



Tecnología Agroalimentaria

Boletín informativo del SERIDA

Número 12 - 2013

Faba Maruxa ■ Costes de maquinaria ■ Ganado caballar ■ Variedades seleccionadas de manzano ■
Producción de embriones ■ Maduración de la carne ■ Microorganismos de origen sidrero



SUMARIO

Tecnología Agroalimentaria - SERIDA

Número 12 • 2013

Actualidad

2 | **Maruxa, una nueva variedad de faba granja para un cultivo más rentable y sostenible**

Juan José Ferreira Fernández
Ana Campa Negrillo
Elena Pérez-Vega

Información agrícola

5 | **Situación actual del cultivo del arándano en el mundo**

Juan Carlos García Rubio
Guillermo García González de Lena
Marta Ciordia Ara

9 | **Recursos genéticos de vid en el Principado de Asturias**

M.^a Dolores Loureiro Rodríguez
Paula Moreno Sanz
Belén Suárez Valles

13 | **Aprovechamiento de la diversidad local de manzano. Selección de variedades asturianas de manzano de sidra amargas**

Enrique Dapena de la Fuente
María Dolores Blázquez Noguero
Mercedes Fernández Ramos

19 | **El oídio en el cultivo de faba granja asturiana**

Noemí Trabanco Martín
Elena Pérez-Vega
Ana Campa Negrillo
Juan José Ferreira Fernández

23 | **Costes de la utilización de la maquinaria agrícola en las explotaciones**

Moises Mario Fernandes de Sousa
Guillermo García González de Lena
Juan Carlos García Rubio
Antonio Martínez Martínez

Información ganadera

27 | **El ganado caballar en los montes asturianos.**

Rafael Celaya Aguirre
Carlos López López
Urcesino García Prieto
Rocío Rosa García
Antonio Martínez Martínez
Koldo Osoro Otaduy

35 | **Estado actual de los sistemas de producción de embriones en ganado bovino**

Carmen Díez Monforte
Marta Muñoz Llamosas
José Néstor Caamaño Gualdoni
Enrique Gómez Piñeiro



2



9



13



23



27



45

62

40 | **Detección de cultivos modificados genéticamente**

Luis J. Royo

Información alimentaria

45 | **“Efecto del tiempo de maduración sobre la calidad organoléptica de la carne de vacuno”**

Mamen Oliván García
Verónica Sierra Sánchez
Pepa García Espina

53 | **Microorganismos de origen sidrero, recursos genéticos microbianos, al servicio de la biotecnología (I)**

Rosa Pando Bedriñana
María Teresa Valderas Herrero
Belén Suárez Vallés

Jornadas

57 | **Jornada técnica demostrativa “Estrategias para la puesta en valor de zonas desfavorecidas”**

M.ª del Pilar Oro García
Antonio Martínez Martínez

60 | **Jornada de transferencia “El cultivo de la escanda de Asturias”**

Guillermo García González de Lena
Juan José Ferreira Fernández

62 | **Jornada de poda y cuidados de invierno en plantaciones de manzano de sidra**

Enrique Dapena de la Fuente
M.ª del Pilar Oro García

Cartera de proyectos

64 | **Proyectos Fin de Máster Tesis Doctorales**

Tesis y Seminarios

67 | **Nuevos convenios, contratos y acuerdos**

Publicaciones

69 | **Libros, folletos, aplicaciones informáticas en la web, vídeos**



60



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 Desarrollo Rural y Agroalimentación. 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, Carmen Díez Monforte, Pedro Castro, Antonio Martínez y Mª del Pilar Oro

Coordinación editorial: Mª del Pilar Oro

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: pilaroro@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.

Maruxa, una nueva variedad de faba granja para un cultivo más rentable y sostenible

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

ANA CAMPA NEGRILLO. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Genética Vegetal. acampa@serida.org

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

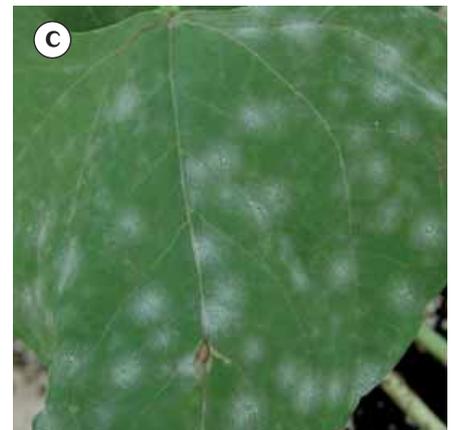
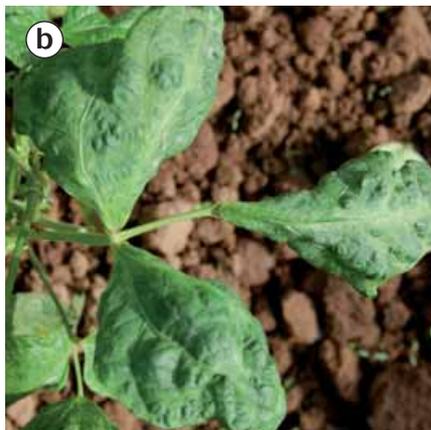
Maruxa es una variedad comercial de judía tipo faba granja asturiana desarrollada en el SERIDA que combina resistencia a las razas locales de antracnosis, resistencia a *virus del mosaico común* y *necrótico de la judía*, moderados niveles de resistencia a oidio y hábito de crecimiento determinado. Esta variedad, desarrollada mediante métodos clásicos de mejora genética, ha sido inscrita en el Registro de Variedades Comerciales y Protegidas Españolas (BOE Num. 122 del 19 de mayo 2010) y supone la culminación de los esfuerzos en la mejora genética de faba granja de los últimos años.

Introducción

El cultivo judía del tipo 'fabada' o 'faba granja' es un importante recurso económico para Asturias y su producción está amparada bajo una marca de calidad que la diferencia (I.G.P. Faba Asturiana). Sin embargo, algunos factores limitan las producciones locales como la susceptibilidad a diferentes enfermedades y el hábito de crecimiento indeterminado trepa-

dor. La susceptibilidad a enfermedades comunes en los cultivos locales tales como la antracnosis, causada por el hongo *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. et Magn.) Scrib., o virosis causadas por el *virus del mosaico común* (BCMV) y el *virus necrótico del mosaico común* (BCMNV), produce una disminución de la producción tanto por daños en las plantas como por deterioro de la semilla (Figura 1). Por otro lado, el crecimiento trepador de los

↓
Figura 1.-Síntomas de enfermedades comunes en el cultivo de faba granja.
a) Antracnosis en semillas.
b) Mosaicos en hojas producidos por el *virus del mosaico común*.
c) Oidio en hojas.



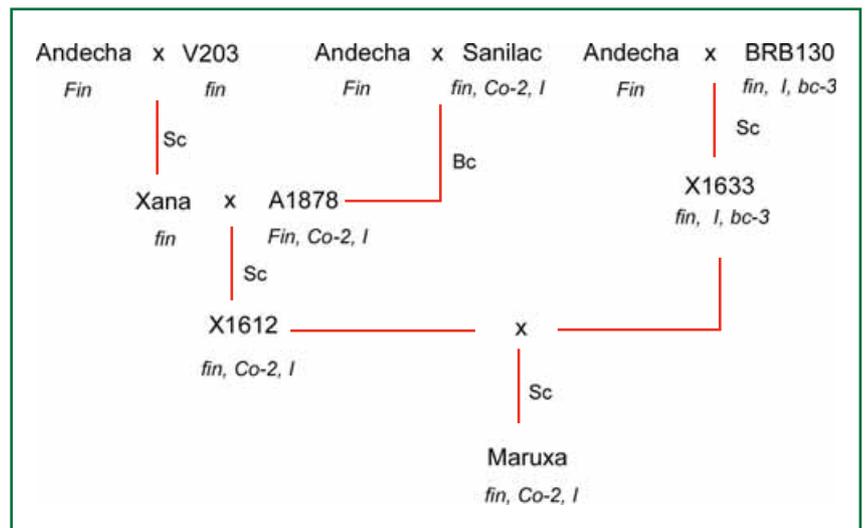
materiales tradicionalmente cultivados y amparados dentro de la I.G.P. 'Faba Asturiana' requiere la instalación de sistemas de tutorado para su cultivo lo que supone un encarecimiento del mismo. Consecuentemente, ambos factores tienen una incidencia significativa en el rendimiento económico del cultivo.

La disponibilidad de variedades que incluyan resistencia genética frente a estas enfermedades (antracnosis y virosis) y que, además, dispongan de un hábito de crecimiento de la planta que no necesite tutores, podrá contribuir a mejorar significativamente la producción y el rendimiento del cultivo. Así mismo, las limitaciones en la utilización de materias activas para el control de enfermedades hacen que la disponibilidad y uso de variedades resistentes sea casi la única solución para minimizar el efecto de algunos patógenos. Las variedades resistentes a enfermedades permiten desarrollar un cultivo más saludable y medioambientalmente más sostenible al minimizar o reducir el uso de productos fitosanitarios. En este trabajo se describe una nueva variedad de faba desarrollada en el SERIDA que busca solucionar las susceptibilidad a los patógenos indicados, así como evitar el uso de sistemas de tutorado en el cultivo.

Origen y desarrollo de la variedad Maruxa

Maruxa (nombre comercial de la línea X2776) deriva de un cruzamiento sencillo entre las líneas de faba desarrolladas en el SERIDA, X1612 y X1633 (véase Figura 2).

La línea **X1612** es una línea esencialmente derivada de la variedad comercial Xana, obtenida a partir del cruzamiento sencillo Xana x A1878. La línea X1612 es portadora de resistencia genética a las razas locales de antracnosis controlada por el gen *Co-2* y resistencia al *virus del mosaico común* de la judía controlada por gen *l*. La línea X1612 dispone de una arquitectura de la planta determinada (tallo terminado en inflorescencia; controlada por el gene *Fin*) pero poco compacta,



con entrenudos largos y con cierta aptitud para trepar. Así mismo, la línea X1612 presenta un fenotipo de semilla que se clasifica dentro del tipo comercial 'faba granja'.

La línea **X1633** deriva de un cruzamiento sencillo entre la línea BRB130 y la variedad comercial Andecha. La línea BRB130 presenta una semilla blanca tipo riñón pequeño, hábito determinado, además de resistencia genética a *virus del mosaico común* y *necrótico de la judía*, gobernada por la combinación de genes *l* + *bc-3*. Andecha fue la primera variedad de faba seleccionada en el SERIDA y se considera el prototipo de faba granja asturiana. La línea X1633 dispone de un fenotipo de semilla dentro del tipo comercial 'canellini' y una arquitectura de planta determinada erecta, entrenudos cortos que dan a la planta un aspecto muy compacto.

Características principales

La variedad 'Maruxa' se caracteriza morfológicamente por presentar una arquitectura de planta determinada no trepadora. La planta es compacta, con entrenudos cortos y gruesos y generalmente no sobrepasa los 80 cm de altura (Figura 3). Las flores son blancas y sus vainas son alargadas, rectas, lisas y con un número medio de semillas que oscila entre dos y cuatro semillas por vaina. La floración es concentrada (alrededor de 10-15 días) y la maduración se alcanza

↑
Figura 2.-Esquema mostrando el origen de la variedad Maruxa (nombre comercial de la línea X2776). Se indica en cursiva los genes mayores manejados: *Fin fin*, gen que controla el hábito de crecimiento indeterminado/determinado; *Co-2co-2*, gen de resistencia a antracnosis; *li*, gen de resistencia a virus del mosaico común; *Bc-3bc-3*, gen de resistencia a *virus del mosaico común* y *necrótico de la judía*. Se indica el método de mejora genética seguido: Sc, cruzamiento sencillo más selección individual. Bc, seis generaciones de retrocruzamientos más selección individual.



↑
Figura 3.-Aspecto de la planta de la variedad Maruxa en plena floración. El cultivo se desarrolló acolchado con siembra directa. El marco de plantación usado consistía en: 0,15 m entre plantas dentro de calles y 1,5 m entre calles con dos filas de plantas por calle separadas 0,2 m.

↓
Figura 4.-Aspecto de la semilla de la variedad Maruxa (derecha) y de la variedad Andecha (izquierda).

aproximadamente 110 días después de la siembra. La semilla tiene las características típicas del tipo 'faba granja', es decir, color blanco, brillo medio y forma oblonga semillena, los bordes son redondeados y su tamaño es muy grande con una media de 98 -100 g/100 semillas (Figura 4).

Maruxa lleva incorporados una combinación de genes que protegen frente a patógenos comunes en el cultivo de la judía en el norte de España. La variedad Maruxa tiene un gen (denominado gen Co-2) que protege frente a las razas de antracnosis frecuentes en los cultivos locales de faba granja, razas 6 y 38. También la variedad es portadora de resistencia genética a los dos potyvirus, *virus del mosaico común* y *virus del mosaico necrótico de la judía*. Finalmente la variedad ha mostrado moderados niveles



de resistencia frente a oidio y esclerotinia aunque en este segundo caso parece ser debido a una evitación relacionada con hábito de crecimiento determinado.

Las producciones estimadas en los ensayos llevados a cabo en parcelas del SERIDA (Villaviciosa) oscilaron entre 160-200 g/m² utilizando densidades aproximadas de siembra de 80000 plantas/ha (un marco de plantación con 0,15 m entre plantas dentro de calles y 1,5 m entre calles con dos filas de plantas por calle separadas 0,2 m; Figura 4). Estas producciones son inferiores a las que presentan las variedades trepadoras de faba aunque esta diferencia podría minimizarse incrementando la densidad de siembra.

Actualmente se trabaja para incorporar en esta línea la resistencia genética total frente a oidio así como en incrementar sus niveles de resistencia a esclerotinia, enfermedades con una alta incidencia en los cultivos locales en los últimos años. La disponibilidad de una variedad de faba en la que se agrupen resistencias frente a múltiples patógenos comunes en los cultivos locales así como una arquitectura de plantas no trepadoras ofrecerá la posibilidad de desarrollar un cultivo más rentable (se evitan gastos en tutorado y disminuyen los tratamientos fitosanitarios), saludable y con menor impacto sobre el medioambiente.

Referencias bibliográficas

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

JUAN JOSÉ FERREIRA, ANA CAMPA, ELENA PÉREZ-VEGA, CRISTINA RODRÍGUEZ-SUÁREZ, RAMÓN GIRALDEZ (2012). Introgression and pyramiding into common bean market class fabada of genes conferring resistance to anthracnose and potyvirus. *Theor. Appl. Genet.* 124:777-788.

NOEMI TRABANCO, ELENA PÉREZ-VEGA, ANA CAMPA, DIEGO RUBIALES, JUAN JOSÉ FERREIRA (2011). Genetic resistance to powdery mildew in common bean. *Euphytica* 186:875-882. ■



Situación actual del cultivo del arándano en el mundo

JUAN CARLOS GARCÍA RUBIO. Área de Experimentación y Demostración Agroganadera. jcgarcia@serida.org
GUILLERMO GARCÍA GONZÁLEZ DE LENA. Área de Experimentación y Demostración Agroganadera. ggarcia@serida.org
MARTA CIORDIA ARA. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa Forestal. mciordia@serida.org

Introducción

El nombre genérico de arándanos incluye más de 450 especies del género *Vaccinium*, que crecen de forma silvestre en casi la totalidad de las regiones frías o moderadamente frías del Hemisferio Norte.

Las principales especies de interés comercial, todas de origen norteamericano son:

Arándanos cultivados

–*Vaccinium Corymbosum* L.. Son especies cuya altura es superior a 1.5 m, por lo que se conocen comúnmente con el nombre inglés de “Highbush blueberry”. Es el de mayor calidad de fruto, y representa un 85% de la superficie cultivada a nivel mundial.

Dentro de esta especie se distinguen, atendiendo a sus requerimientos de horas-frío (nº de horas por debajo de 7°C), dos grupos agronómicos:

- “Highbush” del Norte: 75 % de la superficie cultivada.
- “Highbush” del Sur: 10%.

–*Vaccinium ashei* Reade (Ojo de coque). Ocupa en torno a un 15 % de la su-

perficie cultivada. Aunque las variedades actualmente disponibles son de inferior calidad que los anteriores, su cultivo está en expansión por sus menores exigencias de suelo (en cuanto a pH) y su época de maduración más tardía en algunos ambientes.

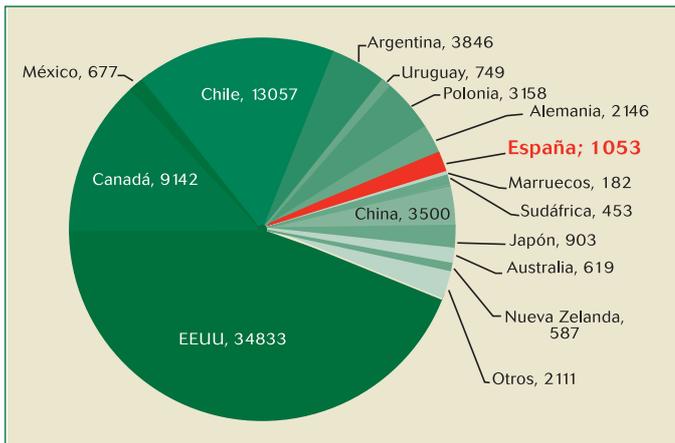
Arándanos silvestres

Muy importante también es la producción de *Vaccinium angustifolium* Ait., arbustos de 30-45 cm de altura, conocidos como “Lowbush blueberry”. Se cosechan mecánicamente en campos de plantas silvestres, aunque se manejan parcialmente como las especies cultivadas, van destinados principalmente a la industria y se comercializan normalmente bajo el nombre de “wild blueberries” (arándanos silvestres). Se aprovecha una superficie de más de 60.000 ha en el este de América del Norte.

Panorama de la producción mundial de arándanos

América del norte (EEUU y Canadá) es la mayor productora mundial de arándanos cultivados, con 223 millones de kg sobre una superficie de casi 44.000 ha. A continuación está Chile, donde a pesar

↑
Estado actual de la
plantación de arándanos
realizada en 1967 en
Borres, Tineo (Asturias).



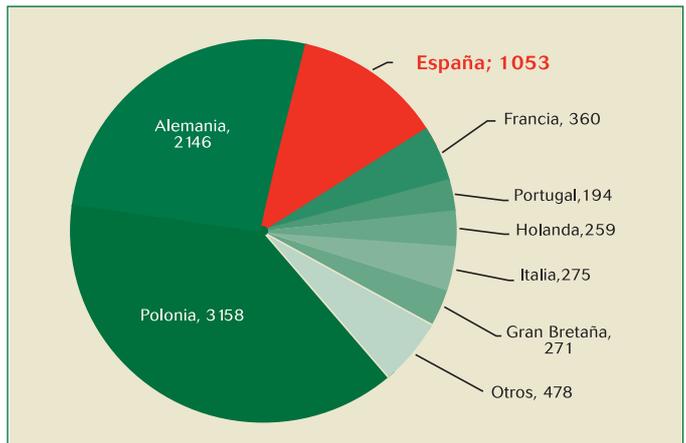
de ser un cultivo de reciente introducción, a principios de los 80, se ha situado en poco tiempo como segundo productor mundial, con algo más de 13.000 ha y una producción en torno a los 50 millones de kg, que represente el 90% de la producción de América del sur, donde, en menor significación, también se cultiva, en Argentina, Uruguay y Perú. Otras zonas productoras en el hemisferio sur son África del Sur, Australia y Nueva Zelanda (Figura 1).

En Europa los principales países productores son, por este orden, Polonia, Alemania, España, Francia, Italia, Reino Unido, Países Bajos y Portugal. Y también se cultiva en Ucrania, Rumania, Austria, Suiza, Suecia, Dinamarca e Irlanda (Figura 2).

Además están apareciendo nuevas zonas productoras como Marruecos en África, o Japón y China en Asia.

En España, la primera parcela comercial de arándanos se instaló en el año 1967, en Tineo (Asturias). No obstante, no es hasta finales de los 80 cuando aparecen en Asturias y Galicia las primeras plantaciones profesionales. A principios de los 90 se inicia el cultivo en la provincia de Huelva con una plantación de 3 ha, aumentando de forma constante hasta las más de 1.000 ha existentes hoy en día.

Actualmente, Huelva es la provincia con mayor producción de arándano en España, siendo también la mayor zona productora de Europa para cosecha tem-



←
Figura 1.-Superficie mundial de arándanos (ha). Año 2010.

→
Figura 2.-Superficie europea de arándanos (ha). Año 2010.

prana de primavera. A continuación le siguen, con cosechas de verano-otoño, Asturias (100 ha), Galicia (50 ha), Cantabria (50 ha) y con menos importancia País Vasco, Extremadura, Segovia y Salamanca.

El consumo de arándanos

A pesar de ser una de las especies de más reciente introducción en la fruticultura mundial, la producción y consumo de arándanos en la última década ha tenido un crecimiento espectacular, tanto en América del Norte, donde ya había una gran tradición debido a la gran disponibilidad de estos frutos procedentes de poblaciones silvestres, como en otros países del continente europeo, Asia e incluso en algunos países del hemisferio sur, con poca o nula tradición de consumo. Un dato muy elocuente en cuanto a este crecimiento es que en Estados Unidos, el mayor productor y consumidor a nivel mundial, a principios de los 90 el consumo per cápita estaba en torno a los 250 g/habitante y año, y hoy día está próximo a los 600 g.

A este crecimiento han contribuido, fundamentalmente, los numerosos estudios realizados sobre este fruto en los últimos años, que han demostrado la gran cantidad de efectos beneficiosos que tienen sobre la salud. Desde la mejora de la agudeza visual, que fue uno de los primeros beneficios que se le atribuyeron a este fruto, hasta uno de los últimos trabajos donde se apunta que los arándanos pueden contribuir a prevenir o retrasar la enfermedad de Alzheimer.

Fuera del continente americano los mayores consumos se sitúan en Europa, concretamente en el Reino Unido y Alemania, que superan los 450 g/persona y año. En el caso de España, donde no existe tradición y el arándano es aún un fruto poco conocido y de difícil acceso, hemos pasado de 0.5 g/habitante y año hace menos de diez años, a los 5 g actuales.

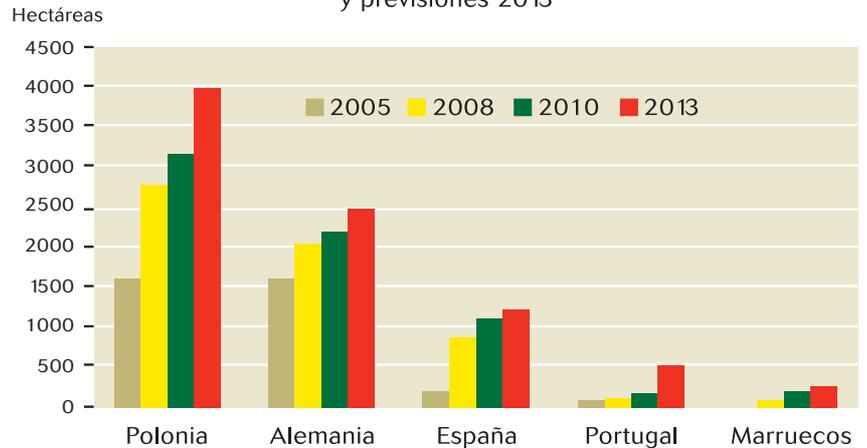
De la mano de este incremento del consumo, también ha aumentado en los últimos años la superficie dedicada al cultivo en, prácticamente, todas las zonas productoras del mundo, con casos como el ya citado de Chile, que casi triplicó su superficie de 2005 a 2010, o el de China, donde pasó de ser un cultivo casi desconocido en 2005 a registrar en torno a las 3.500 ha en 2010.

Este crecimiento también es importante en Europa (Figura 3), tanto en los países tradicionalmente productores como Polonia y Alemania, como en aquellos que han introducido este cultivo aprovechando determinados huecos en el mercado, como es el caso de España que ha multiplicado por cinco su superficie en el periodo 2005-2010 o, más recientemente, el de Portugal que contaba con apenas 40 ha en 2005 y espera superar las 500 ha en este 2013.

Calendario mundial de la producción de arándanos

Sí hace 30 años la comercialización en fresco de los arándanos se restringía a los periodos de producción en América del Norte y, muy poco, en Alemania, hoy en día el panorama mundial ha cambiado considerablemente, hasta el punto de que ya se puede encontrar fruta fresca en los mercados durante los 12 meses del año. Esto es debido, por un lado, a la expansión, ya comentada, del cultivo en numerosos países tanto del hemisferio norte como del sur (lo que se conoce como producción de fruta en contraestación) y, por otro, al avance en las técnicas de conservación, que ha hecho posible que la fruta pueda viajar durante muchos días en perfectas condiciones sin mermas de calidad.

Evolución de la superficie cultivada de arándanos 2005-2010 y previsiones 2013



Como se puede ver en la Figura 4, la producción mundial del arándano es un círculo cerrado, lo que permite, junto con la agilidad del transporte, tener fruta fresca todo el año, en cualquier parte del mundo.

Comenzando por el Hemisferio Sur, en el mes de septiembre se inicia la cosecha en las zonas de clima cálido, como son Uruguay y Argentina, cuya producción se prolonga de septiembre a noviembre, para continuar con Chile, Australia, Nueva Zelanda y África del Sur, que cubren el período de noviembre a abril, fundamentalmente.

Todos estos países del Hemisferio Sur, con poca tradición de consumo, destinan sus producciones a la exportación, hacia América del norte y Europa fundamentalmente, para su consumo en fresco.

Cuando la temporada está llegando a su fin en las zonas mencionadas, se inician, ya en el Hemisferio Norte, las cosechas tempranas en las zonas más cálidas de Marruecos en África (febrero-abril), Huelva en Europa (marzo-junio) y en algunos estados del sur de EEUU, como Florida, Georgia, California etc. (marzo-junio).

Se continúa con la cosecha de verano a otoño en la cornisa Cantábrica, centro-norte Portugal, Francia, Italia, Alemania, Polonia etc., durante los meses de junio a octubre. De igual forma, en esta misma época, se produce en numerosos zonas

Figura 3.-Evolución de la superficie cultivada de arándanos en algunos países de Europa y Marruecos, y previsiones 2013.



Recursos genéticos de vid en el Principado de Asturias

M. DOLORES LOUREIRO RODRÍGUEZ. Área de Tecnología de los Alimentos del SERIDA. mdolorlr@serida.org

PAULA MORENO SANZ. Research and Innovation Center - Fondazione Edmund Mach. Department of Genomics and Biology of Fruit Crops - Grapevine Applied Genomics. Via E. Mach,1 - 38010 San Michele all'Adige (TN), Italy. pamthobu@hotmail.com

BELEN SUÁREZ VALLES. Jefa del Área de Tecnología de los Alimentos. mbsuarez@serida.org

Introducción

Los **recursos fitogenéticos** se definen como cualquier material genético de origen vegetal con valor real o potencial para la alimentación y la agricultura.

La vid europea (*Vitis vinifera* L.) ha experimentado una enorme erosión genéti-

ca desde finales del siglo XIX por diversos motivos. Primero fue la plaga de la filoxera, que en un período de 30 años destruyó solo en España más de un millón de hectáreas de viñedo, y en Francia dos millones y medio. Posteriormente, con la homogeneización del mercado del vino, se arrancaron viñedos viejos donde se conservaba una elevada diversidad va-

rietal, para la plantación con un número limitado de cultivares. Esto supuso la pérdida de cultivares autóctonos poco extendidos. En la actualidad, la principal causa de pérdida de los recursos genéticos en el viñedo es la restricción en el número de cultivares impuesta por las denominaciones de origen. Se estima que el número de variedades de vid europea cultivadas actualmente en el mundo es de aproximadamente 5.000.

La alta competitividad en el mercado vitivinícola ha hecho necesaria una mayor diversificación de los productos, lo que ha originado que en los últimos años se estén realizando trabajos de prospección, identificación, conservación y evaluación de los cultivares autóctonos de vid. Esto ha originado que cultivares de alta calidad, como Albariño, Godello o Prieto Picudo, que estuvieron en el pasado en riesgo de desaparición, estén en expansión como productores de vinos diferenciados.

Otra razón para la conservación y estudio de las variedades autóctonas es su posible potencial en estudios de mejora genética, para la obtención de nuevas variedades o de genes de interés, así como en análisis de parentesco, con el fin de conocer la genealogía de las variedades. Como ejemplo de esto se puede citar la variedad Gouais blanc, muy antigua, casi extinta y de muy baja calidad, pero que sin embargo, es progenitora, entre otras, de variedades importantes como Chardonnay, Riesling o Furmint.

Variedades cultivadas en Asturias. Reseñas históricas

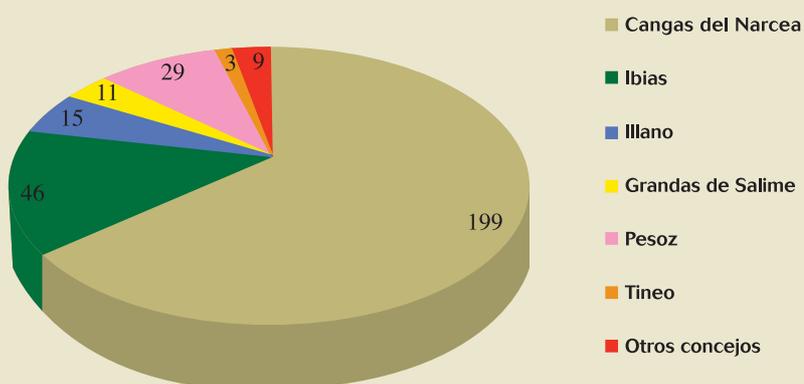
En Asturias, la primera referencia del cultivo de la vid data del año 781, en los predios del monasterio de San Vicente de Oviedo. En 1858 la superficie cultivada era de 5.493 ha, pero la drástica reducción hasta las aproximadamente 100 ha actuales hace suponer que haya desaparecido un elevado número de variedades. Entre las reseñas históricas de variedades cultivadas en el pasado en Asturias, Suárez Cantón (1879) menciona las variedades tintas Alvarín negro (pata de perdiz), Carrasco, Carrasquín, Negrón (o Agudiello), Verdejo; y las variedades blancas Alvarín blanco (o Albillo), Moscatel y Teta de Vaca. Por otro lado, García de los Salmenes (1914) cita entre las tintas Agudillo, Alvarín, Carrasquín, Conrasión, Mallén, Negrín, Negrón, Pardusco Prieto, Pata de Perdiz, Picudo, Rondales, Tinta y Verdejo; y entre las blancas Albarín, Blanca, Bondal, Moscatel, Pedro Jiménez y Verdeja. Manuel Naredo (1914) enumera, como variedades asturianas pre-filoxéricas, Agudiello, Alvarín Blanco, Alvarín Negro, Carrascón, Carrasquín, Jaen-Moscatel, Moscatel, Negrín, Negrón, Rondal Negro y Verdejo Tinto, y reseña como "las antiguas variedades del país" a Alvarín Negro, Carrasquín, Negrín y Verdejo. Según este mismo autor, las variedades Alicante, Cabernet, Garnacha Roja, Garnacha Tintorera, Mencía, Malbec y Sumoll fueron introducidas tras la filoxera.

Prospección e identificación de variedades

El estudio del patrimonio vitícola de una región conlleva una exhaustiva labor de prospección en viñedos antiguos, en los que se conserva la mayor diversidad varietal. Para evaluar los recursos genéticos de vid de Asturias, el SERIDA llevó a cabo entre los años 2003 a 2010 prospecciones en los concejos de Allande, Boal, Candamo, Cangas del Narcea, Degaña, Grandas de Salime, Ibias, Illano, Las Regueras, Pesoz y Tineo, marcándose más de 300 ejemplares localizados en viñedos antiguos, así como cepas aisladas situadas en los bordes de caminos y en los porches de las casas (figura 1).

↓
Figura 1.-Ejemplares recogidos en cada concejo para su analítica mediante loci microsatélite.

N.º de ejemplares analizados mediante loci microsatélite



Para la localización de las parcelas se recabó información de fuentes bibliográficas, de los técnicos de las Oficinas Comarcales de la Consejería de Medio Rural y Pesca, (actualmente Consejería de Agroganadería y Recursos Autóctonos), la Asociación Vino de Calidad de Cangas y de viticultores particulares. Para cada cepa marcada se recogió la máxima información posible sobre su localización, identidad, procedencia y cultivo, así como los síntomas de virosis, las enfermedades criptogámicas, las plagas y/o las carencias nutricionales observadas.

A las cepas marcadas se les realizó un análisis de ADN mediante marcadores microsatélite para proceder a su identificación.

El ácido desoxirribonucleico, o ADN, es la molécula que contiene y transmite toda la información genética y hereditaria. En el caso de la vid, los individuos de una misma variedad se originan por propagación vegetativa a partir de un individuo original, por lo que son genéticamente iguales, pudiendo presentar pequeñas variaciones a causa de mutaciones en el ADN.

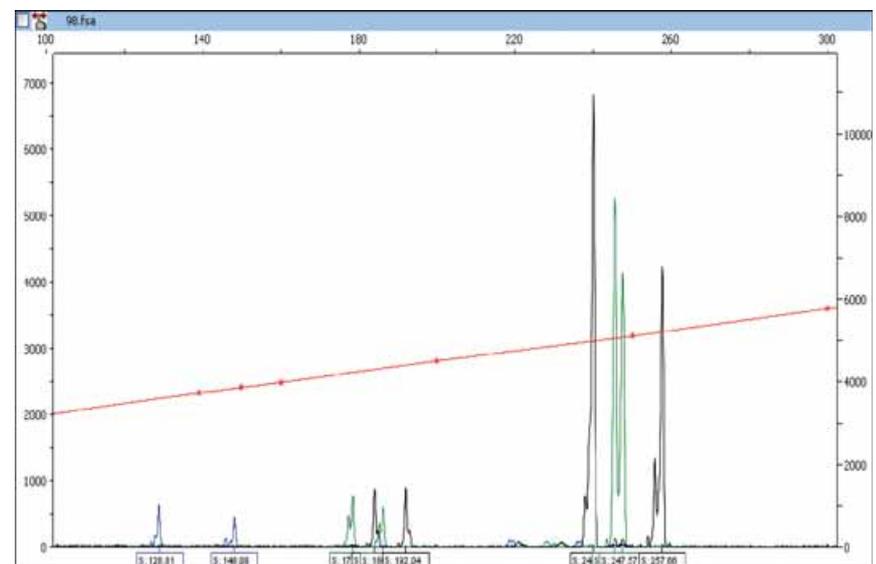
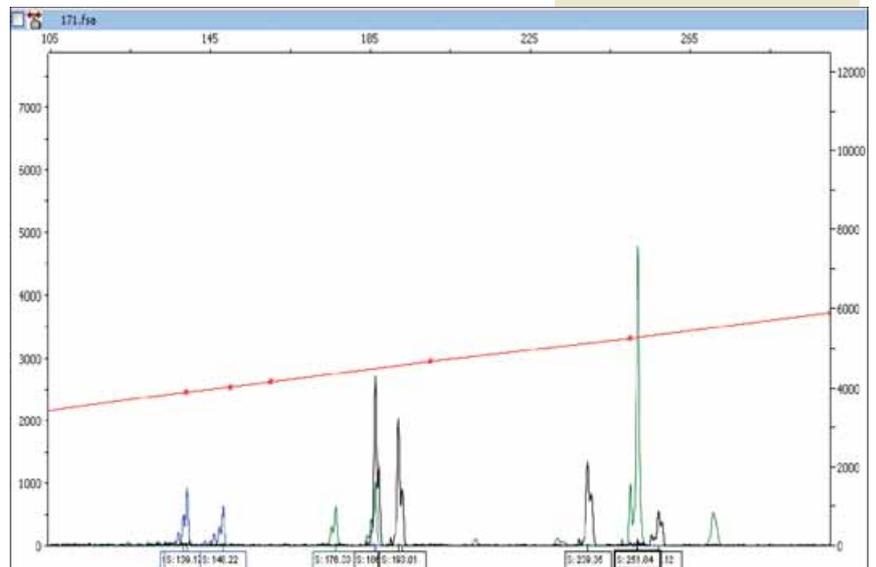
El estudio de marcadores microsatélite (SSRs – *Simple Sequence Repeats*) es la técnica más adecuada para la identificación varietal en vid. Un marcador microsatélite consiste en una unidad de repetición de ADN de corta longitud (de 1 a 6 nucleótidos) que se repite en tándem un número variable de veces, específico para cada variedad. La variación en el número de repeticiones produce diferencias en la longitud de la secuencia, denominándose a cada una de ellas alelo. Estas secuencias microsatélite se encuentran ampliamente distribuidas en el ADN, por lo que el análisis conjunto de diversas secuencias microsatélite diferentes produce un patrón de alelos que es específico para cada variedad.

La gran reproducibilidad entre distintos laboratorios en el análisis de estos marcadores ha permitido el desarrollo de estudios en distintos países, y la elaboración de bases de datos que contienen los perfiles de un gran número de variedades

de vid para muchos de estos marcadores microsatélite.

Las cepas procedentes de la prospección en campo se analizaron con nueve marcadores microsatélite (VVS2, VVMD5, VVMD7, VVMD27, VVMD28, vrZAG62, vrZAG67, vrZAG79, vrZAG112). El análisis se realizó mediante la amplificación por PCR (*Polymerase Chain Reaction*) de las secuencias microsatélite diana, y la posterior lectura de los fragmentos generados en la reacción en un secuenciador automático. Como resultado se obtuvo un patrón específico (perfil microsatélite) para cada variedad y marcador utilizado (figura 2).

↓
Figura 2.-Perfiles microsatélite para los cebadores VVS2 (en azul), VVMD27 y vrZAG79 (en verde) y vrZAG62 y VVMD7 (en negro) para las variedades Carrasquín (superior) y Albarín Blanco (inferior).



Los perfiles microsatélite obtenidos fueron comparados con bases de datos nacionales e internacionales que permitieron identificar las siguientes variedades:

- Variedades tintas: Albarín Tinto, Aramon, Cabernet Sauvignon, Cardinal, Carrasquín, Garnacha Tintorera, Mazuelo, Mencía, Morenillo II, Morrastel Bouschet, Mouratón, Petit Bouschet, Sumoll, Verdejo Tinto.
- Variedades rosadas o rojas: Chasselas Rosé, Moscatel Rojo.
- Variedades blancas: Albarín Blanco, Chasselas Doré, De José Blanco, Doña Blanca, Espadeiro, Furmint, Godello, Italia, Lairén, Moscatel Blanco de grano menudo, Moscatel de Alejandría, Palomino, Roseti, Savagnin Blanc.

Además de éstas, se localizaron otras 13 variedades que permanecen hasta la fecha sin identificar. Es posible que algu-

nas de estas variedades, para las que no se encontraron coincidencias, sean autóctonas y estén en peligro de extinción, ya que se han localizado escasos ejemplares, por lo que es urgente su conservación y estudio como posibles recursos fitogenéticos de interés para el futuro.

Agradecimientos

Agradecemos al Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA RF 2008-00019-C02-01) y la Fundación para el Fomento en Asturias de la Investigación Científica Aplicada y la Tecnología (FICYT IB05-159) la financiación de este trabajo. Se agradece la colaboración de los técnicos de las Oficinas Comarcales de la Consejería de Medio Rural y Pesca (actualmente Consejería de Agroganadería y Recursos Autóctonos), la Asociación Vino de Calidad de Cangas, APROVICAN y los viticultores colaboradores. ■





Aprovechamiento de la diversidad local de manzano. Selección de variedades asturianas de manzano de sidra amargas

ENRIQUE DAPENA DE LA FUENTE. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Investigación en Fruticultura. edapena@serida.org
 MARÍA DOLORES BLÁZQUEZ NOGUERO. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Investigación en Fruticultura. mdblazquez@serida.org
 MERCEDES FERNÁNDEZ RAMOS. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Investigación en Fruticultura. mercedfr@serida.org

Biodiversidad varietal y prospección de variedades locales de manzano de sidra para su conservación y aprovechamiento.

En Asturias hay una elevada diversidad de variedades de manzana, vinculada a la larga tradición del cultivo de manzano en la región y su habitual utilización en la elaboración de sidra. Dado que las variedades locales en general están en viejas pomaradas tradicionales con una fuerte atomización, al estar presentes en una o en pocas plantaciones, había dificultades para asegurar su conservación *in situ* y un serio riesgo de pérdida de estos valiosos recursos fitogenéticos al producirse la paulatina renovación del cultivo, por lo que resultaba de vital importancia emprender una prospección de variedades locales de manzano.

Entre los años 1995 y 1997 se llevó a cabo por parte del SERIDA una sistemática y rigurosa prospección en diferentes zonas productoras de manzana de Asturias, principalmente en la zona central y oriental, con el fin de recoger las variedades de mayor interés, dando una especial importancia a la búsqueda de variedades amargas y de producción regular. Se prospectaron y evaluaron preliminarmente



te *in situ* un total de 1831 árboles de 312 plantaciones, en 146 núcleos de población de 25 municipios. Estos árboles fueron observados respecto a su nivel de susceptibilidad/tolerancia a enfermedades causadas por hongos (principalmente moteado *Venturia inaequalis* (Cke.) Wint, chancro *Nectria galligena* Bres,

↑
Fruto de la nueva variedad seleccionada Amariega.



oídio *Podosphaera leucotricha* (Ell. & Ev.) Salomon y monilia de fruto *Monilia frutigena* (Aderh. & Ruhl.) Honey. Como uno de los objetivos de este estudio era encontrar variedades con elevado nivel de fenoles, conscientes de su escasez entre las ya existentes en el Banco de Germoplasma de Manzano de Asturias y en previsión de la demanda de las mismas por parte del sector elaborador de sidra, se analizaron los frutos de las variedades que presentaban mejor respuesta a las enfermedades y aquellas que tenían una mayor expansión y aceptación a nivel local. Finalmente, considerando globalmente sus características agronómicas y/o tecnológicas, y algunas por su reconocido y apreciado valor local, 425 entradas fueron incorporadas en el Banco de Germoplasma de Manzano, que pasó a disponer de 800 entradas, de las cuales 550 son variedades locales (Dapena et al., 2006).

Se establecieron tres nuevas plantaciones con las 425 entradas. La primera fue establecida en 1998 en las instalaciones del SERIDA en Villaviciosa, la segunda en 2002 en Fresnadiello (Nava) y una tercera en 2004 en Oles (Villaviciosa). La ubicación de estas localizaciones se muestra en la figura 1. En estas plantaciones se incluyeron también algunas variedades de referencia entre las acogidas a la DOP Sidra de Asturias.

Evaluación y caracterización de las entradas incorporadas en el Banco de Germoplasma de Manzano

Las 425 entradas fueron evaluadas agronómicamente en las tres parcelas y se realizaron análisis tecnológicos de los frutos de cada entrada, durante al menos tres años. Se pudo constatar un elevado predominio de cultivares de carácter semiácido o ácido (el 70% de las variedades tienen un nivel de acidez superior a 3,5 g/l, expresado en ácido sulfúrico) y, al mismo tiempo, un escaso porcentaje de variedades amargas (sólo el 11% de los cultivares presentó un nivel de fenoles superior a 1,5 g/l expresado en ácido tánico).

La respuesta de las diferentes accesiones a enfermedades causadas por hongos fue estudiada en las tres plantaciones, determinándose que un 54,9% de las variedades presentan baja sensibilidad a moteado, oídio, chancro y monilia.

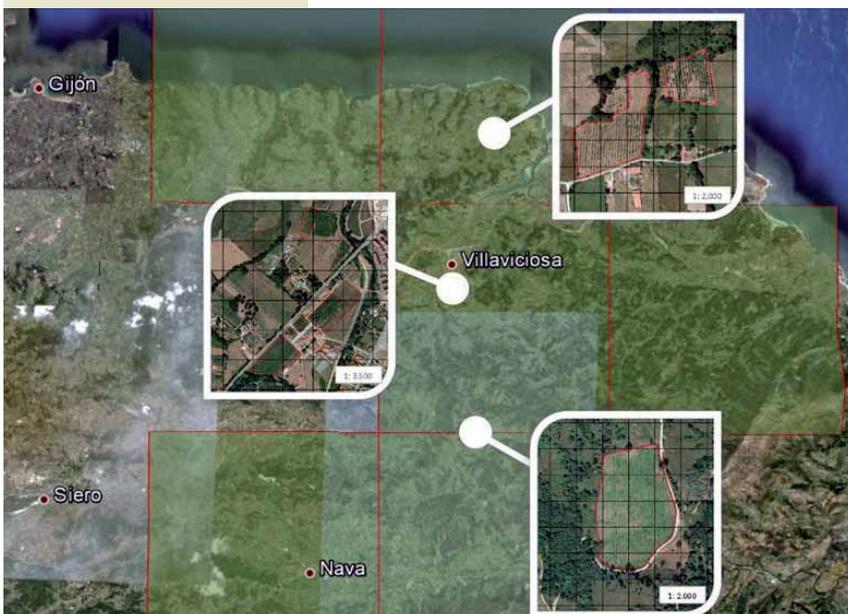
También fueron evaluados la capacidad productiva (precocidad, cantidad y tendencia a la alternancia) y el crecimiento de los árboles y su fenología (época de floración, y maduración).

Complementariamente las variedades están siendo caracterizadas a nivel morfológico con 70 descriptores (Dapena & Blázquez, 2009) y a nivel molecular con ocho microsátélites, a fin de determinar la identidad varietal, revelar duplicidades y estudiar la diversidad genética de variedades locales asturianas y poder llegar a establecer una colección nuclear.

Selección de las variedades de mayor interés agronómico y tecnológico

Tras la evaluación de las 425 entradas se preseleccionaron 22 entradas en función de su comportamiento global agronómico y tecnológico. Para completar su evaluación fueron plantadas en 2008-2009 en una nueva parcela experimental en el SERIDA de Villaviciosa, conjuntamente con las 22 variedades acogidas a la DOP Sidra de Asturias.

↓
Figura 1.-Ubicación de las plantaciones colección de las 425 entradas incorporadas en el Banco de Germoplasma de Manzano.





En esta parcela de evaluación se efectuaron anualmente observaciones sobre el desarrollo vegetativo, el periodo de floración, el nivel de sensibilidad respecto a hongos, la época de maduración, el índice productivo de cada árbol, la producción en cosecha y se efectuaron análisis de los frutos de cada variedad.

En la tabla 1 se muestran los datos analíticos del periodo 2002-2012 de las 22 entradas preseleccionadas y su agrupación en bloques tecnológicos en función de la acidez total y el contenido de fenoles totales. Hay que destacar que 14 variedades tienen un contenido fenólico superior a 1,5 g/l, expresado en ácido tánico, de tal modo que se dispone de tres variedades de tipo amargo, seis amargo-ácido, cuatro ácido amargo y una dulce amarga. Todo ello permite evidenciar el esfuerzo realizado para disponer de una representación suficiente de variedades amargas entre las que poder seleccionar las de mayor interés global. Las otras ocho variedades preseleccionadas son de tipo dulce (tres) y ácido (cinco).

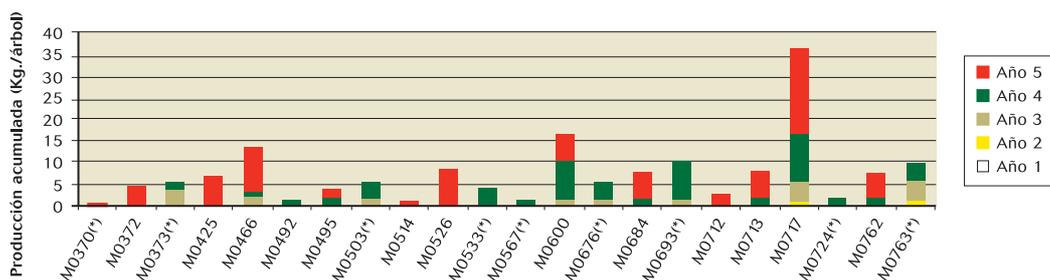
A nivel fitosanitario las variedades preseleccionadas presentan un buen comportamiento general frente a hongos, a excepción de la elevada sensibilidad al chancro mostrada por la entrada M0514, algo de sensibilidad de la entrada M0495 a la monilia y de la entrada M0712 al oídio. No obstante, en los años más favorables al desarrollo del moteado, algunas variedades pueden presentar unos niveles bajos de incidencia, semejantes a 'Raxao' o 'Regona'.

A nivel productivo, según se puede observar en la figura 3, destaca la entrada M0717 ('Amariega'), al presentar una rápida entrada en producción y un elevado nivel productivo hasta el quinto año de cultivo, seguida de las entradas M0693 ('Lin') y M0763 ('Corchu'), que tienen un año menos de cultivo. A continuación hay que mencionar las entradas M0600 y M0466, que tuvieron un importante incremento productivo en el quinto año de cultivo (figura 3), que podría mantenerse en el año 2013 dado el índice de producción observado.

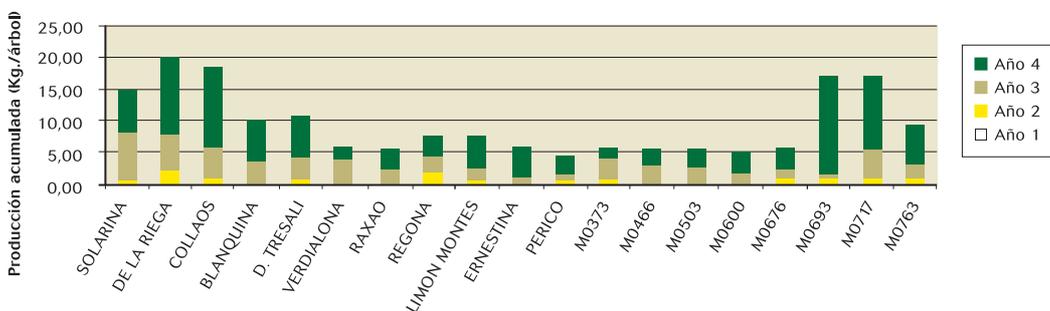
| Entrada | N | °BRIX | | Atotal (g/l H ₂ SO ₄) | | pH | | Fenoles totales (g/l ac. tánico) | | Grupo tecnológico |
|---------|----|-------|------|--|------|------|------|----------------------------------|------|-------------------|
| | | x | ds | x | ds | x | ds | x | ds | |
| M0514 | 8 | 14,03 | 0,52 | 1,55 | 0,30 | 4,29 | 0,21 | 2,54 | 0,32 | Amargo |
| M0372 | 12 | 14,16 | 1,25 | 2,08 | 0,62 | 4,01 | 0,29 | 2,12 | 0,54 | |
| M0717 | 21 | 12,37 | 0,92 | 2,19 | 0,33 | 3,77 | 0,19 | 2,09 | 0,45 | |
| M0684 | 13 | 14,13 | 2,00 | 4,51 | 1,02 | 3,47 | 0,32 | 1,90 | 0,32 | Amargo-ácido |
| M0567 | 5 | 13,84 | 1,21 | 4,52 | 0,98 | 3,54 | 0,25 | 1,98 | 0,12 | |
| M0763 | 13 | 12,47 | 1,24 | 4,67 | 0,77 | 3,34 | 0,31 | 1,77 | 0,29 | |
| M0600 | 10 | 12,75 | 1,14 | 4,68 | 1,51 | 3,32 | 0,34 | 1,93 | 0,63 | |
| M0762 | 7 | 13,60 | 1,46 | 4,68 | 1,34 | 3,60 | 0,23 | 1,97 | 0,46 | |
| M0425 | 6 | 13,98 | 0,73 | 5,07 | 0,37 | 3,45 | 0,26 | 1,85 | 0,20 | |
| M0693 | 11 | 13,37 | 1,14 | 5,86 | 1,24 | 3,35 | 0,30 | 2,00 | 0,37 | Ácido-amargo |
| M0492 | 13 | 13,06 | 0,78 | 6,78 | 0,57 | 3,24 | 0,19 | 2,01 | 0,39 | |
| M0712 | 4 | 13,59 | 0,66 | 7,21 | 1,06 | 3,31 | 0,14 | 1,83 | 0,16 | |
| M0466 | 8 | 13,69 | 1,02 | 7,78 | 1,28 | 3,18 | 0,22 | 1,94 | 0,41 | |
| M0526 | 10 | 12,81 | 1,00 | 1,46 | 0,34 | 4,29 | 0,22 | 1,54 | 0,27 | Dulce-amargo |
| M0373 | 9 | 13,24 | 0,63 | 6,76 | 0,69 | 3,35 | 0,20 | 1,44 | 0,36 | Ácido algo amargo |
| M0713 | 12 | 13,09 | 1,08 | 5,59 | 1,01 | 3,29 | 0,26 | 1,44 | 0,24 | |
| M0495 | 10 | 14,71 | 1,25 | 3,63 | 1,09 | 3,54 | 0,21 | 1,46 | 0,33 | Dulce |
| M0370 | 4 | 12,26 | 0,31 | 1,15 | 0,33 | 4,41 | 0,42 | 1,39 | 0,32 | |
| M0724 | 5 | 11,36 | 0,74 | 1,37 | 0,36 | 4,36 | 0,25 | 1,27 | 0,13 | |
| M0533 | 5 | 11,10 | 0,54 | 4,54 | 0,81 | 3,31 | 0,14 | 1,15 | 0,22 | Ácido |
| M0676 | 43 | 12,32 | 1,01 | 5,14 | 0,73 | 3,33 | 0,29 | 1,07 | 0,34 | |
| M0503 | 10 | 14,00 | 1,21 | 4,87 | 1,15 | 3,46 | 0,24 | 0,64 | 0,36 | |

←
Tabla 1.- Composición física química de las variedades preseleccionadas.
 N: n.º análisis efectuados;
 X: promedio;
 ds: desviación estandar.





←
Figura 3.-Evolución hasta el quinto año de cultivo de las variedades preseleccionadas.
(* Varietas con un año menos de cultivo.)



←
Figura 4.-Comparación de la evolución productiva de variedades preseleccionadas destacadas con algunas variedades acogidas a la DOP.

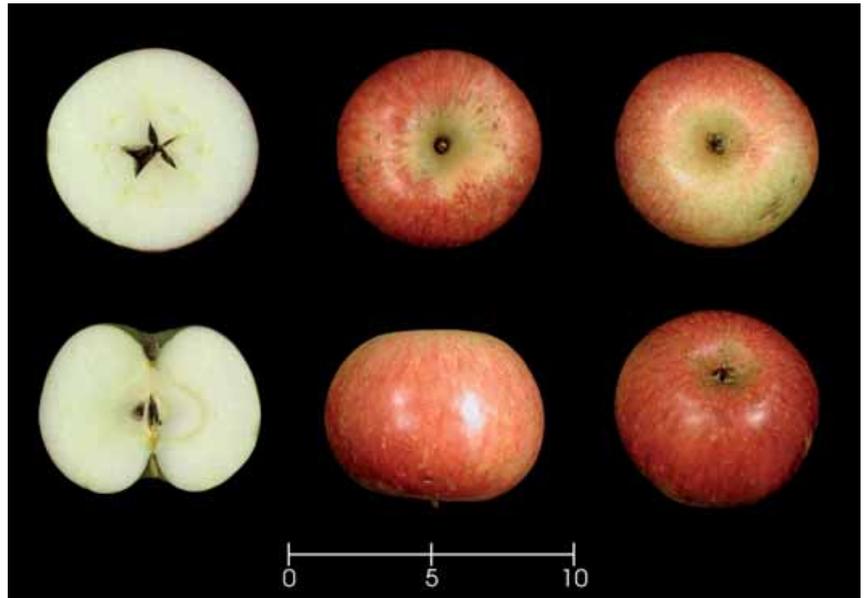
| Varietas | Amariega | Corchu | Lin |
|---|---|--|--|
| Sensibilidad a hongos | Baja a moteado y muy baja a oídio, chancro y monilia | Baja a moteado y muy baja a oídio, chancro y monilia | Baja a moteado y muy baja a oídio, chancro y monilia |
| Época de floración | Tardía | Muy tardía | Muy tardía |
| Época de maduración | Tercera decena de octubre a primera decena de noviembre | Segunda decena de noviembre | Segunda decena de noviembre |
| Entrada en producción | Rápida | Bastante rápida | Bastante rápida |
| °BRIX | 12,37 ± 0,92 | 12,47 ± 1,24 | 13,37 ± 1,14 |
| Acidez total (g/l H₂SO₄) | 2,19 ± 0,33 | 4,67 ± 0,77 | 5,86 ± 1,24 |
| pH | 3,77 ± 0,19 | 3,34 ± 0,31 | 3,35 ± 0,30 |
| Fenoles totales (g/l ac. tánico) | 2,09 ± 0,45 | 1,77 ± 0,29 | 2,00 ± 0,37 |
| Grupo tecnológico | Amargo | Amargo ácido | Ácido amargo |

←
Tabla 2.-Principales características agrónomas y tecnológicas

→
Figura 5.-Breve descripción de caracterización morfológica del fruto.

Variedad 'Amariega' (M0717)

Fruto de tamaño mediano, con predominio de forma aplanada globulosa. Coloración roja y púrpura con estrías rojas y púrpuras en el 75% de la superficie sobre fondo amarillo blanquecino o verde blanquecino.



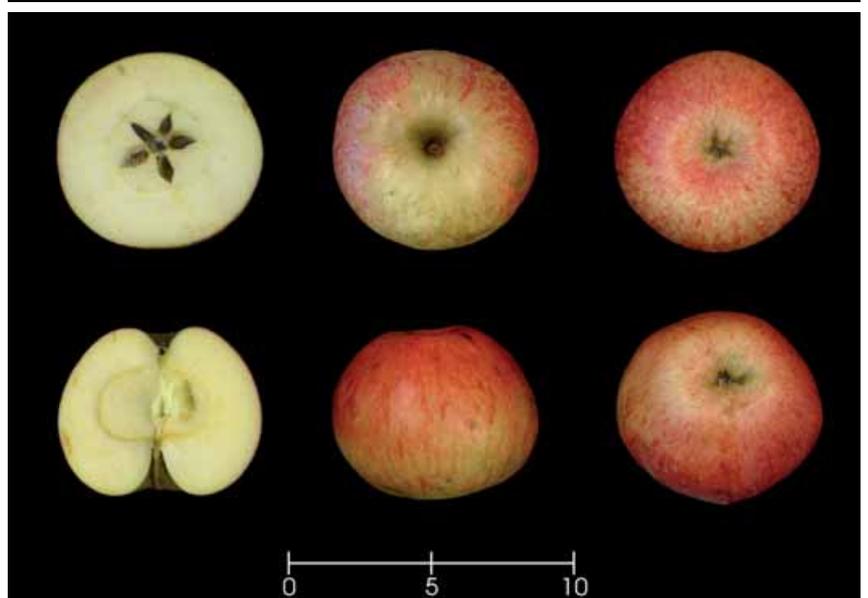
Variedad 'Corchu' (M0763)

Fruto de tamaño mediano a grande, con predominio de forma aplanada globulosa cónica y truncada cónica. Color amarillo verdoso, en los frutos más expuestos al sol aparecen manchas con tonalidades naranja marrón y rosado.



Variedad 'Lin' (M0693)

Fruto de tamaño mediano, con predominio de forma globulosa troncocónica. Color rojo anaranjado con estrías rojas en el 75% de la superficie sobre fondo amarillo verdoso.



En la figura 4 se comparan los resultados productivos de las variedades más destacadas con algunas de las variedades seleccionadas por el SERIDA y más cultivadas de la D.O.P. Sidra de Asturias. Se puede resaltar el destacado comportamiento productivo de las variedades de la DOP 'De la Riega', 'Collaos' y 'Solarina' y la preselección 'Amariega' (M0717). Además, esta variedad también presenta elevados índices de fructificación en 2013, al igual que las variedades 'Lin' (M0683) y 'Corchu' (M0763). No obstante, será necesario esperar al menos hasta la cosecha de 2014 para disponer de una información más concluyente respecto a la dinámica productiva del resto de variedades en evaluación.

Por último, en la tabla 2 se presenta una síntesis de las características agronómicas y tecnológicas más relevantes de las variedades seleccionadas por el momento: 'Amariega', 'Lin' y 'Corchu' y en la figura 5 un resumen de las principales características morfológicas de cada una.

↓
Árboles en 5º año de
producción de la variedad
Amariega.



Conclusiones

El esfuerzo realizado, que se inició con la prospección en sí misma y el exhaustivo proceso de evaluación llevado a cabo en tres parcelas en paralelo, permitió, primeramente, la preselección de 22 variedades locales y, después, emprender una evaluación complementaria que ha permitido seleccionar por el momento tres variedades a las que se les podría sumar alguna más. Ello permitirá completar el abanico de variedades locales de elevado interés actualmente seleccionadas para la elaboración de sidra, en especial en cuanto a variedades amargas.

Por otra parte, el trabajo de evaluación comparativo con las variedades acogidas a la DOP Sidra de Asturias ha permitido constatar el destacado valor agronómico y tecnológico de la mayor parte de las 16 variedades seleccionadas por el SERIDA (Dapena & Blázquez, 2009).

Agradecimientos

Deseamos agradecer de nuevo a los productores las facilidades recibidas en la prospección de variedades locales en sus plantaciones. A Marcos Miñarro por las aportaciones realizadas al revisar el artículo. Todo este trabajo ha sido llevado a cabo en el marco de los proyectos financiados por el INIA con fondos FEDER y cofinanciados por el Principado de Asturias: RF95-024-C6-5, RF98-020-C4, SC98-013, RF01-011, RTA01-013, RF04-46, RFP04-25, RTA04-147, RF08-33, RTA08-120 y RFP09-18.

Referencias bibliográficas

- DAPENA, E., BLÁZQUEZ, M.D. 2009. Descripción de las variedades de manzana de la D.O.P Sidra de Asturias. SERIDA. 69 pp. Disponible online:
<http://www.serida.org/pdfs/4071.pdf>.
- DAPENA, E., BLÁZQUEZ, M.D., FERNÁNDEZ, M. 2006. Recursos fitogenéticos del Banco de Germoplasma de Manzano del SERIDA. Tecnología Agroalimentaria 3: 34-39. Disponible online:
<http://www.serida.org/pdfs/1524.pdf>. ■



El oídio en el cultivo de faba granja asturiana

NOEMÍ TRABANCO MARTÍN. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Genética Vegetal. noemi@serida.org
 ELENA PÉREZ-VEGA. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Genética Vegetal. epvega@serida.org
 ANA CAMPA NEGRILLO. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Genética Vegetal. acampa@serida.org
 JUAN JOSÉ FERREIRA FERNÁNDEZ. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Genética Vegetal. jferreira@serida.org

En las últimas campañas, una de las enfermedades más frecuentemente observadas en el cultivo de la faba granja asturiana es el oídio, causada por el hongo *Erysiphe diffusa* (Cooke & Peck) U. Braun & S. Takam. Esta enfermedad, de difícil control, aparece generalmente en periodos del cultivo con baja humedad y moderadas temperaturas. En este trabajo se describen los síntomas de la enfermedad para su rápida identificación, las alternativas convencionales para su control y el trabajo desarrollado en el SERIDA orientado a conocer y minimizar el efecto de este patógeno en los cultivos.

Síntomas de la enfermedad

Este hongo puede producir síntomas sobre cualquier parte aérea de la planta, siendo particularmente visibles en las hojas y los tallos. Inicialmente se observan unas motas o manchas de color blanco/grisáceo debidas al desarrollo del micelio sobre los tejidos (Figura 1). A medida que la enfermedad progresa este micelio puede llegar a cubrir toda la parte aérea de la planta, dándole un aspecto grisáceo. El ataque produce una caída prematura de hojas, flores y vainas y un debilitamiento general de la planta

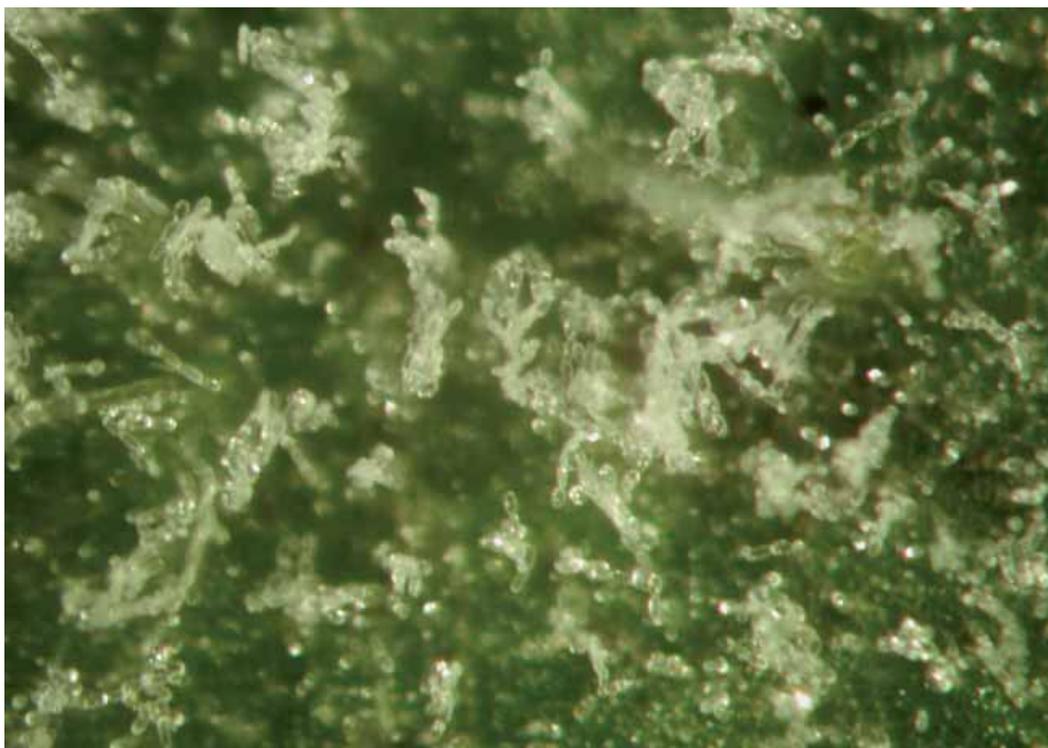
que, en casos extremos, conduce a su muerte. Con el tiempo, a partir del micelio se desarrollan conidióforos en cuyo extremo se forman cadenas de conidiosporas (reproducción asexual) que se desprenden en condiciones de baja humedad relativa (Figura 2). Las conidiosporas se dispersan fácilmente por contacto entre plantas, por el agricultor a través de los utensilios de trabajo, la ropa o mediante el viento y el agua. En ocasiones, con un simple golpe sobre la hoja infectada se puede observar el desprendimiento de un polvillo que contiene estas conidias.

↓
Figura 1. Síntomas característicos de oídio en judía faba granja:
 a) Síntomas en hojas en fases iniciales.
 b) Síntomas en hoja en fases avanzadas.
 c) Síntomas en vainas.
 d) Síntomas en tallo con defoliación en fases avanzadas.
 e) Estado final de la planta enferma.



→

Figura 2.-Detalle de las conidiosporas en desarrollo sobre la hoja de faba cubierta de micelio del patógeno.



Control de la enfermedad

Las estrategias para el control de este patógeno deben basarse principalmente, en evitar la aparición de la enfermedad. Si esto no es posible, se debe limitar su propagación para que los daños no lleguen a ser graves. En este caso es importante tener en cuenta que este patógeno puede propagarse fácilmente y de una manera rápida.

Como para otros patógenos, básicamente hay tres estrategias para el control de la enfermedad: el empleo de buenas prácticas culturales, el uso de tratamientos fitosanitarios apropiados una vez que aparecen síntomas, y la utilización de variedades resistentes:

Prácticas culturales. Las prácticas culturales recomendadas para minimizar el efecto de este patógeno son las siguientes:

- Utilizar semilla de siembra de calidad, seleccionada y tratada con fungicidas autorizados. Es altamente probable que las semillas procedentes de vainas infectadas sean portadoras del hongo. Si están disponibles, es recomendable

usar variedades portadoras de resistencia genética.

- Controlar mediante productos fitosanitarios autorizados cuando aparecen los primeros síntomas.
- Orientar las calles de la parcela para minimizar el efecto del viento o poner pantallas.
- Controlar el desarrollo de las malas hierbas durante el cultivo ya que algunas de ellas son hospedantes del patógeno (p.ej. trébol, diente de león,...).
- Recurrir a técnicas de acolchado para minimizar el contacto entre la planta y el suelo, donde pueden estar presentes las conidias del patógeno.
- Retirar y destruir los restos de la cosecha y las plantas con síntomas de la enfermedad para evitar la propagación.
- Limpiar o cambiar los elementos usados en el tutorado y utensilios para el cultivo.
- Rotar los cultivos. En campos con problemas recurrentes de oídio, se recomienda dejarlos en barbecho o cultivar especies no sensibles al patógeno, como por ejemplo los cereales.

—Evitar la instalación del cultivo en parcelas expuestas a vientos frecuentes dada la facilidad de transmisión del patógeno por vía aérea.

Tratamientos fitosanitarios convencionales. Con los tratamientos fitosanitarios se busca controlar el desarrollo de la enfermedad mediante la aplicación de materias activas autorizadas. Los fungicidas limitan el desarrollo del patógeno o lo eliminan, por lo que pueden resultar eficaces contra este hongo en fases iniciales de la enfermedad. En fases avanzadas, cuando el hongo invade la mayor parte de la superficie de la planta, resulta muy complicado su control con las materias activas disponibles. De las materias activas que han demostrado su eficacia frente al oidio, actualmente sólo está admitido en el cultivo de judía grano la materia activa 'Metil Tiofanato 5%' (<http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/registro/menu.asp>; revisado mayo 2013). En agricultura ecológica se pueden utilizar los siguientes fungicidas para controlar el oidio: el azufre, el extracto de cola de caballo o el propóleo. La aplicación de estos productos se debe realizar siguiendo las indicaciones de los fabricantes (dosis, modo de empleo, plazos de seguridad, momento de la aplicación,...) y utilizar los equipos adecuados para la aplicación y para la protección personal (EPIs).

Control mediante resistencia genética. Las variedades resistentes son aquellas en las que no se desarrolla la enfermedad bajo unas condiciones ambientales favorables y en presencia de

un patógeno con capacidad para producir la enfermedad. Desafortunadamente, las variedades locales de faba que generalmente conservan y utilizan los productores, son altamente susceptibles a este patógeno. Sin embargo, hay disponibles dos nuevas variedades de faba granja asturiana desarrolladas en el SERIDA con alta tolerancia a oidio, variedades Maximina y Maruxa.

Trabajo desarrollado. Hacia la obtención de variedades resistentes a oidio

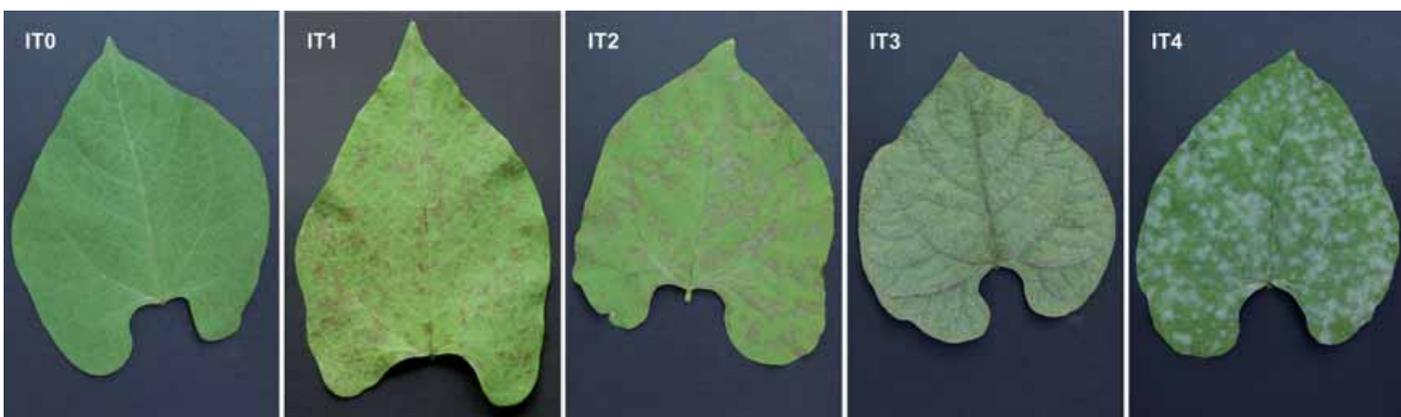
El grupo de Genética Vegetal del SERIDA comenzó a trabajar en esta enfermedad a raíz de los fuertes ataques sufridos en el cultivo en la campaña de 2009. En ese momento la información disponible para abordar un programa de mejora genética enfocado a controlar el oidio era muy escasa. El trabajo desarrollado hasta el momento, en parte con la financiación del proyecto de investigación RTA2009-0093, y las perspectivas de futuro son:

- Reproducción de la enfermedad en condiciones controladas (test de resistencia). Se probaron diferentes métodos de inoculación del patógeno, siendo el más sencillo el espolvoreo de esporas en cámaras cerradas a partir de hojas infectadas. El patógeno se mantiene y multiplica *in vivo* sobre plantas susceptibles en condiciones de aislamiento.
- Clasificación de los tipos de respuesta en las plantas. Los test de resistencia han permitido identificar cinco tipos de

↓

Figura 3.-Tipos de respuesta frente al oidio observados en las evaluaciones.

IT0= sin síntomas visibles;
 IT1= reacción de hipersensibilidad sin crecimiento del patógeno;
 IT2= reacción con hipersensibilidad con crecimiento del patógeno;
 IT3= crecimiento moderado del patógeno;
 IT4= crecimiento abundante del patógeno y formación de esporas.





↑
Figura 4. Respuesta y selección de plantas resistentes a oídio en el programa de mejora genética clásica que se desarrolla para la introducción de resistencia a oídio en faba granja asturiana. Se seleccionan las plantas sin síntomas para contribuir al siguiente ciclo de retrocruzamientos.

respuesta o tipo de infección (IT) en las plantas de judía (Figura 3): IT0, sin crecimiento visible del hongo en la superficie de la hoja; IT1, reacción de hipersensibilidad sobre las hojas y sin observar apenas crecimiento del patógeno; IT2, reacción de hipersensibilidad y se observa cierto desarrollo del patógeno; IT3, el hongo crece sobre la hoja de forma moderada; IT4, el micelio del hongo cubre totalmente la hoja. La respuesta IT0 se considera resistencia completa mientras que las respuestas IT1, IT2 y IT3 se consideran resistencia moderada frente a la respuesta claramente susceptible, IT4.

- Identificación de variedades resistentes dentro del stock genético conservado en la colección de semillas del SERIDA. De un total de 245 variedades testadas, solamente se han identificado 6 con resistencia genética completa frente a este patógeno. Todas las entradas clasificadas como faba granja analizadas mostraron una clara susceptibilidad (IT4), lo que coincide con las observaciones en campo.
- Estudio de la herencia de la resistencia, es decir, cómo se trasmite a los descendientes la resistencia frente a este patógeno. Se han identificado dos genes mayores (*Pm1* y *Pm2*) que gobiernan las respuestas resistentes frente a susceptible. Curiosamente estos

genes fueron localizados en las posiciones donde también hay genes de resistencia a otros hongos como *Colletotrichum lindemuthianum*, agente causal de la antracnosis en judía común.

- Desarrollo de variedades de faba con resistencia completa a oídio (IT0). Se está desarrollando un programa de mejora genética clásico con objeto de introducir el gen mayor de resistencia *Pm1* en faba granja asturiana, a la vez que se conservan otras resistencias genéticas previamente incorporadas como resistencia a antracnosis y virus del mosaico común de la judía (Figura 4).

Conclusiones

La experiencia indica que el control convencional del oídio en el cultivo de faba granja asturiana resulta complicado. La utilización de variedades resistentes supone una solución práctica y sencilla. En este momento se dispone de dos variedades comerciales de faba desarrolladas en el SERIDA con moderada resistencia a este patógeno (Maximina y Maruxa). Además, está en desarrollo la obtención de variedades con resistencia completa. Se espera que la utilización de variedades resistentes a los aislamientos locales de oídio ayude a los productores asturianos a controlar esta enfermedad y facilite el desarrollo en Asturias de un cultivo sostenible, más rentable y de mayor calidad.

Referencias bibliográficas

- FERREIRA J.J., PÉREZ-VEGA E., CAMPA A. 2007. Nuevas variedades de judía tipo Faba Granja desarrolladas en el SERIDA: resultados de las evaluaciones morfológicas, agronómicas y de calidad. SERIDA KRK Ediciones. 59 pp.
- PÉREZ-VEGA E, TRABANCO N., CAMPA A., FERREIRA J.J. 2013. Genetic mapping of two genes conferring resistance to powdery mildew in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Theor Appl Genet 126:1503–1512.
- TRABANCO N., PÉREZ-VEGA E., CAMPA A., RUBIALES D., FERREIRA J.J. 2012. Genetic resistance to powdery mildew in common bean. Euphytica. 186:875–882. ■



Costes de la utilización de la maquinaria agrícola en las explotaciones

MOISES MARIO FERNANDES DE SOUSA. Área de Experimentación y Demostración Ganadera. moisesfs@serida.org
GUILLERMO GARCÍA GONZÁLEZ DE LENA. Área de Demostración Agroforestal. ggarcia@serida.org
JUAN CARLOS GARCÍA RUBIO. Área de Demostración Agroforestal. jcgarci@serida.org
ANTONIO MARTINEZ MARTINEZ. Jefe del Departamento Tecnológico y de Servicios. anmartinez@serida.org

Introducción

Las circunstancias económicas en las que se desenvuelven las empresas de cualquier actividad productiva obligan a sus gestores a conocer detalladamente sus costes de producción, para adoptar decisiones que permitan la mayor eficiencia en el uso de sus recursos y alcanzar la productividad que haga posible su viabilidad económica.

Un recurso importante en la actividad agropecuaria actual es la disponibilidad

de maquinaria. Los costes derivados de su utilización siempre representan una parte importante de los gastos de cualquier proceso productivo, por lo que su correcta evaluación repercute directamente en el resultado final de la explotación.

El disponer de una valoración de estos costes es la base fundamental para tomar la decisión de si compramos maquinaria para la explotación o resulta más conveniente el arrendamiento de los equipos que vayamos a necesitar o la contrata-

ción del servicio. No obstante en la respuesta a esta pregunta intervienen otros elementos que los propiamente económicos, como pueden ser los de disponibilidad para su contratación cerca de la explotación y en el momento en el que la demandamos. En el presente artículo solo se tratarán los aspectos puramente económicos, comparando el coste por hectárea de la maquinaria propia con el de contratar el servicio.

Los métodos de cálculo del coste horario de la utilización de la maquinaria agrícola más empleados son, en España y Europa, el CEMAG (Centro de Investigaciones Agronómicas de Gembloux – Bélgica), y el ASAE (Asociación Americana de Ingenieros Agrónomos) en los Estados Unidos. Ambos métodos, a pesar de que se fundamentan en los resultados obtenidos del estudio estadístico de una serie

de parámetros de las máquinas agrícolas, difieren conceptualmente en el empleo de tales datos para el cálculo. En Asturias, donde el tamaño de las explotaciones es pequeño y con unas necesidades de empleo de maquinaria muchas veces inferiores a las 100 horas anuales, las maquinas permanecen mucho tiempo ociosas y el diseño matemático del método ASAE, especialmente en lo que a los costos variables se refiere, valora más adecuadamente el coste real de la maquinaria agrícola. En este sentido, en el presente trabajo, para el cálculo de los costes de la maquinaria propia se ha utilizado el procedimiento de cálculo recomendado por la ASAE, adaptado por la Escuela Politécnica de Lugo de la Universidad de Santiago de Compostela (Bueno y Pérez, 1997), y para los de la contratación del servicio los recogidos en consultas a varias empresas que prestan este tipo de trabajos.

→
Tabla 1.-Factores que intervienen en el cálculo del coste horario de la utilización de la maquinaria agrícola.

| Tipo de coste | Factores que intervienen en el cálculo |
|------------------------------|--|
| Costes fijos | |
| Amortización | <ul style="list-style-type: none"> • Valor de adquisición • Valor de desecho • Nº de horas trabajadas en la vida de la maquina |
| Intereses | <ul style="list-style-type: none"> • Valor de adquisición • Valor de desecho • Interés bancario al que se podría conseguir el dinero • Nº de horas anuales trabajadas por la maquina |
| Alojamiento | <ul style="list-style-type: none"> • Valor de adquisición (Va) • Nº de horas anuales trabajadas por la maquina • Valor tabulado (0,75 % del Va) |
| Seguros e impuestos | <ul style="list-style-type: none"> • Valor de adquisición (Va) • Nº de horas anuales trabajadas por la maquina • Valor tabulado (1,25 % del Va) |
| Costes variables | |
| Reparaciones y mantenimiento | <ul style="list-style-type: none"> • Valor de adquisición • Nº de horas trabajadas en la vida de la maquina • Valor tabulado en función de las características de la maquina |
| Combustibles | <ul style="list-style-type: none"> • Potencia nominal del motor de la maquina • Consumo específico • Carga media del motor (valor tabulado) • Precio del combustible |
| Lubricantes | <ul style="list-style-type: none"> • Potencia nominal del motor de la maquina • Consumo específico • Precio del lubricante |



Costes de la utilización de la maquinaria agrícola propia

Los costes generados por una maquinaria agrícola se encasillan en dos grandes grupos: costes fijos y variables.

Los costes fijos son aquellos a los que hay que hacer frente como consecuencia de la adquisición de la maquina independientemente del nivel de trabajo con la misma. Es decir, se originan haya actividad productiva o no y permanecen constantes a lo largo de la vida útil de la maquina. Comprenden los apartados de amortización por desgaste y obsolescencia, intereses del capital, alojamiento y seguros e impuestos. Los costes variables son consecuencia directa del grado de utilización de la maquina y están directamente relacionados con las horas de funcionamiento de la misma. Comprenden los gastos de reparaciones y mantenimiento, combustibles y lubricantes. En la tabla 1 se recogen los factores que intervienen en el cálculo matemático de cada tipo de coste.

Para el cálculo del coste total de la utilización de la maquina, se realiza el sumatorio del coste del uso del tractor más el del apero con el que estemos trabajando (arado, grada, rotovator, remolque, etc.), añadiendo el de la mano de obra del tractorista, si es contratado, o del mismo propietario si es él quien conduce el tractor.

Maquinaria agrícola propia vs contratación de las labores

La eficiencia de la maquinaria propia depende directamente del volumen de trabajo que generemos para la misma en la explotación y por tanto de la superficie que dedicamos a cada cultivo. El coste por hectárea de la utilización de la maquinaria propia decrecerá de forma exponencial a medida que aumentamos la superficie de trabajo y por tanto las horas de utilización de los aperos. Una maquinaria agrícola genera gastos aunque no trabaje en todo el año.

Para ilustrar lo planteado anteriormente, se propone un ejemplo basado en el cultivo del arándano en plena producción, mediante el cálculo del coste por hectárea de la utilización de la maquinaria propia frente a la contratación externa de las labores necesarias, con el objeto de determinar el punto a partir del cual es más económico cada uno de los sistemas propuestos.

Para el desarrollo de los cálculos se han empleado los datos que figuran en la tabla 2 para el tractor, los aperos a utilizar (desbrozadora de tractor, atomizador y elevador hidráulico) y el precio de las labores contratadas.

En la figura 1 se exponen los resultados comparativos del coste, en euros por hectárea, de la utilización de la maquina-

↓
Tabla 2.-Datos empleados del tractor, aperos y maquinaria alquilada en el cultivo del arándano en plena producción.

hr: hora; ha; hectárea;
CV: caballos de vapor

| CULTIVO DEL ARANDANO | APEROS | | | |
|--------------------------------------|---------|-------------------------|------------|---------------------|
| | TRACTOR | DESBROZADORA DE TRACTOR | ATOMIZADOR | ELEVADOR HIDRAULICO |
| Rendimiento efectivo (hr/ha) | | 1,2 | 1,4 | 1,0 |
| Nº de laboreos al año | | 5 | 5 | 18 |
| Años de uso | 20 | 20 | 20 | 25 |
| Valor de adquisición (€) | 30.000 | 3.000 | 2.800 | 3.000 |
| Potencia nominal del motor (CV) | 70 | | | |
| Precio de maquinaria alquilada(€/hr) | 40 | 40 | 40 | 40 |



ria propia y el de la contratada para un abanico de 1 a 15 hectáreas. Así, mientras el coste de la maquinaria contratada permanece constante independientemente del terreno trabajado, el derivado del uso de la maquinaria propia se sitúa en 4.695 €/ha cuando se trabaja una hectárea y en 964 cuando se trabaja sobre 15 ha. El peso de los costes fijos al considerar poca superficie de trabajo, y por tanto dividirlo entre pocas horas de utilización, es muy elevado frente a la situación de diluir estos costes entre un número muy superior de tiempo de uso de la maquinaria.

En el ejemplo manejado, se igualan los costes de la utilización de la maquinaria propia con la contratada cuando se dispone de ocho hectáreas de cultivo. Hasta ese umbral, es más rentable la contratación de servicios de maquinaria y a partir de este punto lo es la compra y utilización de maquinaria propia.

Herramienta para el cálculo del coste de la utilización de la maquinaria agrícola

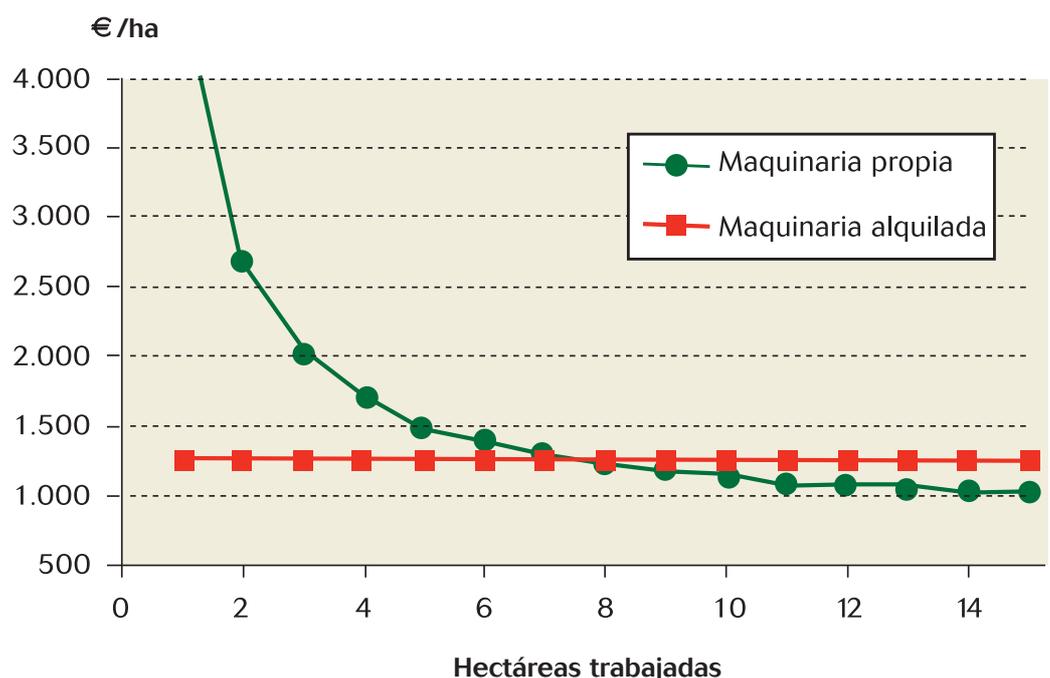
En este artículo se ha expuesto de forma muy concisa la importancia del cálculo del coste de la utilización de la maqui-

naría agrícola en los rendimientos económicos de la explotación. El SERIDA está elaborando una herramienta informatizada para el cálculo automático de este coste para una serie de cultivos a partir de unos datos muy básicos de la maquinaria utilizada como los que figuran tabla 2. En próximos números de esta revista de "Tecnología Agroalimentaria" se expondrá esta herramienta que también estará disponible en la web del SERIDA para su libre utilización por los interesados.

Referencias bibliográficas

- ARNAL, A. P. V; LAGUNA, B. A. 1993. Tractores y Motores Agrícolas. 2ª Edición, Edit. Mundi - Prensa. Madrid. 427 pp.
- BUENO LEMA, J; PEREZ FERNANDEZ, P. 2000: "El coste de utilización de las máquinas agrícolas". Escuela Politécnica Superior de Lugo, Galicia, España.
- GARCIA RUBIO, J. C. 2010: "Guía de cultivo del arándano". Experimentación y Demostración Agroforestal, Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario, (SERIDA), Villaviciosa – Asturias, España.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España. <http://www.magrama.gob.es>. Servicios de Información, Plataforma de conocimiento para el medio rural y pesquero, Observatorio de tecnologías probadas, Maquinaria Agrícola. ■

→ **Figura 1.**-Coste en euros por hectárea trabajada de la utilización de la maquinaria agrícola propia y de la alquilada en el cultivo del arándano en plena producción.





El ganado caballar en los montes asturianos.

I Conducta alimentaria y productiva en matorrales de brezal-tojal

RAFAEL CELAYA AGUIRRE. Área de Sistemas de Producción Animal. rcelaya@serida.org
CARLOS LÓPEZ LÓPEZ. Área de Sistemas de Producción Animal. cllopez83@hotmail.com
URCESINO GARCÍA PRIETO. Área de Sistemas de Producción Animal. urcesino@serida.org
ROCÍO ROSA GARCÍA. Área de Sistemas de Producción Animal. rocior@serida.org
ANTONIO MARTÍNEZ MARTÍNEZ. Jefe del Departamento Tecnológico y de Servicios. anmartinez@serida.org
KOLDO OSORO OTADUY. Director Gerente del SERIDA. kosoro@serida.org

Introducción

El desarrollo económico en las zonas rurales depende sobre todo de la sostenibilidad del sector productivo primario, siendo la ganadería uno de los pilares para el aprovechamiento de los recursos naturales o semi-naturales como son los pastos, tan abundantes en nuestra región.

El uso ganadero de los montes asturianos tradicionalmente se ha sustentado en las especies de herbívoros rumiantes, vacuno, ovino y caprino, y especialmente en las razas autóctonas para la producción de carne (aunque también de leche para la elaboración de quesos artesanales), mientras que el ganado equino se usaba principalmente como animal de carga o

↑
El ganado caballar ha incrementado su censo en los montes asturianos en los últimos años.

→

Tabla 1. Número de equinos del año 2007 a 2013 en las comunidades autónomas cantábricas.

Fuente: Registro General de Explotaciones Ganaderas (REGA).

| | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|-------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Galicia | 19.137 | 35.447 | 40.420 | 45.391 | 58.100 | 40.492 | 39.890 |
| Asturias | 10.175 | 14.363 | 24.826 | 47.163 | 50.940 | 42.119 | 56.975 |
| Cantabria | 34.407 | 46.335 | 44.663 | 37.594 | - | 22.442 | 28.667 |
| País Vasco | 24.509 | 25.000 | 27.083 | 37.481 | 36.010 | 37.683 | 36.287 |
| Total | 88.768 | 121.145 | 136.992 | 167.629 | 237.559 | 142.736 | 161.819 |

monta. En los últimos años, se observa una reducción en el censo de los pequeños rumiantes, ovino y caprino, mientras que el ganado caballar para producción de carne ha incrementado su presencia en la Cordillera Cantábrica (Subdirección General de Productos Ganaderos, 2013; Tabla 1). Este incremento en el censo caballar se debe a distintas causas, como son los bajos precios para su adquisición, los escasos cuidados necesarios y los menores riesgos de pérdidas por predación. Buena parte del ganado caballar pasta libremente en los montes prácticamente durante todo el año, incluso con nieve, originando bajos costes y poca mano de obra para los propietarios.

Aunque Andalucía es la comunidad española con mayor número de equinos, las comunidades cantábricas, sobre todo Cantabria, Asturias y País Vasco, con más de 5 animales por km², son las que mayor densidad de equinos presentan. Las explotaciones equinas que se dedican a la producción de carne representan una mayor proporción en las comunidades cantábricas que en el resto de España. Sin embargo, el número de animales sacrificados y el peso de canales producidas ha despuntado en los dos últimos años en las comunidades mediterráneas.

Las diferencias entre el ganado caballar y los rumiantes en conducta ingestiva y fisiología digestiva podrían indicar una complementariedad en la utilización de matorrales y pastos herbáceos para un manejo eficiente de estos recursos en pastoreo mixto o secuencial. Sin embargo, la información disponible acerca de su comportamiento y respuestas productivas es bastante limitada. Por lo tanto, y dado el incremento progresivo de la presencia del caballar en la Cordillera, sería

importante para la gestión sostenible de estos territorios y la producción animal, conocer más del comportamiento de esta especie frente a los otros herbívoros, sobre todo en relación al vacuno, especie mayoritaria en Asturias. Además interesa conocer los impactos del pastoreo del caballar sobre la vegetación, lo cual puede modificar sensiblemente la fauna y los índices de biodiversidad de los ecosistemas.

En este trabajo vamos a exponer algunos conocimientos sobre la conducta alimentaria y nutrición del caballar, así como los resultados más importantes sobre los rendimientos del caballar y su impacto sobre la vegetación obtenidos en diversos estudios realizados en los últimos años por el Área de Sistemas de Producción Animal del SERIDA, concretamente en la finca experimental del Carbayal (Eilao-Illano) situado en un monte entre los 800 y 1000 m de altitud. La vegetación característica de la finca, al igual que en gran parte del occidente asturiano, es el brezal-tojal, matorral dominado por especies leñosas de brezos (*Erica* spp., *Calluna vulgaris*) y tojo (*Ulex gallii*), en general con escasa presencia de plantas herbáceas. Estos matorrales presentan un bajo valor nutritivo para la nutrición animal, lo cual es una gran limitación para el desarrollo de sistemas ganaderos sostenibles.

Conducta de pastoreo y nutrición del ganado caballar

Al igual que el vacuno, el ganado caballar es reconocido como un herbívoro generalista que consume grandes proporciones de plantas gramíneas. En general, el vacuno y el caballar prefieren

pastar sobre comunidades herbáceas como prados y praderas, y muestran un alto grado de solapamiento en la composición botánica de sus dietas, lo que implica un fuerte potencial para la competencia por el mismo recurso y territorio entre las dos especies. Además de por el tipo de vegetación disponible y su calidad, la conducta de pastoreo del caballo se ve afectada por múltiples factores, como su propio estado fisiológico y estado de carnes, las interacciones sociales, los parásitos presentes en el pasto y las condiciones ambientales (Dittrich *et al.*, 2007).

El ganado caballar, siendo fermentador cecal, realiza una digestión menos eficiente de los alimentos que los rumiantes, y por tanto requiere la ingesta de mayores cantidades de vegetación para la producción. No obstante, debido al menor tiempo de retención del alimento en el tracto digestivo, su capacidad de ingestión es muy grande (Duncan *et al.*, 1990). Como resultado, el caballo pasta durante más tiempo al día que los otros herbívoros domésticos y selecciona aquellas manchas de vegetación más altas y con mayor fitomasa herbácea. No obstante, cuando la altura del pasto disponible se reduce, el caballo, disponiendo de dientes incisivos tanto en la mandíbula superior como en la inferior, es capaz de pastar cubiertas herbáceas más bajas que el vacuno, caprino, e incluso el ovino (Menard *et al.*, 2002). Esta capacidad también la utiliza cuando se reduce la calidad nutritiva de cubiertas más altas por embastecimiento, como consecuencia del rechazo que el caballo ejerce de las zonas contaminadas por heces (al parecer por una estrategia antiparasitaria).

Como resultado de su estrategia digestiva, el caballo es menos afectado por una baja calidad nutritiva del pasto, pudiendo incluir en su dieta hierbas con un alto contenido en fibra, aunque en el caso de plantas leñosas parece ser más reticente a seleccionarlas, en particular las ericáceas. Se conoce la buena adaptación del caballo a los pastos gramínoideos en general y a las praderas de raigrás inglés (*Lolium perenne*) en particular, obteniendo buenos rendimientos cuando



pastan sobre este tipo de comunidades. Se ha observado que los rendimientos de potros añejos castrados están relacionados negativamente con la carga ganadera, dándose una relación curvilínea entre las ganancias de peso y la fitomasa herbácea disponible. A mayor altura del pasto, el caballo obtiene mayores bocados, con lo que aumenta la tasa de ingestión (Naujeck y Hill, 2003). Las ganancias diarias de peso de los potros añejos son similares a las de los novillos. Los rendimientos del caballo también pueden verse afectados por las condiciones climáticas, sobre todo a través de sus efectos sobre la calidad nutritiva del pasto.

La información relativa al efecto del estado fisiológico sobre los requerimientos energéticos, la conducta alimentaria y las respuestas productivas de los equinos también es mucho más escasa que para los rumiantes domésticos. Además de factores como el tamaño corporal, edad, condición y salud, se sabe que el estado fisiológico afecta a las necesidades nutricionales del ganado caballar (Doreau *et al.*, 1988). Así, durante los primeros ocho meses de gestación, los requerimientos energéticos de las yeguas preñadas apenas difieren de las necesidades de mantenimiento, aunque van incrementándose progresivamente durante el último trimestre de gestación hasta ser un 20% mayores que los requerimientos para el mantenimiento, mientras que los requeri-

↑
El ganado caballar y el vacuno compiten por la vegetación herbácea del monte.

mientos proteicos llegan a ser un 30% mayores que los de mantenimiento, además de incrementarse las demandas de calcio y fósforo. La fase de lactación es aún más demandante que la de gestación debido al coste en nutrientes de la producción de leche. Hay evidencias de que las yeguas lactantes intentan compensar sus mayores necesidades mediante el aumento del ritmo de bocados, más que por un incremento del tiempo de pastoreo.

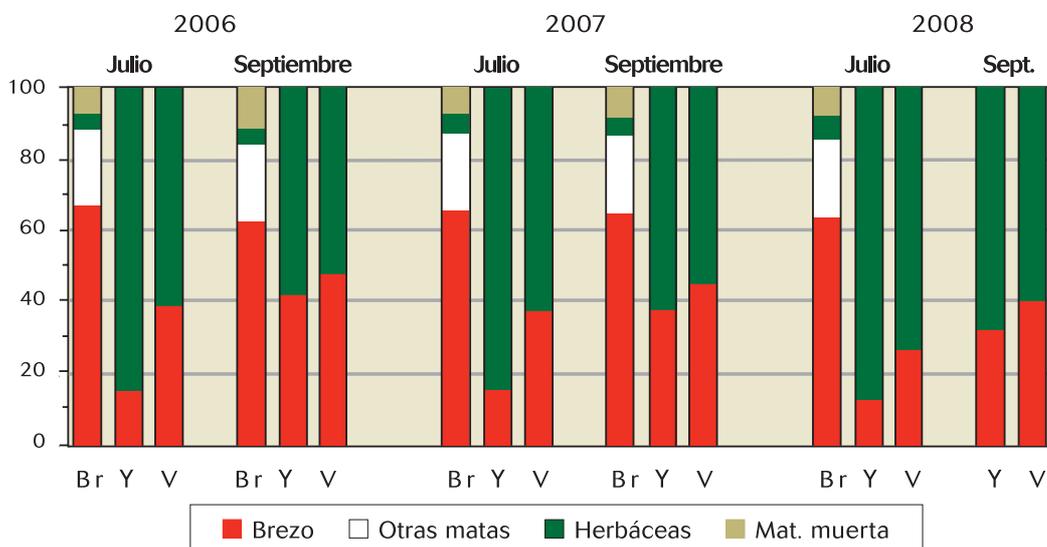
Rendimientos y conducta de pastoreo del caballar en brezales

En una gran parcela de brezal, durante tres años se manejaron en pastoreo mixto yeguas cruzadas y vacas de raza Asturiana de los Valles, con o sin cría, para poder comparar las variaciones de peso y la selección de dieta entre las dos especies de herbívoros (Celaya *et al.*, 2011). La paridera de las crías se producía a finales de invierno o inicios de primavera, y la estación de pastoreo iba desde junio hasta septiembre-octubre.

Las yeguas seleccionaron mayores porcentajes de herbáceas (constituidas principalmente por gramíneas bastas) y menores de brezos que las vacas, sobre todo en el mes de julio (85% de herbáceas en la dieta de las yeguas frente a 65% en la de las vacas), siendo las diferencias menores en septiembre (63%

frente a 55%) (Figura 1). Por tanto, a pesar de que el porcentaje de herbáceas en la dieta se redujo más de julio a septiembre en el caso de las yeguas, éstas mostraron un mayor rechazo a pastar los brotes de brezo que las vacas. La disponibilidad de herbáceas en la cubierta vegetal era de tan solo un 6% en julio y en torno a 4% en septiembre, lo cual indica la intensa selección que ejercieron tanto las yeguas como las vacas sobre estas plantas frente a los brezos. No se estimó el contenido de otras matas en la dieta de los animales, de las cuales la carquexa (*Genistella tridentata*) era la más abundante. La composición de la dieta no se vio afectada por el estado fisiológico (lactantes o sin cría) de los animales.

Las yeguas mostraron variaciones de peso más favorables que las vacas durante la estación de pastoreo (Tabla 2), particularmente en la primera mitad (de junio a agosto), cuando las yeguas ganaron peso (428 g/día), mientras que las vacas, tanto lactantes como sin cría, perdieron peso (-759 y -254 g/día respectivamente). Durante la segunda mitad del pastoreo, aunque las diferencias entre yeguas y vacas se redujeron, las yeguas perdieron significativamente menos peso que las vacas. En este periodo, al igual que las vacas, las yeguas lactantes perdieron más peso (-457 g/día) que las no lactantes (-173 g/día). Así pues, la mayor capacidad de las yeguas para seleccionar los componentes más nutritivos del matorral,



→ **Figura 1.** Composición botánica del brezal (Br) y de la dieta seleccionada por yeguas (Y) y vacas (V) a principios y finales del verano.



| ADULTAS | Yeguas | | Vacas | | Significación | | |
|--------------------------|-----------|------|-----------|------|-----------------|----|---------|
| | Lactantes | No | Lactantes | No | Sp ¹ | Ef | Sp x Ef |
| PV inicial (kg) | 290 | 327 | 538 | 539 | *** | NS | NS |
| Variación de PV (g/día) | | | | | | | |
| De junio a agosto | 482 | 374 | -759 | -254 | *** | NS | + |
| De agosto a sept-octubre | -457 | -173 | -970 | -529 | *** | * | NS |
| Global | -4 | 92 | -871 | -391 | *** | ** | * |
| CRÍAS | Potros | | Terberos | | Sign. | | |
| PV inicial (kg) | 80 | | 91 | | NS | | |
| Ganancia de PV (g/día) | | | | | | | |
| De junio a agosto | 643 | | 647 | | NS | | |
| De agosto a sept-octubre | 157 | | 421 | | ** | | |
| Global | 396 | | 531 | | ** | | |

en este caso herbáceas, parece influir en que sus rendimientos sean menos desfavorables que en las vacas.

En cuanto a las crías, las ganancias de peso de los potros fueron muy similares a las de los terneros en la primera mitad de la estación de pastoreo (media de 645 g/día). Sin embargo, en la segunda mitad las ganancias de los potros se vieron mucho más reducidas respecto a las de los terneros, con lo que durante el global de la estación de pastoreo, los potros ganaron significativamente menos peso que los terneros (Tabla 2). Esto parece indicar que las vacas mantuvieron una mayor producción de leche que las yeguas a expensas de movilizar sus reservas corporales, contribuyendo a mantener las ganancias de los terneros, mientras que en las yeguas lactantes, aun presentando variaciones de peso más favorables que las vacas, la producción láctea se vio mermada en la segunda mitad del verano, afectando más negativamente a las ganancias de los potros frente a los terneros.

Rendimientos del caballar en distintos tipos de brezal-tojal

En otro experimento, durante tres años se estudió el efecto del tipo de matorral: brezal (dominado por brezos), tojal (dominado por tojo) y tojal-herbazal (co-dominado por tojo y gramíneas) sobre los

rendimientos de las yeguas y sus potros. Se manejaron dos yeguas y un potro por parcela en cuatro parcelas de 1,2 ha por cada tipo de matorral. El pastoreo se inició en mayo o junio y duraba hasta finales de verano o principios de otoño, dependiendo de la condición corporal de los animales.

Las variaciones de peso de las yeguas indicaron un rendimiento más alto en los tojales y tojal-herbazales que en los brezales en los tres años de estudio (Tabla 3). La duración de la estación de pastoreo fue más corta en los brezales, ya que hubo que sacar los animales de las parcelas antes de tiempo para poder suplementarlos, dada su bajísima condición consecuencia de las fuertes pérdidas de peso diarias. Las yeguas en los brezales solo ganaron peso al inicio del pastoreo, el primer mes, es decir mientras había algo de vegetación herbácea, no obstante siempre menos que en los tojales y herbazales. A partir de junio-julio mostraron pérdidas de peso muy acusadas. Las respuestas productivas no difirieron entre los tojales y los herbazales, indicando que la mayor disponibilidad de herbáceas (mayoritariamente gramíneas) en los segundos, no llegó a influir significativamente en el estado nutritivo o sanitario de las yeguas. En estos matorrales las yeguas comenzaron a perder peso hacia mediados del verano, a los tres meses de iniciado el pastoreo. El estado fisiológico también afectó a las variaciones de



Tabla 2.-Variaciones de peso vivo (PV) de yeguas y vacas según su estado fisiológico (lactantes o no), y ganancias de las crías durante la estación de pastoreo en brezales (Celaya *et al* 2011).

¹Sp: diferencias entre especies (caballar frente a vacuno); + $P < 0,1$;

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$;

*** $P < 0,001$;

NS no significativo ($P > 0,1$).



→

Tabla 3.-Variaciones de peso vivo (PV) de las yeguas según el tipo de vegetación (Veg) junto con los efectos del estado fisiológico (Ef: lactante o no) durante los tres años de estudio. + $P < 0,1$; * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; NS no significativo ($P > 0,1$). (1) Retirada de la parcela.

| | Brezal | Tojal | Herbazal | Veg | Ef. | Veg x Ef |
|--------------------------|--------|-------|----------|-----|-----|----------|
| 2010 | | | | | | |
| PV inicial (kg) | 302 | 305 | 312 | NS | NS | NS |
| Variación PV (g/día) | | | | | | |
| 21 mayo – 21 junio | 230 | 726 | 855 | + | NS | NS |
| 21 junio – 21 julio | 25 | 358 | 338 | + | ** | ** |
| 21 julio – 30 agosto | -728 | -231 | -53 | ** | NS | NS |
| 30 agosto – 13 octubre | -1488 | -684 | -847 | * | * | NS |
| Global (hasta 30 agosto) | -341 | 101 | 225 | ** | + | NS |
| 2011 | | | | | | |
| PV inicial (kg) | 306 | 293 | 323 | NS | * | ** |
| Variación PV (g/día) | | | | | | |
| 10 mayo – 14 junio | 556 | 896 | 971 | + | NS | NS |
| 14 junio – 19 julio | -540 | 145 | -4 | + | NS | NS |
| 19 julio – 31 agosto | -813 | -101 | -270 | ** | + | NS |
| 31 agosto – 14 sept. | -1750 | -125 | -200 | ** | *** | * |
| Global (hasta 31 agosto) | -268 | 284 | 197 | ** | * | NS |
| 2012 | | | | | | |
| PV inicial (kg) | 324 | 322 | 321 | NS | NS | NS |
| Variación PV (g/día) | | | | | | |
| 4 junio – 2 julio | 250 | 871 | 786 | ** | * | NS |
| 2 julio – 6 agosto | -511 | 150 | 289 | * | NS | NS |
| 6 agosto – 8 octubre | (1) | -188 | -234 | NS | NS | NS |
| Global (hasta 6 agosto) | -173 | 470 | 510 | ** | * | NS |

peso de las yeguas, siendo más favorables en el caso de las yeguas no lactantes que en las lactantes que pastaban con su cría.

Las ganancias de peso de los potros (analizando las variaciones hasta agosto) también fueron significativamente menores en las parcelas de brezal que en las de tojal o tojal-herbazal (Tabla 4), siendo las medias de los tres años de 272 en brezales, 666 en tojales y 673 g/día en herbazales.

En cuanto a la incidencia de parasitosis en las yeguas, no se detectaron diferencias significativas en los conteos fecales de huevos de nematodos gastrointestinales entre los tres tipos de matorral. Prácticamente la totalidad de

los parásitos correspondía a especies de *Cyathostoma*, si bien se identificaron algunos huevos de *Parascaris*. La ausencia de un efecto parasitario indica que los tojales y tojal-herbazales resultan nutricionalmente más beneficiosos y cubren mejor las necesidades del caballar que los brezales. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en experiencias previas realizadas al doble de carga (3,33 yeguas/ha) durante el otoño de 2008 y la primavera-verano siguiente (Celaya *et al.*, 2012). Además de las peores respuestas productivas, la mayor brevedad de la estación de pastoreo en los brezales hace que sean necesarias otras superficies de pasto más apetecible para el caballar o una suplementación más prolongada, con el consiguiente incremento de los costes de producción.

↓

Tabla 4.-Ganancias globales (hasta agosto) de peso vivo (PV) de los potros según el tipo de vegetación (Veg) en los tres años de estudio. Herb.: tojal-herbazal; + $P < 0,1$; * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; NS no significativo ($P > 0,1$).

| Año | 2010 | | | 2011 | | | 2012 | | | Significación | | |
|------------------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|---------------|-----|-----|
| | Brezal | Tojal | Herb. | Brezal | Tojal | Herb. | Brezal | Tojal | Herb. | Veg | Año | VxA |
| PV inicial (kg) | 155 | 104 | 129 | 94 | 78 | 174 | 111 | 108 | 110 | NS | NS | NS |
| Ganancia (g/día) | 147 | 584 | 543 | 322 | 574 | 404 | 347 | 839 | 1071 | * | + | NS |



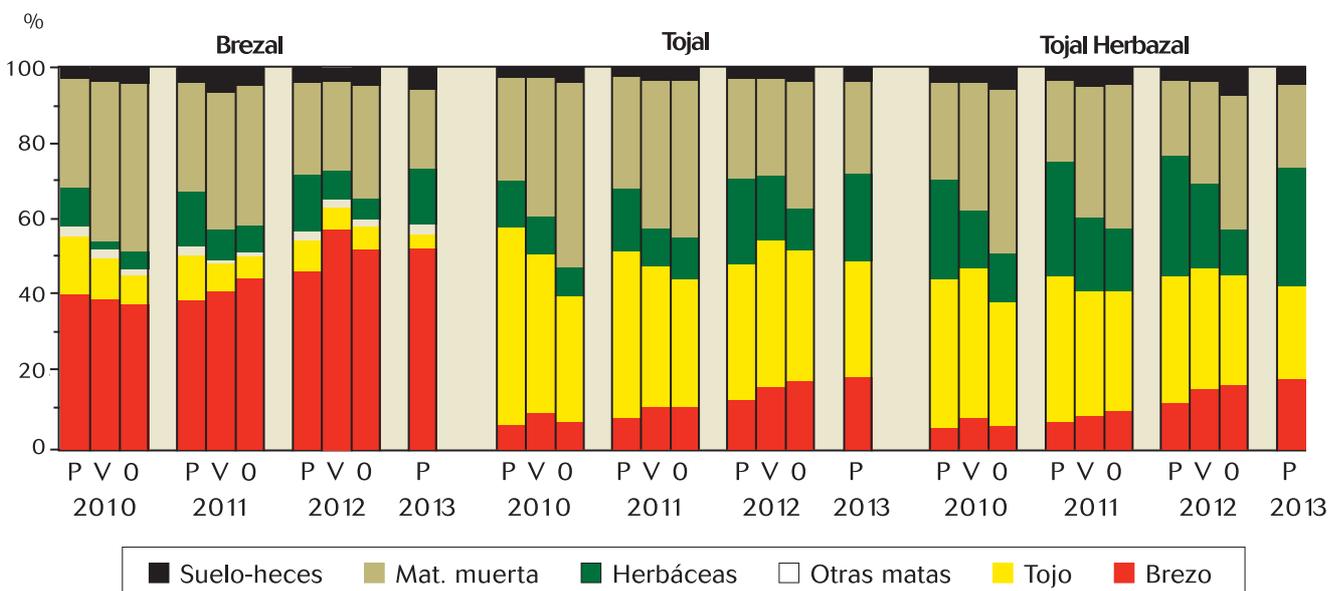
←
Consumo de tojo por ganado caballar.

Efectos del pastoreo del caballar sobre la vegetación de brezal-tojal

El ganado caballar ejerció efectos muy significativos sobre la composición botánica y la altura de la cubierta vegetal. La cobertura del brezo se incrementó año tras año en los tres tipos de matorral, mientras que la cobertura del tojo disminuyó (Figura 2), reflejo de la mayor preferencia del caballar para consumir tojo respecto al brezo, a pesar de las espinas

presentes en el primero. Asimismo, la altura media del brezo se mantuvo constante a lo largo del experimento, mientras que la del tojo disminuyó, sobre todo en el tojal y en el brezal. La cobertura de herbáceas se incrementó de manera más acusada en el tojal. El porcentaje de cobertura de materia muerta se incrementó de primavera a otoño en los tres años de estudio, aunque a lo largo de los años disminuyó. Se observó un ligero aumento del porcentaje de suelo desnudo (incluyendo heces, líquen y musgo) tras los tres años de pastoreo.

↓
Figura 2.-Cambios en la composición botánica en matorrales de brezal, tojal o tojal-herbazal pastados por caballar durante tres años.
P: primavera (mayo);
V: verano (julio-agosto);
O: otoño (octubre).



La reducción generalizada de la cobertura del tojo y de su dominancia en los tojales y tojal-herbazales con el pastoreo del caballo, además de propiciar una mayor cobertura del brezo, resultó en un incremento de la diversidad florística frente a los matorrales no pastados. El manejo del caballo en estos matorrales, además de frenar la acumulación de biomasa combustible y consiguientemente reducir el riesgo de incendios, podría ser importante para el mantenimiento de una composición típica y característica de los brezales (dominada por especies de brezos fundamentalmente), y podría constituir una herramienta para su conservación o reposición, particularmente en aquellas zonas europeas donde se encuentran en peligro de desaparición pese a las medidas de protección adoptadas.

Referencias bibliográficas

- CELAYA, R., FERREIRA, L. M. M., GARCÍA, U., ROSA GARCÍA, R., OSORO, K. (2011). Diet selection and performance of cattle and horses grazing in heathlands. *Animal*, 5, 1467-1473. doi:10.1017/S1751731111000449.
- CELAYA, R., FERREIRA, L. M. M., GARCÍA, U., ROSA GARCÍA, R., OSORO, K. (2012). Heavy grazing by horses on heathlands of different bota-

- nical composition. En: *Forages and grazing in horse nutrition* (eds. Saastamoinen, M., Fradinho, M. J., Santos, A. S., Miraglia, N.), pp. 219-226. 6th European Workshop on Equine Nutrition (Lisboa). Wageningen Academic Publishers, Wageningen, Países Bajos. doi:10.3920/978-90-8686-755-4.
- DITTRICH, J. R., CARVALHO, P. C. F., DITTRICH, R. L., MORAES A. (2007). Ingestive behavior of horses in pasture. *Archives of Veterinary Science*, 12, 1-8.
- Doreau, M., Martin-Rosset, W., Boulot, S. (1988). Energy requirements and the feeding of mares during lactation: A review. *Livestock Production Science*, 20, 53-68.
- DUNCAN, P., FOOSE, T. J., GORDON, I. J., GAKAHU, C. G., LLOYD, M. (1990). Comparative nutrient extraction from forages by grazing bovids and equids: a test of the nutritional model of equid/bovid competition and co-existence. *Oecologia*, 84, 411-418.
- MENARD, K., DUNCAN, P., FLEURANCE, G., GEORGES, J. Y., LILA, M. (2002). Comparative foraging and nutrition of horses and cattle in European wetlands. *Journal of Applied Ecology*, 39, 120-133.
- NAUJECK, A., HILL, J. (2003). Influence of sward height on bite dimensions of horses. *Animal Science*, 77, 95-100.
- SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PRODUCTOS GANADEROS (2013). *El sector equino en cifras. Principales indicadores económicos en 2012*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid. ■

↓
El pastoreo con ganado caballar favorece la presencia de brezo.



Estado actual de los sistemas de producción de embriones en ganado bovino

CARMEN DÍEZ MONFORTE. Área de Genética y Reproducción. Centro de Biotecnología Animal (CBA). SERIDA (Gijón, España). mc diez@serida.org
 MARTA MUÑOZ LLAMOSAS. Área de Genética y Reproducción. Centro de Biotecnología Animal (CBA). SERIDA (Gijón, España). mmunoz@serida.org
 JOSÉ NÉSTOR CAAMAÑO GUALDONI. Área de Genética y Reproducción. Centro de Biotecnología Animal (CBA). SERIDA (Gijón, España). jncaamano@serida.org
 ENRIQUE GÓMEZ PIÑEIRO. Área de Genética y Reproducción. Centro de Biotecnología Animal (CBA). SERIDA (Gijón, España). egomez@serida.org

→

Instalaciones del Centro de Biotecnología Animal del SERIDA (Deva, Gijón): Unidad de Reproducción Asistida.



La producción de embriones en ganado bovino permite acelerar la mejora genética de las explotaciones de forma más rápida que la inseminación artificial (IA). En la actualidad existen dos sistemas de producción de embriones: la producción de embriones *in vivo*, a través de la multiovulación y transferencia de embriones (MOET), y la producción de embriones *in vitro*. Ambas técnicas permiten incrementar la intensidad de selección de los programas de mejora al hacer posible que un reducido número de hembras donantes, pero de alta calidad genética, produzca un elevado número de descendientes por unidad de tiempo; además, las hembras de menor calidad se pueden

aprovechar como receptoras para los embriones producidos. El uso de estas técnicas en combinación con semen sexado permite seleccionar el sexo de la descendencia con una eficacia del 90%. El presente trabajo analiza estos dos sistemas de producción de embriones en ganado bovino, sus indicaciones, y las ventajas e inconvenientes de su aplicación.

Producción de embriones *in vivo*: tecnología MOET

Desarrollada a partir del inicio de los 70, está basada en la superestimulación



Instalaciones del Centro de Biotecnología Animal del SERIDA (Deva, Gijón): Laboratorio de producción de embriones *in vitro*.



del ovario para provocar una ovulación múltiple en las hembras donantes (en lugar de la ovulación sencilla que tiene lugar de forma natural). Las hembras se inseminan y los embriones se desarrollan en el útero de la donante hasta que se recogen por medio de un lavado uterino (flushing) que se suele realizar en el día 7 (Machaty *et al.*, 2012). Los embriones recogidos pueden transferirse a hembras receptoras que llevarán la gestación a término, o someterse a procesos de conservación a bajas temperaturas, conocidos genéricamente como criopreservación, para ser utilizados con posterioridad. De estos procesos, la congelación se estima como más adecuada para los embriones producidos enteramente en el animal vivo. Inicialmente, tanto los procedimientos de recogida como la transferencia de los embriones se realizaban de forma quirúrgica, pero desde los años 80 se usan procedimientos más simples de lavado uterino y transferencia no quirúrgicos (vía transcervical), lo que ha permitido la difusión de la técnica.

En Europa, durante el año 2011, se realizaron 23.480 lavados uterinos, de los que se obtuvieron 192.418 embriones, un 56,5% transferibles. El 93% del total de embriones de bovinos transferi-

dos en ese periodo se obtuvieron por esta técnica (AETE, 2012).

Producción de embriones *in vitro*

Esta técnica permite producir embriones a partir de ovocitos que se fecundan (FIV) y cultivan *in vitro* durante un periodo de 7 días, momento en que los embriones viables se transfieren a hembras receptoras o se criopreservan (por congelación o por vitrificación; la vitrificación es recomendable para este tipo de embriones) (Galli *et al.*, 2001; Machaty *et al.*, 2012). Desarrollada durante los años 70 a partir de ovocitos obtenidos de ovarios recogidos en el matadero, la FIV dio lugar en 1981 al nacimiento del primer ternero producido *in vitro*. El desarrollo de sistemas de punción transvaginal guiada por ecografía (Ovum Pick-Up -OPU-) permite hoy en día obtener ovocitos de hembras donantes vivas, los cuales, una vez fecundados y cultivados *in vitro* (OPU-FIV), dan lugar a embriones transferibles a receptoras. La OPU-FIV puede realizarse regularmente y con mayor frecuencia que la producción de embriones por MOET. La Tabla 1 refleja los datos de actividad OPU-FIV comercial desarrollada en Europa durante el año 2011.



| País | Sesiones OPU | Ovocitos recuperados | Embriones transferibles | Embriones transferibles/sesión OPU |
|----------|--------------|----------------------|-------------------------|------------------------------------|
| Francia | 265 | 2.208 | 524 | 2,0 |
| Alemania | 1.012 | 4.564 | 3.217 | 3,2 |
| Italia | 168 | 2.434 | 423 | 2,5 |
| Holanda | 3.530 | 28.678 | 3.814 | 1,1 |
| Total | 4.975 | 37.884 | 7.978 | 2,2 |

←
Tabla 1.-Producción de embriones bovinos *in vitro*
 a partir de ovocitos obtenidos por OPU en Europa durante el año 2011 (AETE, 2012).

Aunque ampliamente instaurada en algunos países, la OPU-FIV está en continua evolución. Técnicamente, el desarrollo de la OPU-FIV se ha centrado en estandarizar el material y equipos necesarios para la punción ovárica y mejorar los protocolos de producción de embriones en el laboratorio (maduración, fecundación y cultivo). Los aspectos biológicos se han centrado en el análisis de la respuesta individual de las donantes, la periodicidad de la recogida, o la conveniencia de la estimulación hormonal y los protocolos de elección (van Wangtendonk-de Leeuw, 2006).

Ventajas e inconvenientes de las técnicas MOET y OPU-FIV

A pesar de las grandes expectativas generadas y de su buena implantación en las explotaciones bovinas, el rendimiento de las técnicas MOET se encuentra relativamente estancado. El número de embriones transferibles obtenidos por lavado oscila en torno a 5 (4,6 en 2011; AETE, 2012) y apenas ha experimentado variaciones en los últimos 15 años. A este hecho se suma el que las hembras necesitan tener una edad mínima para el inicio de los tratamientos, la falta de respuesta de algunas hembras a la superovulación, la necesidad de fijar periodos de descanso entre dos tratamientos de superovulación y la falta de resultados en casos concretos de infertilidad (problemas ginecológicos, infertilidad del macho, etc).

Por su parte, la OPU-FIV presenta las ventajas de que se puede obtener un mayor número de crías por unidad de tiempo a partir de una misma donante, y que la tecnología no depende del estado reproductivo de la donante. Así, se pue-

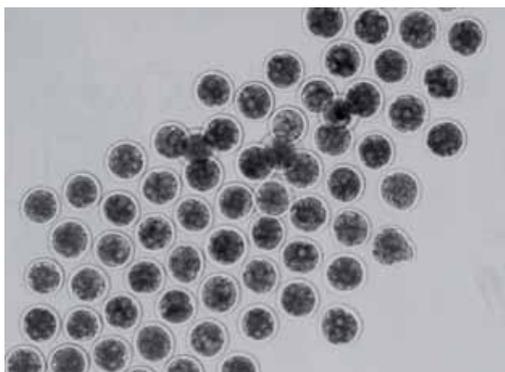
den recoger ovocitos de hembras jóvenes que no han alcanzado la pubertad, y de hembras preñadas durante los 3 primeros meses de gestación (Galli *et al.*, 2001; Abreu-Machado *et al.*, 2006; van Wangtendonk-de Leeuw, 2006).

La aplicación de tratamientos hormonales es imprescindible en el caso de la tecnología MOET, y optativo en el caso de la OPU-FIV. En el caso de la técnica MOET el objetivo es producir el mayor número de embriones viables, mientras que en la OPU-FIV se busca incrementar el número de ovocitos a partir de los cuales se producirán embriones *in vitro*. La reducida vida media y otras características de los productos hormonales que se emplean para estimular el ovario, hacen que la dosis y la pauta de administración influyan de forma significativa en los resultados. De esta manera, diferentes estudios han demostrado que la superestimulación ovárica afecta a la calidad de los embriones recogidos (Machaty *et al.*, 2012), mejora la capacidad del ovocito para completar su maduración, y aumenta los porcentajes de desarrollo hasta blastocis-

↓
 Instalaciones del Centro de Biotecnología Animal del SERIDA (Deva, Gijón): Laboratorio de micromanipulación.



→ Embriones (día 2 de desarrollo) producidos tras fecundación *in vitro* de ovocitos obtenidos por punción de ovarios de hembras sacrificadas.



to (estadio de elección para la transferencia o criopreservación en el caso de este tipo de embriones producidos *in vitro*).

El hecho de que el tratamiento hormonal no sea imprescindible en la OPU-FIV, supone una ventaja económica y de manejo frente al MOET. Aunque en la OPU-FIV la superestimulación ovárica puede incrementar el número de embriones transferibles producidos por sesión, el número total de embriones producido por donante puede no aumentar en términos absolutos, debido a los diferentes regímenes de punción; así, si hay tratamiento hormonal se realizan 1 ó 2 punciones quincenales, mientras que si no lo hay las hembras son sometidas a punción dos veces por semana durante un periodo de hasta dos meses, sin que la fertilidad de la hembra donante se vea afectada. Otra posibilidad es la de alternar sesiones de OPU con y sin superestimulación en la misma semana.

La OPU-FIV permite optimizar el semen, ya que con una misma dosis se pueden fecundar ovocitos recogidos de diferentes donantes el mismo día. Además, la OPU-FIV permite que ovocitos procedentes de una sesión de aspiración de una donante puedan fecundarse con semen de toros diferentes, lo que incrementa la variabilidad genética. Con la tecnología MOET se precisan 2 ó 3 IA por tratamiento y la producción de crías de padres diferentes a partir de un único ciclo de superovulación se complicaría, al requerirse la IA con dosis de diferentes toros, convirtiéndose en un proceso de resultados impredecibles.

Si se opta por usar semen sexado (para producir crías de sexo conocido), el por-

centaje de embriones viables recuperados por flushing (MOET) disminuye debido a su menor fertilidad con relación al semen no sexado convencional y al menor número de espermatozoides/ pajuela, de forma que el número de pajuelas de semen utilizadas aumenta (5-6 pajuelas por colecta; Fuentes *et al.*, 2013). La OPU-FIV es la herramienta de elección para incrementar las tasas de fecundidad del semen sexado, puesto que permite reducir el número de espermatozoides necesarios para fecundar los ovocitos.

El uso de la tecnología OPU-FIV tiene además especial interés en aquellas hembras con problemas de infertilidad, repetidoras, con afectación del tracto reproductivo (obstrucciones oviductales), o sin respuesta a los tratamientos de superovulación (Galli *et al.*, 2001).

Aunque la OPU-FIV puede presentar ventajas sobre la tecnología MOET en términos de número de crías producidos por unidad de tiempo (IA: 1 ternero/año; MOET: 20-25 terneros/año; OPU-FIV: 80-100 terneros/año; van Wangtendonk-de Leeuw *et al.*, 2000; van Wangtendonk-de Leeuw, 2006), hay que considerar que esta tecnología produce embriones con porcentajes de gestación ligeramente más bajos que los embriones producidos *in vivo* (van Wangtendonk-de Leeuw, 2006; Lonergan, 2007; Rizos *et al.*, 2008). Así, los embriones producidos *in vivo* (MOET) pueden dar lugar a índices de gestación de entre el 70 y 80 % tras su transferencia en fresco y del 50% en el caso de los embriones congelados (Korhonen *et al.*, 2012). Por su parte, los embriones producidos *in vitro* y transferidos frescos permiten obtener tasas de preñez del 60% (datos propios no publicados), porcentaje que se reduce al 43% cuando los embriones son vitrificados (Trigal *et al.*, 2012). En este sentido, el conocimiento de cómo afecta el periodo de cultivo a la calidad de los embriones, a los índices de gestación, a la frecuencia de abortos y a la normalidad de los terneros nacidos es materia de numerosos estudios en los que el grupo de Genética y Reproducción del CBA se encuentra muy implicado, a través del desarrollo de proyectos de investigación en el campo de las biotecnologías reproductivas.

También es importante destacar que los costes de producción de un embrión por la técnica OPU-FIV son más elevados que los generados por la tecnología MOET (Van Wangtendonk-de Leeuw, 2006). Finalmente, aunque la punción de las donantes puede realizarse en las propias explotaciones por veterinarios cualificados equipados con ecógrafo y sistema de punción/aspiración, se requieren laboratorios y personal especializado para culminar el proceso de producción y criopreservación de embriones *in vitro*.

Conclusiones

Las tecnologías MOET y OPU-FIV están plenamente desarrolladas y ampliamente instauradas en el marco de la mejora genética de la cabaña ganadera bovina. Aunque la complejidad de la OPU-FIV y quizás razones económicas restringen todavía su aplicación a gran escala en nuestro país, esta tecnología contribuye en muchos países a la mejora genética de las explotaciones. Así, en países como Brasil su uso es mayoritario frente al MOET, hecho posiblemente relacionado con el mayor peso del ganado de la subespecie *Bos indicus* (cebú), cuya dinámica folicular permite la recuperación de mayor cantidad de ovocitos que en el caso del ganado vacuno predominante en Europa, que proviene de *Bos taurus* (Pontes *et al.*, 2012).

El Centro de Biotecnología Animal del SERIDA dispone de personal cualificado y del equipamiento necesario para la obtención de los ovocitos por OPU, y para realizar todo el proceso de producción de embriones *in vitro* en el laboratorio. Los proyectos de investigación desarrollados por el Área de Genética y Reproducción Animal del SERIDA han dado lugar a mejoras significativas en los sistemas de cultivo, de la criopreservación y de la predicción de la viabilidad de los embriones que ya se han utilizado en el campo asturiano.

Agradecimientos

E. Correia (MICIN) S. Carrocera, D. Martín. RTA2011-0090, FEDER.

Referencias bibliográficas

- ABREU-MACHADO S., REICHENBACH H.D., WEPPERT M., WOLF E., DIAS GONÇALVES P. The variability of ovum pick up response and *in vitro* embryo production from monozygotic twin cows. *Theriogenology* 2006 65: 573-583.
- AETE. National Statistic Data of the Embryo Transfer activity. *28th Scientific Meeting of the AETE*, Saint-Malo (France), September, 2012:43-54.
- TRIGAL B., GÓMEZ E., CAAMAÑO J.N., MUÑOZ M., MORENO J., CARROCERA S., MARTÍN D., DíEZ C. *In vitro* and *in vivo* quality of bovine embryos produced *in vitro* with sex-sorted sperm. *Theriogenology* 2012 78: 1465-1475.
- FUENTES S., LIÉBANA E., DE LA FUENTE J. Embryo response of superovulated Holstein heifers inseminated with X-sorted frozen sperm. *Reprod. Fert Dev.* 2013 25: pp 225.
- GALLI C., CROTTI G., NOTARI C., TURINI P., DUCHI R., LAZZARI G. Embryo production by ovum pick up from live donors. *Theriogenology* 2001 55: 1341-1357.
- KORHONEN K., JULKUNEN H., KANANEN K., BREDBACKA P., TIIRIKKA T., RÄTY M., VARTIA K., KAIMIO I., KONTINEN A., HALMEKYTÖ M., VILKKI J., PEIPPO J., LINDBERG H. The effect of ascorbic acid during biopsy and cryopreservation on viability of bovine embryos produced *in vivo*. *Theriogenology* 2012 Jan 1;77(1):201-5. doi: 10.1016/j.theriogenology.2011.07.034.
- LONERGAN P. State-of-the-art embryo technologies in cattle. *Soc Reprod Fertil (Suppl)* 2007 64:315-325.
- MACHATY Z., PEIPPO J., PETER A. Production and manipulation of bovine embryos: techniques and terminology. *Theriogenology* 2012 78: 937-950.
- PONTES JH, MELO STERZA FA, BASSO AC, FERREIRA CR, SANCHES BV, RUBIN KC, SENEDA MM. Ovum pick up, *in vitro* embryo production, and pregnancy rates from a large-scale commercial program using Nelore cattle (*Bos indicus*) donors. *Theriogenology*. 2011 Jun;75(9):1640-6. doi: 10.1016/j.theriogenology.2010.12.026. Epub 2011 Feb 18.
- RIZOS D., CLEMENTE M., BERMEJO-ÁLVAREZ, P., DE LA FUENTE, J., LONERGAN, P., GUTIÉRREZ-ADÁN, A. Consequences of *in vitro* culture conditions on embryo development and quality. *Reprod Dom Anim* 2008 43 (Supl. 4): 44-50.
- VAN WANGTENDONK-DE LEEW A. Ovum pick up and *in vitro* production in the bovine after use in several generations: a 2005 status. *Theriogenology* 2006 65: 914-925.
- VAN WANGTENDONK-DE LEEW A., MULLAART E., DE ROOS A., MERTON J., DEN DAAS J., KEMP B., DE RUIGH L. Effects of different reproduction techniques: AI, MOET or IVP, on health and welfare of bovine offspring. *Theriogenology* 2000 53: 575-597. ■

Detección de cultivos modificados genéticamente

Luis J. Royo. Área Nutrición, Pastos y Forrajes. ljoyo@serida.org

Introducción

Desde el Neolítico hemos estado modificando los diferentes cultivos para mejorar sus cualidades agrícolas, utilizando la selección y el cruzamiento como herramienta (National Research Council, 2000; Royal Society, 2000). Estas técnicas tradicionales tienen algunas limitaciones, entre las cuales destacan el largo tiempo necesario para lograr los resultados deseados (se necesitan varias gene-

raciones para mejorar un atributo), y su uso limitado dentro de especies relacionadas genéticamente. Sin embargo, otras herramientas, como la tecnología transgénica, aceleran el proceso de mejora permitiendo que un rasgo genético se pueda insertar en una planta seleccionada a través de la introducción directa del gen responsable de ese rasgo. Además, no está restringido por la similitud genética, lo que amplía el número de fuentes potenciales del que se pueden obtener rasgos convenientes (Gelvin, 1998; Royal Society, 1998; Herbers y Sonnewald, 1999; Melchers y Stuiver, 2000).

El potencial de la tecnología transgénica en la agricultura es bien conocido (Ferber, 1999). Actualmente, se están produciendo plantas transgénicas resistentes a patógenos y pesticidas, con calidad nutritiva mejorada, maduración retrasada y mejor sabor (Mazur y col., 1999). Las plantas transgénicas resistentes a parásitos específicos han permitido aumentar las producciones, y debido a la reducción del uso de los pesticidas convencionales suponen un beneficio para el medio ambiente. También son más tolerantes a condiciones de estrés biótico y abiótico, permitiendo su cultivo en tierras marginales.

¿Qué es un Organismo Modificado Genéticamente?

Podemos definir un organismo modificado genéticamente (OMG, OGM o GMO: *Genetically Modified Organism*) como cualquier organismo cuyo material genético ha sido modificado de una manera que no se puede producir de forma natural, ni con apareamientos, ni con la re-

↓
Detalle mazorca de maíz en estado de floración.





combinación natural. Un caso particular de OMG son los organismos transgénicos, que son organismos a los que se ha introducido en su genoma uno o varios genes procedentes de una especie diferente.

Algunos de los ejemplos de plantas transgénicas que se utilizan más comúnmente son:

Plantas Resistentes a Insectos: Cultivos Bt. El maíz Bt es un tipo de maíz transgénico que produce una proteína de origen bacteriano, la proteína Cry. Esta proteína es producida de manera natural por la bacteria *Bacillus thuringiensis*, de donde deriva su nombre "Bt", y es tóxica para las larvas de insectos barrenadores del tallo, que mueren al comer hojas o tallos de maíz Bt. El taladro del maíz (*Diatraea saccharalis* y *Ostrinia nubilalis*) es un lepidóptero que constituye en muchos lugares la principal plaga del cultivo de maíz. Sus larvas se alimentan de los tallos y las hojas, dejando galerías que dañan la planta haciéndola quebrar, impidiendo el transporte de nutrientes y siendo vía de entrada para hongos.

Las toxinas Bt son consideradas inocuas para mamíferos, pájaros e insectos diferentes al taladro. Los beneficios que presenta el maíz Bt para el agricultor se centran en la posibilidad de controlar las plagas sin recurrir al uso de insecticidas. Sin embargo existen ciertos problemas asociados a su uso, como por ejemplo que otros insectos pueden sustituir a la plaga del taladro en los campos de maíz transgénico (Catangui y Berg, 2006), volviendo al inicio del problema. Un aspecto fundamental a evaluar es cómo afectan las toxinas Bt a los ecosistemas por vías inesperadas, como por ejemplo el hecho de que parte de los residuos agrícolas del maíz Bt puedan contaminar el medio acuático y resultar tóxicos para determinados organismos (Rosi-Marshall, y col., 2007).

Plantas Tolerantes a Herbicidas. La tecnología transgénica se ha usado para introducir transgenes en las plantas que les permitirán tolerar un herbicida específico, normalmente a través de la presencia de una enzima objetivo alterada que

es insensible a los pasos clave del herbicida.

El glifosato es un herbicida no selectivo de amplio espectro, desarrollado para la eliminación de hierbas y de arbustos. Inhibe la enzima responsable de la formación de los aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina y triptófano. Es el principio activo del herbicida Roundup®. Existen ciertos microorganismos que poseen una capacidad de resistencia a la inhibición por glifosato, capacidad que fue utilizada para crear cultivos modificados genéticamente. Concretamente se aisló el gen de la 5-enolpiruvil-shiquimato-3-fosfato sintetasa (EPSPS) de *Agrobacterium* CP4 resistente a glifosato, se clonó y se transfirió a soja, comenzándose a comercializar desde entonces la soja RR (Roundup® Ready) y posteriormente otros cultivos. La disponibilidad de estos cultivos tolerantes a glifosato (cultivos RR) permite su uso para controlar el desarrollo de especies indeseadas (arvenses) sin afectar el bienestar de la planta. Sin embargo no se puede aplicar a los cultivos que no han sido modificados para tolerarlo, ya que al ser un herbicida de amplio espectro eliminaría tanto a la mala hierba como al cultivo.

Existe gran controversia en el uso del glifosato, así mientras la EPA (Agencia de

↓
Los piensos y productos que contengan OMG deben especificarlo en su etiqueta.



Protección Ambiental) y la Organización Mundial de la Salud clasificaron los herbicidas con glifosato como de baja toxicidad, algunos trabajos señalan que este compuesto tiene efectos teratogénicos (Benachour y Seralini, 2009; Paganelli y col., 2010).

El cultivo de maíz modificado genéticamente en España

La autorización y posterior desarrollo de actividades con OMG, incluyendo su cultivo, están claramente regulados tanto en la legislación europea como en la española. A día de hoy a nivel comunitario son sólo dos las variedades de OMG autorizadas para su cultivo, el maíz MON810 (resistente a la plaga de taladro) y la denominada patata "Amflora", destinada a la producción industrial de almidón. Sin embargo en España, sólo se cultiva el primero de ellos.

El cultivo del maíz modificado genéticamente se inició en 1998 con la aprobación de una variedad que contenía el evento 176 de maíz Bt y su inscripción en el Registro Español de Variedades Comerciales. A partir de 2003 comenzaron a comercializarse también otras variedades de maíz Bt que contenían el evento MON 810. En el año 2005, tras la retirada del mercado del evento 176, las variedades del evento MON 810 quedaron

cómo las únicas que se cultivan actualmente en España.

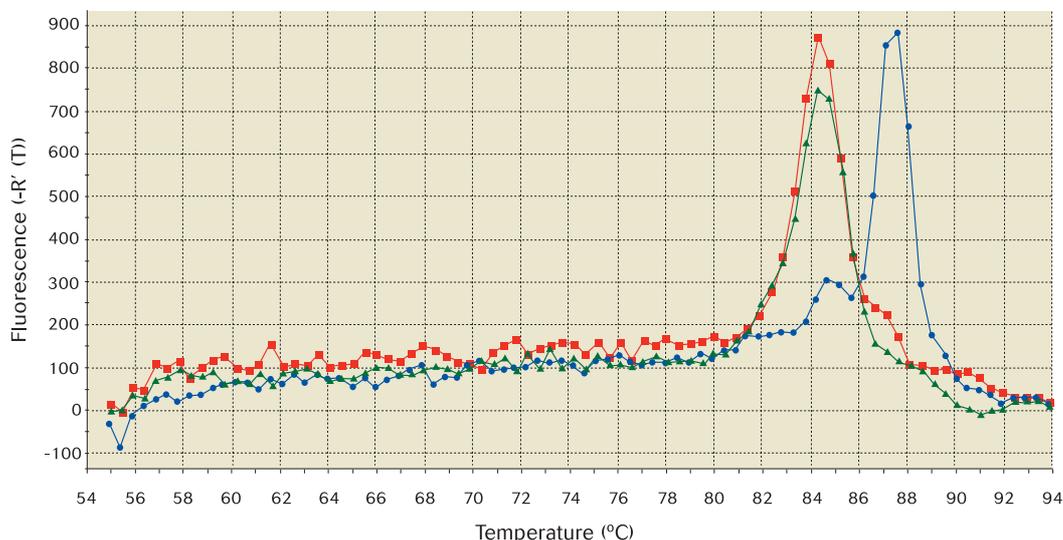
En cuanto a su distribución en las diferentes CCAA, la presencia de maíz modificado genéticamente es especialmente relevante en aquellas en las que la plaga del taladro tiene una mayor incidencia. Por este motivo las CCAA con mayor superficie destinada al cultivo de este maíz son Aragón y Cataluña, dónde se encontraría más del 65% de la superficie potencialmente sembrada con semillas de esta variedad de maíz (Figura 1). En estas estadísticas oficiales del MAGRAMA no aparecen datos referentes al Principado de Asturias, ni a sus comunidades limítrofes, considerándose que la superficie cultivada con maíz transgénico es despreciable o nula (<http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/biotecnologia/organismos-modificados-geneticamente-omg-/consejo-interministerial-de-ogms/superficie.aspx>).

Detección de OMG

A pesar de su amplio uso, las cosechas genéticamente diseñadas se han encontrado con una gran oposición fundamentalmente en Europa (Christie, 1999; Dale, 1999; Nature, 1999), debido fundamentalmente a los temores sobre la seguridad de los alimentos. Una proporción importante del consumidor europeo

→ Imagen de las curvas de disociación utilizadas para el diagnóstico de dos elementos comunes presentes en construcciones transgénicas.

Dissociation Curve



no está convencida de que los alimentos derivados de las cosechas de OMGs sean seguros, tanto para el consumidor como para el medioambiente. Estas preocupaciones acerca de los alimentos OMGs contrastan con la aceptación y uso extendidos de muchos productos recombinantes empleados en el cuidado de la salud, como por ejemplo la insulina humana y la hormona de crecimiento, la eritropoyetina, la vacuna de la hepatitis B, el activador de plasminógenos de tejidos, los interferones, el factor VIII o el factor anti hemofílico, entre otros (Dixon, 1999).

El desarrollo y comercialización de cultivos modificados genéticamente ha aumentado dramáticamente los últimos años debido a los beneficios potenciales descritos anteriormente. Sin embargo, no están exentos de un cierto riesgo medioambiental asociado a su uso, que debe ser correctamente evaluado. Otro problema añadido es la posible presencia de mezclas accidentales de semillas OMG en lotes de semillas libres de OMG, hecho que afecta de manera considerable al mercado global de semillas.

Por estas razones se hace necesario el desarrollo y validación de métodos capaces de detectar la presencia de semillas OMG de una forma fiable, eficaz y económica, y no solo eso, sino también su identificación y cuantificación, fundamentalmente en lotes libres de OMG.

Los test de presencia de OMG se pueden diseñar teniendo en cuenta que son dos las posibles moléculas diana: a) el ADN transgénico que ha sido insertado, mediante técnicas biotecnológicas, en el genoma de una planta natural, o b) la proteína expresada por ese ADN transgénico insertado. Las técnicas basadas en la detección del ADN son las de elección por muchas causas, siendo probablemente la más importante su estabilidad, ya que permite su detección incluso en productos alimentarios procesados.

La técnica de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) es la herramienta más utilizada para la detección y cuantificación de presencia de cultivos modificados genéticamente en alimentos y raciones para el ganado. El factor clave que

determina la especificidad de la PCR es la elección del fragmento o secuencia de ADN diana en el genoma de la planta modificada sobre el que va dirigido el protocolo que empleemos. De esta manera se pueden distinguir desde un punto de vista técnico al menos tres categorías, que de menor a mayor especificidad son las siguientes:

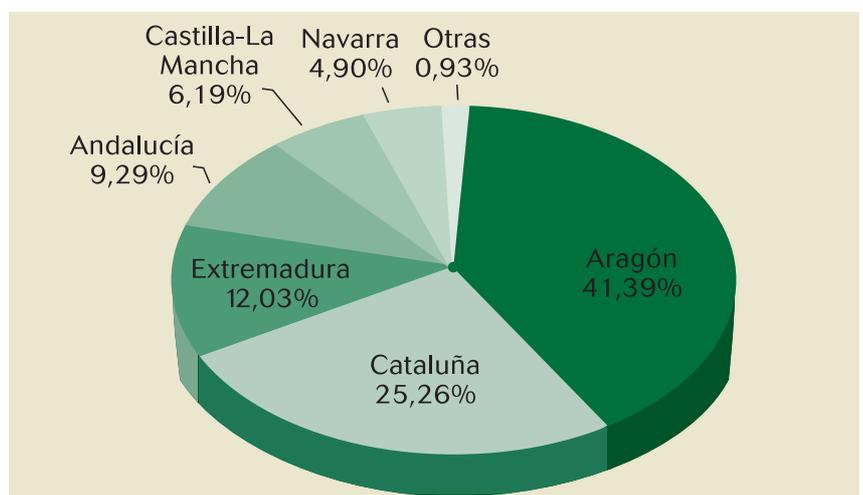
Element-specific methods: estos métodos van dirigidos a la detección de secuencias que son comunes en muchas construcciones de transgénesis, y que por lo tanto están presentes en muchos OMG, como es el caso del promotor del virus del mosaico 35S de coliflor, o el terminador nopaline synthase.

Construct-specific methods: estos métodos van dirigidos a la detección de una secuencia que incluye la unión entre dos elementos adyacentes en una construcción transgénica.

Event-specific methods: en este caso la diana del método abarca una secuencia única situada en la unión entre el genoma de la planta y el ADN recombinante de la construcción transgénica. Es el más específico de los tres métodos.

En la Unión Europea, los productos que contienen OMGs o derivados de éstos, deben ser etiquetados como tales. La única excepción se da cuando su presencia es accidental o inevitable. En este último caso, se permite que el nivel de presencia de OMG llegue hasta el 0,9% por ingrediente, de tal forma que si el nivel

↓
Figura 1.-Contribución de las CCAA a la superficie estimada de siembra de maíz OGM en 2013 (Datos MAGRAMA, 2013).



excede el permitido, el producto debe ser etiquetado como producto con OMG. Además la ley obliga a que los productores de estos OMG aporten un método *Event-specific* (recordamos que es el más específico) para su detección, lo que quiere decir que todos los productos que contienen OMG pueden ser diagnosticados utilizando un protocolo específico y publicado.

Cuando el interés radica en realizar un estudio para la detección de OMG en general (no de un material concreto), los métodos de elección son los basados en la identificación de elementos comunes a muchas construcciones transgénicas para aumentar el espectro de detección. Aunque la completa seguridad de detección de OMG sólo se obtendría utilizando todos los métodos *event-specific*, combinando la detección simultánea de varios elementos comunes (*element-specific*) se puede conseguir una probabilidad alta de detección de OMG y a la vez baja de obtener falsos negativos. Además el uso de métodos *event-specific* es muy caro, con lo que la técnica de elección para hacer un barrido general es la detección simultánea y combinada de varios elementos comunes.

Siguiendo con este razonamiento, en el SERIDA, se está trabajando en el diseño de un protocolo basado en la amplificación de ADN para la detección simultánea de los cinco elementos comunes más utilizados en construcciones transgénicas: Promotor del *Cauliflower Mosaic virus 35S* (CaMv-P35S), Gen de la *Nemomycin phosphotransferasa II* (nptII), Terminador del gen *Nopaline Synthase* (T-Nos), promotor del *Figwort Mosaic virus 35S* (PFMV) y el gen *Phosphinothricin N-acetyltransferase* (bar).

Este protocolo está en proceso de validación, para la determinación de su límite de detección. Para considerarlo válido, deberá permitir la detección de más del 90% de todos los cultivos comercializados como OMG independientemente del evento de que se trate, y tener un límite de detección menor al 1% para permitir controlar el correcto etiquetado de los productos (piensos o semillas) según establece la Unión Europea.

Referencias bibliográficas

- BENACHOUR, SERALINI, Glyphosate Formulations Induce Apoptosis and Necrosis in Human Umbilical, Embryonic, and Placental Cells. *Chem. Res. Toxicol.*, 2009, 22 (1): 97–105.
- CATANGUI M.A. & BERG R.K. Western bean cutworm, *Striacosta albicosta* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), as a potential pest of transgenic Cry1Ab *Bacillus thuringiensis* corn hybrids in South Dakota. *Environmental Entomology* 2006, 35: 1439-1452.
- CHRISTIE B. Scientists call for moratorium on genetically modified foods. *BMJ*. 1999; 318:483.
- DALE PJ. Public reactions and scientific responses to transgenic crops. *Curr Opin Biotechnol*. 1999, 10: 203-208.
- DIXON B. The paradoxes of genetically modified foods. *BMJ*. 1999, 318: 547-548.
- FERBER D. GM crops in the cross hairs. *Science*. 1999, 286: 1662-1666.
- GELVIN SB. The introduction and expression of transgenes in plants. *Curr Opin Biotechnol*. 1998, 9: 227-232.
- GIANESSI L, CARPENTER J. Agricultural biotechnology: insect control benefits. Washington, DC: National Center for Food and Agricultural Policy; 1999.
- HERBERS K, SONNEWALD U. Production of new/modified proteins in transgenic plants. *Curr Opin Biotechnol*. 1999; 10:163-168.
- MAZUR B, KREBBERS E, TINGEY S. Gene discovery and product development for grain quality traits. *Science*. 1999, 285: 372-375.
- MELCHERS LS, STUIVER MH. Novel genes for disease resistance breeding. *Curr Opin Plant Biol*. 2000, 3: 147-152.
- Nature Opinion. Time to grasp the international perspective on GM crops. *Nature*. 1999, 399: 715.
- National Research Council. Genetically modified pest-protected plants: science and regulation. Washington, DC: National Academy Press; 2000.
- PAGANELLI, GNAZZO V., ACOSTA H., LOPEZ S.L., CARRASCO A.E. Glyphosate-Based Herbicides Produce Teratogenic Effects on Vertebrates by Impairing Retinoic Acid Signaling. *Chem. Res. Toxicol.*, 2010, 23 (10): 1586–1595.
- ROSI-MARSHALL, E.J., TANK, J.L., ROYER, T.V., WHILES, M.R., EVANS-WHITE, M., CHAMBERS, C., GRIFFITHS, N.A., POKELSEK, J. STEPHEN, M.L. Toxins in transgenic crop byproducts may affect headwater stream ecosystems. *Proceedings National Academy of Sciences of the USA* 2007, 104(41): 16204-8.
- Royal Society, United States National Academy of Sciences, Brazilian Academy of Sciences, et al. Transgenic plants and world agriculture. Washington, DC: National Academy Press; 2000. ■



“Efecto del tiempo de maduración sobre la calidad organoléptica de la carne de vacuno”

MAMEN OLIVÁN GARCÍA. Área de Sistemas de Producción Animal. mcolivan@serida.org

VERÓNICA SIERRA SÁNCHEZ. Spectrapply. veronicasierra@spectrapply.com

PEPA GARCÍA ESPINA. Área de Sistemas de Producción Animal. mjgarcia@serida.org

Introducción

La carne de vacuno es un alimento fundamental en la dieta humana, por ser fuente rica en proteínas, ácidos grasos esenciales, vitaminas y minerales. Además, presenta unas características sensoriales excepcionales que la convierten en uno de los alimentos de origen animal mejor valorado por el consumidor.

En tiempos de crisis económica, como la actual, el mercado de la carne de va-

cuno se resiente, debido a la competencia con carnes más baratas, como la de pollo o cerdo. A esto debe añadirse la reciente alarma creada por la adición fraudulenta de carne de caballo en alimentos preparados con carne de vacuno, que ha contraído el mercado de la carne procesada (carne picada o hamburguesas) y los platos preparados (lasaña, canelones) (Europa Press, 19-4-2013).

A pesar de todo, existe un nicho de mercado importante para la carne de va-

cuno en general, y en particular para carnes que presenten una calidad diferenciada. En este sentido, hay que destacar la buena reputación que tiene la carne producida en el Principado de Asturias, especialmente la carne amparada por la Indicación Geográfica Protegida (IGP) "Ternera Asturiana", que se obtiene de terneros jóvenes (menores de 12 meses) o añejos (13 a 18 meses) de las dos razas bovinas autóctonas (Asturiana de los Valles y Asturiana de la Montaña). Este distintivo de calidad muestra un crecimiento continuado desde su creación en 2001, ocupando el segundo puesto en el mercado nacional de carnes de ternera con IGP, tanto por su nivel de producción (20.692 animales/año) como por el valor

económico total comercializado (25,90 millones de euros en 2012) (Barreiro, 2013).

Por otro lado, también existe un nivel alto de producción y una demanda creciente en el sector profesional y en el comercio minorista de carne de calidad "gourmet", también conocida como "premium" en el mercado europeo, obtenida de animales de mayor edad (vacuno mayor) y con alta calidad sensorial, que se caracteriza por su alto grado de ve-teado (grasa infiltrada), que aporta al producto una jugosidad y un sabor extraordinarios.

Existe, por tanto, un gran potencial para producir distintos tipos de carne de ternera con amplia variedad de características, en cuanto a color, sabor y textura, orientado a cubrir las expectativas de distintos tipos de consumidores. Lo fundamental, para conseguir la confianza y fidelidad de los mercados es mantener un nivel óptimo de calidad en cada producto. ¿Cuál es la clave para conseguirlo?

Pilares básicos para producir carne de máxima calidad

La obtención de una carne de vacuno de máxima calidad organoléptica se ciementa sobre tres pilares básicos:

- 1) Utilizar un sistema de cría adecuado para cada tipo de animal, que tenga en cuenta los distintos factores "*ante-mortem*" que influyen en la calidad del producto final, como son la raza, la genética, el sexo, la edad y la alimentación, y que afectarán a las propiedades finales de la carne, fundamentalmente a la composición química, color y terneza.
- 2) Realizar un manejo adecuado "*pre-mortem*" y "*peri-mortem*" del animal, es decir, desde que abandona la explotación ganadera para ser transportado hacia el matadero, hasta el momento del sacrificio y preparación de la canal. Es

↓
Canales de vacuno mayor en cámara de refrigeración.



importante evitar factores estresantes en el traslado y durante la espera en los corrales, antes del sacrificio, y asegurar un proceso rápido e higiénico de aturdimiento, sangrado, evisceración y desollado de la canal.

- 3) Realizar un manejo adecuado “*post-mortem*” de la canal, siendo fundamental una refrigeración adecuada del producto. El objetivo básico del enfriamiento de las canales es evitar la contaminación microbiana y por lo tanto mantener la calidad higiénico-sanitaria del alimento. Pero además, los efectos del enfriamiento sobre el metabolismo *post-mortem* del músculo son diversos y tienen gran influencia sobre la calidad final del producto.

Procesos que participan en la transformación del músculo vivo en carne para consumo

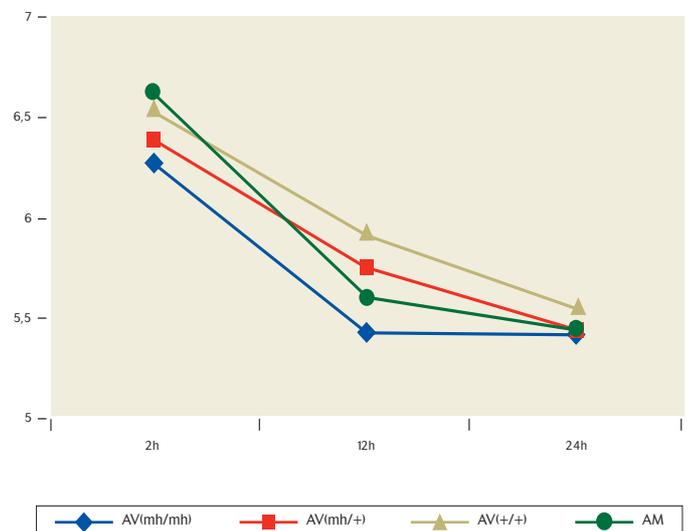
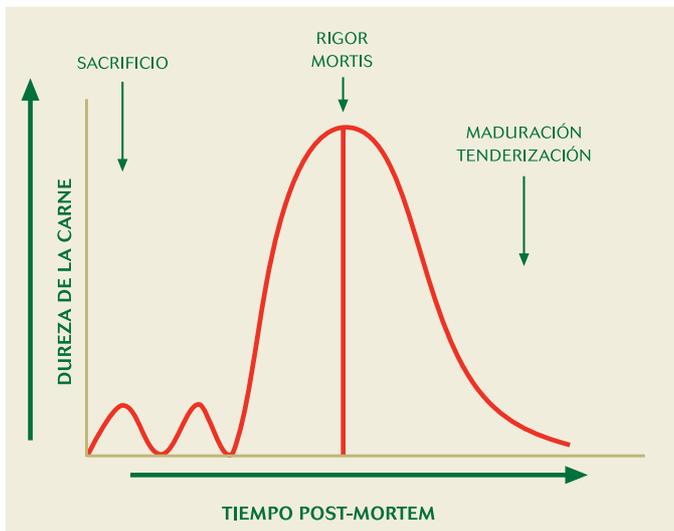
Es bien conocido que la carne de vacuno no se consume recién sacrificado el animal, sino que requiere de un periodo más o menos largo (varios días) de conservación en refrigeración (0-5°C) tras el sacrificio para que el producto adquiera las características organolépticas óptimas para su consumo.

El proceso de conversión del músculo en carne puede dividirse en tres fases (Sentandreu et al., 2002): la fase *pre-rigor* durante la cual el músculo permanece excitable; el *rigor*, momento en el que las reservas energéticas del músculo se agotan y se alcanza la rigidez máxima; y por último la fase *post-rigor*, periodo de maduración donde se produce el ablandamiento o tenderización de la carne por la acción de sistemas enzimáticos endógenos.

- **Fase *pre-rigor*:** Ocurre inmediatamente tras el sacrificio del animal, debido al corte de la circulación sanguínea causada por el sangrado. Este proceso hace que se interrumpa de forma abrupta la llegada de oxígeno y nutrientes a las células, lo que provoca un cambio en el metabolismo del músculo, que debe consumir sus reservas de glucógeno a través la glicólisis (ruta anaerobia, sin oxígeno). Esto provoca una acidificación (descenso del pH) del músculo, y una serie de cambios bioquímicos y estructurales que hacen que las fibras musculares pierdan su capacidad de contraerse y extenderse, y sufran un acortamiento sarcomérico (los sarcómeros son la unidad funcional de las fibras musculares y de ellos dependen los movimientos de contracción y relajación muscular), lo que da lugar a una tensión y rigidez muscular que conduce a la instauración del “*rigor-mortis*”.

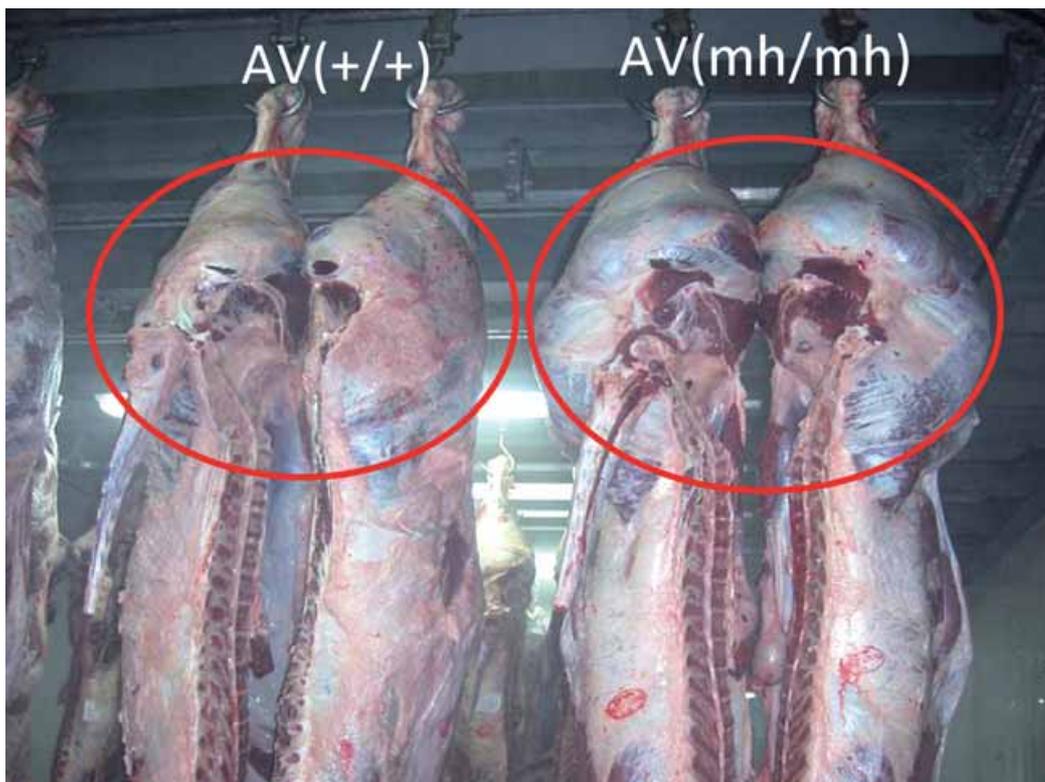
Figura 1.-Esquema que representa la evolución de la dureza de la carne, desde el sacrificio y a través de las distintas fases de transformación del músculo en carne.

Figura 2.-Evolución post-mortem del pH del músculo en carne de terneros añejos de distintos tipos genéticos de las razas bovinas asturianas: AV (mh/mh), AV (mh/+), AV (+/+) y AM (+/+).



→

Foto de dos canales de terneros añejos con distinto desarrollo muscular: a la izquierda canal de animal "no culón" (+/+), y a la derecha, canal de animal "culón" (mh/mh). Se observa el gran desarrollo muscular de la canal de culón en la pierna o "bola".



- **Rigor-mortis:** Es en este momento, cuando el músculo alcanza su grado máximo de inextensión muscular y aparece la rigidez cadavérica o "*rigor-mortis*," cuando la carne presenta su punto de dureza máximo (Figura 1) y también alcanza el pH final, debido al agotamiento de los recursos energéticos. El pH habrá descendido desde niveles próximos a 7 en el músculo vivo hasta niveles de 5,4-5,6 (Figura 2), que es el punto isoeléctrico de las proteínas musculares, lo que provoca su desnaturalización y la reducción de la capacidad de retención de agua tisular, los dos fenómenos causantes de exudación (pérdida de jugo de la carne).
- **Fase *post-rigor*: maduración o tenderización de la carne:** El proceso conocido como "**maduración**" de la carne, comprende una serie de cambios bioquímicos y estructurales que van transformando la arquitectura muscular y las características de la carne. Estos cambios se deben principalmente a la actuación de enzimas proteolíticos, que participan en la rotura de las proteínas estructurales del

tejido muscular y por tanto producen un ablandamiento de la carne conocido como "tenderización", así como a la actuación de determinados procesos oxidativos que inducen la aparición de sustancias que originan el aroma característico de la carne.

¿Qué cambios produce la maduración sobre las características organolépticas de la carne?

Durante la maduración se producen diversos cambios positivos sobre las características de la carne:

- Disminución de la dureza de la carne: la carne se vuelve más tierna.
- Desarrollo del aroma, el olor y el sabor característicos de la carne.
- Incremento de la jugosidad de la carne.

Estos cambios se tienen que llevar hasta un **punto óptimo donde la carne se ablande pero donde el aroma y sabor que tenga sigan siendo agradables y aceptables** por el consumidor final.

Los principales “enemigos” de un proceso de maduración adecuado de la carne son:

- Contaminación microbiológica: la presencia y proliferación de microorganismos en la carne depende básicamente de la contaminación inicial del producto (manipulación del animal vivo y el proceso de sacrificio y preparación de las canales), así como la evolución de la flora microbiológica, que depende de las condiciones de conservación (temperatura, oxígeno, etc...).
- La oxidación de la carne, que está relacionada con la cantidad de oxígeno, temperatura y luz a la que esté expuesta la carne durante la conservación *post-mortem*.

Importancia de la temperatura de refrigeración sobre la maduración de la carne

La temperatura del músculo durante las fases *pre-rigor* y *post-rigor* tiene un gran efecto en el metabolismo muscular *post-mortem*, ya que modula la velocidad de la glicolisis (modificando la actividad enzimática) lo cual afecta, a su vez, a la tasa de descenso de pH y a la velocidad de aparición del *rigor mortis* y del acortamiento sarcomérico, influyendo todo ello sobre la terneza final de la carne.

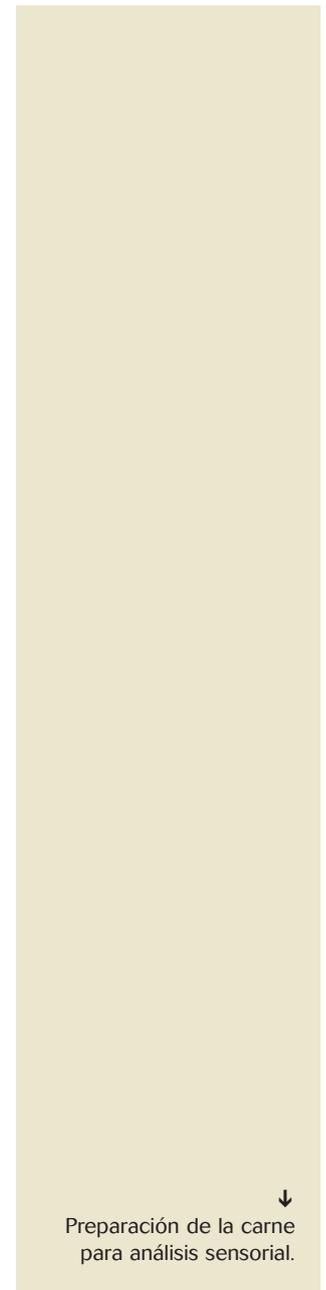
Se ha descrito que el menor grado de acortamiento o rigidez del músculo ocurre cuando el *rigor* tiene lugar a temperaturas entre 15-20 °C, si bien mantener a estas temperaturas las canales puede presentar problemas, relacionados sobre todo con los peligros microbiológicos. Pero también hay otra consideración importante a tener en cuenta, y es que la tasa de descenso de temperatura puede variar en los distintos músculos de la canal y en los distintos tipos de canal. Así, en canales grandes con gran cobertura grasa, se producirá un gradiente de temperatura entre los músculos más externos y los internos. Un problema similar puede encontrarse en las canales de animales con gran desarrollo muscular, como son

los bovinos que presentan la mutación genética que ocasiona hipertrofia muscular (“mh”, del inglés muscular hypertrophy), fenómeno conocido también como “gen culón”.

En ciertos casos, recurrir a temperaturas de enfriamiento muy bajas puede producir un oscurecimiento de las piezas más externas de la canal, sobre todo en las canales muy magras (con poca grasa). Esto se debe al acortamiento excesivo de los sarcómeros en la instauración del *rigor*, incentivado por el frío, así como a la desecación de la superficie del músculo por el contacto con el aire y la oxidación de la hemoglobina (pigmento que da color rojo a la carne), ocasionando problemas de “quemadura” por frío.

Una solución propuesta para obtener el máximo de calidad en canales grandes es el enfriamiento progresivo en distintas etapas, de modo que se someten durante un tiempo a una temperatura intermedia (10-15°C) hasta la instauración del *rigor*, para más tarde enfriar las canales hasta 4°C (López y Casp, 2004).

No obstante, también hay que evitar el problema contrario, es decir, un enfriamiento excesivamente lento en las zonas internas de la canal, por ejemplo, en los músculos internos de la “bola” o pierna, sobre todo en canales con gran desarrollo muscular o con metabolismo muy glicolítico. Esto puede ocasionar un funcionamiento inadecuado de los sistemas enzimáticos del músculo, produciendo un defecto conocido como

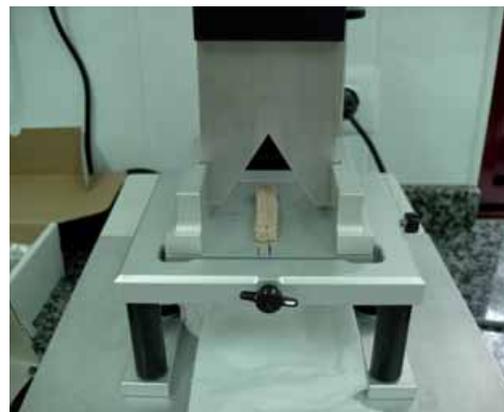


Preparación de la carne para análisis sensorial.



←
Análisis sensorial de carne en sala de catas con luz roja.

→
Análisis de la dureza de la carne con un texturómetro.



carne en “dos colores” o en “dos tonos” (llamada “two-toning” en inglés), en el que la superficie de la carne presenta zonas claras y oscuras en el mismo corte, lo que ocasiona un claro rechazo por el consumidor.

Es preciso recordar siempre que la tasa de enfriamiento del músculo influye de forma significativa sobre la actividad de los distintos sistemas enzimáticos que participan en la tenderización de la carne. Por ello, es preciso ajustar los procedimientos de enfriamiento para cada tipo de canal, con el fin de asegurar una maduración adecuada de cada producto.

Evolución *post-mortem* de la terneza de la carne

La terneza de la carne es sin duda, uno de los parámetros de calidad más importantes para el consumidor, incluso por encima del color o el sabor.

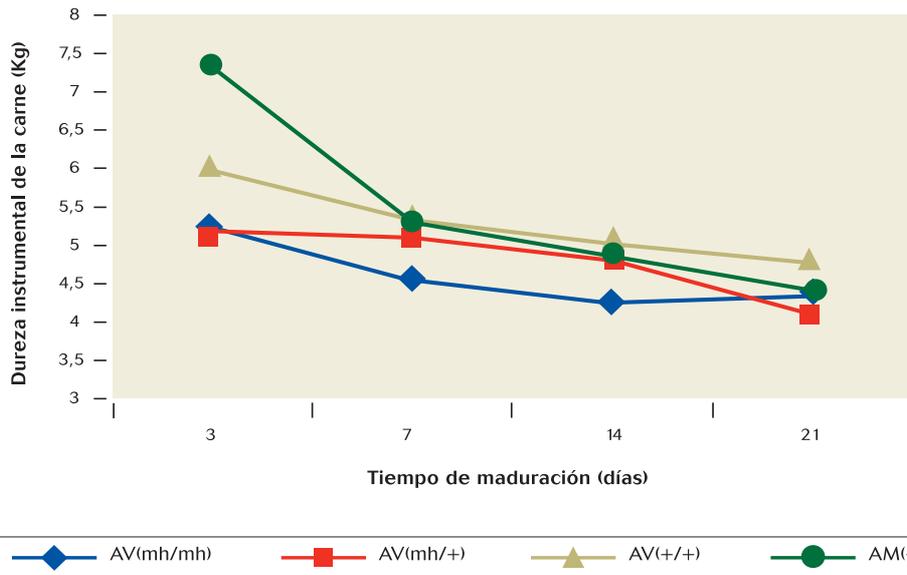
La terneza de la carne se mide principalmente con dos métodos:

- Instrumental: se utiliza un texturómetro o un analizador de alimentos que mide la fuerza necesaria para cortar un pedazo de carne con una cizalla especial, en forma de V invertida (célula Warner-Bratzler).
- Sensorial: se basa en un conjunto de técnicas que permiten valorar las propiedades del alimento que se pueden detectar por medio de los sentidos. Se hacen sesiones de cata a ciegas con

personas expertas (jueces entrenados) o con consumidores, según sea el objetivo final del estudio. En estas catas se valoran atributos de la carne como olor, sabor o flavor, jugosidad, terneza y aceptabilidad global. La carne es un alimento que debe valorarse con luz roja, para evitar que el color influya sobre la opinión del analista.

Como se ha comentado, la dureza de la carne va disminuyendo a medida que avanza el tiempo de maduración. Este “ablandamiento” es necesario para que la carne alcance su punto óptimo de calidad para el consumo. Sin embargo, la velocidad de tenderización y, por lo tanto, el tiempo óptimo de maduración de la carne dependerá de cada producto, ya que existen numerosos factores que influyen sobre la terneza final de la carne. Algunos son “intrínsecos” del producto, como los relacionados con diferencias entre raza, sexo, genética, alimentación, peso vivo y estrés *ante-mortem* y *peri-mortem*, y otros dependen de los cambios *post-mortem* en la arquitectura e integridad de la célula muscular, de cambios en la longitud sarcomérica, de la cantidad de tejido conectivo y grado de enlaces cruzados, del tamaño y cantidad de depósitos de grasa intramuscular y también de la actividad de enzimas proteolíticos sobre proteínas miofibrilares y sarcoméricas, que podrían explicar la mayor parte de la variación en la carne madurada.

No todas las carnes presentan las mismas características, por lo que el proceso de tenderización puede ir a distinto ritmo en unas y otras. Además, no todas las piezas de la canal tenderizan por igual, la di-



←
Figura 3.-Evolución de la dureza de la carne de distintos tipos genéticos de las razas bovinas asturianas: AV (mh/mh), AV (mh/+), AV (+/+) y AM (+/+).

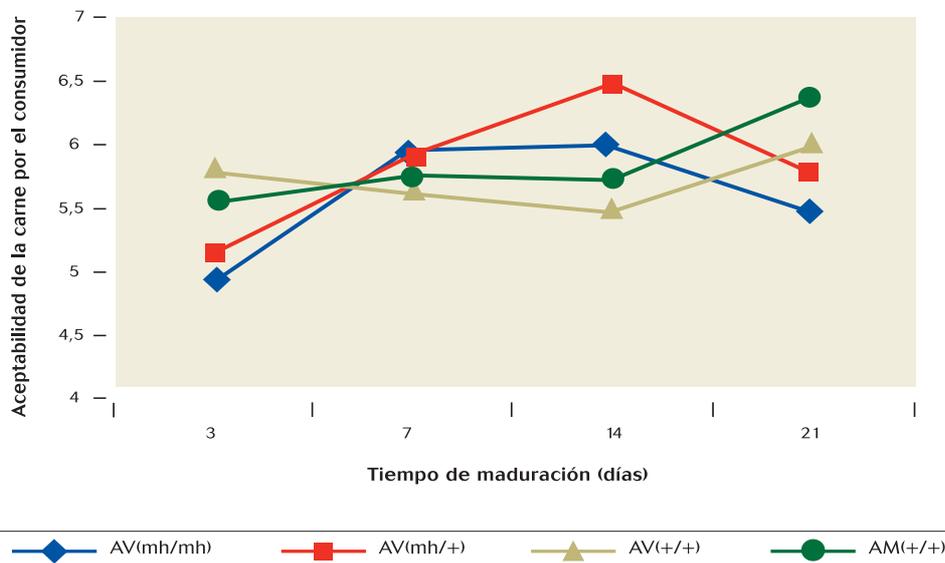
ferencia entre categorías comerciales (hay piezas de categoría superior, primera, segunda y tercera) está relacionada, más que con la dureza, con el contenido de colágeno (cuya estructura no se degrada durante la maduración) y su solubilidad en el momento del cocinado.

Sin embargo, existe un patrón general de tenderización, y por ello se aconseja para carne de ternera un tiempo de maduración que dure de 1 a 3 semanas, dependiendo de los productos.

Los estudios realizados hasta la fecha en el SERIDA en los productos de ternera más característicos del Principado de Asturias, como es la carne de los terneros añojos, han demostrado que el tipo ge-

nético del animal, es decir, que sea de la raza AV (Asturiana de los Valles) o AM (Asturiana de la Montaña) y que tenga presencia de la mutación del gen de la hipertrofia muscular "mh" en homocigosis (mh/mh, ternero "culón") o heterocigosis (mh/+, ternero "aculonado"), o que no presente la mutación (+/+, ternero "corriente"), influye significativamente en el proceso de tenderización y por lo tanto en el tiempo óptimo de maduración previo al consumo.

Así, los resultados obtenidos al analizar la dureza instrumental, es decir, la resistencia al corte de los distintos tipos de carne propuestos, y su evolución al avanzar el tiempo de conservación en cámara, indican, como se ve en la Figura 3, que la



←
Figura 4.-Evolución de la aceptabilidad sensorial de la carne de los biotipos: AV (mh/mh), AV (mh/+), AV (+/+) y AM (+/+).

carne de los terneros con hipertrofia muscular (mh/mh y mh/+) es más tierna que la de los terneros corrientes (+/+) de ambas razas en tiempos muy cortos de maduración (3 días *post-mortem*), aunque la acción de los enzimas proteolíticos y los procesos propios de la maduración van haciendo que todas las carnes obtengan niveles adecuados de terneza según se alarga la conservación de la carne, hasta los 14 o incluso 21 días (Sierra et al., 2011). Es decir, la carne de los terneros culones tiene una tenderización tan rápida, que permite que pueda venderse para el consumo con tan sólo 3 días de maduración, mientras que otras carnes precisan tiempos más largos para alcanzar su óptimo de calidad.

Estudiando la valoración de la calidad sensorial de estos tipos de carne por el consumidor (Figura 4), se observó que la carne de los terneros tipo "culón" AV (mh/mh) alcanzó el máximo de aceptabilidad sensorial entre los 7 y 14 días de maduración, mientras que la de los terneros AV "aculonados" (mh/+) requirió 14 días de maduración para alcanzar la máxima calidad, y se precisó un tiempo de conservación de 21 días para la carne de los terneros "corrientes" (+/+) de las razas AV y AM (Sierra et al., 2010).

De este análisis de consumidores se pudo extraer más información, ya que, un estudio pormenorizado del perfil de las personas participantes nos permitió comprobar que en la población asturiana estudiada (140 personas, de las cuales 62 eran hombres y 78 mujeres, con edades comprendidas entre los 18 y los 65 años) había dos grupos distintos de consumidores según sus preferencias en la degustación de carne:

- Grupo 1: personas jóvenes (gran proporción de menores de 25 años) que comen carne de ternera con mayor frecuencia (de 2 a 4 veces por semana) que mostraban preferencia por la carne madurada en periodos cortos o medios (3-14 días) independientemente del tipo genético.
- Grupo 2: personas entre 26 y 45 años, que comen carne de ternera

con menor frecuencia (de 1 a 3 veces por semana) y que preferían la carne madurada a tiempos más largos (21 días).

Conclusión

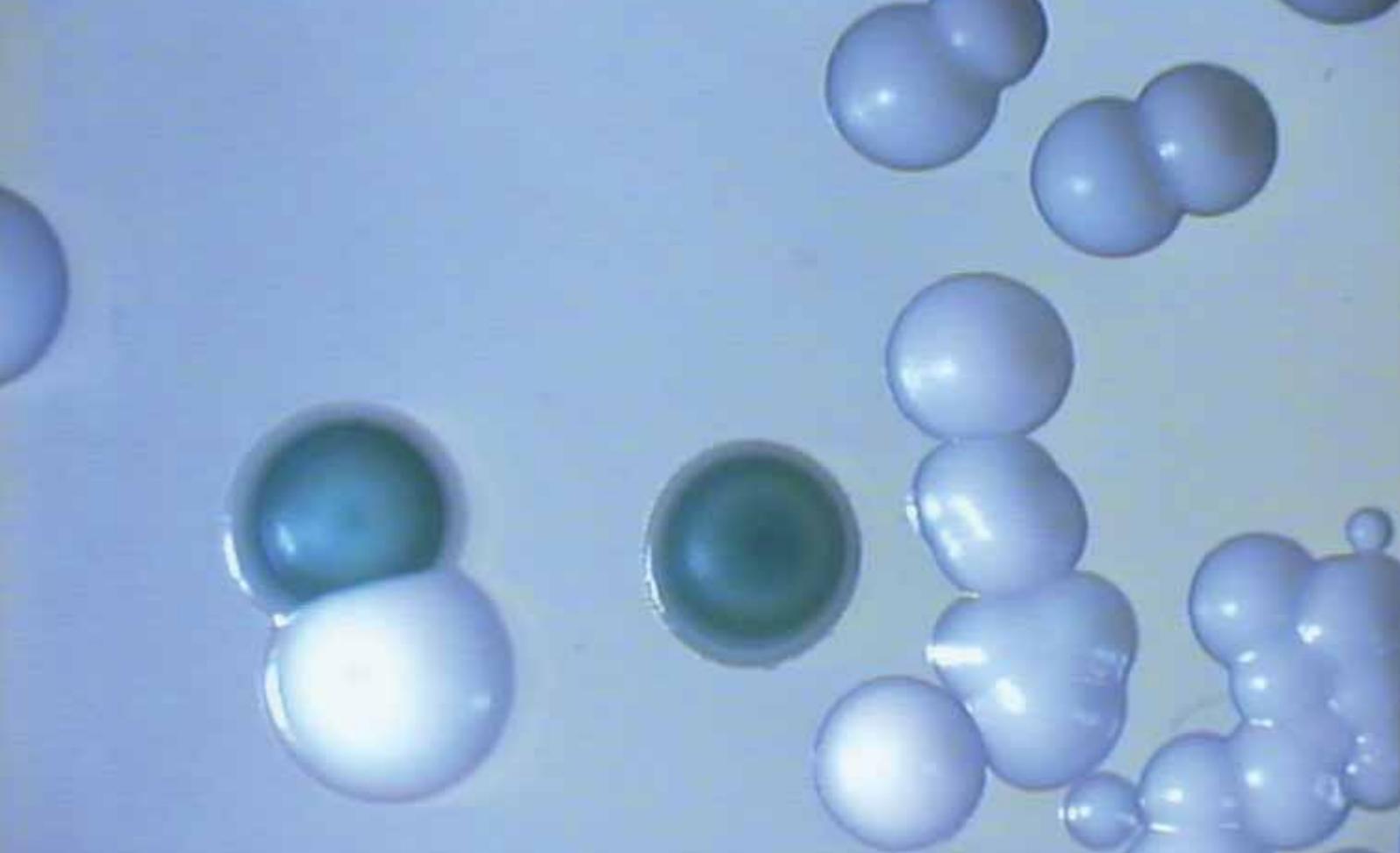
La carne es uno de esos alimentos que precisa un manejo y conservación adecuados, en condiciones refrigeradas, hasta que alcanza su calidad óptima para el consumo.

Se precisa la implicación de toda la cadena productiva (ganaderos, mataderos, salas de despiece, carnicerías, empresas comercializadoras y distribuidoras) para conseguir un manejo adecuado para cada producto cárnico, que permita asegurar la máxima calidad higiénico-sanitaria y sensorial.

Esperamos que este artículo haya servido para aclarar algunos de los complejos procesos bioquímicos y moleculares que ocurren en el proceso de conversión del músculo vivo en carne para el consumo y que permiten que la carne vaya alcanzando sus características propias y un nivel de calidad sensorial que cumpla las expectativas del consumidor.

Referencias bibliográficas

- BARREIRO D. (2013). Situación actual de las marcas de calidad de carne de vacuno. *Eurocarne* 214: 50-57.
- LÓPEZ R., CASP A. (2004). *Tecnología de mataderos*. Ed. Mundi-Prensa. 431 pp.
- SENTANDREU, M.A., COULLIS, G., OUALI, A. (2002). Role of muscle endopeptidases and their inhibitors in meat tenderness. *Trends in Food Science and Technology*, 13:400-421.
- SIERRA V., GUERRERO L., FERNÁNDEZ-SUÁREZ V., MARTÍNEZ A., CASTRO P., OSORO K., RODRÍGUEZ-COLUNGA M.J., COTO-MONTES A., OLIVÁN M. (2010). Eating quality of beef from biotypes included in the PGI "Ternera Asturiana" showing distinct physicochemical characteristics and tenderization pattern. *Meat Science* 86: 343-351.
- SIERRA V., FERNÁNDEZ-SUÁREZ V., CASTRO P., OSORO K., RODRÍGUEZ-COLUNGA M.J., VEGA-NAREDO I., GARCÍA-MACÍA M., COTO-MONTES A., OLIVÁN M. (2011). Tenderización post-mortem de la carne de los distintos biotipos amparados por la IGP "Ternera Asturiana". *Archivos de Zootecnia* 60: 333-336. ■



Microorganismos de origen sidrero, recursos genéticos microbianos, al servicio de la biotecnología (I)

ROSA PANDO BEDRIÑANA. Área de Tecnología de los Alimentos. rpando@serida.org
MARÍA TERESA VALDERAS HERRERO. Área de Tecnología de los Alimentos. maitev@serida.org
BELÉN SUÁREZ VALLÉS. Jefa del Área de Tecnología de los Alimentos. mbsuarez@serida.org

Los microorganismos son el grupo de seres vivos menos conocido y con una gran potencialidad para el sector agroalimentario. Desde tiempos remotos han sido empleados como materiales esenciales de trabajo en la obtención de antibióticos, vitaminas y aminoácidos, en la elaboración de alimentos (pan, queso, leche, bebidas y licores) y en la fabricación de solventes y reactivos, entre otras aplicaciones.

La importancia de conocer y conservar la biodiversidad microbiana, y el creciente uso de microorganismos en la biotecnología, han contribuido a reconocer el valor que tienen las Colecciones de Cultivos Microbianos en la preservación *ex-situ* de los recursos genéticos. El manejo y conservación de una colección de microorganismos son tareas exigentes, que requieren de conocimientos no sólo de los propios microorganismos, sino



también de sus condiciones de crecimiento y preservación, de sus propiedades y posibles aplicaciones.

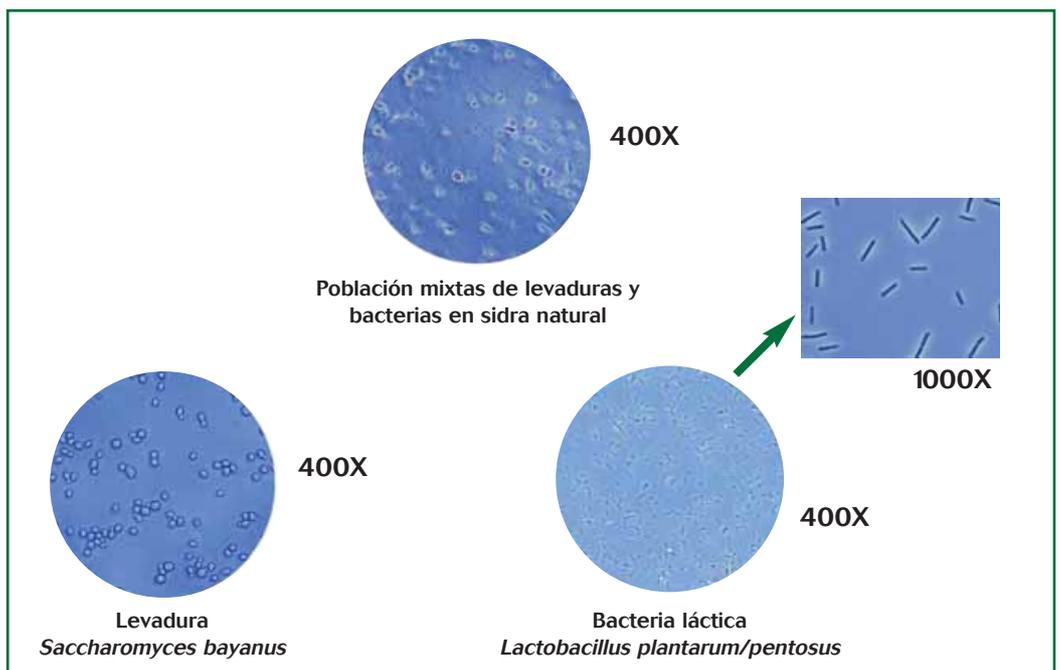
Para realizar una conservación de microorganismos, en primer lugar debe disponerse de cultivos microbianos puros y, en segundo lugar, de herramientas que aseguren su correcta preservación.

Un cultivo puro es aquél en el que todos los microorganismos provienen de una célula (Figura 1). Para su obtención el microorganismo tiene que aislarse de su nicho ecológico en el que, generalmente, se encuentra formando parte de poblaciones mixtas. Durante este proceso, se debe proporcionar a los microorganismos las condiciones físicas y nutritivas adecuadas que permitan la obtención de colonias aisladas en medios de cultivos sólidos. Por su parte, la conservación de cultivos se debe hacer asegurando su pureza, viabilidad y estabilidad genética. Es decir, hay que evitar que se produzcan contaminaciones durante el proceso de conservación, la tasa de supervivencia de las células debe ser alta y éstas tienen que permanecer genéticamente estables.

No existe un método universal para mantener los recursos microbianos. Durante décadas la conservación de cepas se realizó con refrigeración en cultivo

activo mediante transferencia periódica. Sin embargo, este procedimiento ya no es considerado una práctica estándar para la mayoría de los microorganismos, debido al elevado riesgo de que se produzcan cambios genéticos durante el almacenamiento. Con el fin de minimizar estos cambios, se desarrollaron metodologías basadas en la conservación de microorganismos en un estado metabólicamente inactivo, siendo las más utilizadas la congelación y la liofilización. La congelación consiste en preservar los microorganismos, a temperaturas inferiores a cero grados centígrados, mediante la paralización del metabolismo celular por disminución del agua disponible. Mientras que la liofilización, se fundamenta en la deshidratación de las células mediante desecación por congelación a través de vacío. Son estos dos últimos métodos los considerados como más idóneos para la conservación de recursos microbianos a largo plazo.

El Área de Tecnología de Alimentos del SERIDA inició la conservación *ex situ* de recursos microbianos de origen sidrero en la década de los 80. El trabajo comenzó con una prospección de microorganismos en ocho lagares asturianos. Dada la importancia que tiene la elaboración de sidra en Asturias se priorizó la conservación de microorganismos autóct-



→
Figura 1.-Observaciones microscópicas de sidra natural y cultivos puros de microorganismos.

| | Prospecciones | Servicio de Análisis | Total |
|--------------------|---------------|----------------------|-------|
| Levaduras | 900 | 324 | 1.224 |
| Bacterias lácticas | 480 | 1.201 | 1.681 |

tonos responsables de las principales transformaciones que se producen durante la elaboración de sidra: la fermentación alcohólica (levaduras) y la transformación maloláctica (bacterias lácticas). También, se puso énfasis en que los aislados fueran representativos de las zonas geográficas con mayor producción de sidra en Asturias. Fruto de este trabajo fue el inicio de la Colección de Cultivos Autóctonos del SERIDA, constituida por 23 cepas de levaduras y 22 de bacterias lácticas.

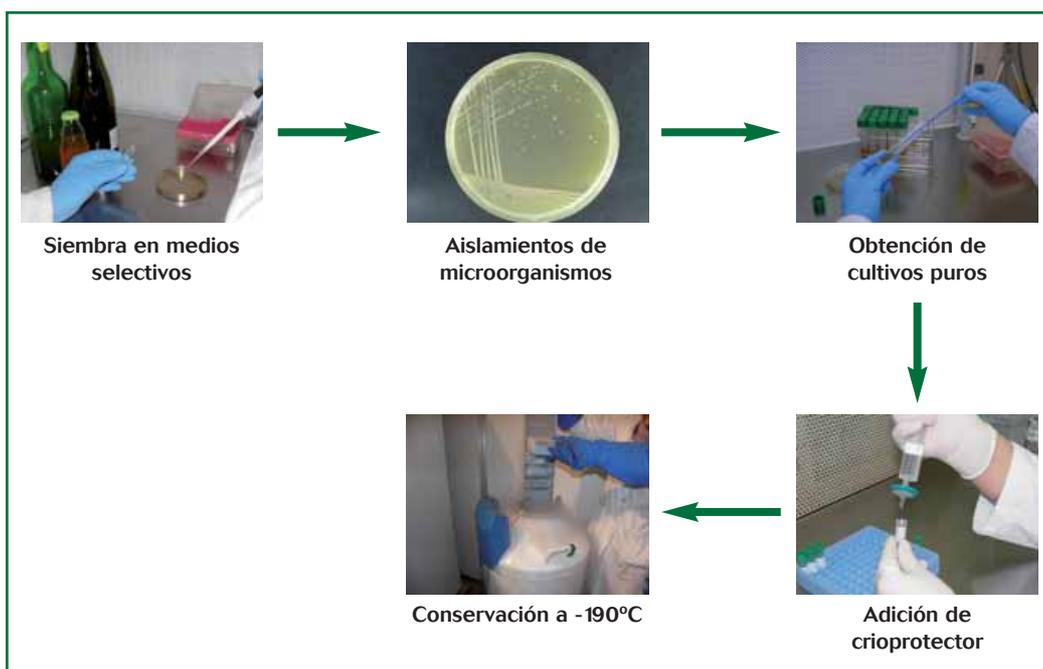
El número de microorganismos conservados se ha incrementado a lo largo de estos años, bien con entradas provenientes de nuevas prospecciones en lagares del concejo de Villaviciosa y/o de aislamientos realizados en muestras del Servicio de Análisis externo ofertado por el SERIDA. En la actualidad, la Colección está constituida por más de 2900 microorganismos autóctonos (Tabla 1).

En el laboratorio de microbiología del Área de Tecnología de Alimentos se lleva

a cabo la conservación de estos recursos microbianos (Figura 2). El proceso comienza con la siembra de la muestra en medios de cultivos selectivos que facilitan el crecimiento de forma individualizada de los grupos microbianos: levaduras/hongos y bacterias lácticas. La selectividad de los medios utilizados está aportada tanto por el uso de antibióticos como por las diferentes condiciones de crecimiento (Tabla 2). Una vez que se dispone de colonias aisladas, y antes de proceder a su conservación, se comprueba su pureza mediante siembra por agotamiento en los mismos medios de cultivo. Cuando se observa una total homogeneidad de colonias, se obtiene un cultivo puro a partir de una colonia.

Las células se hacen crecer hasta el final de la fase logarítmica, en los medios descritos preparados como caldos, posteriormente se separan del medio por centrifugación y se resuspenden en un agente crioprotector (Tabla 3). La conservación se realiza por congelación de los cultivos, enfriando estos a razón de unos 10°C por

←
Tabla 1.-Origen y número de microorganismos sidreros conservados en el Área de Tecnología de los Alimentos del SERIDA.



←
Figura 2.-Conservación de recursos microbianos de origen sidrero mediante congelación.

→
Tabla 2.-Composición de los medios de cultivo y condiciones de crecimiento utilizados para el crecimiento de microorganismos de origen sidrero.

| Grupo microbiano | Medio de cultivo | Composición | Condiciones de crecimiento |
|--------------------|------------------|--|----------------------------|
| Levaduras/hongos | WL Nutrient Agar | Medio comercial (Laboratorios Microkit S.L.) suplementado con 0,0025% de penicilina G y 0,01% de estreptomocina (pH=5,5) | Aerobiosis, 30°C, 2 días |
| Bacterias lácticas | ZMA | Zumo de manzana (d=1.020 g/l) suplementado con 0,4% de extracto de levadura, 0,1% de peptona, 0,1% de triptona, 0,05% de fosfato triamónico, 0,05% de fosfato disódico, 0,05% de fosfato bipotásico, 0,1% de Tween 80, 0,005% de pimaricina y 3% agar (pH=4,8) | Anaerobiosis, 30°C, 5 días |

→
Tabla 3.-Composición de los agentes crioprotectores utilizados en la conservación de los recursos genéticos sidreros.

| Grupo microbiano | Crioprotector |
|--------------------|------------------------------------|
| Levaduras | 15% glicerol 15% glucosa |
| Bacterias lácticas | 20% glicerol 1% ácido glutámico |

minuto hasta alcanzar los -80°C. Los distintos crioprotectores utilizados tienen como función minimizar los daños de las células, durante la congelación, favoreciendo la vitrificación del agua y evitando la formación de cristales de hielo. De forma rutinaria, y para minimizar la probabilidad de perder aislados, se conservan dos copias de cada microorganismo almacenadas a -80°C (arcón congelador) y a -190°C (nitrógeno líquido).

Cuando se necesita recuperar los microorganismos, se descongelan en condiciones controladas (37°C/20 minutos) y se inoculan en los correspondientes medios de cultivo para revitalizar o rejuvenecer las células. Posteriormente y antes de su uso se realizan controles de viabilidad, pureza y autenticidad de los microorganismos mediante: recuento de viables, observaciones microscópicas, siembras por agotamiento y comprobación de propiedades y características con respecto al microorganismo original.

Con el mantenimiento y la incorporación de nuevos recursos genéticos mi-

crobianos en la Colección de Cultivos Autóctonos del SERIDA se pretende: conservar la biodiversidad de los recursos microbianos sidreros, conocer la ecología microbiana de las elaboraciones de sidra, y disponer de material para realizar investigaciones que permitan ahondar en el conocimiento de las características de las diferentes cepas para poder utilizarlas en beneficio de la industria y, en último caso, de los consumidores que demandan productos innovadores, seguros y de calidad contrastada.

Agradecimientos

La conservación y caracterización de microorganismos de origen sidrero se ha realizado con ayuda de los proyectos RM2006-00008, RM2009-00005 y RTA2009-00111 financiados por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) y PC04-24 financiado por la Fundación para el Fomento en Asturias de la Investigación Científica Aplicada y la Tecnología (FICYT). ■



Jornada técnica demostrativa “Estrategias para la puesta en valor de zonas desfavorecidas”

M^º DEL PILAR ORO GARCÍA. Jefa del Área de Transferencia y Formación. pilaroro@serida.org

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

Una nueva edición de la jornada técnica demostrativa sobre “Estrategias para la puesta en valor de zonas desfavorecidas”, organizada por el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario del Principado de Asturias (SERIDA) tuvo lugar en la Sierra de San Isidro, concejo de Illano el pasado 4 de julio de 2013.

El objetivo de la jornada fue difundir sobre el terreno los últimos resultados de los proyectos de investigación para el establecimiento y fertilización de las praderas y el manejo de rebaños de ganado vacuno, ovino, caprino y caballar, así como los resultados productivos y económicos derivados de dichos manejos en las condiciones de brezales-tojales con zonas de

pasto mejorado, sin olvidar los efectos de estos diferentes manejos en la dinámica de la vegetación, en el control del matorral y en los índices de biodiversidad del medio.

Se trata de la 4^a edición de estas jornadas dirigidas a ganaderos, agricultores, técnicos, gestores del territorio, agentes y grupos de desarrollo, sindicatos agrarios y cooperativas. Se desarrolló en la Sierra de San Isidro donde el SERIDA dispone de una finca experimental desde hace más de dos décadas para llevar a cabo trabajos de investigación en áreas desfavorecidas con vegetación dominada por brezales y tojales. Este tipo de vegetación ocupa casi la cuarta parte del territorio de Asturias con más de 220.000 ha.



La jornada, que contó con la asistencia de la consejera de Agroganadería y Recursos Autóctonos del Principado de Asturias, M^a Jesús Álvarez González y el director gerente del SERIDA, Koldo Osoro Otaduy, reunió a más de 150 participantes procedentes de Asturias y otras Comunidades Autónomas.

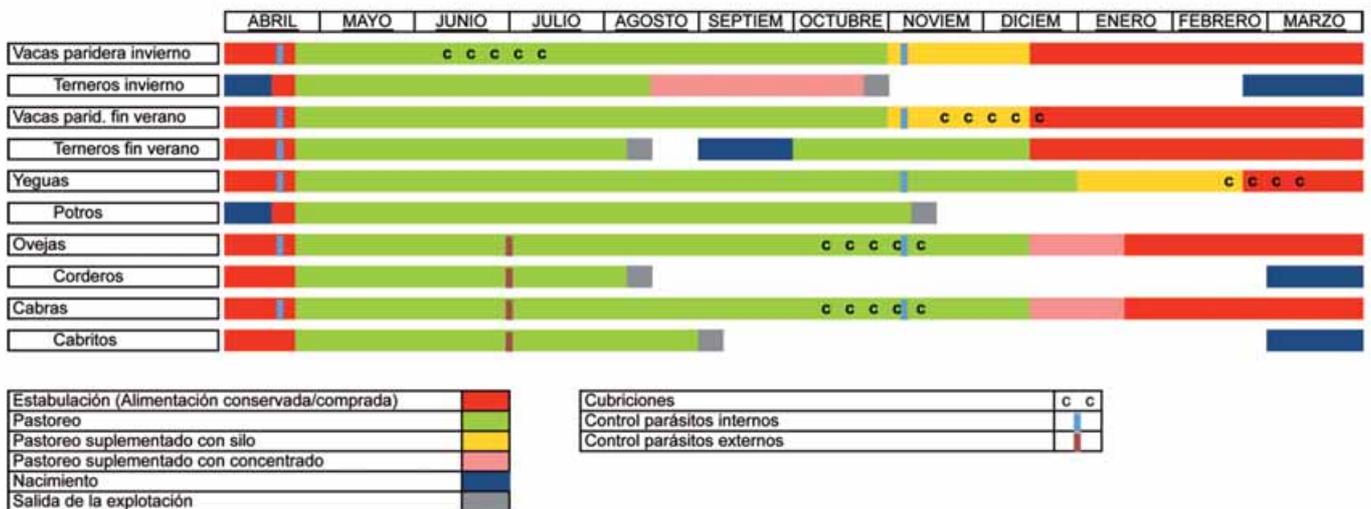
Se inició el evento con la bienvenida a los asistentes de la consejera de Agroganadería y Recursos Autóctonos, y a continuación se desarrollaron las intervenciones a cargo de investigadores del SERIDA, en diferentes puntos de la finca señalizados con paneles expositivos, completando así un recorrido por las zonas más significativas donde se han desarrollado los trabajos de investigación.

El Dr. Koldo Osoro, director gerente del SERIDA, realizó la primera exposición acerca de la producción animal sobre zona de brezal-tojal y de monte parcialmente mejorado. A continuación Urcesino García, coordinador de la Estación Experimental de Illano presentó el establecimiento de pastos mejorados en zonas de monte. Seguidamente Antonio Martínez, jefe del Departamento Tecnológico y de Servicios habló del manejo y rentabilidad de los herbívoros en montes de brezal-tojal con zonas de pasto mejorado.

↑
Koldo Osoro Otaduy, director gerente del SERIDA durante la exposición: "Producción animal sobre zona de brezal-tojal y pastos mejorados".

↓
Figura 1.-Esquema del manejo anual realizado con los diferentes tipos de rebaño en la finca experimental de la Sierra de San Isidro (Illano).

Los resultados de las investigaciones realizadas por el SERIDA demuestran que en estas zonas desfavorables con escasos recursos y ocupadas principalmente por brezo y tojo, es posible establecer sistemas rentables y sostenibles de producción animal con ganado vacuno, ovino, caprino y caballar, por lo que representan una oportunidad para la puesta en valor de grandes extensiones de terreno y con ello crear riqueza y actividad en áreas rurales con los consiguientes beneficios sociales y medioambientales.



Pastoreo suplementado con concentrado: tenemos 2 kg/día, ovejas y cabras 300 g/día.
 Pastoreo suplementado con silo: vacas 2 kg MS/día y yeguas 3 kg MS/día.



mal expuso los cambios en la biomasa y su composición en las zonas de brezal-tojal.

Con la finalidad de completar la información presentada durante las sesiones, se editó un folleto de título "Manejo y rentabilidad de los herbívoros en montes de brezal-tojal con zonas de pasto mejorado", que fue distribuido entre todos los asistentes, así como otras publicaciones relacionadas.

La celebración de esta jornada supuso el poner al alcance del sector el conocimiento generado por los investigadores del SERIDA en materia agrícola y ganadera, con la finalidad de mejorar los resultados económicos de las explotaciones.

Más información

Otros temas expuestos en el transcurso de la jornada fueron los aspectos sanitarios del manejo de rebaños a cargo de la Dra. Silvia Rojo y la biodiversidad en brezales-tojales a cargo de la Dra. Rocío Rosa, ambas investigadoras del Área de Sistemas Producción Animal. Finalmente el Dr. Rafael Celaya, también investigador del Área de Sistemas de Producción Ani-

En la web del SERIDA figura un dossier con una recopilación de la información más destacada publicada, tanto a nivel científico como divulgativo, de los resultados que se van generando en los trabajos desarrollados en la finca.

(<http://www.serida.org/publicaciones-detalle.php?id=5560>) ■



Clausura de la jornada a cargo de la consejera de Agroganadería y Recursos Autóctonos del Principado de Asturias, M^a Jesús Álvarez González.





Jornada de transferencia “El cultivo de la escanda de Asturias”

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

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

El Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), junto a la Asociación Asturiana de Productores de Escanda (ASAPES) y la Escuela de Agricultura de la Consejería de Agroganadería y Recursos Autóctonos organizaron la jornada técnica y demostrativa “El cultivo de la escanda de Asturias”, que se desarrolló en las instalaciones del SERIDA en Villaviciosa el pasado 18 de julio de 2013.

El objetivo de esta jornada fue la transferencia de los conocimientos adquiridos a partir de sucesivos trabajos de experi-

mentación e investigación sobre el cultivo de la escanda, y el desarrollo de nuevas variedades llevados a cabo por el SERIDA durante los últimos diez años.

La jornada se estructuró en cuatro bloques, comenzando con una visita a las parcelas experimentales del SERIDA, donde los asistentes pudieron observar las nuevas variedades de escanda seleccionadas y caracterizadas por el SERIDA.

En la segunda parte Guillermo García, técnico del Área de Experimentación y Demostración Agroganadera ofreció unas

recomendaciones generales para el cultivo de la escanda de Asturias, en base a los resultados obtenidos en los ensayos llevados a cabo en fincas colaboradoras durante el periodo 2003-2011, en los que se estudiaron los aspectos agronómicos más relevantes del cultivo.

En la tercera parte, el Dr. Juan José Ferreira, responsable del Programa de Genética Vegetal presentó los resultados obtenidos en el proyectos "Valoración morfoagronómica y de calidad de líneas de escanda asturiana para la recuperación del cultivo", financiado por el PCTI y FEDER.

Los trabajos desarrollados en el SERIDA en los últimos años, han permitido aislar algunas líneas puras de escanda y seleccionar y caracterizar entre ellas las de mayor valor, a partir de sus características morfológicas y agronómicas. Fruto de este trabajo, se dispone de nuevas variedades de escanda (líneas puras de *Triticum aestivum* L, subsp. *Spelta*) con características superiores a las empleadas actualmente por los productores, y que fueron presentadas en esta jornada.

Finalmente Enrique Malo, secretario de ASAPES, revisó, desde el punto de vista de los productores, la evolución del sector durante los últimos diez años, la situación actual y las perspectivas de futuro, entre las que destaca la obtención de una D.O.P. para la escanda de Asturias. Igualmente hizo un balance de las activi-

→
Cartel de la jornada.

Jornada de transferencia

El cultivo de la escanda de Asturias

LUGAR: SERIDA (Villaviciosa)
FECHA: Jueves 18 de julio de 2013
La asistencia es libre y gratuita para todas las personas interesadas

Programa de la jornada

16:00 Presentación de la Jornada.

16:15 **Recomendaciones para el cultivo de la Escanda de Asturias.**
Resultado de las experiencias realizadas durante el periodo 2003 - 2011.
Guillermo García González de Lena. Técnico del Área de Experimentación Agroforestal del SERIDA.

16:45 **Descripción agro-morfológica y calidad harino-pañadera de las nuevas variedades de Escanda.**
Resultados del Proyecto: Valoración morfo-agronómica y de calidad de líneas de escanda asturiana para la recuperación del cultivo.
Dr. Juan José Ferreira Fernández. Responsable del Programa de Genética Vegetal del SERIDA.

17:15 **Situación actual y perspectivas del cultivo de la Escanda de Asturias. El papel de ASAPES.**
Representante de la Asociación Asturiana de Productores de Escanda (ASAPES).

17:45 **Visita al campo experimental de nuevas variedades.**

Organiza: Colabora:

↙
Visita a la parcela experimental con diferentes variedades de escanda.
SERIDA (Villaviciosa).

↘
Asistentes a la Jornada del cultivo de la escanda de Asturias.

dades realizadas por la asociación durante los últimos diez años. También expuso el papel de ASAPES de cara al futuro desarrollo del sector, y el apoyo que podría proporcionar a las personas interesadas en el cultivo de la escanda.

Los resultados de investigación realizados, que concluyen con la obtención de nuevas variedades de escanda, contribuyen por una parte a mejorar la rentabilidad de las explotaciones agrarias actuales y a facilitar la protección de un cultivo tradicional y emblemático en Asturias. ■





Jornada de poda y cuidados de invierno en plantaciones de manzano de sidra

ENRIQUE DAPENA DE LA FUENTE. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Responsable del Programa de Fruticultura. edapena@serida.org
M.ª DEL PILAR ORO GARCÍA. Jefa del Área de Transferencia y Formación. pilaroro@serida.org

↑
Asistentes a la Jornada de poda y cuidados de invierno en plantaciones de manzano de sidra en la parcela experimental del SERIDA (Villaviciosa).

El Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), junto con la Escuela de Agricultura de la Consejería de Agroganadería y Recursos Autóctonos, organizaron el pasado 15 de febrero de 2013 en Villaviciosa la "Jornada de poda y cuidados de invierno en plantaciones de manzano de sidra", dentro del Programa Formativo Rural 2013 de la Consejería de Agroganadería y Recursos Autóctonos.

La jornada que reunió a más de 250 asistentes, se inició en el Teatro Riera con la presentación de la misma a cargo de Antonio Martínez, jefe del Departamento

Tecnológico y de Servicios (SERIDA), y estuvo desarrollada por el equipo del Programa de Fruticultura del Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario, que coordina el Dr. Enrique Dapena.

La jornada se dividió en dos partes, la primera de carácter teórico, con la exposición a cargo del Dr. Enrique Dapena y el Dr. Marcos Miñarro de temas de gran interés para los productores de manzana de sidra. La segunda parte, de carácter práctico consistió en la realización de prácticas de poda en la parcela experimental del SERIDA en Villaviciosa.

Entre los temas abordados en la parte expositiva destacan los siguientes:

Fertilización. Se comentaron aspectos básicos sobre el suelo, la fertilización, tipo de abono y zonas de aplicación. Se proporcionaron ejemplos de cálculo de dosis de abono, según su composición de abonado en sistema de cultivo ecológico e integrado, así como los efectos en el crecimiento y la producción.

Mantenimiento del suelo. Presentación de los diferentes sistemas de mantenimiento de línea (acolchado y desherbado) y sistemas de mantenimiento de calle (desbrozado, segado y pastoreo).

Protección fitosanitaria. Cuidados de invierno y principios de primavera, selección de los productos adecuados para los tratamientos de las plagas más comunes del manzano.

Poda de formación y de fructificación en plantaciones de eje y tradicional. Se explicaron las fases de poda a lo largo del año y el manejo de ramas fructíferas.

Una vez finalizada la parte expositiva en el Teatro Riera, los asistentes se trasladaron a la finca experimental del SERIDA en Villaviciosa, donde se inició en el año 2008 una plantación con las 22 variedades de manzana acogidas a la Denominación de Origen Protegida (D.O.P).

En la finca se desarrollaron varias prácticas de poda dirigidas por Enrique Dapena, con la colaboración de Paulino Dapía que mostraron a los asistentes las



técnicas de poda y resolvieron las numerosas preguntas planteadas.

Los participantes tuvieron la oportunidad de conocer los principales aspectos del cuidado de las plantaciones de manzano, y las peculiaridades de cada una de las variedades de manzana de la D.O.P. en el transcurso de una actividad de unas cinco horas de duración, así como a través de la documentación entregada en la misma.

La celebración de esta jornada contó con la colaboración de diversas entidades y asociaciones del sector: Ayuntamiento de Villaviciosa, Caja Rural de Gijón, D.O.P "Sidra de Asturias", COPAE, Campoastur y CADA. ■



↑
Asistentes a la Jornada de poda y cuidados de invierno en plantaciones de manzano de sidra. Teatro Riera (Villaviciosa).

←
Demostración práctica de poda de manzano, a cargo de Enrique Dapena, responsable del Programa de Fruticultura (SERIDA).



Nuevos proyectos de I+D+i

Área de Sistemas de Producción Animal

Respuestas productivas, parasitosis y sostenibilidad de diferentes tipos de rebaños de rumiantes en brezales-tojales parcialmente mejorados en zonas desfavorecidas.

Entidad financiadora: Ministerio de Economía y Competitividad. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria.

Referencia: RTA2012-00112-C02-00.

Investigador Principal: Dr. Koldo Osoro Otaduy

Cantidad concedida: 65.040 €.

Duración: 2013-2016.

Descripción: La cubierta vegetal dominante en el noroeste de la Península Ibérica es el brezal-tojal. La sostenibilidad de estos territorios está aminorada por la baja rentabilidad de las actividades productivas que llevan al abandono de los sistemas de producción, a la matorralización del territorio y a la proliferación de los incendios más agresivos ambientalmente.

En el presente proyecto se persigue, basándose en la información obtenida de proyectos previos (las respuestas productivas, el impacto en la dinámica vegetal y la sostenibilidad económica y ambiental), estudiar diversas estrategias de manejo, para posteriormente aplicarlos a estos territorios. La gestión de las superficies de suelo público y privado ocupado por el matorral de brezal-tojal, es uno de los elementos básicos para el desarrollo de explotaciones competitivas que permitan mejorar las condiciones socioeconómicas del medio rural y su valoración por la sociedad urbana.

El objetivo global del proyecto es el lograr sistemas sostenibles de manejo para la gestión de los brezales-tojales del noroeste peninsular, teniendo presentes la producción animal diversificada y la biodiversidad del medio.

Los objetivos específicos a estudiar en el subproyecto que llevará a cabo el SERIDA son:

1. La conducta de pastoreo: Tiempos de pastoreo y dieta seleccionada
2. La dinámica de la vegetación: Componentes y calidad
3. Las respuestas en variaciones de peso de los animales
4. Los rendimientos reproductivos
5. Las cargas parasitarias de los animales
6. Las necesidades de alimentación invernal y costes

En el presente proyecto también interviene el Instituto de Ganadería de Montaña (IGM) de León, perteneciente al CSIC y a la Universidad de León.

Implicaciones del pastoreo del vacuno en la conservación de la biodiversidad en los pastos de Asturias.

Entidad financiadora: Ministerio de Economía y Competitividad. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria.

Referencia: RTA2012-00110-00-00.

Investigador Principal: Dra. Rocío Rosa García.

Cantidad concedida: 80.040 €.

Duración: 2013-2016.

Descripción: La actividad ganadera y la conservación de la biodiversidad han discurrido en paralelo en Asturias, pero en los bosques naturales apenas se han estudiado conjuntamente a pesar de su evidente implicación en el mantenimiento del "Paraíso Natural". Este proyecto contempla analizar el papel que el pastoreo ha jugado y

juega en la dinámica de la biodiversidad de los pastos y bosques naturales asturianos, utilizando como modelos dos zonas con tradición ganadera y características diferenciadas: Toroyes (dominada por bosques de frondosas en la zona costera) y los puertos de Agüeria, situados en el Parque Natural de las Ubiñas-La Mesa a 1600-1800 m de altitud y tapizados de brezales de Calluna y pastos dominados por Agrostis, Festuca y Nardus.

En ambas zonas se caracterizará su cubierta vegetal y se analizarán la evolución del paisaje y los usos del suelo en correlación a los cambios en el manejo de los recursos naturales. Paralelamente, se estudiará su biodiversidad fitopatológica (patógenos fúngicos y bacterianos) y se analizará el efecto del pastoreo sobre la vegetación y la fauna de artrópodos (arañas y escarabajos coprófagos). Dicho pastoreo será ejercido por vacunos de carne de las razas autóctonas Asturiana de los Valles y Asturiana de la Montaña (en peligro de extinción). Se comparará la fauna y flora de las zonas dominadas por herbáceas con las dominadas por frondosas (en Toroyes) o por matorral de alta montaña (en Agüeria). Se evaluará el poder explicativo de las variables ambientales sobre las comunidades de artrópodos en cada tipo de vegetación y se estudiará el comportamiento de pastoreo del ganado así como su selección de dieta.

Los objetivos específicos del proyecto son:

- Estudiar el papel del pastoreo del vacuno en la conservación de la biodiversidad en pastos de la zona costera.
- Estudiar el papel del pastoreo para la conservación de la biodiversidad de los pastos de alta montaña.
- Comparar la dinámica de la biodiversidad en las dos zonas de estudio.

Área de Nutrición, Pastos y Forrajes

Instrumentos NIRS portátiles de nueva generación para el análisis "on site" y la toma de decisiones en tiempo real en la industria y en la explotación ganadera.

Entidad financiadora: Ministerio de Economía y Competitividad. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria.

Referencia: RTA2012-00063-C02-01.

Investigador Principal: Dra. Begoña de la Roza Delgado.

Cantidad concedida: 50.001 €.

Duración: 2013-2016.

Descripción: La experiencia y el conocimiento acumulado en la colaboración que vienen realizando el SERIDA y la UCO (Universidad de Córdoba), en el marco de Proyectos de I+D como el presente, abarca no sólo los aspectos relativos a la tecnología NIRS y sus aplicaciones, sino asimismo al conocimiento relativo a las necesidades y demandas de mejora de los actuales sistemas de gestión y uso de la información en el sector de la alimentación animal. El presente proyecto trata de profundizar científicamente en el uso y tratamiento matemático de la información generada por un instrumento NIRS portátil de nueva generación, basado en tecnología MEMS (Micro-electronical Mechanical Systems), como elemento de información de Sistemas de Ayuda a la Decisión en explotaciones de ganado vacuno de leche.

El objetivo global es la integración de sensores MEMS-NIRS portátiles de nueva generación, en sistemas de ayuda a la decisión en explotaciones ganaderas de vacuno de leche.



Y los objetivos específicos más relevantes son:

- Puesta a punto y optimización de la recogida de espectros de calidad, de productos sólidos (harinas de origen animal) y líquidos (leche), incluyendo la evaluación del muestreo necesario.
- Obtención de grandes bases de datos espectrales de harinas de origen animal a granel (en saco y en montón) y, asimismo, de leche procedente de animales individuales, sometidos a programas de alimentación controlada.
- Optimización de la estructura de las bibliotecas espectrales y algoritmos matemáticos para la caracterización química y etiquetado (voluntario y obligatorio) previo a su comercialización.
- Optimización de librerías espectrales y modelos quimiométricos NIRS para la caracterización físico-química de leche y su posterior incorporación en bases de datos de programas de gestión de la alimentación.
- Transferencia y evaluación de modelos quimiométricos entre instrumentos at-line e instrumentos MEMS-NIRS y entre instrumentos MEMS-NIRS.
- Puesta a punto de una metodología para la transmisión e integración de datos MEMS-NIRS obtenidos on-site, con sistemas de gestión de la información en industria y explotaciones.

Bases y estrategias de producción de cultivos forrajeros adaptados a las condiciones agroclimáticas de la Cornisa Cantábrica para la producción de leche de vacuno de calidad diferenciada en sistemas sostenibles, integrados en el territorio y orientados a los requerimientos de la nueva PAC.

Entidad financiadora: Ministerio de Economía y Competitividad. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria.

Referencia: RTA2012-00065-C05-01.

Investigador Principal: Dra. Adela Martínez Fernández.

Cantidad concedida: 130.000 €.

Duración: 2013-2016.

Descripción: El presente proyecto se sustenta en el uso eficiente de los recursos generados en las explotaciones para el desarrollo de sistemas de producción de leche de vacuno de calidad que sean sostenibles y competitivos en las condiciones agroclimáticas y estructurales particulares de la Cornisa Cantábrica, donde se concentra la mayor parte de la actividad lechera de vacuno de España, con más del 60% de la producción y del 80% de las explotaciones del sector. Además del SERIDA, intervienen en el proyecto centros de investigación de Galicia, Cantabria, País Vasco y Navarra.

Se pretende alcanzar la competitividad del sector productor de leche ligada a la calidad, a la seguridad alimentaria y a la innovación reduciendo los costes de producción, aumentando la rentabilidad y mejorando los componentes funcionales de la leche, en busca de la sostenibilidad económica y ambiental del sector ante las nuevas condiciones de la PAC (2014-2020) vinculada al pago por superficie.

Para ello, se evaluarán los diferentes sistemas de producción existentes, en busca de los mejor adaptados a los sistemas locales o regionales, en función de sus peculiaridades suelo-clima, empleándose modelos de simulación de producciones para identificar las estrategias agrarias de producción de cultivos forrajeros y alimentación animal que mejor contribuyan a la sostenibilidad económica y ambiental de las explotaciones ganaderas de leche.

Se pretende mejorar la gestión de la producción forrajera, buscando alternativas viables al raigrás italiano como forraje de invierno para rotar con el maíz e investigar en la incorporación de nuevos cultivos (proteaginosas y oleaginosas) cuyos subproductos (tortas) se pueden erigir como alternativa de interés en la sustitución de la soja en los piensos. Los ensayos sobre cultivos forrajeros se completarán con



ensayos de alimentación, bajo la premisa de utilizar recursos forrajeros propios con la mayor ingestibilidad y valor energético posibles, que minimicen las necesidades de alimentación externa. Se pretende explorar además en qué medida el consumo de pastos y forrajes propios permite producir leche enriquecida en compuestos funcionales, como elemento diferenciador ante un posible pago por calidad y de imagen de producto.

Se plantea también reducir los inputs de nitrógeno externos al sistema sin afectar a la producción, mediante un mejor aprovechamiento de los productos orgánicos generados en la propia explotación (estiércoles y purines), utilizándolos como fertilizantes para favorecer el reciclado de nutrientes y energía al tiempo que se reducen los residuos agroganaderos.

Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales

Programa de Fruticultura

Obtención de variedades de manzana de sidra de calidad, elevada resistencia y regularidad productiva. Aplicación de nuevas técnicas de análisis de metabolitos y de selección asistida con marcadores

Entidad financiadora: Ministerio de Economía y Competitividad. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria.

Referencia: RTA12-00118-C03-01.

Investigador Principal: Dr. Enrique Dapena de la Fuente.

Cantidad concedida: 109.920 €.

Duración: 2013-2016.

Descripción: Con la ejecución de este proyecto, se podrá poner a disposición del sector productor, elaborador y viverista, nuevas variedades de elevado interés, en cuanto a calidad del fruto, resisten-



cia a moteado, fuego bacteriano y pulgón ceniciento y regularidad productiva, en base a información agronómica, tecnológica y de la composición bioquímica y aromática de variedades locales preseleccionadas y obtenciones preseleccionadas entre las descendencias de cruzamientos de mejora efectuados en el periodo 1990-94. También hará posible llevar a cabo la preselección de nuevas obtenciones entre los mejores descendientes de los cruzamientos del periodo 1995-2001.

La disponibilidad de estas nuevas variedades permitirá abordar una segunda generación de cruzamientos entre algunas de estas obtenciones, para obtener genotipos con una combinación óptima de estos caracteres.

Por otra parte, se efectuará el análisis fenotípico y genético en una población de una descendencia de 'Meana' x 'Florina' respecto al contenido de componentes fenólicos y la resistencia al fuego bacteriano y al pulgón ceniciento, para la determinación de QTLs y marcadores ligados a dichos caracteres de interés y se verificará la eficacia de algunos marcadores en la selección de genotipos de interés en otra descendencia que tenga un genitor común. Ello nos permitirá disponer de nuevas herramientas para la selección asistida con marcadores en el programa de mejora de variedades de manzana de sidra.

Los objetivos que se persigue el proyecto son:

- Obtención de variedades de elevada calidad de fruto, en especial de tipo amargo y dulce amargo. Análisis de la composición bioquímica y aromática de nuevas obtenciones y variedades locales preseleccionadas.
- Mejora de la resistencia y regularidad productiva. Evaluación de la resistencia a pulgón ceniciento, fuego bacteriano y moteado.
- Análisis genético de caracteres de interés, relacionados con la composición fenólica del fruto, la resistencia al fuego bacteriano y al pulgón ceniciento, para la localización de QTLs y marcadores ligados a dichos caracteres.
- Aplicación de los nuevos marcadores moleculares obtenidos en la selección de otra descendencia. Verificación de su eficacia en el proceso de selección de genotipos de interés.

Conservación de recursos fitogenéticos del Banco de Germoplasma de Manzano de Asturias

Entidad financiadora: Ministerio de Economía y Competitividad. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria.

Referencia: RFP2012-22.

Investigador Principal: Dr. Enrique Dapena de la Fuente.

Cantidad concedida: 55.000 €.

Duración: 2013-2016.

Descripción: El objetivo del proyecto es garantizar por una parte, el mantenimiento y la conservación de la mayor colección de germoplasma de manzano del estado español, que reúne una amplia representación de variedades locales de Asturias y País Vasco, variedades de Galicia y nordeste de España y variedades extranjeras de mesa y de sidra, reuniendo en total 799 variedades de manzano.

Esto permitirá que se pueda seguir con los trabajos de caracterización, evaluación y mejora en condiciones óptimas, además de poder continuar con la documentación de las entradas disponibles.

Programa de Genética Vegetal

Mejora genética frente a cuatro hongos patógenos comunes en los cultivos locales de judía

Entidad financiadora: Ministerio de Economía y Competitividad. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria.

Referencia: RTA2012-00052-00-00.

Investigador principal: Dr. Juan José Ferreira Fernández.

Cantidad concedida: 50.000 €.

Duración: 2013-2016.

Descripción: El oidio [*Erysiphe diffusa* (Cooke & Peck) U. Braun & S. Takami], el moho blanco [*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) Korf and Dumont], la ascochyta [*Phoma exigua* var. *diversispora*] y las podredumbres radiculares causada por *Pythium ultimum* Trow son enfermedades que causan graves daños en el cultivo de judía común (*Phaseolus vulgaris* L.) y, particularmente, en el cultivo de tipo comercial fabada en el norte de España. Hay una limitada información sobre fuentes de resistencias y el control genético de la resistencia frente a oidio, ascochyta y *Pythium* en planta en esta especie. El conocimiento del control genético de la resistencia frente a estos hongos proporciona una herramienta esencial para la mejora genética frente a estas enfermedades.

El objetivo de este proyecto es la introgresión de resistencia genética a oidio y moho blanco en la clase comercial de judía, faba granja asturiana. También en este proyecto se abordarán estudios de pre-breeding que incluyen la puesta a punto de métodos de evaluación de la resistencia y la búsqueda de fuentes de resistencia a *ascochyta* y *Pythium* en planta. Así mismo se abordarán estudios encaminados a incrementar el conocimiento del control genético de la resistencia a estos patógenos. Para el desarrollo de estos objetivos, serán utilizados los resultados de los proyectos de secuenciación de los genotipos BAT93 y G19833. El desarrollo de los objetivos tendrá un gran impacto en el programa de mejora genética local así como para otros programas de mejoras y podrá ser de utilidad para otras especies relacionadas.

Área de Tecnología de los Alimentos

Elaboración de sidras naturales licorosas obtenidas con manzanas acogidas a la Denominación de Origen "Sidra de Asturias" y levaduras autóctonas.

Entidad financiadora: Ministerio de Economía y Competitividad. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria.

Referencia: RTA2012-00075-00-00.

Investigador Principal: Dra. Rosa M.ª Pando Bedriñana.

Cantidad concedida: 89.000 €.

Duración: 2013-2016.

Descripción: En este proyecto se propone favorecer la diversificación de los productos elaborados por el sector sidrero asturiano mediante el desarrollo de métodos de elaboración que aseguren la calidad, reproducibilidad y competitividad en los mercados. En este sentido, en colaboración con la bodega Valle, Ballina y Fernández se pretende optimizar la elaboración de sidras licorosas naturales con variedades de manzana acogidas a la DOP "Sidra de Asturias" mediante fermentaciones inducidas utilizando levaduras autóctonas. La elaboración de este tipo de sidras naturales exige la optimización de varios factores. En primer lugar, el enriquecimiento de los mostos requiere la congelación artificial de la materia prima (fruto o mosto); en segundo lugar, es necesario elegir tanto el tipo de mosto como las cepas de levaduras autóctonas apropiadas para la fermentación de mostos con elevadas concentraciones de azúcares.

Los objetivos son:

1. Caracterización de cepas *S. bayanus*/*S. pastorianus*/*S. kudriavzevii*/*S. mikatae*. Selección tecnológica de cepas autóctonas con aptitudes para la elaboración de sidras naturales licorosas con elevados grados alcohólicos.
2. Elaboración de sidras naturales licorosas bajo condiciones que permitan la reproducibilidad del proceso.



Tesis y Seminarios

Tesis de Máster



Utilización de ensilados de cultivos forrajeros invernales obtenidos con fertilización orgánica alternativos al raigrás italiano en la alimentación de vacas lecheras durante el período de transición.

Autor: Mohamed Benaouda.

Año: 2013.

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

Lugar de presentación: Instituto Agro-nómico del Mediterráneo. Universidad de Zaragoza.

Bajo la premisa de utilizar forrajes de calidad suplementados con el mínimo aporte de concentrado en la alimentación de vacas lecheras en condiciones de pastoreo, como una medida para afrontar la actual situación en la que se encuentra inmerso el sector lechero, y con la necesidad de encontrar nuevos cultivos alternativos más respetuosos con el medio ambiente, se ha planeado el presente trabajo de investigación para evaluar el ensilado de un cultivo asociado de una leguminosa (haba forrajera) y una crucifera (colza forrajera; HC) como una alternativa al ensilado de raigrás italiano (RI) en la alimentación de vacas frisonas durante el período de transición en condiciones de pastoreo.

Los cultivos invernales a evaluar se establecieron sobre dos parcelas colindantes. El cultivo asociado HC fue manejado con criterios de sostenibilidad medioambiental (fertilización orgánica y bajos inputs de herbicidas) mientras que el RI con un manejo convencional (uso de fertilización sintética y herbicidas). Los resultados mostraron una producción forrajera del HC en un solo corte numéricamente superior a la producción acumulada de los dos cortes del RI tanto en materia seca como en proteína bruta e inferior en materia orgánica digestible y ener-

gía. La estimación del índice de ensilabilidad de los forrajes clasificó al RI como forraje de alta ensilabilidad mientras que el de la asociación HC como de media ensilabilidad. El crecimiento de adventicias asociadas al cultivo de verano posterior (maíz en ambas parcelas) fue significativamente menor tras el forraje de invierno HC que el RI, ello a pesar de la aplicación de una menor dosis de herbicida, lo que demuestra el poder herbicida de la colza. La evolución del contenido en potasio (K) del suelo refleja el efecto de la fertilización orgánica, rica en K, así como la extracción de K de las capas profundas del suelo por parte de la colza.

Con los ensilados de estos forrajes se elaboraron dos dietas isoenergéticas e isoproteicas que fueron ofertadas *ad libitum* a dos grupos de vacas frisonas, desde cuatro semanas antes de la fecha prevista del parto hasta cuatro semanas después. Las vacas tuvieron acceso al pasto entre 12 y 16 horas por día. Los animales en el grupo HC tuvieron un consumo de TMR inferior al observado en el grupo RI. Esto se vio compensado por una mayor ingestión de hierba en pastoreo durante las cuatro semanas preparto, sin embargo esta compensación no continuó en el postparto, lo que manifestó que la recuperación de la ingestión de materia seca total después del parto que fue numéricamente mayor en el grupo RI que en el grupo HC. La menor ingestión de materia seca del grupo HC no afectó la producción de leche ni al contenido proteico de la misma, ahora bien, el porcentaje de grasa en la leche producida fue superior en grupo RI respecto al grupo HC. No obstante, la grasa obtenida de leche del grupo HC fue más rica en ácidos grasos poliinsaturados que la grasa de la leche del grupo RI, sobre todo en proporción de ácido linoleico, CLA y linolénico.

La sustitución del raigrás italiano por el cultivo asociado de haba y colza forrajeras proporciona la ventaja agronómica de una mayor producción por hectárea, a la vez que permite reducir el uso de fertilizantes químicos y herbicidas. El uso de esta asociación forrajera ensilada en la alimentación de vacas en preparto permite reducir el aporte de concentrado en la ración e incrementa el consumo de hierba de pastoreo, lo que permitiría reducir los costes de alimentación en el preparto. Utilizando la misma ración tras el parto, se observa que no afecta a la producción de leche y mejora notablemente el perfil lipídico de la grasa de la misma. No obstante, se observa una limitación en la ingestión de materia seca tras el parto que podría afectar a la producción de leche a medio y largo plazo y a la reactivación de la reproducción, por lo que debería estudiarse

la posibilidad de su aporte conjunto con otros forrajes y/o su ensilado con aditivos que permitieran incrementar su digestibilidad e ingestión voluntaria tras el parto.

Trabajos Fin de Grado



Polinizadores del manzano en Asturias: efecto de las variables meteorológicas sobre los patrones de actividad

Grado: Biología.

Autor: Alejandro Núñez Carbajal.

Año: Julio, 2013.

Directores: Dr. Marcos Miñarro Prado (SERIDA) y Dra. Araceli Anadón Álvarez (Universidad de Oviedo).

Lugar de presentación: Facultad de Biología. Universidad de Oviedo.

Calificación: Matrícula de Honor (10).

El cultivo del manzano en Asturias es una de las actividades agrícolas de mayor importancia debido principalmente al interés socioeconómico que genera la producción de sidra. La polinización realizada por los insectos o entomófila es clave para la obtención de fruto en el manzano y, por tanto, para el rendimiento económico del cultivo, lo que justifica el interés por conocer qué insectos contribuyen a su polinización. Además, Asturias es una comunidad con un clima típicamente templado oceánico con precipitaciones abundantes a lo largo de todo el año. En concreto la primavera suele ser especialmente lluviosa, lo que dificulta la actividad de los insectos y por tanto la polinización del manzano. Por otro lado, las plantaciones tienen en la cubierta del suelo una notable presencia de flores que pudieran resultar más atractivas para los polinizadores que las del propio manzano. Los objetivos del trabajo fueron: (1) identificar la comunidad de polinizadores del manzano, (2) determinar variaciones en la actividad de los polinizadores y su relación con variables meteorológicas y (3) valorar la posible com-

petencia por los polinizadores entre el manzano y la cubierta floral del suelo.

Entre abril y mayo de 2013, dos veces por semana y tres veces por día, se hizo un registro de los insectos que visitaban las flores del manzano (y las de la cubierta floral) en una plantación de Villaviciosa. Se registraron un total de 1980 insectos visitando las flores de los manzanos, los cuales se clasificaron en cuatro órdenes: himenópteros (72,0%), dípteros (25,5%), coleópteros (2,0%) y lepidópteros (0,5%). Destacaron por su abundancia la abeja doméstica (*Apis mellifera*; 36,7%) y los abejorros (*Bombus* spp.; 18,2%). Se observó una notable variación entre días y entre horas en la actividad de los insectos que visitaron las flores, variación que se correlacionó con las variables meteorológicas, si bien éstas no afectaron por igual a todos los grupos de insectos. Por ejemplo, los abejorros mostraron una menor dependencia de dichas variables y visitaron las flores en condiciones más adversas. Cuantitativamente *Apis mellifera* contribuyó a la polinización del manzano en mayor medida; sin embargo, cualitativamente las especies de *Bombus* se consideran más eficaces. La competencia entre la cubierta floral y los manzanos por los polinizadores no parece relevante, puesto que los dos taxones más frecuentes (abejas y abejorros) prefirieron visitar las flores de los manzanos.



Efecto del pastoreo del Gochu Asturcelta sobre la vegetación de un castañar.

Autora: Lucía Tamargo Pérez.

Año: Julio, 2013.

Directores: Profesor J. Homet (Universidad de Oviedo) y Dra. Marta Ciordia (SERIDA).

Lugar de presentación: Universidad de Oviedo.

Se evalúa la evolución de la flora vascular y de las comunidades vegetales que constituyen el monte Sela da Loura (Vegadeo, Asturias, España), gestionado con inclusión de la raza porcina autóctona de Asturias, o Gochu Asturcelta. Se cerraron tres parcelas con una superficie media de 6170 m² en las que se introdujeron ocho cerdos durante

seis meses. Como parcelas testigo se delimitaron cuatro parcelas contiguas gestionadas sin cabaña porcina, de 1000 m² cada una, en las que se realizaron los inventarios de vegetación. Para cada taxón se determinó el índice de Abundancia-dominancia, así como su carácter bioindicador y medicinal.

Se observó una elevada diversidad de especies vegetales, estando mejor representada la familia Poaceae (11,21%). Destacó el porcentaje de taxones forestales (48%), seguido por el de acidófilos (28%) y el de medicinales (26,7%). Los cerdos mostraron muy buena capacidad de evitar la ingesta de plantas tóxicas, además de los helechos. Si bien el porcentaje total de árboles dañados por los cerdos ha sido elevado (41% en la zona más castigada), el daño solo afectó mínimamente a las raíces superficiales y bases de troncos.

Al año siguiente, con anterioridad a la entrada de nuevos rebaños, se realizaron inventarios florísticos en las parcelas ya pastadas. Se observó que la distribución espacial de la vegetación en estratos del monte de Sela da Loura, -una carbayeda oligotrofa con presencia de abedul-, se mantiene tras el pastoreo en los cinco estratos predefinidos (arbóreo, arbustivo, matas, herbáceo y de helechos). La biomasa arbustiva del castaño disminuyó, se mantuvo el porcentaje de suelo desnudo y aumentó tanto el del estrato herbáceo como el de helechos. No sólo no se ha observado una disminución en la diversidad de la flora vascular, sino que se han identificado nuevos taxones no incluidos en el catálogo previo, como *Juncus bufonius* o *Scirpus setaceus*, lo cual puede ser explicado por ser especies típicas de hábitats húmedos, alterados y con aportes nitrogenados, favorecidos por la presencia constante de los animales en la zona.



Caracterización genética y fenotípica de cepas *Oenococcus oeni* aisladas de sidras asturianas

Grado: Biología.

Autor: Belén García Fernández.

Año: Julio, 2013.

Directoras: Dra. Rosa Pando Bedriñana (SERIDA) y Elisa María Miguelez González (Universidad de Oviedo).

Lugar de presentación: Universidad de Oviedo.

Este trabajo se enmarca en el Proyecto de Investigación "Caracterización genética, evaluación y conservación de bacterias lácticas aisladas de sidras asturianas" (RM2009-00005) financiado por el Instituto Nacional del Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) y se ha desarrollado en el Área de Tecnología de los Alimentos del Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA).

Las actividades experimentales realizadas permitieron profundizar en el conocimiento de aislados autóctonos de sidra de la especie *Oenococcus oeni*. En este sentido, se evaluaron características "cepa-dependientes" que pueden influir negativamente en la calidad de la sidra.

Objetivos:

- Detección de cepas productoras de exopolisacáridos responsables de la alteración conocida como "filado" de la sidra.
- Detección de cepas que entrañen un potencial riesgo para la salud humana por su capacidad para producir las aminas biógenas: tiramina, feniletamina, histamina, cadaverina y putrescina.

La evaluación de ambas características se realizó de forma cualitativa utilizando medios sólidos que contenían distintas fuentes de carbono y de aminoácidos.

Se trabajó con 120 *O. oeni* procedentes de diferentes muestras de derivados de manzana (sidra, sidra natural y vinagre) de origen asturiano. El 80% fueron aislados en muestras que no presentaban ningún tipo de alteración organoléptica y el resto en sidras con "picado alílico".

Los resultados han evidenciando:

- Una mayor proporción de aislados productores de exopolisacáridos (27%) que de aminas biógenas (0,8%).
- Sólo una cepa mostró capacidad para producir putrescina.
- La producción de ambas características no está influenciada por el origen ni el tipo de muestra (alterada/no alterada).

Finalmente destacar que 92 de los aislados *O. oeni* autóctonos de sidra no son productores de exopolisacáridos ni de aminas biógenas. En la actualidad se continúa su caracterización tecnológica para la selección de iniciadores de la transformación maloláctica.

Publicaciones

Folletos

Variedades de maíz. Actualización año 2012

Alejandro Argentería, Alfonso Carballal, Consuelo González, Adela Martínez, Begoña de la Roza, Ana Soldado, Sagrario Modroño.

Depósito legal: AS717-2013.

Medidas: 15 X 21 cm.

Páginas: 33.

[On line] <http://www.serida.org/pdfs/5322.pdf>

Siero, 2013.

Edita: SERIDA, Consejería de Agroganadería y Recursos Autóctonos.

La relación de variedades comerciales de maíz para ensilar varía cada año. Las empresas productoras de semillas realizan sus propios ensayos, sin embargo las condiciones edafoclimáticas de Asturias pueden ser diferentes, por ello es necesaria la evaluación de esas mismas variedades en la propia Comunidad Autónoma, que en Asturias realiza el SERIDA desde el año 1996.

Este folleto presenta los datos del estudio actualizados a 2012. En él se describe el listado de variedades para cada una de las cuatro zonas edafoclimáticas de Asturias y los criterios recomendados para elegir la más adecuada a las condiciones particulares de cada explotación.



Manejo y rentabilidad de los herbívoros en montes de brezal-tojal con zonas de pasto mejorado

Urcesino García, Antonio Martínez, Rafael Celaya, Rocío Rosa, Silvia Rojo, Koldo Osoro.

Depósito legal: AS-1678/13.

Medidas: 15 X 21 cm.

Páginas: 27.

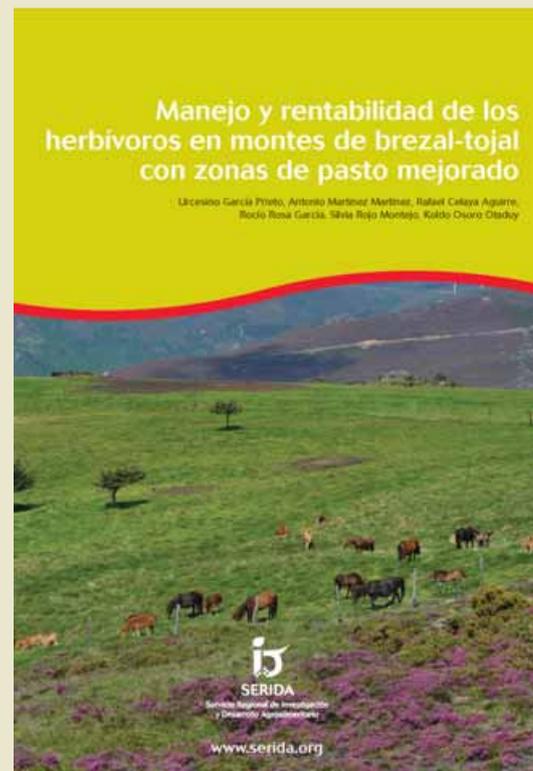
[On line] <http://www.serida.org/pdfs/5559.pdf>

Siero, 2013.

Edita: SERIDA, Consejería de Agroganadería y Recursos Autóctonos.

Asturias cuenta con amplias extensiones de terreno ocupadas por matorral de brezal tojal, que en muchos casos se encuentran infrautilizados, suponiendo un riesgo para la proliferación de incendios. El adecuado aprovechamiento de este tipo de vegetación con el desarrollo de sistemas de producción animal sostenibles en estas zonas, manejo de rebaños de las diferentes especies puede contribuir al aumento de rentabilidad de las explotaciones agrarias.

En este folleto se muestran los resultados de los proyectos de investigación desarrollados en la finca experimental El Carbayal del Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA) en la Sierra de San Isidro (Illano), en cuanto al manejo efectuado de las praderas y los rebaños de ganado vacuno, ovino, caprino y caballar, así como los resultados económicos derivados de dichos manejos.



Maruxa

Nueva variedad de judía tipo Faba Granja

Descripción

Línea de judía tipo "Granja" esencialmente derivada de las variedades Xana y Andecha, portadora de resistencias a antracnosis, virus del mosaico común y necrótico de la judía y moderadamente resistente a oidio.

Características

Agronómicas:

- Producción media: 2.000 kg/ha
- Ciclo de cultivo: 100-110 días
- Peso de 100 semillas: 98-100 g
- Número de semillas por vaina: 2-3

Fenológicas:

- Inicio floración: 50 días
- Final floración: 60-65 días
- Recolección: 100-110 días

Morfológicas:

- Planta con hábito de crecimiento determinado no trepador (Tipo I)
- Planta compacta con entrenudos cortos que no sobrepasa los 80 cm de altura.
- Semilla dentro del tipo comercial "Granja", de color blanco, brillo medio, forma oblonga, semillena y bordes redondeados.

Resistencias

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

Registro

Inscrita en el registro de variedades comerciales (Boletín Oficial del Estado de 19 de mayo de 2010, Num. 122)
BOE Orden ARM/1300/2010 de 7 de mayo.