



Tecnología Agroalimentaria

Boletín informativo del SERIDA

Número 18 - 2016

Insectos: beneficios ■ Comportamiento fenológico del arándano ■ Asturias, paraíso de castañas
■ El brezo planta medicinal antiparasitaria ■ La anguila: patógenos ■ Caracterización de la sidra



SUMARIO

Tecnología Agroalimentaria - SERIDA

Número 18 • 2016

Actualidad

2 | Determinación no invasiva del sexo de embriones cultivados *in vitro*

E. Gómez
M. Muñoz
C. Simó
C. Ibáñez
S. Carrocera
D. Martín-González

Información agrícola

4 | Manzana, kiwi y arándano: sin insectos no hay frutos ni beneficios

Marcos Miñarro Prado
Daniel García García

9 | Comportamiento fenológico de variedades de arándano en las condiciones locales de cultivo

Ana Campa Negrillo
Juan José Ferreira

13 | Fichas de cultivos hortofrutícolas

Moisés M. Fernández de Sousa
Guillermo García González de Lena

Información forestal

21 | Asturias, paraíso de castañas

Marta Ciordia Ara
Santiago Pereira-Lorenzo
Ana Ramos-Cabrer
Belén Díaz

28 | Control de calidad de los frutos del castañar en el bosque mediante sensores portátiles

Ana Soldado Cabezuelo
Sagrario Modroño Lozano
Teresa Picó Moya
Marta Ciordia Ara
Begoña de la Roza Delgado

Información ganadera

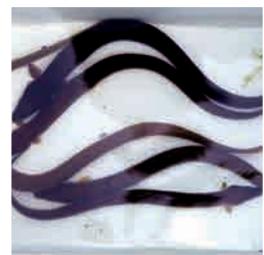
34 | El brezo como planta medicinal antiparasitaria para el ganado caprino

Rafael Celaya Aguirre
Urcesino García Prieto
Antonio Martínez Martínez
Koldo Osoro Otaduy

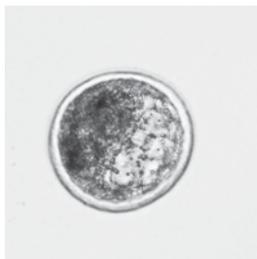
4



42



2

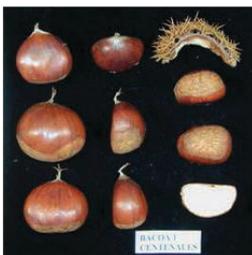


34



58

21



53



Otras producciones

42

La Anguila (*Anguilla anguilla*):
Estudio de los principales patógenos
en poblaciones salvajes de los ríos de
Asturias

Isabel Márquez Llano-Ponte

Tecnología de los alimentos

53

Caracterización microbiológica y química
de borras de sidra

Roberto Rodríguez Madrera
Rosa Pando Bedriñana
Javier García Bellido
Belén Suárez Valles

Jornadas

58

I Festival del arándano y frutos rojos de
Asturias

Guillermo García González de Lena
M.ª Pilar Oro García
Juan Carlos García Rubio

Actividades de transferencia

61

Muestra 'Colección de Semillas de Judía
del SERIDA' en el Jardín Botánico
Atlántico de Gijón

M.ª del Pilar Oro García

Catálogo de convenios

62

Nuevos convenios, contratos y
acuerdos

Tesis y Seminarios

63

Trabajo Fin de Grado

Publicaciones

64

Libros y folletos



61



Tecnología Agroalimentaria es el boletín informativo del Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), organismo público de la Consejería de Desarrollo Rural y Recursos Naturales 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: Ramón Juste Jordán, Carmen Díez Monforte y M.ª del Pilar Oro García

Coordinación editorial: M.ª del Pilar Oro García

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

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

Telf.: (+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.

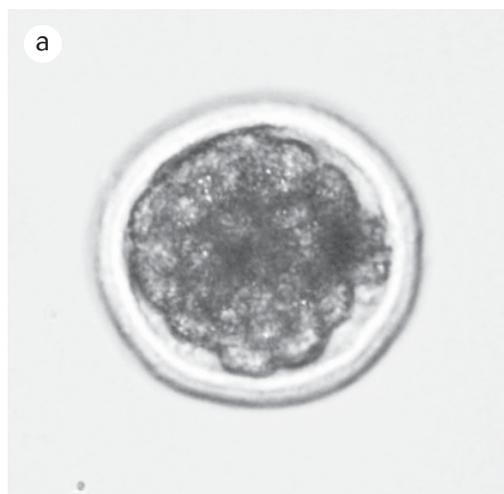
Determinación no invasiva del sexo de embriones cultivados *in vitro*

- E. GÓMEZ. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Centro de Biotecnología Animal. Área de Genética y Reproducción Animal. Camino de Rioseco 1225, 33394-Gijón. Spain.
- M. MUÑOZ. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Centro de Biotecnología Animal. Área de Genética y Reproducción Animal. Camino de Rioseco 1225, 33394-Gijón. Spain.
- C. SIMÓ. Foodomics Lab & Metabolomics Platform, CIAL, CSIC, Nicolas Cabrera 9, 28049 Madrid, Spain.
- C. IBÁÑEZ. Foodomics Lab & Metabolomics Platform, CIAL, CSIC, Nicolas Cabrera 9, 28049 Madrid, Spain.
- S. CARROCERA. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Centro de Biotecnología Animal. Área de Genética y Reproducción Animal. Camino de Rioseco 1225, 33394-Gijón. Spain.
- D. MARTÍN-GONZÁLEZ. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Centro de Biotecnología Animal. Área de Genética y Reproducción Animal. Camino de Rioseco 1225, 33394-Gijón. Spain.
- A. CIFUENTES. Foodomics Lab & Metabolomics Platform, CIAL, CSIC, Nicolas Cabrera 9, 28049 Madrid, Spain.

→

a) Embrión bovino producido *in vitro* seleccionado en día 6 de desarrollo para cultivo individual.

b) Embrión bovino producido *in vitro* en día 7 de desarrollo tras ser cultivado individualmente durante 24 h.



El uso de embriones producidos *in vitro* permite aumentar la productividad de las explotaciones ganaderas bovinas. La transferencia de estos embriones a hembras receptoras sirve tanto para acelerar la mejora genética, por medio del nacimiento de más crías de alto mérito genético, como para paliar la infertilidad propia de las vacas de alta producción lechera. Y si se selecciona el semen o los propios embriones adecuadamente, se producen crías del sexo deseado, normalmente hembras para producir leche.

La producción e identificación de embriones *in vitro* de un determinado sexo

es posible mediante el uso de semen sexado, o bien a través de una biopsia de una célula del embrión, cuyo ADN es después analizado con técnicas de biología molecular. Sin embargo, los problemas técnicos asociados a la separación de espermatozoides machos y hembras, la disminución del rendimiento de la producción de embriones con semen sexado de ciertos toros, o la complejidad técnica y coste de la biopsia, limitan el nacimiento de crías del sexo deseado en las explotaciones ganaderas.

Recientemente el Servicio de Investigación y Desarrollo Agroalimentario del

Principado de Asturias (SERIDA), en colaboración con el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), han patentado una nueva técnica para diagnosticar el sexo de los embriones bovinos producidos *in vitro* de una forma eficiente y no invasiva antes de su transferencia a hembras receptoras.

La técnica se ha basado en el análisis mediante UHPLC-TOF MS del medio líquido donde se ha desarrollado el embrión durante las últimas 24h de cultivo *in vitro*, justo antes de su transferencia a receptoras o de su criopreservación. El metabolismo de embriones machos y embriones hembras es distinto, lo que a su vez se traduce en diferentes compuestos (metabolitos) presentes en el medio de cultivo en función del sexo de los embriones. La fiabilidad de la técnica no invasiva desarrollada por los investigadores es superior a otras porque se sustenta en el uso de un medio químicamente definido durante las 24h finales de cultivo de los embriones, en contraste con el uso de suplementos de proteína habituales, que no favorecen la obtención de resultados repetibles. Al mismo tiempo, el sistema de cultivo definido resulta más ventajoso porque los embriones almacenan menos lípidos (grasa) y sobreviven mejor a la criopreservación, necesaria para poder almacenarlos durante más tiempo y transportarlos. Este sistema de cultivo también produce menos abortos y más gestaciones a término que el cultivo convencional en medios no definidos. Tampoco requiere equipamiento específico distinto del habitual en el laboratorio y puede adaptarse para la determinación del sexo en cultivos de embriones humanos producidos *in vitro*. El principio sería el mismo que se ha aplicado en bovino: hay que identificar en un medio de cultivo adecuado qué marcadores son característicos de los embriones de cada sexo que se están cultivando.

El trabajo científico donde se identifican los biomarcadores del sexo de los embriones bovinos se ha publicado en la revista "Journal of Chromatography A", y las gestaciones obtenidas con el medio químicamente definido en sendos artículos de la revista *Reproduction, Fertility & Development*.

El equipo del SERIDA está compuesto por Susana Carrocera y David Martín (técnicos de laboratorio); Antonio Murillo (estudiante de doctorado); y los doctores Marta Muñoz y Enrique Gómez (responsable del grupo). Por su parte, el grupo del CSIC está integrado por la doctora Carolina Simó, Clara Ibáñez y Alejandro Cifuentes (responsable del grupo).

El proceso

Los ovocitos recogidos bien de ovarios de ganado sacrificado o de donantes vivas mediante punción guiada por ecografía se maduran *in vitro* (MIV), se fertilizan *in vitro* (FIV) y se cultivan *in vitro* (CIV) durante 6-8 días hasta un estadio denominado blastocisto. El proceso total (MIV+FIV+CIV) dura en la vaca 9 días. En las últimas horas del cultivo los embriones se dejan crecer en el medio químicamente definido (QD), y a continuación se determina el sexo. Después el embrión puede transferirse a una receptora o criopreservarse. El embrión criopreservado hay que "descongelarlo" antes de transferirlo.

Financiación

La actuación está financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO; proyecto AGL2016-78597) y UAMA 13-4E-2770; el Principado de Asturias, Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación 2013-2017 (GRUPIN 14-114); FEDER.

Los autores son miembros de COST Action FA1201 Epiconcept: Epigenetics and Periconception environment. ■



Manzana, kiwi y arándano: sin insectos no hay frutos ni beneficios

MARCOS MIÑARRO PRADO. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Investigación en Fruticultura. mminarro@serida.org
DANIEL GARCÍA GARCÍA. Departamento Biología de Organismos y Sistemas. Unidad Mixta de Investigación en Biodiversidad. Universidad de Oviedo. danielgarcia@uniovi.es

↓
Figura 1.-Insectos polinizando flores de manzano (abeja silvestre *Halictus cf tumulorum*), kiwi (abeja de la miel *Apis mellifera*) y arándano (abejorro *Bombus terrestris*).

La cosecha de muchos cultivos depende en gran medida de la transferencia de granos de polen entre sus flores, o sea, de la polinización. El polen puede depositarse en las flores tras ser transportado por el viento (polinización anemófila) o por animales, mayormente insectos (polinización entomófila). Al visitar las flores para recolectar polen y/o néctar, los insectos polinizadores se impregnan accidental-

mente de granos de polen que son transferidos a una nueva flor en su próxima visita. En concreto, la producción de la mayoría de vegetales que consumimos depende en mayor o menor medida de los insectos polinizadores (Klein et al., 2007). Se dice, por tanto, que los insectos dan un servicio de polinización. El manzano, el kiwi y el arándano son cultivos dependientes de dicho servicio (Figura 1).



Esos tres frutales tienen una importancia notable en Asturias. La manzana, con unas 10.000 ha dedicadas a su cultivo es una fruta de larga tradición en esta región, y su producción está íntimamente ligada a la de la sidra, un producto emblemático. El kiwi y el arándano son cultivos más recientes, pero ambos están en franco crecimiento y tienen muy buenas perspectivas de futuro (De Pablo et al., 2016; Rodríguez, 2016).

La importancia económica de manzana, kiwi y arándano en Asturias y su dependencia de los insectos polinizadores justifican la necesidad de mejorar el conocimiento sobre la polinización entomófila. Esto se hace imprescindible para desarrollar y proponer estrategias de gestión de polinización que sirvan para aumentar el rendimiento de estos frutales y, así, las rentas de los agricultores. Aunque existen estudios de polinización por insectos en estos cultivos en otras regiones, es difícil extrapolar sus resultados a Asturias, ya que el paisaje, la meteorología y la comunidad de insectos polinizadores son muy diferentes. Es necesario, por tanto, llevar a cabo estudios que ofrezcan resultados realistas, asociados a las condiciones locales de nuestros cultivos.

El primer paso para valorar el papel de los insectos polinizadores en los cultivos de manzanas, kiwis y arándanos es cuantificar su contribución a la producción. Ese fue el objetivo de los experimentos que se resumen a continuación.

¿Cómo medimos el papel de los insectos en la polinización?

Para cuantificar la contribución de los insectos se comparó el potencial para

cuajar frutos y semillas de flores a las que accedían los insectos libremente (tratamiento control) con el de otras a las que se impedía su acceso (tratamiento exclusión) mediante bolsas de redcilla que sí permiten el paso al aire y al agua (Figura 2). Las flores del tratamiento control pueden ser fecundadas por los insectos, por polen de esa misma flor (autopolinización) o por polen transportado por el viento. En el tratamiento de exclusión, únicamente por estas dos últimas vías. Por tanto, la diferencia entre ambos tratamientos reflejará la contribución de los insectos a la polinización.

La metodología empleada fue muy similar en los tres frutales, con los matices que imponen las particularidades de cada cultivo (ver resumen en Tabla 1).

Para cada cultivo se obtuvieron dos medidas de éxito en la polinización (Tabla 1): una cuantitativa (la tasa de cuajado) y otra cualitativa (el peso medio del fruto, en kiwi y arándano, o el número de semillas por fruto, en manzano). Para comparar entre tratamientos usando un valor único, se calculó un índice de efectividad (IE) como el producto de esas dos medidas de éxito. En los casos del kiwi y el arándano, resulta evidente que cuanto mayores sean el cuajado y el peso del fruto mayor será la producción total. El número de semillas, en manzano y en general, está asociado a un mayor tamaño de fruto, lo que justifica su empleo para estimar un valor de producción (Buccheri y Di Vaio, 2004). La contribución de los polinizadores (%) se estimó como: $(IE_{\text{control}} - IE_{\text{exclusión}}) / IE_{\text{control}} * 100$.

Además, a partir de datos de producción y rendimiento de estos cultivos se estimó la contribución económica de los



↓
Figura 2.-Flores de manzano, kiwi y arándano excluidas mediante bolsas de redcilla.

Característica	Manzano	Manzano	Kiwi	Arándano
Año	2014	2014	2013	2016
Plantaciones	8	1	1	1
Concejos	Colunga, Nava, Sariego, Villaviciosa	Villaviciosa	Villaviciosa	Villaviciosa
Variiedad	Regona	Solarina	Hayward	Ochlockonee
Árboles/plantación	5	20	–	5
Flores / árbol	1 inflorescencia (exclusión) / 1 inflorescencia (control)	1 inflorescencia (exclusión) / 1 inflorescencia (control)	34 flores (exclusión) / 42 flores (control)	1 racimo de flores (exclusión) / 1 racimo (control)
Medidas de éxito de polinización	Tasa de cuajado / número de semillas	Tasa de cuajado / número de semillas	Tasa de cuajado / peso de frutos	Tasa de cuajado / peso de frutos

↑
Tabla 1.-Características de los experimentos.

insectos polinizadores, en función del cambio de cosecha esperable si desaparecieran los insectos.

¿Cuánto contribuyen los insectos polinizadores?

Los resultados fueron muy claros en los tres frutales: **sin la participación de los insectos las cosechas serían prácticamente inexistentes** (arándano-manzano) **o muy reducidas** (kiwi). La contribución de los insectos polinizadores a la cosecha de manzanas, kiwis y arándanos fue estimada, respectivamente, en un 97,4-100 % (según la variedad), 78,5 % y 98,9 % (Tabla 2). Esto es la consecuencia de que el cuajado en las flores embolsadas fue muy bajo, especialmente para el manzano (12 veces menor que en el control) y el arándano (20 veces menor). Las diferencias fueron menores en el kiwi (la mitad). Esto podría deberse a que el polen del kiwi es más ligero y más fácilmen-

te transportable por el viento. Tampoco podemos descartar posibles fallos a la hora de aislar las flores mediante las bolsas, ya que el gran tamaño de dichas flores (Figura 2) podría haber facilitado el contacto de los insectos con los órganos reproductores (estigma floral) aún a través de la bolsa. Dicho contacto es vital para una correcta transferencia de polen. Cada grano de polen que germina y fecunda un óvulo da lugar a una semilla, y como ya se comentó, a mayor número de semillas, mayor tamaño de fruto. Esto es muy evidente en, por ejemplo, el caso del kiwi, donde un fruto puede tener más de 1.000 semillas, para lo que se necesita la transferencia y germinación de otros tantos granos de polen. Por tanto, el menor peso de los frutos (o menor número de semillas, en el caso de la manzana) en las flores aisladas (Tabla 2) se explicaría por el hecho de que las flores no han recibido suficientes granos de polen. Y esto supone una evidente merma productiva para

↓
Tabla 2.-Resultados de los experimentos.

* Las dos manzanas que cuajaron no tenían semillas (asumimos que no llegarían a término).

Variables	Manzano-Regona		Manzano-Solarina		Kiwi		Arándano	
	Control	Exclusión	Control	Exclusión*	Control	Exclusión	Control	Exclusión
Tasa de cuajado (%)	29,6	2,5	24,8	2	92,9	44,1	78,9	4,3
N.º de semillas por fruto	7,4	2,3	5,9	0	–	–	–	–
Peso medio del fruto (g)	–	–	–	–	78,6	35,8	1,19	0,24
Índice de efectividad	219,0	5,8	146,3	0,0	7.301,9	1.578,8	93,9	1,0
Contribución de los polinizadores (%)	97,4		100,0		78,4		98,9	

el cultivo, pues a menor tasa de cuajado y menor tamaño de fruto, menor cosecha.

La relevancia de los insectos polinizadores en los cultivos estudiados se puede valorar económicamente, estimando el incremento en la cosecha basado en las contribuciones a la polinización (o a la inversa, calculando cuánta cosecha se perdería si se eliminaran los insectos polinizadores). En el caso del manzano, la contribución de los insectos polinizadores a la cosecha (kg producidos) sería superior a 6.600 €/ha y la aportación al beneficio (ingresos-gastos) mayor de 2.200 €/ha (Tabla 3). Dichas contribuciones son muy superiores en los otros dos cultivos debido al mayor rendimiento de los mismos. En el caso del kiwi la actividad de los insectos polinizadores supondría casi 20.000 €/ha en la cosecha y 7.000 €/ha en los beneficios. En el arándano, casi la totalidad de la cosecha y los beneficios (Tabla 3).

Resumiendo, de cada euro que produce el cultivo de la manzana, el kiwi y el arándano, 97,4-100 (según variedad), 78,5 y 98,9 céntimos, respectivamente, proceden del servicio de polinización de los insectos.

Estos resultados podrían incluso estar infravalorados en el caso del kiwi, ya que los cálculos económicos se han basado en precios de mercado medios, si bien un incremento en el peso del fruto supone un incremento en el valor de mercado.

Comparar estos resultados económicos con los de otros estudios es arriesgado, porque son muchas las características y condiciones que pueden diferir entre los cultivos de distintos trabajos: tamaño de las plantaciones, nivel de intensificación, manejo del cultivo, variedad, comunidad de polinizadores, precio de mercado... No obstante, otros estudios económicos dejan patente la importante contribución de los insectos polinizadores en estos cultivos.

Por ejemplo, aplicando la misma fórmula (cuajado*numero de semillas) Garratt y colaboradores (2014) demostraron que la contribución de los insectos a la polinización de manzana de mesa 'Cox' y 'Gala' en del Reino Unido fue del 92,0 y el 95,3%, respectivamente. Para distintas variedades de manzana, estos mismos autores (Garratt et al., 2016) estimaron los beneficios económicos de los insectos polinizadores entre 8.500 y 14.800 £/ha, lo que llevaría a una aportación de los polinizadores a la producción de manzana en Reino Unido superior a 92 millones de libras.

Por otra parte, en relación al arándano, Tuell e Isaacs (2010) estimaron la contribución de los insectos polinizadores en un 80% sobre la variedad de arándano 'Bluecrop' en Estados Unidos. Aunque este valor es inferior al nuestro, deja bien claro que los polinizadores son indispensables para este cultivo. En consecuencia, se estimó el valor de los polinizadores en la cosecha de arándano en

↓
Tabla 3.-Estimación de la contribución económica de los polinizadores.

Fuente de los datos de producción y económicos: Para el manzano y el arándano, dos informes disponibles online (<http://www.adicap.com/pages/index/oportunidades-para-el-desarrollo-de-la-agricultura-periurbana-en-asturias-leader-2007-2013>). Para el kiwi, técnicos del sector.

Variables	Manzano-Regona		Manzano-Solarina		Kiwi		Arándano	
	Control	Exclusión	Control	Exclusión	Control	Exclusión	Control	Exclusión
Cosecha esperable (kg/ha)	19.000		19.000		30.000		14.000	
Precio (€/kg)	0,36		0,36		0,85		5,50	
Ingresos cosecha (€/ha)	6.840		6.840		25.500		77.000	
Contribución polinizadores a la cosecha (€/ha)	6.660		6.840		19.987		76.154	
Ingresos-gastos (beneficios antes de impuestos) (€/ha)	2.343		2.343		8.925		18.040	
Contribución polinizadores a los beneficios (€/ha)	2.281		2.343		6.995		17.842	

26.500 y 20.600 dólares/ha, en Michigan (EEUU) y British Columbia (Canadá), respectivamente (Gibbs et al., 2016).

El objetivo de nuestros estudios fue mostrar la dependencia de estos cultivos de los insectos polinizadores y no tanto cuantificar la aportación económica de los mismos a escala regional. Por tanto, las valoraciones económicas deberían tomarse con reservas porque los estudios se hicieron en todos los casos (excepto en manzano) en una sola localización y en una sola variedad, y las diferencias entre sitios y variedades podrían ser notables. En cualquier caso, los datos aportados, con las salvedades anteriores, muestran claramente que sin insectos polinizadores apenas se producirían manzanas, kiwis o arándanos.

Finalmente, queremos resaltar que gran parte de los insectos polinizadores en manzana, kiwi y arándano son insectos silvestres como abejorros y multitud de abejas salvajes. Es decir, animales no manejados por el hombre, que viven de forma espontánea en las plantaciones y sus hábitats circundantes, y que hacen un servicio ecosistémico, la polinización agrícola, de una manera totalmente gratuita. Conservarlos e incrementar su abundancia y su diversidad en los cultivos debería ser una prioridad para los agricultores.

El potencial, presente y futuro, de la manzana, el kiwi y el arándano, y la certeza de la indispensable contribución económica de los insectos polinizadores, justifican la necesidad de continuar investigando para mejorar la polinización ento-

mófila de estos tres cultivos. El SERIDA y la Universidad de Oviedo están trabajando conjuntamente para mejorar el servicio de polinización en nuestros cultivos.

Agradecimientos

A los proyectos INIA RTA2013-00139-C03-01 (MinECo y FEDER) y PCIN2014-145-C02-02 (MinECo, BiodivERsA-FACCE2014-74) por la financiación. A Alejandro Núñez, David Luna, Rodrigo Martínez, Carlos Guardado y Kent Twizell por su colaboración en la toma de datos. A los productores por dejarnos realizar los ensayos en sus plantaciones.

Referencias bibliográficas

- BUCCHERI, M.; DI VAIO, C. (2004). Relationship among seed number, quality and calcium content in apple fruits. *Journal of Plant Nutrition* 27: 1735-1746.
- DE PABLO, J.; GARCÍA, T.; GIACINTI, M. A.; GIACINTI, N. S. (2016). Competitividad internacional en fresa y frutos rojos de España. *Revista de Fruticultura* 51: 52-80.
- GARRATT, M. P. D.; BREEZE, T. D.; JENNER, N.; POLCE, C.; BIESMEIJER, J. C.; POTTS, S. G. (2014). Avoiding a bad apple: insect pollination enhances fruit quality and economic value. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 184: 34-40.
- GARRATT, M. P. D.; BREEZE, T. D.; BOREUX, V.; FOUNTAIN, M. T.; MCKERCHAR, M.; WEBBER, S. M.; COSTON, D. J.; JENNER, N.; DEAN, R.; WESTBURY, D. B.; BIESMEIJER, J. C.; POTTS, S. G. (2016). Apple pollination: demand depends on variety and supply depends on pollinator identity. *PLoS one* 11(5): e0153889.
- GIBBS, J.; ELLE, E.; BOBIWASH, K.; HAAPALAINEN, T.; ISAACS, R. (2016). Contrasting pollinators and pollination in native and non-native regions of highbush blueberry production. *PLoS one* 11(7): e0158937.
- KLEIN, A. M.; VAISSIERE, B. E.; CANE, J. H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMER, C.; TSCHARNTKE, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 274: 303-313.
- RODRÍGUEZ, D. (2016). Las 'otras frutas' se apuntan a la rentabilidad. *Revista de Fruticultura* 51: 102-105.
- TUELL, J. K.; ISAACS, R. (2010). Weather during bloom affects pollination and yield of highbush blueberry. *Journal of Economic Entomology* 103: 557-562. ■

↓
Mosca del género
Eristalis sobre flores
de manzano.





Comportamiento fenológico de variedades de arándano en las condiciones locales de cultivo

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



Una de las decisiones más relevantes con las que se enfrenta un productor de arándano en el momento de planificar su plantación es la elección de la variedad o variedades. Esta decisión determina el rendimiento final del cultivo, ya que condiciona características tan importantes como el precio por planta, la época de producción, la producción por superficie, el manejo de la plantación, el calibre de fruto, el tipo de conservación del fruto, atributos organolépticos, etc.

Las variedades más utilizadas en la Cornisa Cantábrica son Duke, Bluecrop, Chandler, Powderblue, Elliot, Aurora y Ochlockonee. Muchas recomendaciones acerca de las variedades que mejor se adaptan al cultivo en la Cornisa Cantábrica

ca están basadas en la información de los catálogos de viveros comerciales o en limitadas experiencias de productores. Por otro lado, en los últimos años han apareciendo en el mercado nuevas variedades de arándano obtenidas en programas de mejora genética. Por tanto, es conveniente conocer en detalle cómo se comportan las diferentes variedades de arándano en las condiciones locales de cultivo, a fin de que los productores puedan tomar una decisión en el diseño de sus plantaciones.

En el año 2010 se instala en el SERIDA de Villaviciosa una colección de variedades comerciales de arándano americano (género *Vaccinium*) con el objeto de reunir y conocer la diversidad de esta es-

↑
Figura 1.-Colección de arándanos mantenida en campo en las instalaciones del SERIDA, Villaviciosa (43° 28' 54,19" N, 5° 26' 8,07" W, 25 m).





Figura 2.—Racimos de la especie *Vaccinium corymbosum* L. en los cuatro estados fenológicos considerados en este trabajo; a) inicio de apertura de las flores, b) fin de la etapa de floración, c) inicio la maduración de los frutos (inicio de cosecha), y d) fin de la maduración de los frutos (fin de cosecha).

pecie cultivada y apoyar futuros programas de mejora genética. Cada variedad está representada en la colección por dos plantas, cultivadas sobre corteza de pino, acolchadas, con riego asistido y en un marco de plantación de 1 x 2.5 m (Figura 1). Inicialmente, la colección se constituyó con las variedades más cultivadas en la Cornisa Cantábrica, pero en los últimos años se ha mejorado con incorporaciones de otras variedades. Actualmente, la colección está constituida por 82 entradas que representan los diferentes tipos agronómicos: arándano alto ('highbush blueberry') con altos ('northern highbush') o bajos requerimientos en frío ('southern highbush'), arándano tipo ojo de conejo ('rabbiteye blueberry') y arándano bajo ('lowbush blueberry').

En los últimos cuatro años se está desarrollando una caracterización detallada de esta colección desde diferentes enfoques: morfo-agronómico, tecnológico y genético. En este trabajo se presenta un avance de los resultados obtenidos en cuanto a comportamiento fenológico y

calibre de fruto en 59 de las variedades reunidas en la colección SERIDA.

Caracteres medidos

—**Caracteres fenológicos.** Para cada entrada (dos plantas) se valoró semanalmente y en las campañas 2013, 2014, 2015 y 2016 los siguientes caracteres: fecha de apertura de flores, fecha fin de floración, fecha de inicio de la maduración de frutos (25% de los frutos pueden ser cosechados) y fecha fin de cosecha (Figura 2).

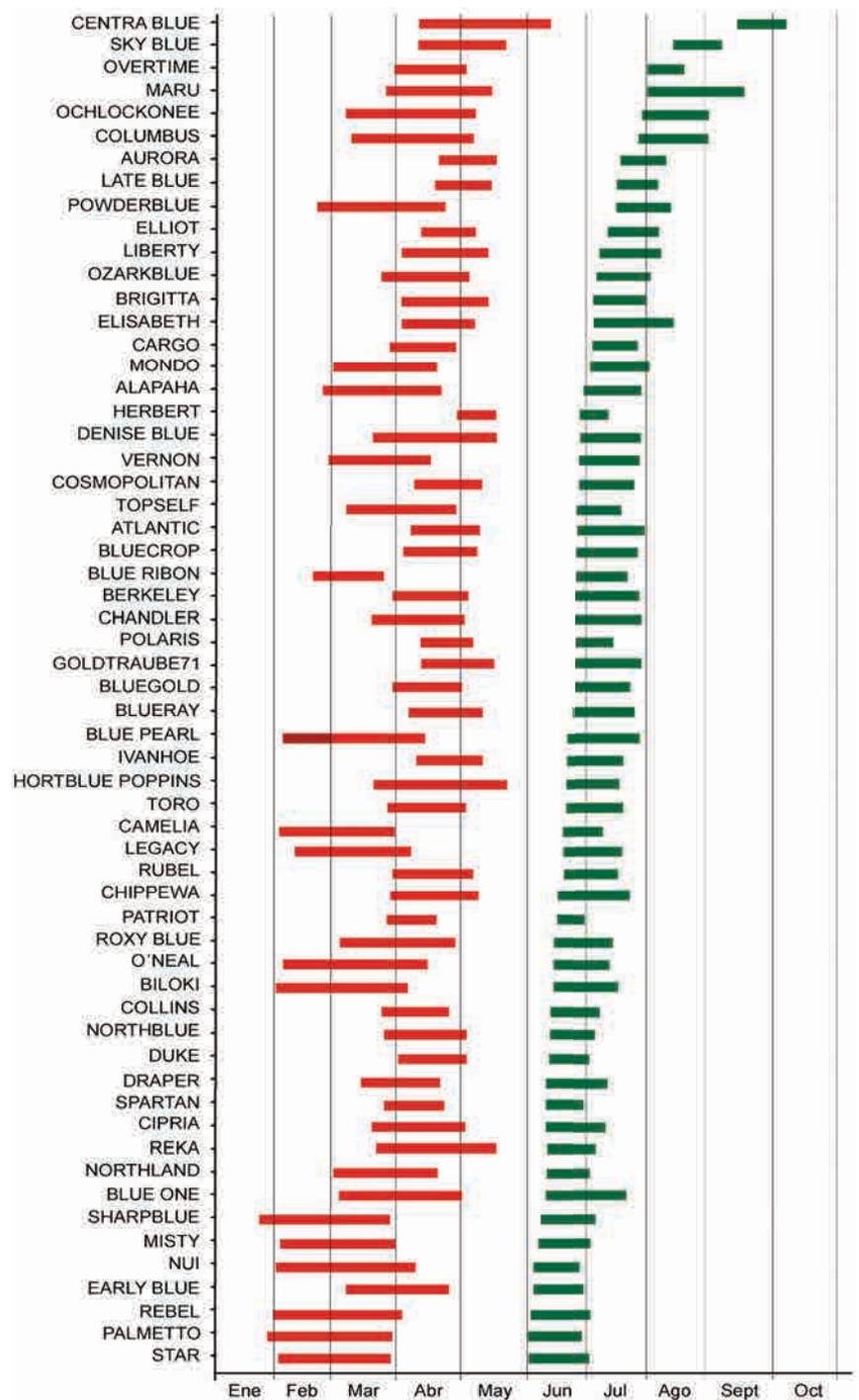
—**Calibre de fruto fresco.** En los frutos cosechados de cada variedad se valoró en las campañas 2014, 2015 y 2016 el calibre del fruto considerando las clases: muy pequeño (<12 mm), pequeño (entre 12-14 mm), mediano (14-16 mm), grande (16-18 mm), muy grande (18-20 mm) y extra grande (>20 mm). En cada campaña se realizaron dos valoraciones de 100 frutos que se corresponden con dos fechas de recolección.



Resultados

En la Figura 3 se representan, en función de los meses y para cada variedad, los resultados obtenidos para los caracteres fenológicos considerados. En cuanto a la época de floración la colección mostró un amplio rango de variación. El inicio del periodo de floración osciló entre finales de enero en las variedades más precoces (Sharpblue, Palmetto) y finales de abril (Herbert, Aurora, Late Blue). Las variedades más precoces para este carácter son las clasificadas como 'southern highbush', con bajos requerimientos de frío para iniciar la brotación. En alguna de estas variedades (p.ej. Palmetto, Star, Sharpblue) se han observado dificultades para el cuajado de las flores en campo debido a su floración temprana. También se ha observado una gran variación en la duración del periodo de floración, desde variedades con una floración concentrada en unas 3 semanas (Herbert) hasta variedades con una floración de 10 semanas (O Neal, Blue Pearl). La época de floración es un carácter importante para este cultivo. Por una parte, una floración muy temprana puede verse afectada por bajas temperaturas o heladas en cultivo al aire libre. Por otro lado, aunque muchas variedades se han descrito como auto-fértiles, la presencia de insectos polinizadores puede tener un efecto beneficioso, por lo que el periodo de floración y la coincidencia del periodo de floración entre variedades conviene ser considerado en el diseño de las plantaciones.

La colección también mostró un amplio rango de variación en cuanto al periodo de cosecha (Figura 3). El periodo de cosecha tiene un efecto muy importante sobre el rendimiento del cultivo, dado que los precios del mercado generalmente fluctúan en función de la disponibilidad de fruto, y las producciones fuera de temporada suelen ser más valoradas. En función del inicio y la duración del periodo de cosecha, las variedades se pueden clasificar como: tempranas (cosecha en junio), de temporada (julio), tardías (agosto) o extra-tardías (septiembre en adelante). En las variedades más precoces, la recolección comenzó a primeros de junio (Star, Palmetto) mientras que en las más



tardías la recolección llega hasta septiembre (Sky Blue, Maru, Centra Blue). Algunas variedades son difíciles de clasificar, como Biloki, O Neal o Roxy Blue ya que tienen un periodo de cosecha entre mediados de junio y mediados de julio. La mayor parte de las variedades evaluadas producen en temporada, por lo que dentro de este grupo tan amplio conviene diferenciar aquellas que son de temporada-tardía, es decir que llegan en producción a

↑
Figura 3.-Periodo de floración (rojo) y de cosecha (verde) observado en las condiciones de cultivo de Villaviciosa para 59 variedades de arándano reunidas en la colección SERIDA. Datos de los años 2013, 2014, 2015 y 2016.

	Mediano	Grande	Muy grande
Extra-tardía	CENTRA BLUE	SKY BLUE MARU	
Tardía	COLUMBUS OCHLOCKONEE OVERTIME POWDERBLUE	AURORA	
final julio	ELLIOTT ALAPAHA ATLANTIC MONDO	BRIGITTA ELISABETH LIBERTY OZARKBLUE LATE BLUE	DENISE BLUE
	Temporada	BILOKI BLUE PEARL HERBERT BLUE RIBON CIPRIA DRAPPER GOLDTRAUBE 71 IVANHOE CARGO RUBEL CAMELIA NUI POLARIS HORTBLUE POPPINS VERNON	BLUEGOLD BLUECROP BLUERAY CHIPPEWA LEGACY O'NEAL BERKELEY TORO COLLINS
Temprana	EARLY BLUE MISTY NORTHLAND PALMETTO REBEL SHARPBLUE	PATRIOT DUKE SPARTAN REKA NORTHBLUE	STAR



Tabla 1. Clasificación de las variedades de arándano atendiendo al periodo de cosecha y al calibre del fruto más frecuente observado en tres campañas. Dentro de la clase de temporada, se indican aquellas variedades de temporada-tardía que llegan en producción a finales de julio.

finales de julio (Tabla 1). Se han encontrado muy pocas variedades extra-tardías o de producción en septiembre (Tabla 1), y las que llegan a tener algo de producción en septiembre son del tipo ‘rabbiteye’ o *Vaccinium virgatum* Aiton (Centra Blue, Maru, Sky Blue, Columbus, Ochlockonee). Las producciones en octubre pueden presentar problemas en la maduración del fruto en las condiciones locales por la reducción de las temperaturas, la radiación y las horas de luz en las condiciones locales.

En cuanto al calibre de los frutos, este carácter se relaciona con la calidad y conservación del fruto y puede condicionar los precios, dado que hay un creciente interés por frutos de tamaño grande o muy grande. En 30 variedades se encontró que el calibre más frecuente era mediano, con frutos entre 14 y 16 mm, y se detectaron 7 variedades en las que la mayor parte de los frutos tenían un calibre muy grande (> 18 mm): Chandler, Blue One, Star, Cosmopolitan, Denise Blue, Roxy Blue y Topself (Tabla 1).

En suma, los resultados indican que en la colección hay un déficit de variedades de producción tardía y extra-tardía y con frutos de calibre grande o muy grande. No obstante, si el cultivo se realiza en otras condiciones (p.ej. mayor altitud o bajo cubierta) es posible que haya cierto cambio en el ciclo fenológico. En todo caso, la obtención de nuevas variedades con fruto grande y de producción tardía y extra-tardía en las condiciones locales de cultivo constituye un objetivo de los programas de mejora genética que se están desarrollando en el SERIDA. Entre tanto, los resultados de esta evaluación ayudarán a los productores a decidir cuáles pueden ser las variedades más adecuadas para sus plantaciones.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto RTA2013-0076-00-00 y cofinanciado con fondos FEDER. A. Campa es beneficiaria de un contrato DOC-INIA-CCAA (DR13-0222). En la toma de los datos se ha contado con la colaboración de J. A. Poladura, M. Sanz y F. Díaz. ■

Cultivo de la berza

DESCRIPCIÓN

La berza es una planta herbácea bianual, del Género *Brassica*, de la Familia de las *Brassicáceas*, especie *Brassica oleracea L, var viridis, convar. acephala*, cuya parte aprovechable son las hojas.



REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

Prospera bien en los suelos de consistencia media, medianamente arcillosos, profundos y frescos, ricos en materia orgánica.

La temperatura óptima de cultivo está entre los 18 y 25° C.

El pH de suelo más indicado es de 6,5 a 7,5. Por debajo de pH 6,5 es conveniente encalar.

MATERIAL VEGETAL Y VARIETADES

En el norte es habitual el empleo de variedades locales de berza, de hoja lisa o rizada y origen asturiano o gallego. Las variedades comerciales más empleadas son la **Asa de Cántaro, Chaves, Dauro, Darkibor, Reflex o Redbor**.

CALENDARIO DE CULTIVO

Se inicia el semillero en julio, para realizar el trasplante en agosto. Una época alternativa es hacer el semillero mediado el otoño, y proceder al trasplante entre noviembre y enero.

	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may
1º AÑO		SEMILLERO	TRASPLANTE		SEMILLERO	TRASPLANTE	TRASPLANTE	TRASPLANTE				
	RECOLECCIÓN											
2º AÑO	RECOLECCIÓN											

PREPARACIÓN DEL SUELO

Se hará una labor profunda al suelo y si se aporta estiércol se aprovechará la labor para enterrarlo con suficiente antelación. A continuación se dará un par de pases cruzados de cultivador, grada o fresadora, aportando el abonado de fondo.



Para la **PLANTACIÓN** en agosto se utiliza plántulas provenientes de semillero, en tacos de turba de 3 x 3 x 6 cm, con 3 ó 4 semanas de edad; para plantaciones de finales de otoño el tiempo transcurrido en semillero será entre 5 y 6 semanas, en ambos casos presentando la planta 2 ó 3 hojitas verdaderas.



FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO

La berza responde bien al estercolado, 30 a 40 Tn/ha, bien descompuesto, aportado con la suficiente antelación.

ABONADO DE FONDO

Se recomienda 150 UF/ha de N (Sulfato amónico), 80 UF/ha de P_2O_5 (Superfosfato de cal o triple), y 200 UF/ha de K_2O (Sulfato de potasio), 100 UF/ha de CaO, 60 UF/ha de MgO y 2 UF/ha de B (Boro).

ABONADO DE COBERTURA

100 UF/ha de nitrato amónico cálcico, aplicado una vez realizado el primer aporcado del cultivo.



MARCO DE PLANTACIÓN

La plantación se realiza a 40 x 40 ó 45 x 45 cm totalizando 40 - 60.000 plantas/ha. Se acostumbra plantar en surcos, a media altura, o sobre mesetas o platabandas de suelo plantando dos, tres y hasta cuatro líneas, con o sin acolchado. Cada vez se realiza más el cultivo en época de otoño/invierno en invernadero.

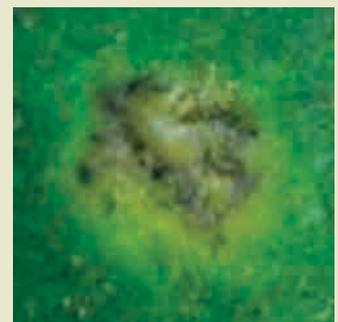
RIEGO

La berza es una planta con elevados requerimientos de humedad en toda la fase de desarrollo. El contenido de agua en el suelo no debe ser inferior al 70% de la capacidad de campo; no obstante, no es habitual que en la Cornisa Cantábrica se tenga que suministrar agua mediante riego.



Las **PLAGAS** más importantes son la oruga y la mosca de la col, el pulgón y la polilla, entre otras.

Entre las **ENFERMEDADES** más comunes están el dumping del semillero, el mildiu, la botrytis y el oídio.



La **RECOLECCIÓN** en Asturias se inicia a partir del momento en que la planta presenta 10 ó 12 hojas bien desarrolladas, limbos de 30 x 30 cm y pecíolos de 25 cm, efectuando el pinzado de 2 ó 3 hojas por planta cada 8-10 días en verano, y 15-20 días en invierno, dejando en cualquier caso 2 ó 3 hojas desarrolladas para alimentar el penacho en crecimiento.



Cultivo del brócoli

DESCRIPCIÓN

El brócoli es una planta herbácea anual, del Género *Brassica*, de la Familia de las *Brassicáceas*, especie *Brassica oleracea*, var *Italica*, cuya parte aprovechada es la inflorescencia.



REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

Prospera bien en los suelos de consistencia media, medianamente arcillosos, profundos y frescos, ricos en materia orgánica.

La temperatura óptima de cultivo está entre los 16 y 24° C.

El pH de suelo más indicado es de 6,0 a 7,0. Tolerancia a una ligera salinidad del suelo.

MATERIAL VEGETAL Y VARIEDADES

Se selecciona en función de la compactidad de la pella, sincronización en la maduración, retardo en la subida a flor y resistencia a las enfermedades más comunes. Las variedades comerciales más empleadas son **Marathón**, **Belstar** y **Agassi**.

CALENDARIO DE CULTIVO

Se realiza el semillero a partir junio, con trasplante a lo largo del verano. En función de la duración del ciclo, se comenzará la cosecha de las muy precoces en octubre, hasta mayo del año siguiente para las más tardías.



PREPARACIÓN DEL SUELO

Se hará una labor profunda al suelo, aportando el estiércol, aprovechando para enterrarlo con suficiente antelación.

A continuación se dará un par de pases cruzados de cultivador, grada o fresadora, incorporando al suelo el abonado de fondo en uno de ellos.



Para la **PLANTACIÓN** en agosto se utiliza plántulas provenientes de semillero, en tacos de turba de 3 x 3 x 6 cm, con 4 ó 5 semanas de edad; para plantaciones de finales de otoño el tiempo transcurrido en semillero será entre 5 y 6 semanas, en ambos casos presentando la planta 5 ó 6 hojitas verdaderas.



FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO

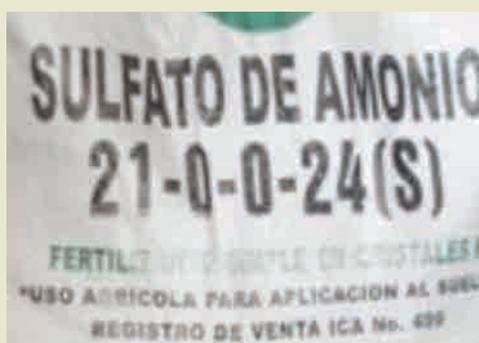
El brócoli responde bien al estercolado, de 30 a 40 Tn/ha, bien descompuesto, aportado al menos un mes antes del trasplante.

ABONADO DE FONDO

Se recomienda el aporte de 100 UF/ha de N (Sulfato amónico), 100 UF/ha de P_2O_5 (Superfosfato de cal o triple), y 200 UF/ha de K_2O (Sulfato de potasio) y 4 UF/ha de B (Boro); en caso de escasez probada de magnesio es necesario aplicar 50 a 60 UF de MgO.

ABONADO DE COBERTERA

100 UF/ha de nitrato amónico, aplicado una vez realizado el primer aporcado del cultivo.



MARCO DE PLANTACIÓN

Se suele realizar sobre caballones, a media altura, separados entre 60 y 80 cm y dispuestas las plantas a 50 ó 60 cm, o bien en platabandas, con líneas dobles o triples, con las plantas dispuestas a cuadro de 45 x 45 a 60 x 60 cm.

RIEGO

El brócoli es una planta con elevados requerimientos de humedad en toda la fase de desarrollo. El contenido de agua en el suelo no debe ser inferior al 70% de la capacidad de campo; el déficit hídrico durante la formación de la pella anticipa la subida a flor.



Las **PLAGAS** más importantes son el minador de las hojas y la mosca de la col.

Las **ENFERMEDADES** de consideración son el mildiu, la mancha angular y la hernia de la col.



La **RECOLECCIÓN** se inicia a los 100-120 días de la plantación, cuando los tallos presentan 5 ó 6 cm de altura, y se continuará a medida que estén formadas las pellas de las inflorescencias secundarias. No debe retrasarse el corte, bajo riesgo de subida a flor, especialmente en verano.

El **RENDIMIENTO** esperado es de 15 a 25 Tn por hectárea.



Cultivo de la coliflor

DESCRIPCIÓN

La coliflor es una planta bianual perteneciente a la Familia de las *Cruciferas*, Género *Brassica*, especie *Brassica oleracea* L, var *botrytis*, de la que se aprovecha la inflorescencia de color predominantemente blanco, denominada *pella*, que se forma en la base del tallo de la planta.



REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

Prosperan bien en suelos limosos, profundos y frescos, que presenten buen drenaje, y ricos en materia orgánica.

La temperatura óptima de cultivo está entre los 15 y 18° C. El pH de suelo óptimo es de 6,5 a 7,0 máximo.

MATERIAL VEGETAL Y VARIEDADES

La selección varietal se realiza en función de la precocidad y duración del ciclo de cultivo, calibre, color y compacidad de la pella.

Se agrupan fundamentalmente en cuanto a la época de producción diferenciándose desde precoces a muy tardías.

Las VARIEDADES más empleadas son, entre otras, **MONT BLANC, CASPER, SERRANO, AITANA, PARADISO, TUCSON, SNOWBRED y JEROME.**

CALENDARIO DE LA COLIFLOR												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NVB	DCB
SIEMBRA												
RECOLECCIÓN												

CALENDARIO DE CULTIVO

Desde mediados de mayo hasta finales de junio, para recogida desde finales de septiembre, las más tempranas, hasta mediados de marzo, las muy tardías.

PREPARACIÓN DEL SUELO

Se hará una labor profunda al suelo y si se aporta estiércol, se aprovechará la labor para enterrarlo.

A continuación se darán un par de labores de cultivador, grada o fresadora, aportando el abonado de fondo en alguna de esas labores.



La **SIEMBRA** se hace tradicionalmente al aire libre. Las plántulas con cepellón de 30 a 45 días, son producidas en SEMILLEROS, donde la semilla se germina en tacos de turba de 2 x 2 x 6 cm (alvéolos), y se trasplantan con 3 a 5 hojitas verdaderas y un bien desarrollado sistema radicular.



FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO

La coliflor prospera bien en presencia de estiércol muy descompuesto, aportado preferiblemente en el cultivo anterior. En caso de aplicarse en labores previas hay que suministrar entre 20-30 Tn/Ha.

ABONADO DE FONDO

Se recomienda 65 UF de N, 90 UF/Ha de P_2O_5 , y 250 UF/Ha de K_2O , además de 120 UF de CaO, 60 MgO y 30 UF de Boro.

ABONADO DE COBERTERA

65 UF de Nitrato Amónico Cálcico, y 20 UF de MgO, después de cada aporcado, hasta tres según la duración del ciclo.



MARCO DE PLANTACIÓN

Son habituales densidades de 15 a 25.000 plantas/Ha, equivalente a marcos de 60 a 90 cm entre líneas y 40 a 60 cm entre plantas.

MALAS HIERBAS

Es fundamental mantener las plantas libres de malas hierbas en los inicios del desarrollo. Es habitual el uso de herbicidas de postemergencia autorizados para estas fases iniciales del cultivo.

RIEGO

Las coles son un cultivo que demandan grandes cantidades de agua. Se iniciará la aplicación de agua inmediatamente después del trasplante, cuando se dará un primer riego para favorecer el arraigo, y de ser necesario se repetirá a los 7-8 días.



Las **PLAGAS** más importantes son la oruga de la col, el pulgón, la mosca blanca y los caracoles y babosas.

Las **ENFERMEDADES** más comunes son el mildiu, las podredumbres del cuello, botrytis, sclerotinia y bacteriosis.



La **RECOLECCIÓN** se inicia a partir de 70 hasta los 220 días, en función de la época de plantación y variedad elegida.

El **RENDIMIENTO** se espera desde las 15 a 30 Tn/Ha.



Cultivo de las coles

DESCRIPCIÓN

Las coles, también llamados repollos, son un grupo de plantas de la Familia de las *Crucíferas*, Género *Brassica*, especie *Brassica oleracea* L, cuyas hojas, que son la parte aprovechable, se nos presentan en forma de cogollo.

Esta especie presenta tres subespecies o variedades botánicas que son: la **col repollo blanca**, la **col de Milán**, y la **col morada o lombarda**.



REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

Prosperan bien en suelos francos o franco arcillosos, profundos y frescos, y ricos en materia orgánica. La temperatura óptima de cultivo está entre los 10 y 26° C. El pH de suelo óptimo está entre 6,5 y 7,5. Con pH inferior a 6,5 es necesario encalar; por encima de 7,5 se bloquea al absorción de ciertos microelementos.

MATERIAL VEGETAL Y VARIEDADES

La selección varietal se hace en función del ciclo de cultivo, de la compacticidad, peso y forma del cogollo, del color y forma de las hojas, resistencia a la subida a flor, etc. Presentan hojas lisas o rizadas, de color variable de verde claro a morado, con cogollos cónicos o redondos.

Las VARIEDADES más empleadas de repollo blanco son, entre otras, **CARAMBA**, **EXCEL**, **CORAZÓN DE BUEY**, **BRONCO**, **DESTINY**, **DUCATI**. De col de Milán se utilizan **SALARITE**, **SAVOY MONARCH**, **SAVOY KING**, **TEMPROSA**, **EXTREMA**, etc. De col morada son habituales **RODEO**, **RUBY PERFEKTION**, **CABEZA NEGRA**, etc.

CALENDARIO DE CULTIVO

Aunque es un cultivo tradicionalmente realizado al aire libre, la producción en invernaderos se practica cada vez más con óptimos resultados.

PREPARACIÓN DEL SUELO

Se hará una labor profunda al suelo y si se aporta estiércol, se aprovechará la labor para enterrarlo. A continuación se darán un par de labores de cultivador, grada o fresadora, aportando el abonado de fondo en alguna de esas labores.



La **SIEMBRA** se ha hecho tradicionalmente al aire libre, previa realización de eras para la producción de plántulas. Hoy en día se emplean plántulas con cepellón, producidas en semilleros, donde la semilla se pone a germinar en tacos de turba de 2 x 2 x 6 cm, que posteriormente se trasplantan tanto al aire libre como a invernadero, cuando tienen 3 ó 4 hojitas verdaderas.



FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO

Las coles responden bien al estercolado con 30 a 40 Tn/ha, bien descompuesto, aportado con la suficiente antelación.

ABONADO DE FONDO

Se recomienda 80 UF/ha de N, 100 UF/ha de P_2O_5 , y 200 UF/ha de K_2O , además de 100 UF de CaO y 60 MgO.

ABONADO DE SEMENTERA

80 UF de N, previo al trasplante, incorporado superficialmente con el último pase de maquinaria.

ABONADO DE COBERTERA

80 UF de N, de Nitrato Amónico o Cálcico, inmediatamente después del aporcado.



MARCO DE PLANTACIÓN

Son comunes densidades de 40 a 60.000 plantas/ha, equivalente a marcos de 40 x 40, 45 x 45 ó 50 x 50 cm.

ACOLCHADO

En cultivos al aire libre es fundamental mantener las plantas libres de malas hierbas en los inicios del desarrollo. Es habitual recurrir a herbicidas de postemergencia autorizados para estas fases iniciales del cultivo.

El empleo de acolchado plástico, blanco o negro, es muy efectivo en el control de las malas hierbas en el cultivo, especialmente en INVERNADERO.

RIEGO

Las coles son un cultivo que demandan grandes cantidades de agua. En Asturias, no obstante, no constituye un factor limitante para el cultivo excepto en producciones de verano para las que no se puede garantizar la ocurrencia de precipitaciones. En tal caso, al igual que en los cultivos en invernadero, se ha de disponer un sistema adecuado de suministro.



Las **PLAGAS** más importantes son la oruga de la col, el pulgón harinoso, y la pulguilla de las crucíferas.

Las **ENFERMEDADES** más habituales son el mildiu, las podredumbres del cogollo o de la raíz, y alguna bacteriosis y virosis ocasional.



La **RECOLECCIÓN** en Asturias se inicia, al aire libre, a partir de los 60 hasta los 180 días, en función de la época y variedad elegida.

El **RENDIMIENTO** se estima en 25 y 50 Tn/ha.



Asturias, paraíso de castañas

MARTA CIORDIA ARA. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa Forestal. mciordia@serida.org

SANTIAGO PEREIRA-LORENZO. Escola Politécnica Superior, Universidad de Santiago de Compostela, Campus de Lugo, 27002 Lugo, España

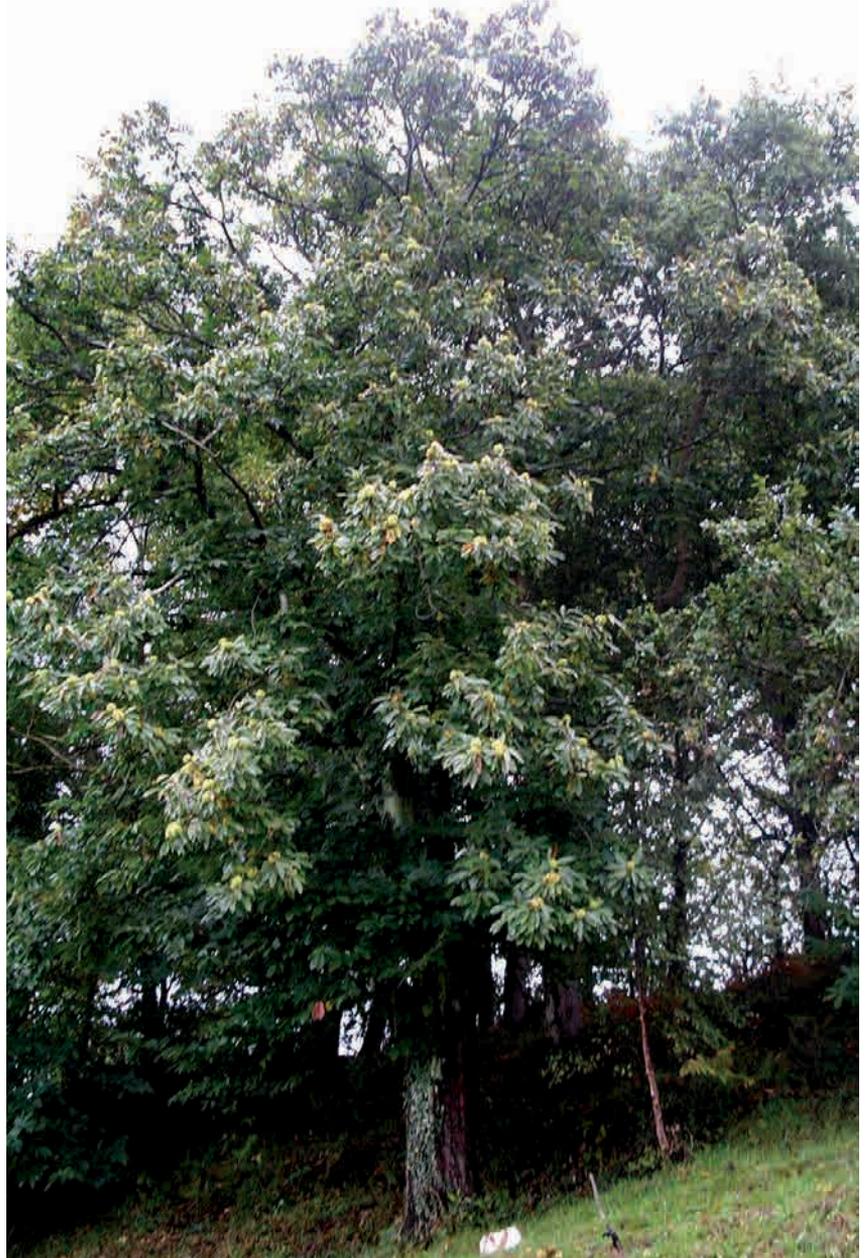
ANA RAMOS-CABRER. Escola Politécnica Superior, Universidad de Santiago de Compostela, Campus de Lugo, 27002 Lugo, España

Belén Díaz. Escola Politécnica Superior, Universidad de Santiago de Compostela, Campus de Lugo, 27002 Lugo, España

El castaño (*Castanea sativa* Mill.), uno de los árboles más populares a nivel mundial, tuvo gran importancia en la Edad Media, época en la que su cultivo se hizo tan dominante e indispensable para la supervivencia de la población que se organizó en torno a esta especie, desarrollando lo que se ha denominado una "civilización del castaño". Más tarde, en los siglos XVIII y XIX fue una de las principales fuentes de alimento de la población.

La disminución en la importancia de la cultura tradicional creada en torno a esta especie se inició a finales del siglo XIX y, se debió a varios factores. Por un lado, la mejora de las técnicas de producción agrícola, unido a la introducción de nuevos cultivos alternativos, como las patatas o el maíz, causaron la sustitución progresiva de las castañas en la dieta. Por otro, el desarrollo del proceso industrial para la obtención de taninos de la madera de castaño, o la necesidad de madera para la construcción naval en determinadas áreas, conllevó la tala sistemática de estos árboles. El avance de las dos grandes amenazas fitosanitarias de esta especie, la tinta y el chancro, unido a la introducción y rápida dispersión en Europa de una nueva plaga, la avispa del castaño, así como el abandono del medio rural, han acelerado localmente el declive de este cultivo. Además, se ha documentado la susceptibilidad del castaño al cambio climático, especialmente en los ambientes mediterráneos más xéricos.

Asturias, comunidad autónoma en la que esta frondosa emblemática forma una parte esencial del paisaje y la cultura de los pueblos, no ha quedado ajena a esta tendencia, a pesar de contar con la mayor superficie de castaño, 120.000 ha, principalmente en forma de monte bajo destinado a un aprovechamiento maderero.



ro. Sin embargo, la persistencia del cultivo puede considerarse inexistente, si bien aún es posible encontrar ejemplares domesticados, e incluso formando pequeños rodales.

↑
Castaño variedad
Valduna.

→
Castaño variedad Doriga.



No obstante, la faceta multiuso del castaño: consumo en fresco de sus frutos (en alimentación humana y animal); elaboración de productos agroalimentarios derivados de ellos (*Marron Glacé*, harinas, bebidas...); usos clásicos de la madera, desde muebles, barricas para el almacenamiento de bebidas, vigas estructurales..., hasta usos innovadores de ésta, como en revestimientos exteriores, otros usos estructurales en la construcción, marcos de madera laminada, joyas..., ha hecho que en las últimas décadas la gente sea más consciente de su importancia como un agente generador rural y fuente de nuevos recursos económicos. Específicamente para el fruto, que cuenta con métodos nuevos de almacenaje y tratamiento, se espera poder conseguir mejoras significativas en los productos ya existentes y crear nuevos de alta calidad gastronómica, nutricional y funcional para un mercado en demanda creciente.

Tradicionalmente, la producción de fruto se ha basado en la utilización de cultivares seleccionados localmente por los agricultores, que los injertaban sobre patrones de semilla. A la hora de realizar nuevas plantaciones, o reinjertar plantas adultas, para lograr producciones con frutos de elevada calidad comercial, es necesario seleccionar adecuadamente los cultivares. Su correcta selección requiere de una prospección en los concejos don-

de el castaño injertado está presente, así como de una valoración morfológica, genética y agronómica del material vegetal localizado. Dado el desconocimiento de los cultivares locales de castaño en las diferentes regiones españolas, incluyendo Asturias, durante las dos últimas décadas se ha hecho un esfuerzo considerable en estas evaluaciones, así como en la conservación de su germoplasma.

La prospección o búsqueda de cultivares injertados y su posterior identificación, se inició gracias a la financiación recibida del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) y del Ministerio de Ciencia y Tecnología a través de los proyectos de investigación 1FD1997-0955-C03-02 y AGL2003-09874-C0-02, respectivamente, del Principado de Asturias, a través del Instituto de Desarrollo Rural (IDR) y del SERIDA, así como de la Escola Politécnica Superior de Lugo perteneciente a la Universidad de Santiago de Compostela. Para ello, se visitaron 145 localidades pertenecientes a 49 concejos y se marcaron 301 accesiones, o árboles, correspondientes a 66 denominaciones varietales.

Los estudios de caracterización morfológica y genética llevados a cabo en cada accesión se recogen en Pereira-Lorenzo *et al.* (2005), y han permitido clasificar 42 cultivares asturianos en dos grandes grupos, principales y secundarios, atendiendo además, al interés comercial y a la dispersión del cultivar (Díaz Hernández *et al.*, 2009).

Sin embargo, ninguna de estas variedades de fruto está inscrita en el **Registro de Variedades Comerciales**, requisito indispensable para poder comercializarlas (Directiva de ejecución 2014/98/UE de la Comisión de 15 de Octubre de 2014). Por ello, y en base a los trabajos de caracterización existentes, el pasado mes de abril, el SERIDA remitió a la Subdirección General de M.P.A y Oficina Española de Variedades Vegetales del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, la documentación correspondiente a la caracterización de 12 variedades tradicionales de castaño en Asturias para solicitar su inclusión en el **Registro de Variedades en la categoría 'Descripción Oficialmente Reconocida'**, del Ministerio



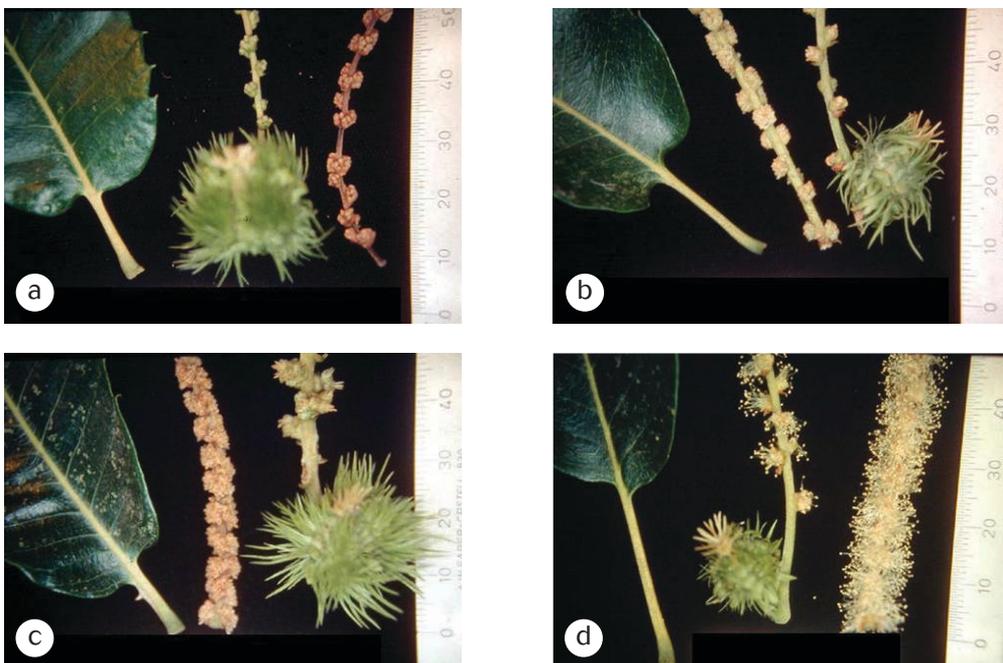
de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Este Registro trata de fomentar y poner a disposición de los agricultores semillas y plantas de vivero de variedades cada vez más productivas y mejor adaptadas a las distintas condiciones españolas de clima y suelo, una vez realizados un conjunto de trabajos y estudios de caracterización. ([http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/temas/medios-de-produccion/semillas-y-plantas-de-vivero/registro-de-variedades/#para 14](http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/temas/medios-de-produccion/semillas-y-plantas-de-vivero/registro-de-variedades/#para_14)).

En el caso de los castaños asturianos, para poder realizar su clasificación se emplearon varios marcadores moleculares como isoenzimas (Pereira, 1994; Pereira *et al.*, 1996) y microsatélites (Pereira *et al.*, 2011), así como numerosos caracteres de descripción morfológica y fenológica (Pereira *et al.* 2005), definiéndose también su distribución y ecología. Algunos de los parámetros estudiados, basados en una mayor facilidad de identificación, se indican a continuación:

– **Tipo de amento (flor masculina):** *astaminados*: sin emisión de polen, androestéril; *braquistaminados*: reducida emisión de polen, prácticamente androestéril; *mesostaminados*: emisión de polen fértil, se considera polinizador medio; *longistaminados*: emisión de

grandes cantidades de polen fértil, se considera un buen polinizador (Figura 1 a, b, c, d).

- **Longitud de las espinas del erizo:** corta, media, larga.
- **Caracteres del fruto,** basados en el calibre (grandes cuando un kilo reúne menos de 60 frutos y muy pequeño cuando agrupa más de 140 frutos/kg), siendo éste la característica más valorada en la actualidad en el mercado en fresco; la forma; el peso; el rendimiento al descascarado; la tabicación (*marrón*, embrión sin tabique interior; *castaña*, con tabique); el color; el brillo; la dificultad de pelado y el sabor.
- **Fecha de maduración de los frutos:** *muy precoz*, entre el 11 y el 25 de septiembre; *precoz* entre el 26 de septiembre y el 10 de octubre; *semiprecoz*, entre el 11 y el 25 de octubre; *semitardía*, entre el 26 de octubre y el 10 de noviembre; *tardía*, posterior al 11 de noviembre.
- **Destino de los frutos:** *marrón glacé*, <80 frutos/kg, <12% de tabicación y buen pelado; *marrón al natural*, <12% de tabicación, 80-90 frutos/kg y buen pelado; *castaña para fresco*, <100 frutos kg, dulces, brillantes y de color claro; mermeladas, purés y harinas, >100 frutos/kg.



←
Figura 1.-Caracteres descriptivos de las flores masculinas.
 a) Astaminados.
 b) Braquistaminados.
 c) Mesostaminados.
 d) Longistaminados.



Las variedades tradicionales de castaño en Asturias, que se han solicitado incluir en el Registro, son: 'Bacoa', 'Chamberga', 'Doriga', 'Grúa', 'Llanisca', 'Miguelina', 'Navexa', 'Paredé', 'Pelona', 'Rapuca', 'Valduna', y 'Vaquera'.

El material seleccionado se ha recogido en una colección activa de germoplasma, ubicada en el SERIDA de Villaviciosa y Grado, a fin de conservar toda la diversidad existente que garantice la futura evolución de sus poblaciones, preservar la actual constitución genética y ser la base para los posibles programas de mejora de la especie.

Una mención especial merece la variedad 'Paredé' de la que, que si bien uno de los clones caracterizados es coincidente con la variedad gallega denominada 'de Paredé' (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, BOLETIN N° 3/2016 (1/6/2016)), dando lugar a un ejemplo claro de sinonimia, en Asturias se ha descrito un material singular, aunque muy próximo genéticamente, para el que se va a solicitar el registro bajo una nueva denominación, 'Paré' en vez de la denominación propuesta inicialmente como 'Paredé'; una vez se confirme el genotipo diferente mediante pruebas más precisas.

Algunas de estas variedades han tenido a lo largo de la historia, y mantienen

actualmente, un considerable interés local, tal es el caso de 'Chamberga' o 'Valduna', protagonistas de los Festivales de la Castaña que se celebran anualmente en Aces (Candamo) y Valduno (Las Regueras). En Arriondas (Parres) se celebra anualmente el Certamen de la Castaña y Productos de la Huerta, en el que se comercializan numerosas variedades tradicionales de castañas asturianas.

A continuación se describen las características más relevantes de cada una de las variedades seleccionadas, según su clasificación en variedades principales y secundarias.

1. Variedades principales

En este grupo se incluyen las variedades más extendidas por Asturias, las que producen los frutos de mayor calidad y aquellas que tienen mayor reconocimiento en el mercado asturiano.

Un caso singular es el de 'Paré', incluida en el grupo principal. Su importancia no va asociada al tamaño del fruto, sino que destaca por la calidad de su madera, el excelente pelado y el sabor dulce del fruto, por lo que resultaría interesante para la realización de plantaciones manejadas con doble aptitud, fruto y madera.

Bacoa

Solamente se ha localizado en el concejo de Ibias. Es un buen polinizador, con erizos con púas cortas. Sus frutos, dulces, son los más adecuados para fabricar las famosas castañas confitadas o *marrons glacés*, gracias a su facilidad para el pelado y su gran tamaño, y maduran en la segunda quincena de octubre.

Chamberga

Junto a 'Valduna', es una de las variedades más populares, con amplia distribución por Belmonte de Miranda, Candamo, Grado, Las Regueras y Salas. Es un buen polinizador, con erizos con espinas de longitud media. Las castañas son de fácil pelado, de color rojizo, brillo normal, calidad marrón natural, sabor dulce, y destinadas principalmente a la industria agroalimentaria (mermeladas, purés, harinas) por su tamaño más bien pequeño (101-120 frutos/kg), y con maduración semitardía.



Grúa

Se localiza en los concejos de Villaviciosa y Parres. Los amentos son longuistaminados, y las espinas de los erizos largas. Los frutos tienen buen calibre, con calidad marrón natural, pero presentan una dificultad media de pelado y son insípidos, destinados para el consumo en fresco, con maduración entre semiprecoz y semitardía.

Miguelina

Se distribuye por Pravia y Salas. Los amentos no producen polen, los erizos tienen púas de longitud media, y el calibre de los frutos es similar a los de 'Chamberga', por lo que se destinan para la fabricación de mermeladas, purés y harinas. Presentan el grano con tabique interno y tienen un sabor dulce. Su maduración, que coincide con la festividad de San Miguel (29 de septiembre), es la más precoz de las variedades asturianas, lo que le aporta un valor comercial añadido.

Paré

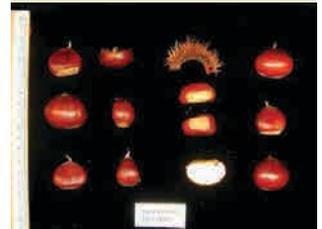
Se encuentra en los concejos del occidente: Boal, Cangas de Narcea, Castropol, Ibias, Pesoz, Allande, Santa Eulalia de Oscos, Tapia de Casariego y Taramundi. Esta amplia distribución se debe, seguramente, a pesar del tamaño pequeño de los frutos, a su buena adaptabilidad, sabor dulce y muy fácil pelado, así como a la apreciada calidad de la madera, ya que su nombre hace referencia a las vigas que sujetan la estructura del tejado y tradicionalmente se ha empleado la expresión "Paña castañas, que son de Paré", haciendo alusión a algo que es bueno. Los amentos son mesostaminados, y las espinas de los erizos de longitud media. La época de maduración es entre semiprecoz y semitardía. Además, es interesante para la industria agroalimentaria.

Valduna

Una de las variedades más populares y conocidas en el territorio asturiano, que se distribuye por Gijón, Las Regueras, Mieres, Oviedo, Allande, Pravia, Salas, Santo Adriano, Siero, Tapia de Casariego, Teverga, Tineo y Villaviciosa. Al igual que 'Chamberga', es un buen polinizador, con erizos con espinas de longitud media. Frutos de gran calidad que destacan por su gran tamaño, color rojizo brillante, sabor dulce, aunque presenta una dificultad media de pelado, adecuadas para *marron* al natural y consumo en fresco, con maduración entre semiprecoz y semitardía.

Vaquera

Se trata de otra variedad de castañas del occidente asturiano, con distribución por Belmonte de Miranda y Tineo. Buen polinizador, con las púas de los erizos de longitud media. Castañas de color oscuro, brillo normal, fácil de pelar y de sabor dulce, pero con un grado de tabicación alto por lo que se desestima para un uso como *marron* al natural, pero adecuada para consumo en fresco, con maduración entre semiprecoz y semitardía.



2. Variedades secundarias

En el grupo de variedades secundarias se incluye aquel material estudiado con menor interés comercial, bien por el escaso tamaño de su fruto o por otra caracte-

rística negativa, pero que han sido clasificados y que merece la pena conservar a fin de mantener la biodiversidad y como base genética en posibles proyectos de mejora.

Doriga

Se localiza en varios concejos del occidente asturiano, Boal, Ibias, Pesoz, Allande y Tineo. Los amentos son longuistaminados, con las espinas de los erizos largas. Son castañas muy pequeñas, oscuras, con tabicación *marron*, fáciles de pelar, de sabor dulce, y con interés para la industria agroalimentaria, con maduración en la segunda quincena de octubre.

Llanisca

Variedad del oriente de Asturias, concretamente en los concejos de Piloña, Ponga y Llanes. Es un buen polinizador, con espinas largas en los erizos, frutos de calibre pequeño, tabicación *marron*, fáciles de pelar, de sabor dulce, y con interés para la industria agroalimentaria, con maduración semitardía.

Navexa

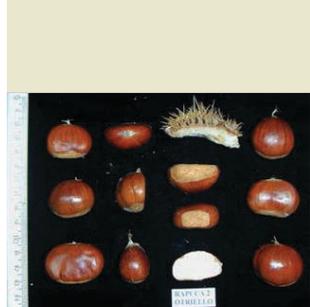
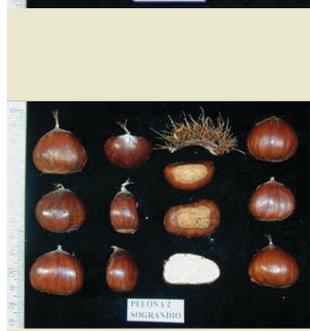
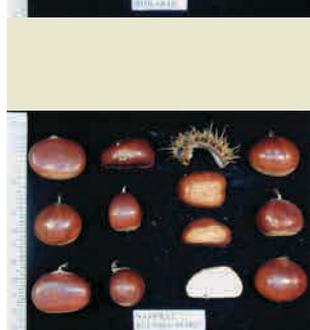
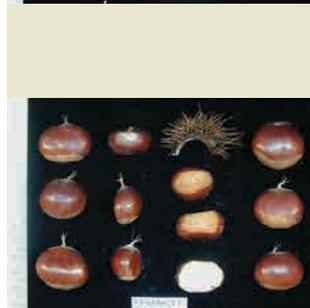
Se distribuye por Belmonte de Miranda y Tineo. Buen polinizador, con las espinas de los erizos de longitud media, frutos de calibre más bien pequeño (101-120 frutos/kg), tabicación *marron*, facilidad media de pelado, de sabor dulce, con interés para la industria agroalimentaria, y de maduración semitardía.

Pelona

Variedad del centro-sur del territorio asturiano, Grado, Oviedo, Mieres, Quiros y Santo Adriano. Los amentos masculinos son longuistaminados, las espinas de los erizos largas, frutos con brillo, de calibre más bien pequeño, tabicación *marron*, facilidad de pelado de fácil a media, destino del fruto para la fabricación de mermeladas, purés y harinas, y de maduración entre semiprecoz y semitardía.

Rapuca

Esta variedad se distribuye por los concejos de Cangas de Narcea, Ibias, Allande, Teverga y Tineo y está considerada como un polinizador medio. Las púas de los erizos son cortas, frutos de color claro con mucho brillo, de calibre pequeño, con una dificultad media de pelado, poco tabicados y de sabor dulce, destino del fruto para la fabricación de mermeladas, purés y harinas, y de maduración entre semiprecoz y semitardía.



Agradecimientos

La información recogida en este artículo forma parte de varios trabajos científicos y técnicos publicados por los autores en los últimos años. Además de la financiación señalada en el texto, agradecemos la colaboración de instituciones, agricultores y particulares, que de forma desinteresada nos han facilitado información sobre los ejemplares de castaño injertados, y nos han permitido recoger el material vegetal para su estudio; así como a los compañeros de trabajo y amigos que nos ayudaron durante la recolección y caracterización de las castañas, y en la recogida de púas para su posterior injertado.

Una mención especial merece Almudena Suárez, compañera del Servicio de Desarrollo Agroalimentario, D.G. Desarrollo Rural y Agroalimentación, Consejería de Desarrollo Rural y Recursos Naturales del Principado de Asturias, por su asesoramiento en los aspectos legislativos.

Referencias bibliográficas

Diario Oficial de la Unión Europea del 16 del 10 de 2014. L298/23. Directiva de ejecución 2014/98/UE de la Comisión de 15 de Octubre de 2014.

DÍAZ-HERNÁNDEZ, M. B.; CIORDIA-ARA, M.; RAMOS-CABRER, A. M.; PEREIRA-LORENZO, S. 2009. Cultivares de castaño (*Castanea sativa* Mill.) de Asturias. KRK-SERIDA (Eds.) Asturias, 90 pp, ISBN: 978-84-8367-063-7.

MAGRAMA, Oficina Española de Variedades Vegetales, Boletín N° 3/2016 (1/6/2016).

PEREIRA-LORENZO, S.; 1994. Caracterización y selección de cultivares tradicionales de castaño (*Castanea sativa* Mill.) en Galicia. Universidad Politécnica de Madrid. Tesis Doctoral.

PEREIRA-LORENZO, S.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; MORENO-GONZÁLEZ, J. 1996. Variability and grouping of Northwestern Spanish Chestnut Cultivars. II. Isoenzyme traits. J.Amer. Soc.Hort.Sci. 121(2): 190-197.

PEREIRA-LORENZO, S.; RAMOS-CABRER, A. M.; DÍAZ-HERNÁNDEZ, M. B.; CIORDIA-ARA, M. 2005. Características morfológicas e isoenzimáticas de los cultivares de castaño (*Castanea sativa* Mill.) de Asturias. Monografías INIA: Serie Agrícola. INIA-Ministerio de Educación y Ciencias (Eds.) Madrid. Vol 16, 541 pp.

PEREIRA-LORENZO, S.; LOURENÇO COSTA, R. M.; RAMOS-CABRER, A. M.; CIORDIA-ARA, M.; MARQUÉS RIBEIRO, C. A.; BORGES, O.; BARRENECHE, T. 2011. Chestnut cultivar diversification process in the Iberian Peninsula, Canary Islands and Azores. Genome, vol 54: 301-315. ■



←
Castaño variedad
Vaquera.



Control de calidad de los frutos del castaño en el bosque mediante sensores portátiles

ANA SOLDADO CABEZUELO. Área de Nutrición, Pastos y Forrajes. asoldado@serida.org

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

TERESA PICÓ MOYA. Área de Nutrición, Pastos y Forrajes

MARTA CIORDIA ARA. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. mciordia@serida.org

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

Los sistemas silvopastorales contribuyen a mejorar la rentabilidad económica, social y ambiental de los bosques y aumentar el nivel de renta de los ciudadanos que habitan en el medio rural, creando empleo, frenando el despoblamiento, disminuyendo los costes de mantenimiento (en desbroces por ejemplo), minimizando el riesgo de incendios y, si se usan razas autóctonas en peligro de extinción, como es el caso del cerdo celta (Gochu Asturcelta) hay que incluir su contribución a la conservación del acervo genético. Los sistemas silvopastorales con estas razas de cerdo en sotos de castaños y robledales están demostrando su viabilidad técnica y económica, lo que se manifiesta por el número creciente, aunque incipiente, de granjas instaladas con este sistema, ya que desde la primera mitad del siglo XX quedó restringida a las dehesas y bosques mediterráneos.

La producción porcina extensiva, basada en el aprovechamiento de recursos forestales por razas autóctonas, rústicas, permite incrementar el uso múltiple del territorio, mejorar la rentabilidad de los robledales y los castañares, teniendo en cuenta aspectos medioambientales. Sin embargo, existe poca información sobre la valoración nutritiva de los frutos del bosque del monte bajo asturiano (Flórez-Serrano *et al.*, 2010). En la actualidad, la disponible está íntegramente ligada a la dehesa

y bosque mediterráneo. Por ello, es necesario obtener información sobre la composición y valor nutritivo de los frutos y de los pastos arbóreos de la España húmeda.

Una alternativa a las técnicas de laboratorio tradicionales para llevar a cabo un análisis de calidad de las castañas es la utilización de la Espectroscopía de Reflectancia en el Infrarrojo Cercano (NIRS). Esta técnica de análisis con respuesta inmediata permitiría conocer de manera rápida y precisa la composición de las castañas incluidas en la dieta del Gochu Asturcelta y el valor nutritivo de las mismas, con el propósito de mejorar la dieta del animal y las características organolépticas finales de las producciones (De la Roza-Delgado, 2012).

Con respecto al instrumento NIRS más adecuado para la realización de los análisis, señalar que los equipamientos NIRS de laboratorio son los más ampliamente utilizados para el análisis de productos agroalimentarios con los que se han desarrollado numerosas aplicaciones. Sin embargo, una alternativa a estos equipos, que hace viable la incorporación de la instrumentación NIRS para llevar a cabo el análisis *in-situ* en el campo o en las explotaciones ganaderas, es la disponibilidad de equipos NIRS portátiles de relativo bajo coste, sin partes móviles, compactos, robustos, ergonómicos, de tamaño reducido y ligeros.





En este marco de actuación, podemos definir que **el objetivo general** del presente trabajo es la caracterización nutritiva de los frutos del castañar mediante la puesta a punto de una metodología instrumental que posibilite el análisis *in-situ* y en tiempo real, basada en el empleo de los sensores NIRS portátiles. Para la consecución de este objetivo, se hace imprescindible la construcción de bases de datos espectrales y de referencia que permitan predecir los parámetros de calidad necesarios en la alimentación del Gochu Asturcelta y con el futuro propósito de llevar a cabo una mejora organoléptica, para lograr un producto final de alta calidad sensorial y alimenticia, combinado con una adecuada conservación del medio.

Para el desarrollo de este trabajo se seleccionaron parcelas de monte bajo en diferentes localizaciones del Principado de Asturias: Vegadeo, Ponga, Pravia, Teverga, Salas, Caso, Sobrescobio, Tineo, Allande, Boal, Grandas de Salime, Proaza, Riosa y San Martín del Rey Aurelio (Figura 1).

Se recogieron un total de 39 muestras de castañas en otoño de 2015, momento adecuado del año para recolectar este fruto, y se analizaron en el Programa de Nutrición del Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario, con el fin de llevar a cabo una caracterización morfológica y nutritiva completa de las castañas, puesto que estas parcelas son idóneas para la cría en extensivo del Gochu Asturcelta.

El Gochu Asturcelta es un animal que puede incorporar en su dieta cualquier alimento que encuentre a su alcance pero, con suficiente comida y sin escasez de castañas, el animal procede al pelado del fruto para comerlo sin la cáscara. Si hubiese escasez de castañas, ingeriría el fruto al completo. Por ello, se procedió a caracterizar la mitad de las castañas enteras con corteza y la otra mitad peladas, para poder determinar las características nutricionales del fruto en ambas situaciones (Figura 2).

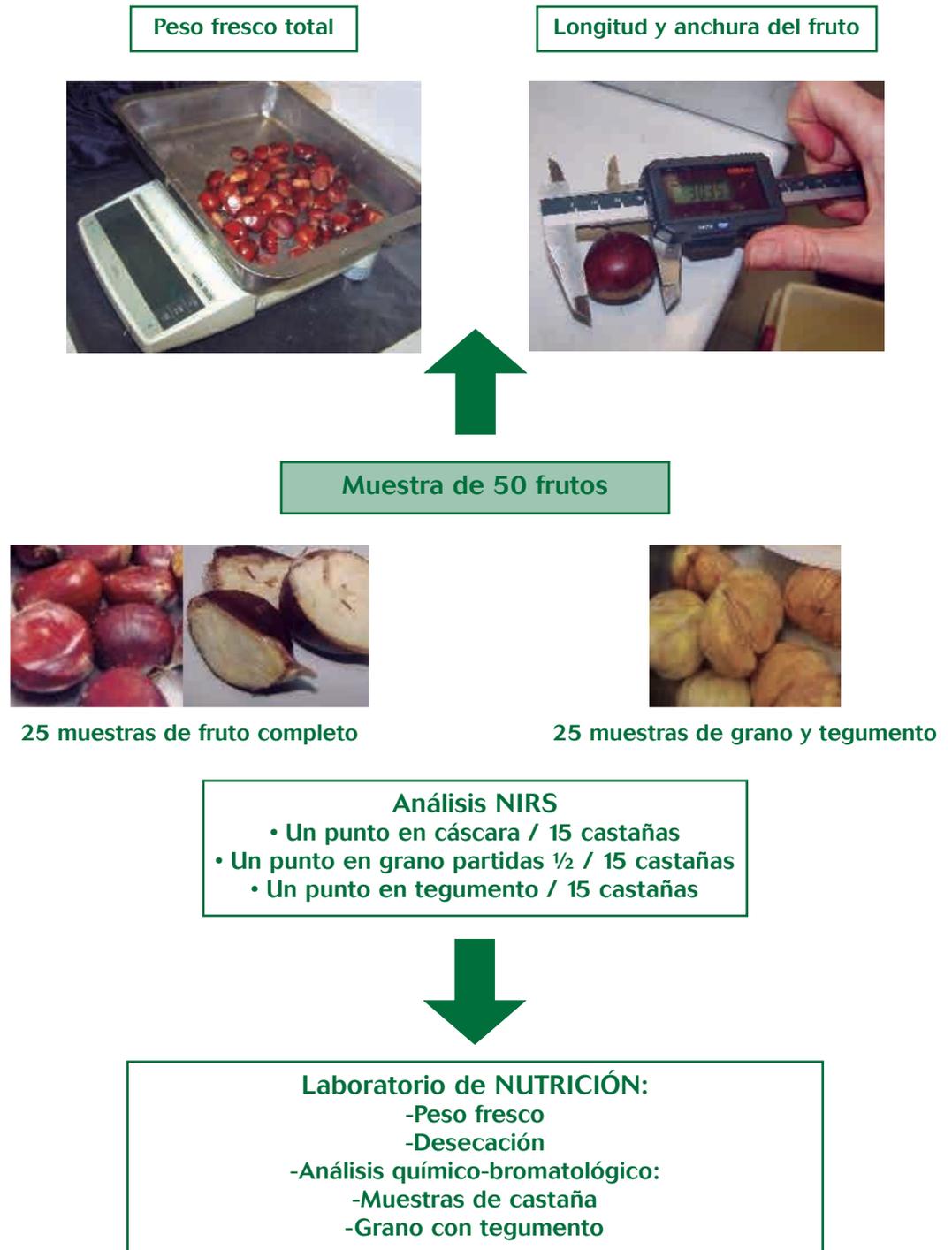
↑
Figura 1.-Distribución geográfica de las zonas de muestreo de castañas.

↓
Figura 2.-Muestras de fruto completo (a), fruto partido 1/2 (b), grano y tegumento completo (c) y grano y tegumento partido 1/2 (d).





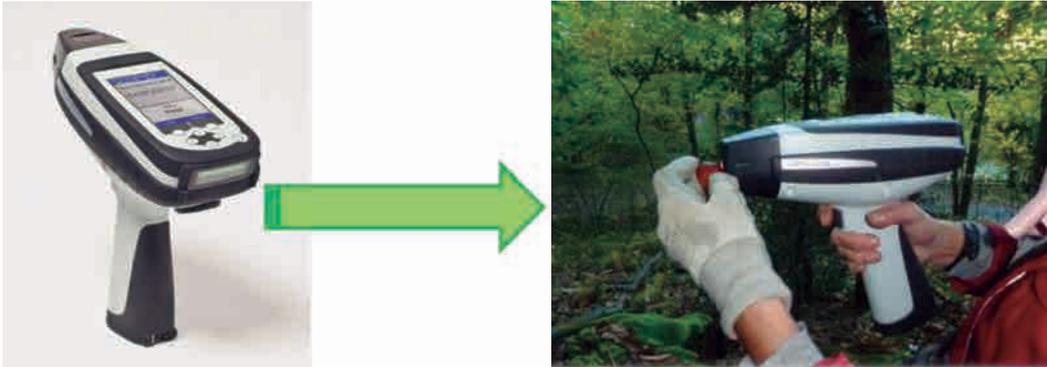
→
Figura 3.-Protocolo de caracterización y análisis de las muestras de castaña.



Cada muestra estaba compuesta por 50 frutos de castañas y, tras su recepción, se llevó a cabo el protocolo que se recoge en la Figura 3 para la caracterización y el análisis de las mismas: caracterización física (peso en fresco y tamaño) y caracterización químico-bromatológica, como fruto completo (castaña con cáscara) y como grano con tegumento. Así mismo, se presenta la metodología se-

guida para desarrollar la estructura de las bibliotecas espectrales NIRS, que consistió en el análisis NIRS en 15 puntos diferentes de cada muestra, resultando cada espectro el promedio de esos 15 espectros que se recogieron sobre diferentes castañas, tanto en el fruto completo (sobre la cáscara), fruto partido 1/2 (sobre el grano), y en muestras de grano con tegumento (sobre el tegumento).





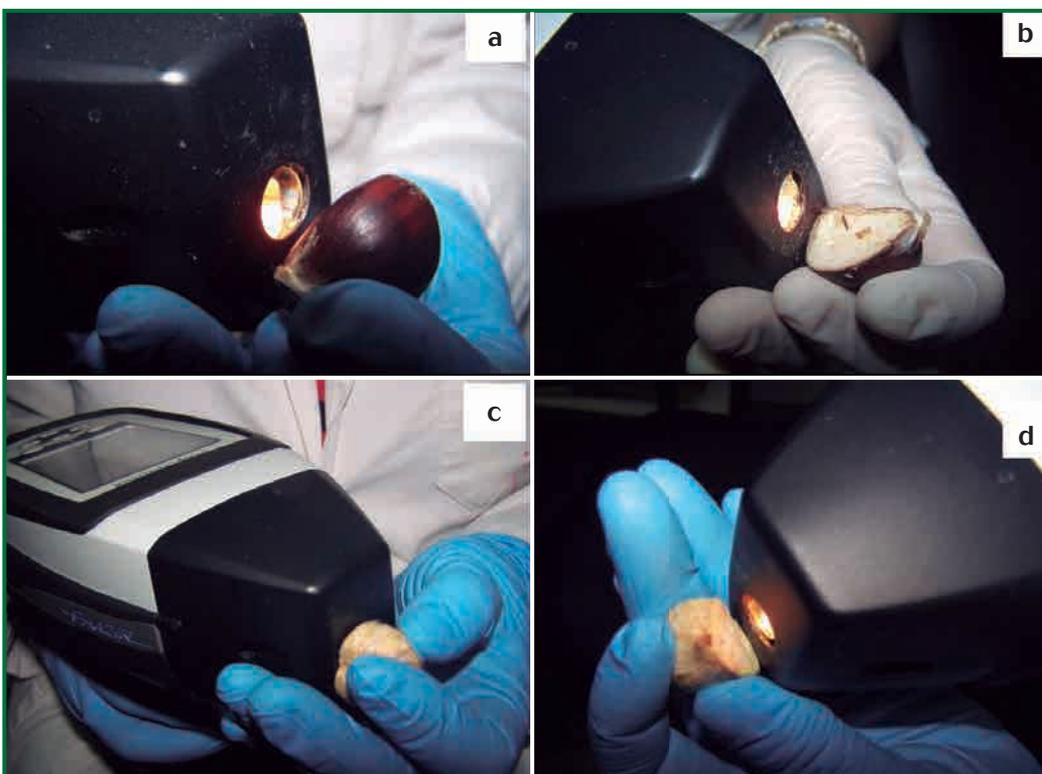
←
Figura 4.-Equipo NIRS, MicroPHAZIR™ Handheld NIR Analyzer para análisis *in-situ*.

Para la realización del ensayo se utilizó un equipo NIRS, MicroPHAZIR™ Handheld NIR Analyzer, equipo de análisis NIR portátil de mano. Su peso es de 1,25 kg y sus baterías recargables a la red, con una vida de aproximadamente 6 horas, que hacen que sea muy práctico para su uso en el mismo campo de recogida de muestras para su análisis. Entre 1600-2400nm, con una resolución de 8nm y una ventana de muestreo con una superficie de irradiación de 0,13 cm² (Figura 4).

El primer paso en la realización del ensayo fue la optimización de los parámetros instrumentales y de muestreo para la

recogida de la información espectral. Se recogieron espectros en tres modos diferentes, a partir de la exploración directa sobre la superficie de la muestra analizada en modo de fruto completo, grano y tegumento o fruto partido. En la Figura 5 se muestra el modo de recogida de la información espectral en las castañas.

En cada uno de los modos de análisis NIRS se recogió la información espectral de todas las castañas. En la Figura 6, se muestran los espectros promedio del colectivo de calibración de las castañas, analizadas como fruto completo, partido y como grano y tegumento. Las características espectrales nos muestran la gran

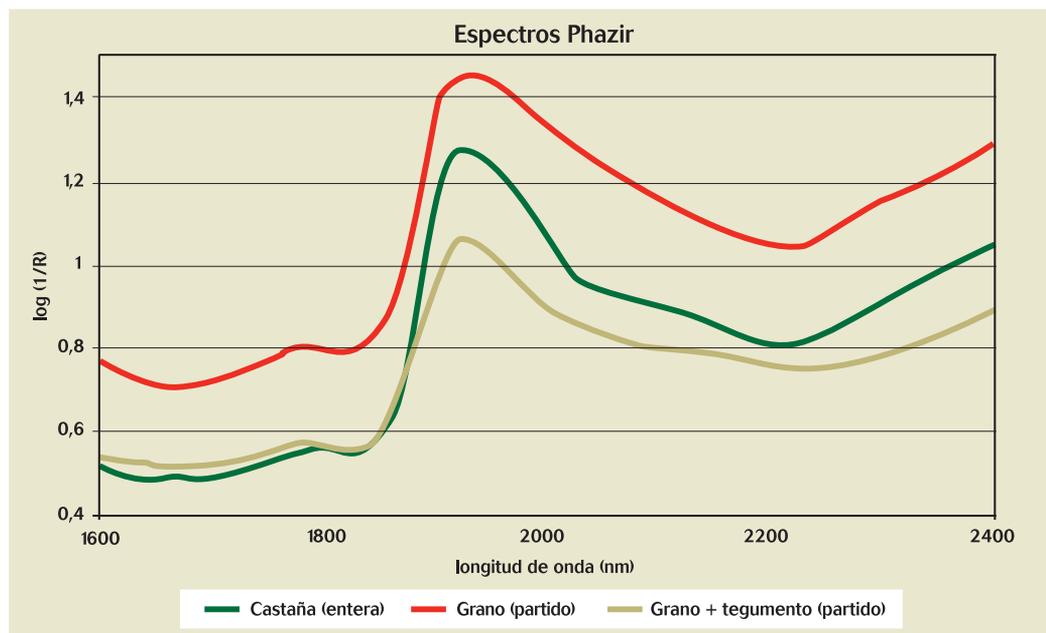


←
Figura 5.-Análisis NIRS de castañas:
 (a) fruto completo,
 (b) fruto partido,
 (c y d) grano y tegumento.



→

Figura 6.-Espectros promedio del colectivo de calibración de las castañas, analizadas enteras, partidas y como grano+tegumento.



similitud existente entre los 3 modos de recogida de información espectral NIRS, observándose que el espectro del fruto entero y grano con tegumento posee una línea de base muy similar; sin embargo, en el máximo de aproximadamente 1950nm, la castaña entera posee una intensidad mayor, hecho que podría relacionarse con la absorción de radiación de la cáscara de la castaña.

A continuación, se realizó el análisis químico-bromatológico de las muestras de castaña como fruto completo y como grano con tegumento. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 1.

Combinando los análisis de referencia y los datos de las muestras de castañas en cada uno de los tres modos de análisis, se realizaron los correspondientes

modelos de calibración para la predicción NIRS de los diferentes parámetros nutritivos de interés. Se ensayaron distintos tratamientos matemáticos de derivación y corrección de la línea de base. Los modelos obtenidos se compararon en base a los estadísticos de calibración: error estándar de calibración (ETC) y coeficiente de determinación de la calibración (R^2). En la Tabla 2 se muestran los primeros resultados preliminares, dado el reducido tamaño de la población inicial (N=39), obtenidos para las ecuaciones de calibración seleccionadas con estadísticos aceptables.

Los estadísticos de calibración recogidos en la Tabla 2 (ETC y R^2) permiten evaluar como positiva la aplicabilidad de la tecnología NIRS para la caracterización nutritiva del fruto del castaño, especialmen-

↘

Tabla 1.-Análisis de referencia de la castaña como fruto completo y como grano con tegumento (g/100g).

MS: Materia seca;
 CZ: Cenizas;
 PB: Proteína bruta;
 FND: Fibra neutro detergente;
 FNDLC: Fibra neutro detergente libre de cenizas;
 EE: Extracto etéreo;
 ALM: Almidón;
 DE: Desviación estándar.

	Castaña entera			Grano y Tegumento		
	Rango	Media	DE	Rango	Media	DE
MS	90,53-94,63	92,39	0,989	90,99-94,81	92,65	0,799
CZ	1,41-2,18	1,78	0,213	1,46-2,56	1,94	0,265
PB	4,42-8,89	6,65	1,105	4,92-10,51	7,45	1,373
FND	31,43-50,18	40,02	3,081	31,49-40,14	35,66	1,841
FNDLC	30,88-49,85	39,56	2,962	31,17-39,75	35,34	1,745
EE	1,01-2,78	1,81	0,383	1,06-3,44	2,16	0,532
ALM	26,33-43,62	35,85	3,783	40,89-54,69	46,33	3,642



Parámetro	Modo de presentación	Tratamiento	R ²	ETC
MS	Fruto completo	1,6,4	0,671	0,743
	Fruto partido	1,6,4	0,791	0,500
	Grano con tegumento	1,6,4	0,575	0,695
CZ	Fruto partido	1,6,4	0,757	0,169
PB	Fruto completo	1,6,4	0,773	0,711
	Fruto partido	1,6,4	0,562	1,083
EE	Fruto partido	1,6,4	0,793	0,328
FND	Fruto partido	1,6,4	0,692	1,325
	Grano y tegumento	2,6,4	0,622	1,346
FNDLC	Fruto partido	1,6,4	0,665	1,301
	Grano y tegumento	2,6,4	0,555	1,370
ALM	Grano y tegumento	2,6,4	0,752	2,226

te sobre la castaña partida (fruto partido), presentación sobre la que ha sido posible predecir todos los parámetros nutritivos evaluados, excepto el almidón, que exige pelar la castaña para facilitar la recogida del espectro sobre el grano con tegumento.

Estos resultados abren grandes expectativas sobre la posibilidad de llevar a cabo el análisis químico-bromatológico *in-situ* de las muestras de castaña, con pequeños equipamientos NIRS portátiles

Financiación

Esta actividad de I+D está financiada por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Agroalimentaria (INIA) a través de los proyectos RTA2010-00128-00, RTA2012-00063-02, RTA2014-00051-04 cofinanciados con fondos FEDER.

Agradecimientos

Al personal técnico del Laboratorio de Nutrición y personal de campo de los Programas de Nutrición y Forestal del SERIDA por su colaboración.

Referencias bibliográficas

DE LA ROZA-DELGADO, B. 2012. Valoración de alimentos para Gochu Asturcelta en el laboratorio de Nutrición animal del SERIDA. Manual de Gochu Asturcelta, Eds.: SERIDA; ISBN.: 978-84-695-3049-8, 7: 103-112.

FLÓREZ SERRANO, J.; SANTÍN FERNÁNDEZ, P. J.; SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, J. A.; DEL PINO GUTIÉRREZ, F. J.; MELCÓN MARTÍNEZ, P. "El castaño manual y guía didáctica" (LE-1020-2001). ■



←
Tabla 2.-Estadísticos de calibración NIRS para la predicción de parámetros nutritivos en los diferentes modos de presentación de la muestra.
 MS: Materia seca;
 CZ: Cenizas;
 PB: Proteína bruta;
 FND: Fibra neutro detergente;
 FNDLC: Fibra neutro detergente libre de ceniza;
 EE: Extracto etéreo;
 ALM: Almidón;
 R²: Coeficiente de determinación de la calibración;
 ETC: Error típico de calibración.



El brezo como planta medicinal antiparasitaria para el ganado caprino

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

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

ANTONIO MARTÍNEZ MARTÍNEZ. Consejería de Desarrollo Rural y Recursos Naturales. antonio.martinezmartinez@asturias.org

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



↑

Foto 1.-Los brezos presentan un bajo valor nutritivo, pero debido a los taninos que contienen pueden ser beneficiosos para reducir los niveles de parásitos gastrointestinales en las cabras.

Introducción

La sanidad animal es crucial para mantener unos rebaños productivos y conseguir el bienestar de los animales y la sostenibilidad de las explotaciones ganaderas. Las enfermedades parasitarias son de las más importantes que pueden afectar negativamente a las ganaderías extensivas, causando bajas en el rebaño, elevados costes en tratamientos veterinarios y reducciones en la productividad. Concretamente, las parasitosis por nematodos gastrointestinales (gusanos redondos) son las causantes de grandes pérdidas en la ganadería extensiva a nivel mundial, sobre todo en regiones con climas húmedos, tanto tropicales como

templados, y particularmente en el caso de los pequeños rumiantes, ovino y caprino.

Los gusanos redondos pertenecen a muchas especies distintas y pueden infectar distintos órganos del animal huésped, si bien todos ellos causan efectos perniciosos que en general incluyen pérdida de apetito y reducción de la ingestión, nutrición deficiente, diarrea, pérdida de peso, reducción de la producción de leche, menor desarrollo y crecimiento de las crías, y hasta muerte por inanición y deshidratación. El ciclo vital de estos gusanos, aunque difiere entre las distintas especies, se puede resumir de manera generalizada. El ganado ingiere las larvas

junto con el pasto, que pasan al tracto digestivo infectando diversos tejidos y donde se desarrollan como adultos. Tras reproducirse, los huevos son excretados en las heces y tras eclosionar pasan por distintas fases larvianas en el exterior, hasta volver a ser ingeridas en fase infectante. El ambiente en el exterior es muy importante para la supervivencia y desarrollo de las larvas, que se ven favorecidas por temperaturas cálidas y ambientes húmedos.

Para combatir estos parásitos, desde hace décadas se han venido utilizando diversos fármacos antihelmínticos, casi como única opción. El uso indiscriminado de estos productos químicos ha traído varios problemas, como son la aparición de cepas resistentes de nematodos, y por tanto pérdida de eficacia de los fármacos, la contaminación de los ecosistemas, ya que al ser excretados pasan a la vegetación y al suelo, y la inseguridad alimentaria, ya que pueden quedar restos en productos como la carne o la leche, con la consiguiente pérdida de calidad y peligro para la salud del consumidor (Waller, 2006). En los últimos años se vienen fomentando otras vías alternativas para reducir la incidencia de estas parasitosis, enfocadas sobre todo al manejo de la alimentación y a la selección de estirpes ganaderas que desarrollen una mayor capacidad inmunitaria frente a estos gusanos.

Desde el punto de vista alimentario, se ha observado que la suplementación con alimentos más energéticos y/o con mayores contenidos proteicos tiene efectos beneficiosos en el ganado, al aumentar su capacidad de resistencia a la enfermedad (Coop y Kyriazakis, 2001). Por otro lado, el uso de plantas bioactivas parece prometedor para reducir las tasas de infección en el ganado. Las plantas bioactivas son aquellas que poseen ciertos metabolitos o compuestos secundarios (taninos, terpenos, alcaloides, etc.) que pueden producir diversos efectos metabólicos en el herbívoro que las consume. Así, pueden ser tóxicas y muy dañinas para el animal que las ingiere, más o menos neutras, o pueden ser beneficiosas desde el punto de vista nutricional o sanitario (medicinales). Desde comienzos del presente siglo, se vienen estudiando diversas especies de plantas, en particular aquellas que contienen taninos, debido a su efecto antihelmíntico en distintas especies de ganado (Hoste *et al.*, 2006).

El ganado caprino es conocido por su mayor apetencia por las plantas leñosas, siendo una especie más ramoneadora que el vacuno o el ovino, y también por su mayor sensibilidad ante las parasitosis gastrointestinales (Celaya *et al.*, 2008; Hoste *et al.*, 2008). Debido a su conducta alimentaria, evolutivamente no ha desarrollado una inmunidad tan elevada con-



←
Foto 2.-Las cabras pastando en prados o praderas cuando no tienen brezo disponible son muy proclives a enfermar al ingerir larvas infectantes de gusanos parásitos.

tra los parásitos gastrointestinales como la de las otras especies rumiantes, mejor adaptadas a pastar comunidades herbáceas de porte bajo y por tanto más expuestas a la ingestión de larvas infectantes con la hierba. Por tanto, las cabras son más proclives a ser infectadas y a enfermar cuando pastan en prados y praderas. En este trabajo vamos a presentar los resultados de varios experimentos realizados con ganado caprino para estudiar el efecto antihelmíntico del brezo, y sus repercusiones en los niveles de parasitosis, la nutrición y los rendimientos productivos de los animales.

Experimentos con brezos como plantas bioactivas

En Asturias podemos contabilizar hasta 12 especies autóctonas de brezo, matas o arbustos pertenecientes a la familia de las ericáceas. Los brezales son comunidades de matorral donde dominan una o varias de estas especies, y llegan a cubrir un 21% de la superficie regional, siendo más abundantes en el occidente. Los brezos en general poseen un escaso valor nutritivo para el ganado, con bajos contenidos en proteína y muy altos en lignina, por lo que los brezales difícilmente llegan a cubrir las necesidades nutricionales de los herbívoros domésticos. Además de estas características bromatológicas, los brezos presentan concentraciones moderadas de taninos en sus hojas, entre un 6% y un 10% (en equivalentes de ácido tánico) de la materia seca (MS), por lo que son potencialmente bioactivas para disminuir o controlar las infecciones parasitarias del ganado caprino (Moreno-Gonzalo *et al.*, 2012).

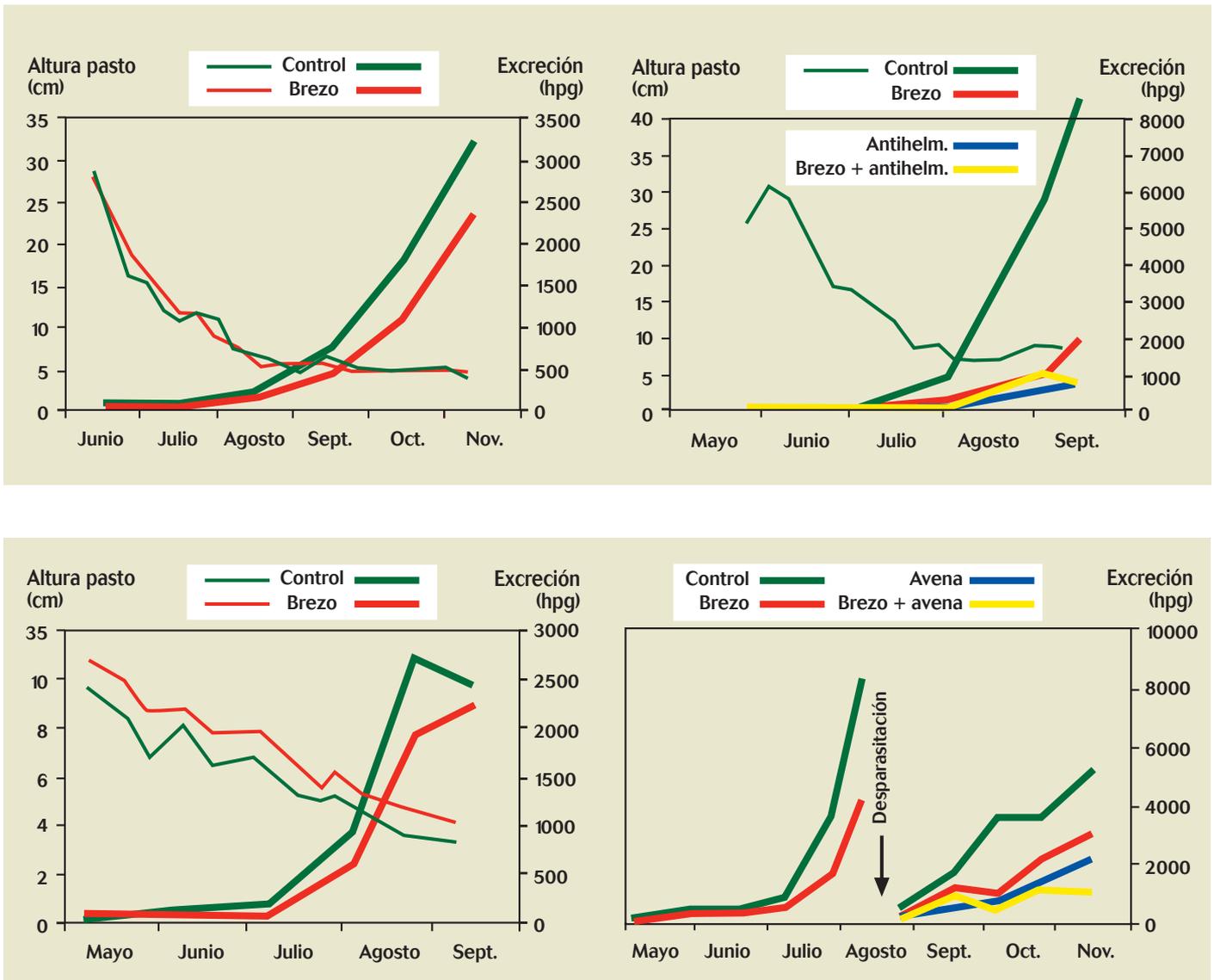
Para comprobar esto, se realizaron diversos experimentos con caprino (razas Bermeya y Cachemira) en la finca experimental del Carbayal (Eilao-Illano). En este trabajo nos centraremos en experimentos con infecciones naturales en pastoreo, aunque también se realizaron experimentos con infecciones experimentales en condiciones más controladas. Las cabras y sus cabritos pastaban de primavera a otoño en praderas de raigrás inglés y trébol blanco, divididas en distintas parcelas según los tratamientos. En las parcelas

control los animales no recibían ningún tipo de suplementación, mientras que en otras se les suministraba brezo cada tres días. En experimentos sucesivos, estos tratamientos (con o sin brezo) se combinaron con otros factores a estudiar, tales como la administración periódica de fármacos antiparasitarios, la carga ganadera y la suplementación con un alimento energético (avena).

Antes de iniciarse el pastoreo en las parcelas experimentales, los animales eran desparasitados mediante la administración oral de un fármaco comercial a base de ivermectina. En cada uno de los experimentos se emplearon entre 40 y 48 cabras, lactantes o no. Durante el pastoreo, mensualmente se recogían muestras de heces para realizar conteos de huevos de nematodos al microscopio. En ocasiones se realizaron necropsias para poder observar la infestación parasitaria en el abomaso e intestinos. Además se controlaron las variaciones de peso de los animales y se tomaron muestras de líquido ruminal de las cabras para conocer su estado nutricional mediante el análisis de diversos parámetros como pH, amoníaco y ácidos grasos volátiles (AGV).

Efecto antihelmíntico del brezo

En general, la infestación parasitaria se va incrementando durante la estación de pastoreo, tal como indican los aumentos progresivos en la excreción fecal de huevos. Esto ocurre a medida que va disminuyendo la altura del pasto disponible, con lo que aumenta el riesgo de ingerir larvas infectantes. Prácticamente en todos los experimentos, los conteos fecales de huevos eran significativamente menores en las cabras suplementadas con brezo frente a las no suplementadas. Las diferencias se notaban sobre todo a partir del mes de agosto, siendo entre un 30% y 75% menores en las cabras suplementadas al final de la estación de pastoreo (Figura 1). En las cabras no suplementadas, se observaron promedios máximos de hasta 8.600 huevos por gramo de heces frescas (hpg), si bien el máximo registrado en una cabra individual fue de 20.500 hpg (Osoro *et al.*, 2007b). Dichas cantidades variaron notablemente entre



los distintos años, debido a diferencias climáticas. En los coprocultivos se identificaron hasta cinco especies distintas de nematodos (*Trichostrongylus* spp., *Teladorsagia circumcincta*, *Haemonchus contortus*, *Oesophagostomum columbianum* y *Chabertia ovina*), variando sus proporciones relativas a lo largo de la estación de pastoreo.

No se observaron grandes diferencias en la excreción de huevos entre las dos razas de caprino. Aunque las cabras cachemiras mostraron más hpg que las bermeyas en el muestreo de septiembre (712 vs. 337 hpg), esta diferencia fue transitoria. Tampoco había diferencias significativas entre cabras adultas y jóvenes (menores de un año edad) (Osoro *et al.*, 2007a).

La administración bimensual de un antihelmíntico comercial por vía oral (ivermectina) redujo significativamente los conteos fecales de huevos. En las cabras no tratadas, a partir de agosto se hicieron patentes las menores cantidades de hpg en las cabras que recibían brezo respecto a las no suplementadas, siendo la interacción entre la administración del antihelmíntico y la suplementación con brezo significativa al inicio de septiembre (Osoro *et al.*, 2007b). La tasa de mortalidad resultó significativamente menor en las cabras que disponían de brezo respecto a las que no cuando no recibían antihelmíntico. La necropsia de las cabras sin antihelmíntico y sin brezo reveló altas infestaciones de parásitos, sobre todo en el intestino delgado (44.920 gusanos/cabra).

↑

Figura 1.-Excreción fecal de huevos de nematodos gastrointestinales en cabras pastando en praderas de monte en cuatro ensayos con suplementación de brezo o no (control), y en combinación con tratamiento antihelmíntico (ivermectina) y suplementación de avena (a: Osoro *et al.*, 2007a; b: Osoro *et al.*, 2007b; c: Frutos *et al.*, 2008; d: Celaya *et al.*, 2010).



En otro experimento se estudió el efecto de dos cargas ganaderas, alta o moderada (38 ó 24 cabras no lactantes/ha), combinadas con la suplementación o no con brezo (Osoro *et al.*, 2009). La carga alta resultó en mayores excreciones fecales de huevos a lo largo de la estación de pastoreo (Figura 2). Esto se debe a la menor altura del pasto resultante de la carga alta, con lo que las cabras se ven forzadas a pastar más cerca del suelo e ingieren más larvas infectantes que las manejadas a menor carga. Por otro lado, la cantidad de heces excretadas por unidad de superficie es mayor cuanto mayor sea la carga, por lo que la contaminación del pasto es mayor. La suplementación con brezo redujo los conteos fecales de huevos, aunque en esta ocasión las diferencias no llegaron a ser significativas. En las cabras manejadas a carga alta, se encontraron mayores cantidades de parásitos en el abomaso de las cabras no suplementadas frente a las suplementadas con brezo (7.000 vs. 3.700 gusanos/cabra).

Cuando se estudiaron los efectos de la suplementación con brezo en combinación con la de avena (0,5 kg en verde por animal y día a partir de agosto), los dos tipos de alimentación redujeron los conteos fecales de huevos (45% con brezo

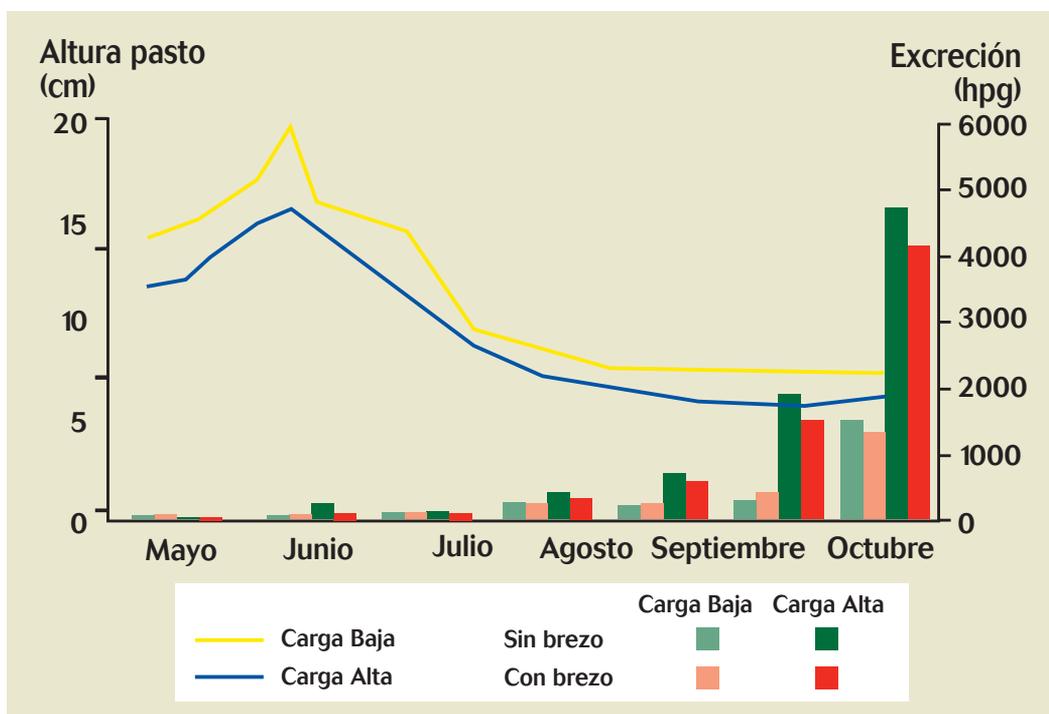
zo y 61% con avena). La interacción entre los dos suplementos no fue significativa, indicando que el efecto beneficioso de los taninos del brezo era adicional al de la energía extra aportada por el cereal (Celaya *et al.*, 2010).

En todos los experimentos, las cantidades de huevos en las heces de las cabras fueron muy superiores a las observadas en cabras pastando en praderas con brezales adyacentes, donde no superaban los 200 hpg ni siquiera al final del otoño (Celaya *et al.*, 2008). Los conteos fecales eran mucho menores en las vacas y en las ovejas, con máximos de 40 y 90 hpg, respectivamente. La disponibilidad de brezos, por tanto, beneficia al caprino, tanto por su efecto antihelmíntico como por sus efectos nutricionales (aporte de fibra y oligoelementos).

Efectos del brezo sobre los rendimientos y la nutrición del caprino

En todos los experimentos, las variaciones de peso vivo y condición corporal resultaron más favorables en las cabras suplementadas con brezo respecto a las no suplementadas. Las diferencias se no-

→ **Figura 2.**-Efectos de la carga ganadera (baja: 24 cabras/ha; alta: 38 cabras/ha) y la suplementación con brezo en la excreción fecal de huevos de nematodos gastrointestinales.



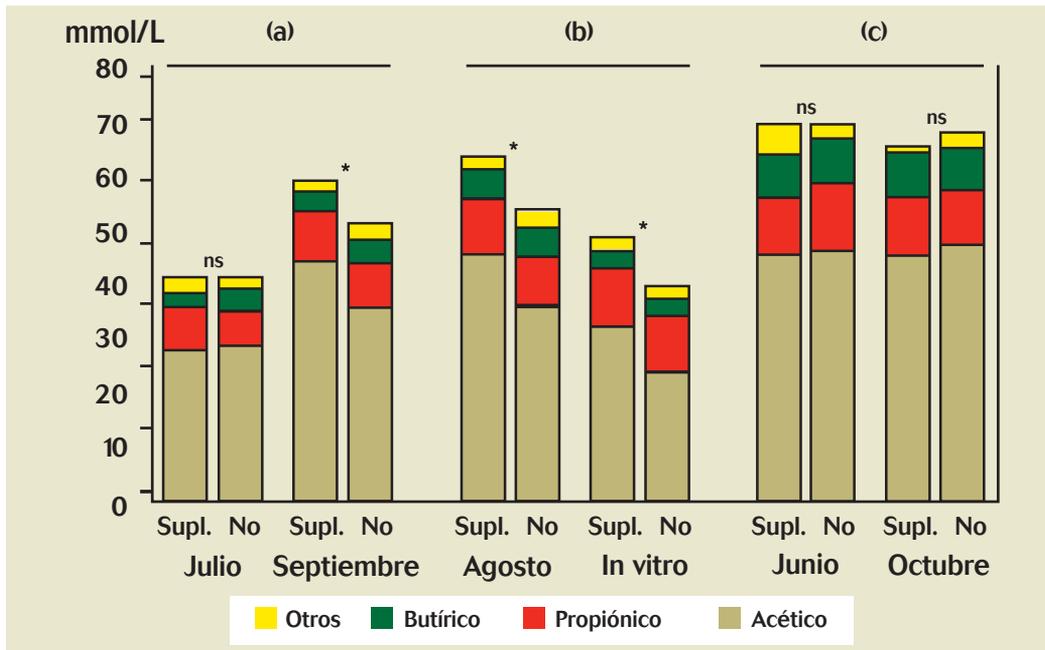


Figura 3.-Concentraciones de ácidos grasos volátiles en el fluido ruminal de cabras suplementadas o no con brezo en tres ensayos (a: Osoro *et al.*, 2007b; b: Frutos *et al.*, 2008; c: Celaya *et al.*, 2010). Otros incluye los ácidos valérico, isovalérico, isobutírico y caproico ns: no significativo; * $P < 0,05$.

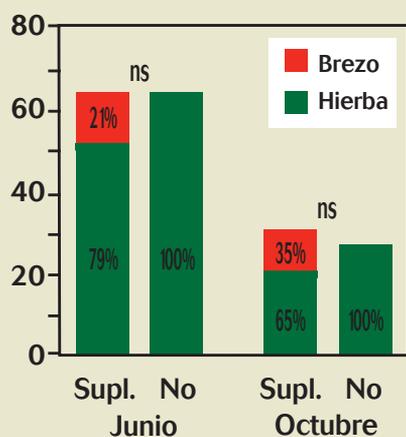
taron sobre todo en la segunda mitad del pastoreo, cuando las cabras no suplementadas mostraban pérdidas acusadas de peso y condición. La disponibilidad de brezo no afectó a las ganancias de peso de las crías. Los cabritos son destetados hacia finales de julio y hasta entonces dependen en gran medida de la leche materna. Por tanto, los resultados parecen indicar que no hubo diferencias acusadas en la producción de leche de las cabras suplementadas o no con brezo durante la primera mitad de la estación de pastoreo, cuando los niveles de parasitosis aún no son muy elevados.

Tradicionalmente, los taninos se consideraban perjudiciales para la nutrición de los rumiantes, al menos cuando son ingeridos en concentraciones elevadas, ya que se ligan a las proteínas reduciendo su digestibilidad. Sin embargo, se ha observado que concentraciones moderadas de taninos pueden ser incluso beneficiosas, al aumentar la cantidad de proteína asimilable en el intestino debido a su menor degradación en el rumen (Waghorn, 2008). En nuestros estudios, los porcentajes de brezo en la dieta de las cabras suplementadas se estimaron en un 20-35%, con lo que estas cabras ingerían cantidades bajas o moderadas de taninos (en torno al 3% de la MS ingerida). Los parámetros de fermentación ruminal indican

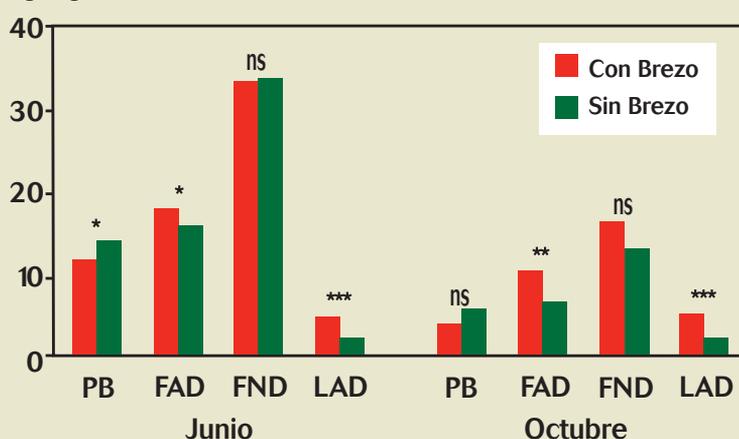
menores concentraciones de amoníaco en las cabras suplementadas con brezo frente a las que solo disponían de hierba, debido al efecto inhibitorio de los taninos en la proteólisis ruminal. Las concentraciones totales de AGV (principales productos de la fermentación y la mayor fuente de energía para los rumiantes) resultaron mayores en las cabras suplementadas con brezo en dos de los ensayos (Osoro *et al.*, 2007b; Frutos *et al.*, 2008), mientras que no se encontraron diferencias significativas en otro estudio (Celaya *et al.*, 2010) (Figura 3). Estos resultados indican que la nutrición de las cabras no se vio negativamente afectada por la ingestión de taninos del brezo. En todo caso, la fermentación ruminal parecía ser incluso más eficiente en las cabras suplementadas con brezo respecto a las no suplementadas, lo que podría deberse a una adaptación de la flora microbiana del rumen a los taninos del brezo (Frutos *et al.*, 2008; Moreno-Gonzalo *et al.*, 2012).

Las estimaciones de ingestión total de pasto fueron similares entre las cabras suplementadas con brezo y las que solo comían hierba, lo que indica que las cabras suplementadas incorporaban el brezo en su dieta en sustitución de la hierba, siendo por tanto su ingestión de hierba menor que en las cabras no suplementadas (Celaya *et al.*, 2010). Dado el menor valor nu-

Ingestión de pasto (g MS/kg PV^{0,75}/día)



Ingestión de nutrientes (g/kg PV^{0,75}/día)



↑

Figura 4.-Ingestión diaria de pasto y de nutrientes en cabras suplementadas o no con brezo (MS: materia seca; PV^{0,75}: peso vivo metabólico; ns: no significativo; * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$).

tritativo del brezo que el de la hierba, las cabras suplementadas con brezo ingirieron menores cantidades de proteína y mayores de lignina que aquellas que no recibían brezo (Figura 4; Celaya *et al.*, 2012). Por tanto, las cabras preferían comer brezo a pesar de que su incorporación en la dieta proporcionaba una menor ingestión de nutrientes que si solo seleccionaran pastar hierba. Esto parece indicar que las cabras tienen capacidad de automedicarse, seleccionando el brezo y sacrificando la ingestión de nutrientes en términos de proteína y energía digestible, pero en último término consiguiendo mayores rendimientos gracias a su mejor estado sanitario.

Conclusiones

La disponibilidad de brezos, a pesar de su bajo valor nutritivo, tiene efectos positivos en la sanidad del ganado caprino, reduciendo las parasitosis gastrointestinales y mejorando los rendimientos en pastoreo (variaciones de peso y condición corporal). La ingestión de ciertas cantidades de brezo (en torno a un 20-30% de la dieta, siendo el resto hierba) no presenta efectos perniciosos a causa de sus taninos en la fermentación ruminal. La presencia conjunta de brezales y prados puede favorecer las respuestas productivas del ganado caprino, restringiendo el empleo de fármacos, sus costes y efectos colaterales, y posibilitando un manejo más sostenible de los rebaños.

Agradecimientos

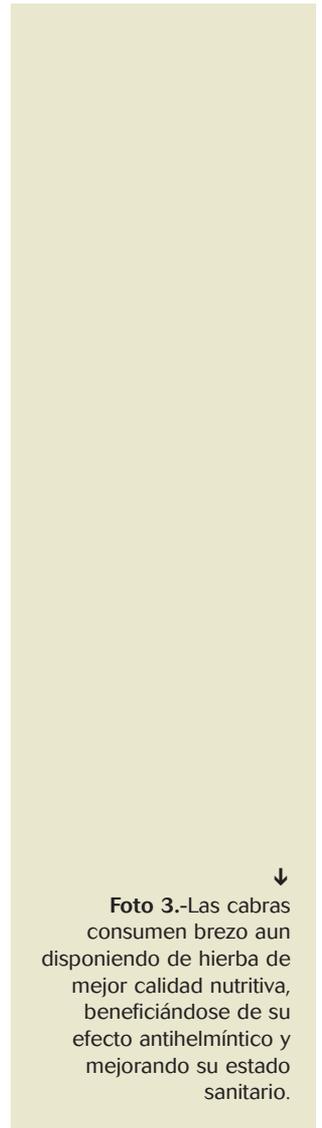
Los trabajos experimentales se llevaron a cabo dentro de un proyecto coordinado entre SERIDA, SALUVET (Universidad Complutense de Madrid) e Instituto de Ganadería de Montaña (Universidad de León-CSIC) financiado por el INIA (RTA2007-00098-C03).

Referencias bibliográficas

- CELAYA, R.; BENAVIDES, R.; GARCÍA, U.; FERREIRA, L. M. M.; FERRE, I.; MARTÍNEZ, A.; ORTEGA-MORA, L. M.; OSORO, K. (2008). Grazing behaviour and performance of lactating suckler cows, ewes and goats on partially improved heathlands. *Animal* 2: 1818-1831.
- CELAYA, R.; FERREIRA, L. M. M.; MORENO-GONZALO, J.; FRUTOS, P.; HERVÁS, G.; FERRE, I.; GARCÍA, U.; ORTEGA-MORA, L. M.; OSORO, K. (2010). Effects of heather and oat supplementation on gastrointestinal nematode infections and performance of grazing Cashmere goats. *Small Ruminant Research* 91: 186-192.
- CELAYA, R.; FERREIRA, L. M. M.; MORENO-GONZALO, J.; FRUTOS, P.; FERRE, I.; GARCÍA, U.; ORTEGA-MORA, L. M.; HERVÁS, G.; OSORO, K. (2012). Nutrient intake and health status of grazing goats supplemented or not with heather. En: XI International Conference on Goats, p. 355. International Goat Association, Las Palmas de Gran Canaria.



- COOP, R. L.; KYRIAZAKIS, I. (2001). Influence of host nutrition on the development and consequences of nematode parasitism in ruminants. *Trends in Parasitology* 17: 325-330.
- FRUTOS, P.; MORENO-GONZALO, J.; HERVÁS, G.; GARCÍA, U.; FERREIRA, L. M. M.; CELAYA, R.; TORAL, P.G.; ORTEGA-MORA, L. M.; FERRE, I.; OSORO, K. (2008). Is the anthelmintic effect of heather supplementation to grazing goats always accompanied by anti-nutritional effects? *Animal* 2: 1449-1456.
- HOSTE, H.; JACKSON, F.; ATHANASIADOU, S.; THAMSBORG, S. M.; HOSKIN, S.O. (2006). The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. *Trends in Parasitology* 22: 253-261.
- HOSTE, H.; TORRES-ACOSTA, J. F. J.; AGUILAR-CABALLERO, A. J. (2008). Nutrition-parasite interactions in goats: is immunoregulation involved in the control of gastrointestinal nematodes? *Parasite Immunology* 30: 79-88.
- MORENO-GONZALO, J.; FERRE, I.; CELAYA, R.; FRUTOS, P.; FERREIRA, L. M. M.; HERVÁS, G.; GARCÍA, U.; ORTEGA-MORA, L. M.; OSORO, K. (2012). Potential use of heather to control gastrointestinal nematodes in goats. *Small Ruminant Research* 103: 60-68.
- OSORO, K.; BENITO-PEÑA, A.; FRUTOS, P.; GARCÍA, U.; ORTEGA-MORA, L. M.; CELAYA, R.; FERRE, I. (2007a). The effect of heather supplementation on gastrointestinal nematode infections and performance in Cashmere and local Celtiberic goats on pasture. *Small Ruminant Research* 67: 184-191.
- OSORO, K.; CELAYA, R.; MORENO-GONZALO, J.; FERREIRA, L. M. M.; GARCÍA, U.; FRUTOS, P.; ORTEGA-MORA, L. M.; FERRE, I. (2009). Effects of stocking rate and heather supplementation on gastrointestinal nematode infections and host performance in naturally-infected cashmere goats. *Rangeland Ecology & Management* 62: 127-135.
- OSORO, K.; MATEOS-SANZ, A.; FRUTOS, P.; GARCÍA, U.; ORTEGA-MORA, L. M.; FERREIRA, L. M. M.; CELAYA, R.; FERRE, I. (2007b). Anthelmintic and nutritional effects of heather supplementation on Cashmere goats grazing perennial ryegrass-white clover pastures. *Journal of Animal Science* 85: 861-870.
- WAGHORN, G. (2008). Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production - progress and challenges. *Animal Feed Science and Technology* 147: 116-139.
- WALLER, P. J. (2006). Sustainable nematode parasite control strategies for ruminant livestock by grazing management and biological control. *Animal Feed Science and Technology* 126: 277-289. ■





La Anguila (*Anguilla anguilla*): Estudio de los principales patógenos en poblaciones salvajes de los ríos de Asturias

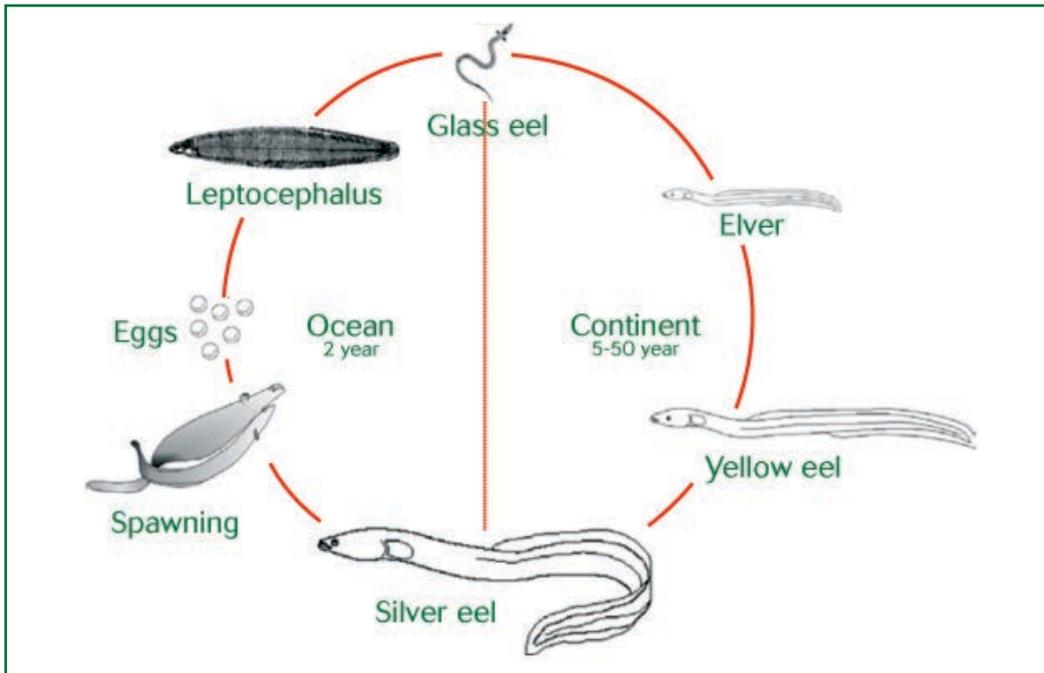
ISABEL MÁRQUEZ LLANO-PONTE. Área de Sanidad Animal. Ictiopatología. Centro de Biotecnología Animal. SERIDA-Deva. imarquez@serida.org

↑
Pesca eléctrica de
anguilas en río.

Antecedentes

La anguila europea (*Anguilla anguilla*) es una especie con un ciclo vital sumamente complicado e interesante (Fig. 1). La mayor parte de su larga vida (se han referenciado ejemplares de más de 40 años de edad) la pasa en aguas continentales de Europa: ríos, lagunas, lagos y distintas masas de agua dulces y salobres. En la última etapa de su vida inicia el viaje de regreso al mar, y migra hacia el mar de los Sargazos a más de 5.900 Km. de las costas europeas (Fig. 2), único punto donde se realiza la reproducción

de la especie. Las pequeñas larvas son arrastradas por la corriente del golfo hacia las costas de Europa, que alcanzan en los meses de invierno. En los estuarios permanece en la forma cristalina conocida como angula y posteriormente coloniza todas las masas de agua dulce posibles incluso a más de 1.000 km. de la costa. Es una especie adaptada a resistir condiciones extremas para un pez, lo que le permite viajar incluso reptando fuera del agua durante algunos periodos de su migración. Pero la fuerte antropización de su hábitat continental ha llevado a esta especie a un alarmante declive de



←
Figura 1.-Ciclo de vida de la anguila europea.

las poblaciones en los últimos 25 años. El Consejo Internacional para la Exploración del Mar (CIEM) dictaminó ya en 2003 que la población de anguila europea está fuera de los límites biológicos de seguridad y la pesca no se ejercía de forma sostenible. El CIEM recomendó la

elaboración de un plan de recuperación para toda la población de anguila europea de forma urgente.

En el año 2007 el Consejo de la Unión Europea estableció El Reglamento (CE) No 1100/2007 del Consejo de 18 de



←
Figura 2.-Ruta migratoria de la Anguila europea (Anguilla anguilla). (Turtle Journal).



septiembre de 2007, para la recuperación de las poblaciones. El objetivo primordial del Plan es reducir la mortalidad antropogénica sobre las poblaciones de anguila de tal forma que, con una alta probabilidad, al menos el 40% de la biomasa de las anguilas maduras (anguila plateada o *Silveteel*) puedan regresar al mar para reproducirse. Se establece así la necesidad de abordar un plan de restauración poblacional con una reducción de la explotación de la anguila que abarca las tres ecofases (anguila, anguila amarilla y anguila plateada) y que debe incluir un plan de restauración de los hábitats.

Además, para implementar este Reglamento, la anguila ha sido incluida en el Apéndice II del CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres), con efectos a fecha de 13 de marzo de 2009.

El Reglamento de la anguila obliga a los Estados Miembros, en cuyo territorio nacional hay cuencas fluviales que constituyen hábitats para las anguilas, a establecer y aplicar planes de gestión para esta especie.

En el año 2009 se establecieron las medidas para la recuperación de la

anguila europea dentro del ámbito de la Comunidad Autónoma del Principado de Asturias. Mediante un "Plan de gestión de la anguila en Asturias", que se viene desarrollando desde el año 2010 y que está cofinanciado en el marco del Fondo Europeo Marítimo y de la Pesca, en la actualidad el Fondo Europeo Marítimo y de la Pesca (FEMP; Reglamento CE nº 508/2014).

Dentro de este Plan, se llevan a cabo medidas tendentes a reducir el esfuerzo pesquero sobre esta especie y reducir los impactos antropogénicos sobre sus poblaciones y su hábitat. En las principales cuencas fluviales, se realizan muestreos periódicos anuales para realizar estudios poblacionales como la densidad y ratio sexual de anguila en los cauces fluviales de Asturias y estimar el porcentaje de anguila plateada que puede retornar al mar para reproducirse en Asturias.

Uno de los factores identificados como responsable del declive de poblaciones de anguila en Europa son las patologías de diversa índole que amenazan a la especie. Por este motivo, el Centro de Experimentación Pesquera del Servicio de Ordenación Pesquera de la Dirección General de Pesca Marítima del Principado, en el año 2015, propuso al Servicio

→
Acuario de
experimentación
SERIDA-DEVA.



Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), la realización de un estudio sobre patógenos y patologías de las anguilas, para lo cual requirió de la colaboración del Laboratorio Autorizado para las enfermedades de los peces del Área de Sanidad Animal del SERIDA.

En el año 2015, se realizó un primer estudio, con el fin de obtener una visión general de la presencia de agentes patógenos de anguilas en los ríos de Asturias, para, en años posteriores, poder profundizar en el estudio de aquellos agentes etiológicos más relevantes.

Planteamiento del estudio

El objetivo del primer año de estudio fue realizar un muestreo general de anguilas en distintos ríos asturianos con el fin de detectar la presencia de diferentes patógenos de anguilas, estableciéndose una serie de criterios. Para la obtención de las muestras, se eligieron los puntos de muestreo más idóneos, los agentes etiológicos (causantes de enfermedad) que se iban a estudiar, y durante el verano y otoño de 2015 se tomaron las muestras y se realizaron los análisis laboratoriales.

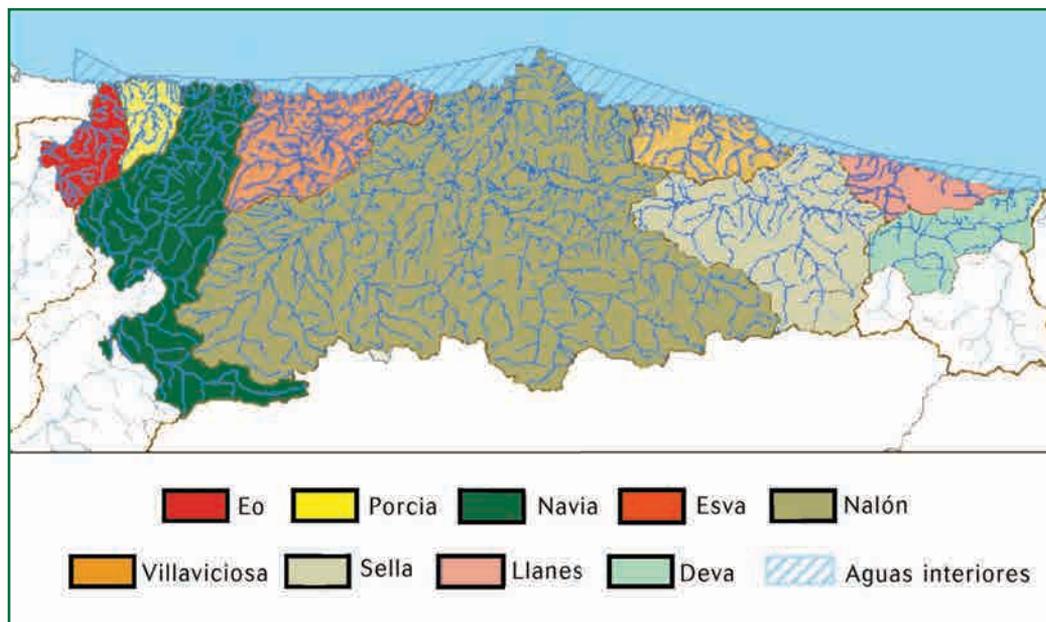
Basándonos en estudios epidemiológicos llevados a cabo en diferentes

zonas de Europa y Norteamérica, establecimos en 10 el número de individuos a analizar en cada punto de muestreo. Para seleccionarlos se revisaron los estudios de poblaciones de anguilas que desde el año 2010 vienen realizándose en la red fluvial asturiana mediante pescas eléctricas (Mortera y Apilánez 2010-2014) dentro del Plan de Gestión de la Anguila en el Principado de Asturias.

Para la gestión de la especie se había definido previamente desde el Servicio de Ordenación Pesquera, la Unidad de Gestión de la Anguila en el Principado de Asturias (UGAPA): zona terrestre y marítima compuesta por el conjunto de cuencas hidrográficas o aguas de transición y costeras asociadas a dichas cuencas. El UGAPA se subdivide en 9 cuencas hidrográficas, 3 de las cuales tienen una gestión dividida con comunidades limítrofes (Fig. 3).

Con el fin de obtener muestras lo más representativas de toda la red fluvial asturiana, se tuvieron en cuenta para la selección, las distintas cuencas fluviales, los tramos de los ríos, la abundancia y el tamaño de las anguilas obtenidos en años anteriores.

Con estos criterios se eligieron para estos primeros muestreos del año 2015, las siguientes cuencas y ríos (Tabla 1).



←
Figura 3.-Unidades de Gestión de la Anguila en el Principado de Asturias (Dirección General de Pesca Marítima).

→
Tabla 1.-Cuencas fluviales y ríos muestreados en 2015.

Cuenca Fluvial	Río
Llanes	Bedón
Sella	Zardón
Nalón	Pigüeña Cubia
Villaviciosa	Linares
Esva	Esva
Eo	Eo

Elección de agentes etiológicos (causales) estudiados

Dado que no todos los patógenos que pueden ser detectados en las anguilas salvajes tienen la misma relevancia, ni económica ni ecológica, se establecieron, mediante una revisión bibliográfica de los principales agentes etiológicos (parásitos, virus y bacterias y hongos) causantes de enfermedades en las anguilas en Europa y la incidencia/importancia de cada uno de ellos en el medio ambiente.

Sin lugar a duda, el parásito *Anguillicola crassus* es el más relevante para las poblaciones de anguilas. *Anguillicola crassus* es considerado como una de las principales causas del dramático descen-

so de las poblaciones de anguila europea (Sures y cols., 2004).

Se trata de un pequeño gusano nemátodo, que parasita anguilas de distintas especies. El anguilicola es un parásito habitual de las anguilas japonesas (*Anguilla japonica*), tanto es así que éstas han desarrollado su sistema inmune para combatir este parasitismo, de manera que las poblaciones de *A. crassus* se mantienen en el sudeste asiático relativamente bajas. El problema en Europa se produjo en los años 80 del siglo XX. Se importaron anguilas japonesas, sin los debidos controles sanitarios, a las primeras piscifactorías de anguilas que se estaban implantando en Centro Europa. El parásito entró en contacto con la especie europea (*Anguilla anguilla*), que no posee ninguna defensa específica contra este parásito. *Anguillicola* tiene un ciclo de vida peculiar, en su última fase se fija a la vejiga natatoria de las anguilas y se alimenta de su sangre produciendo daños hematológicos graves (Benajiba y cols., 1994). Allí maduran los machos y las hembras y se reproducen eclosionando dentro de la vejiga natatoria miles de huevos que migran al aparato digestivo de la anguila y desde allí se liberan al medio ambiente. Inmediatamente los huevos son depredados por pequeños crustáceos (Copépodos)

→
 Vejiga natatoria de anguila con anguillicolas.



que viven en las aguas dulces o salobres y, dentro de ellos, se produce la eclosión de los huevos de *Anguillicola*. Los copépodos “reellenos” de larvas a su vez son depredados por anfibios o reptiles y peces, entre ellos, anguilas, donde se completa el ciclo. Aunque el parásito puede causar daños directamente a las anguilas en la fase de agua dulce, es en la fase migratoria cuando realmente se convierte en un problema para la especie. En estudios recientes se conoció como las anguilas en su largo viaje oceánico descienden hasta 600 metros de profundidad durante el día y suben a superficie durante la noche, estos recorridos en vertical son posibles gracias a la regulación de la presión atmosférica a través de la vejiga natatoria, siempre que esta no esté ocupada por parásitos (Pelster B., 2015).

Las anguilas parasitadas por *Anguillicola* son más susceptibles a la aparición de otras enfermedades infecciosas, que están causando daños adicionales a las poblaciones. En nuestro estudio se eligieron ocho agentes causales de enfermedad que están causando problemas en las poblaciones europeas de anguilas (Tabla 2). Entre los **agentes víricos**, el aquabirnavirus **E** el **virus Europeo (EVE)**, el rhabdovirus **E** el **Virus Europeo X (EVEX)** y el alloherpesvirus **Anguillid herpesvirus 1 (AngHV1)**. Estos tres virus patógenos de la anguila están presentes tanto en poblaciones salvajes como en piscifactorías (Van Beurden, S. J. y cols., 2012), y son causantes de mortalidades, tanto es así que estudios recientes han constado que estos virus pueden desempeñar un papel muy importante en el descenso de las poblaciones salvajes de anguilas (Bandín, I. y cols., 2014). Por otro lado se estudió también la presencia/ausencia del **Rhabdovirus (VHSH)** (López-Vázquez, C. y cols., 2006). Este virus no está relacionado con grandes mortalidades de anguilas europeas, pero las anguilas pueden funcionar como reservorio y dado que la Septicemia Hemorrágica Viral es una enfermedad de crucial importancia económica en la salmicultura y de la cual Asturias mantiene el Estatuto de Zona Libre mediante el *Programa anual obligatorio de control de enfermedades víricas de los animales acuáticos*,



←
Ecografía de anguilas.

fue considerado en este estudio. También decidimos estudiar el **Virus IPNV**, ya que se trata de un birnavirus relativamente frecuente en piscifactorías industriales de salmónidos. En las piscifactorías de Asturias se ha detectado en múltiples ocasiones (I. Márquez y cols., 2014) y puede ser vehiculado por anguilas salvajes (Lee, M. K., 1996).

En cuanto a los **agentes bacterianos**, se han descrito más de una decena de bacterias que pueden causar enfermedad y mortalidades en poblaciones de anguilas, tanto salvajes como de cría en cultivos intensivos en Europa y, que pueden estar directamente relacionadas con el descenso de las poblaciones de anguilas (Pedersen y cols., 1996; E. Alcaide y cols., 2006; Austin y Austin, 2007; Frans I. y cols., 2011, Diamanka y cols., 2013). También pueden jugar un papel como transmisoras de estas enfermedades a otras especies de peces como los salmónidos con los que comparten hábitat. Por su importancia, nosotros elegimos para nuestro estudio: *Edwardsiella tarda*, *Aero-*

→
Tabla 2.-Agentes etiológicos estudiados en *Anguilla anguilla* en 2015.

Agentes víricos	Agentes bacterianos	Agentes parasitarios
Virus European (EVE)	<i>Edwardsiella tarda</i>	<i>Anguillicola crassus</i>
Virus European X (EVEX)	<i>Aeromonas salmonicida</i>	
Herpesvirus 1 (Ang HV1)	<i>Vibrio (Listonella) anguillarum</i>	
Rhabdovirus (VHSH)		
Birnavirus (IPNV)		

monas salmonicida y *Vibrio (Listonella) anguillarum* (Tabla 2).

Toma y procesado de muestras

En cada uno de los puntos de muestra se recogieron 10 anguilas de distintos tamaños y se trasladaron a las instalaciones del acuario del Centro de Biotecnología Animal del SERIDA (Deva-Gijón), donde se mantuvieron en estanques separados con aireación y con una temperatura de agua de 14-16°C, antes de proceder a la necropsia.

Estudios Anatómo-patológicos

Las anguilas se eutanasiaron con una sobredosis de anestésico MS 222 disuelto en agua. Todos los ejemplares fueron identificados con un código. Posteriormente se pesaron, se midieron y se realizó la necropsia, con una inspección detallada y disección de los diferentes órganos. De cada ejemplar se extrajeron

la vejiga natatoria y las branquias para ser examinadas posteriormente mediante lupa binocular. En algunos casos, algunos órganos de algunos de los ejemplares fueron fijados en formol y en líquido de Bouin durante 12 horas a 4°C, para realizar estudios histopatológicos. Estos tejidos se procesaron mediante tinciones de hematoxilina-eosina y Azul de toluidina. Como ensayo preliminar, se estudió la presencia/ausencia de *Anguillicola crassus* mediante la utilización de ecografías. Estos trabajos se llevaron a cabo en el departamento de Anatomía Patológica Veterinaria de la Universidad de Santiago de Compostela (Campus Universitario de Lugo).

Por otra parte, una porción de hígado, riñón, bazo y corazón fueron recogidas por duplicado en tubos estériles de 5cc. y se enviaron a la Unidad de Ictiopatología del Departamento de Enfermedades Infecciosas de la Universidad de Zaragoza y a Alquiz-Vetek para su estudio molecular.

Estudios moleculares

Fueron procesadas un total de 64 muestras de tejidos extraídos de las anguilas (hígado, riñón, bazo y corazón). Las muestras fueron procesadas en "pool" de 3, 4 ó 5 muestras, dependiendo del número total de muestras recogidas en un mismo punto de muestreo. De cada "pool" se extrajeron los ácidos nucleicos de forma independiente (DNA y RNA). Se realizó una PCR múltiple a tiempo Real (Real time Polymerase Chain Reaction) para determinar la presencia o la ausencia de los agentes etiológicos a estudiar.

Para cada agente se diseñaron dos pares de cebadores que tenían como dia-

↓
 Anguilas.





na dos zonas conservadas específicas de cada familia o de un gen específico de especie.

Para los agentes víricos RNA (familias Aquabirnavirus Familia y Rhabdovirus) se procedió de la manera siguiente: del RNA extraído individualmente de los 14 pools obtenidos, se realizó una transcripción inversa con Random Hexamers, para obtener DNA de cadena sencilla de todos los RNA en la muestra. Posteriormente se realizó la PCR a tiempo real para cuantificar los agentes víricos RNA en dos réplicas.

A los agentes DNA (bacterias y el Herpesvirus) al igual que los virus RNA a partir de cDNA obtenidos de transcriptasas inversa previa, se les realizó la PCR a tiempo real con dos réplicas.

Resultados preliminares y discusión

En general, el estado de las poblaciones salvajes de anguila en cuanto a presencia/ausencia de agentes patógenos, en las 6 principales cuencas asturianas es bueno. Los resultados de este trabajo confirman en primer lugar, la ausencia de los principales virus que pueden afectar a las anguilas en las cuencas de ríos asturianas estudiadas. La presencia de estos virus ha sido constatada en muchos ríos de Europa, incluso en la Península Ibérica (Van Beurden, S. J. y cols., 2012; López-Vázquez, C. y cols., 2006; Lee, M. K., 1996). De hecho se trata de agentes patógenos en expansión en todo el mundo (Munro, S. y cols., 2011), relacionados con la disminución de las poblaciones de anguila.

Por otra parte, sólo se ha detectado la presencia de dos agentes patógenos bacterianos: *Edwardsiella tarda* y *Aeromonas salmonicida*, en el 4,3% de las anguilas estudiadas. Aparecieron en los ríos Bedón, Esva y Cubia. En todos los casos las copias de DNA presentes eran muy bajas y los individuos en donde fueron detectados no presentaban ninguna alteración anatómico-patológica característica de enfermedad. Esta presencia es significativamente menor que la detectada en otros estudios en anguilas sal-



←
Estudio microscópico.

vajes de Europa, donde la prevalencia oscila entre el 9 y el 22,8% (Alcaide y cols., 2012). Se puede pensar que estas anguilas actuaron sólo como reservorio-portadores de la enfermedad, no obstante, la presencia de estos agentes patógenos debe de ser tenida en cuenta ya que se ha demostrado que pueden ser causantes de infecciones graves cuando las condiciones ambientales son adversas (Biosca y cols., 1991; Esteve y cols., 1993).

Los datos más relevantes del estudio se refieren a la presencia de *Anguillicola sp.* en los ríos asturianos. Como es conocido desde hace años en los ríos europeos, la infestación producida por este parásito se extiende rápidamente una vez que el nematodo llega al río y se estabiliza en una determinada prevalencia (porcentaje de anguilas infectadas) y de intensidad de la infección (número de parásitos por vejiga natatoria) (Kennedy y cols., 1990; Molnar y cols., 1994, Barus y cols., 1996, Würtz y cols., 1998; Lefebvre y cols., 2002; Audenaert y cols., 1998, Schabuss y cols., 2005).



La presencia de *Anguillicola sp.* se detectó en todos los ríos estudiados excepto en el río Eo. La tasa de prevalencia osciló entre el 10% en el río Esva y el 50% en los ríos Cubia y Bedón. Los ríos Pigüña, el Bedón y el Cubia, superaron un 40% de infestación. Según varios autores (Audeneart y cols., 2003; Shabus y cols., 2005), un río se clasifica como río con población de nematodos estabilizada cuando las anguilas presentes superan un 30% de prevalencia de *Anguillicola sp.* Esto significa que la presencia geográfica de *Anguillicola sp.* está en aumento con lo que ello conlleva.

En un estudio realizado en Asturias en el 2007 (García-Flórez y cols., 2007) de 6 cuencas estudiadas coincidentes con el presente trabajo: Eo, Esva, Nalón, Sella, Bedón, Villaviciosa, aparecieron únicamente como infestadas Nalón, Sella y Villaviciosa. En el presente trabajo aparecen como infestadas las cuencas del Esva, Nalón, Sella, Bedón y Villaviciosa y sólo aparece libre la cuenca del Eo.

En cuanto al grado de infestación la tasa de prevalencia en el estudio de 2007 era alta, por encima del 30% en las cuencas de Villaviciosa y del Nalón. En el presente estudio las más altas se detectan en la cuenca del Nalón y del Bedón.

En cuanto a la intensidad de la infección, en nuestro trabajo sólo aparece elevado en la cuenca del Nalón y en el Bedón, por encima de lo que se considera alta intensidad en otros trabajos (Audeneart y cols. 2003; Aguilar y cols. 2005). De alguna manera esto confirmaría la hipótesis lanzada en el estudio de 2007 en el que se sugería que en la cuenca del Nalón la infección no estaba aún estabilizada sino en fase de expansión (García-Flórez y cols., 2007). Actualmente ya estaría estabilizada.

Conclusiones y recomendaciones:

1- De las inspecciones macroscópicas y microscópicas, se deduce que el estado general de las anguilas es bueno, si se

exceptúa la presencia de *Anguillicola sp.* en las vejigas natatorias.

2- En general, la detección de agentes patógenos de origen bacteriano y viral que pueden afectar a las poblaciones salvajes de anguila fue muy baja, lo que indica que el estado sanitario de esta especie en los ríos asturianos es actualmente bueno.

3- No se detecta la presencia de ninguno de los principales virus patógenos de anguila en ninguna de los ríos estudiados.

4- Se detecta la presencia de los agentes patógenos bacterianos *Edwardsiella tarda* y *Aeromonas salmonicida* en anguilas procedentes de las cuencas del río Nalón, Bedón y Esva. Las bajas concentraciones de DNA de estos patógenos encontradas y el buen estado de las anguilas donde se detectaron sugiere que éstas actuaban como portadoras.

5- Se comprueba la presencia del parásito *Anguillicola crassus* en las cuencas del Nalón, Sella, Villaviciosa, Bedón y Esva. Desde el 2007, año en que se había realizado otro estudio en Asturias de características similares, se constata que este nemátodo afecta a más cuencas, concretamente a la del Bedón y el Esva. En el caso de la Cuenca del Nalón *Anguillicola* ha experimentado una expansión.

6- Dado que se constata que aún existen ríos sin presencia de *Anguillicola crassus* se recomienda evitar los traslados de angulas y anguilas procedentes de cuencas infectadas, a otras que aún pueden estar libres, como la cuenca del Eo, y otros ríos costeros.

7- Se propone profundizar en los estudios de patógenos de anguilas en otros ríos asturianos, por una parte, en ríos costeros de los que aún no se tienen datos y, por otra parte, en zonas altas de las principales cuencas asturianas para tratar de conocer la presencia/ausencia de *Anguillicola crassus* y los distintos grados de infestación (durante el año 2016 hemos continuado los estudios).

8- Dado el éxito de detección mediante ecógrafo de la presencia de *Anguillicola* mediante ecografía sin el sacrificio de los peces, se propone probar la utilidad de esta metodología en algún río con anguilas de gran tamaño para detectar la presencia/ausencia de este parásito.

Agradecimientos

Al Centro de Experimentación Pesquera (CEP) de la Dirección General de Pesca de Asturias: Lucía García Flórez, M^a del Pino Fernández Rueda y Fernando Jiménez. Al equipo de muestreo en los ríos: Hugo Mortera, Ignacio Apilánz y Laureano Prieto. A la Unidad de Ictiopatología del Departamento de Enfermedades Infecciosas de la Universidad de Zaragoza y a la Empresa Alquiz-Vetek. Al Departamento de Anatomía Patológica de la Universidad de Santiago de Compostela (Campus de Lugo) especialmente al Dr. Roberto Bermúdez, y a los operarios de campo del Centro de Biotecnología Animal del SERIDA-Deva.

Referencias bibliográficas

- ALCAIDE, E.; HERRAIZ, S.; ESTEVE, C. (2006). Occurrence of *Edwardsiella tarda* in wild European eels *Anguilla anguilla* from Mediterranean Spain. *Dis Aquat. Organ.* 73(1): 77-81.
- AGUILAR, A.; ÁLVAREZ, M. F.; LEIRO, J. M.; SANMARTÍN, M. L. (2005). Parasite populations of the European eel (*Anguilla anguilla* L.) in the Rivers Ulla and Tea (Galicia). *Aquaculture*, 249, 85-94.
- AUDENAERT, V.; HUUYSE, T.; GOEMANS, G.; BELPAIRE, C.; VOLCKAERT, F. A. M. (2003). Spatiotemporal dynamics of the parasitic nematode *Anguillicola crassus* in Flanders, Belgium. *Diseases of Aquatic Organisms* 56: 223-233.
- AUSTIN, B.; AUSTIN, D. D. A. (2007). *Bacterial fish pathogens: diseases of farmed and wild fish*. Springer, Chichester, UK.
- BANDÍN, I.; SOLITO, S.; CUTRÍN, J. M.; LÓPEZ-VÁZQUEZ, C.; OLVEIRA, J. G.; ESTEVE, C.; ALCAIDE, E.; DOPAZO, C. P. (2014). Presence of viruses in wild eels *Anguilla anguilla* L, from the Albufera Lake (Spain). *Journal Fish Diseases* 37(7):597-607.
- BARUS, V.; PROKES, M. (1996). Length-weight relations of uninfected and infected eels (*Anguilla anguilla*) by *Anguillicola crassus* (Nematoda). *Folia Zoologica* 45, 183-189.
- BENAJIBA, M. H.; ROMESTAND, B. (1994). Effect of the swin bladder nematode *Anguillicola crassus* on the haematological parameters on the European eel *Anguilla anguilla* Linnaeus 1758. *Ichthyophysiology Acta*, 17, 91-102.
- BIOSCA, E. G.; AMARO, C.; ESTEVE, C.; ALCAIDE, E.; GARAY, E. (1991). First record of *Vibrio vulnificus* biotype 2 from diseased European eel, *Anguilla anguilla* L. *J. Fish Dis* 14:103-109.
- DIAMANKA, A.; LOCH, T. P.; CIPRIANO, R. C.; FAISAL, M. (2013). Polyphasic characterization of *Aeromonas salmonicida* isolates recovered from salmonid and non-salmonid fish. *Journal of Fish Diseases*. 36, 949-963.
- ESTEVE, C.; BIOSCA, E.G.; AMARO, C. (1993). Virulence of *Aeromonas hydrophila* and some other bacteria isolated from European eels *Anguilla anguilla* reared in freshwater. *Dis. Aquat. Org* 16:15-20.
- FRANS I.; MICHIELS, C. W.; BOSSIER, P.; WILLEMS, K. A.; LIEVENS, B.; REDIERS, H. (2011). *Vibrio* pathogen: virulence factors, diagnosis and prevention. *Journal of Fish Diseases*. 34 (9), 643-61.
- GARCÍA-FLOREZ, L.; FERNÁNDEZ-RUEDA, M. P.; MÁRQUEZ, I. (2007). Informe sobre la presencia del Nematodo *Anguillicola crassus*, parásito de la anguilla (*Anguilla anguilla*) en los ríos asturianos. Informe de la Dirección General de Pesca de Asturias. No publicado.
- KENNEDY, C. R.; FITCH, D. J. (1990). Colonization, larval survival and epidemiology of the nematode *Anguillicola crassus* parasitic in the eel, *Anguilla anguilla*, in Britain. *Journal of Fish Biology*, 36, 117-131.
- LÓPEZ-VÁZQUEZ, C.; RAYNARD, R.S.; BAIN, N.; SNOW, M.; BANDÍN, I.; DOPAZO, C. P. (2006). Genotyping of marine viral haemorrhagic septicaemia virus isolated from the Flemish Cap by nucleotide sequence analysis and restriction fragment length polymorphism patterns. *Diseases Aquatic Organism* 73(1):23-31.
- LEE MK1; BLAKE, S. L.; SINGER, J. T.; NICHOLSON, B. L. (1996). Genomic variation of aquatic birnaviruses analyzed with restriction fragment length polymorphisms. *Appl. Environ Microbiol* 62(7):2513-20.
- LEFEBVRE, F.; CONTOURNET, P.; PRIOUR, F.; SOULAS, O.; CRIVELLI, A. J. (2002). Spatial and temporal variation in *Anguillicola crassus* counts: results of a 4 years survey of eels in Mediterranean lagoons. *Disease of Aquatic Organisms* 50: 181-188.
- MÁRQUEZ, I. (2009) Evolución histórica de las principales patologías asociadas a la sal-

monicultura en el Principado de Asturias. Tesis Doctoral.

- MÁRQUEZ, I.; GARCÍA-VÁZQUEZ, E.; BORRELL, Y. J. (2014) Possible effects of vaccination and environmental changes on the presence of disease in northern Spanish fish farms. *Aquaculture* 431: 118-123.
- MUNRO, E. S.; STEWART, K. J.; MURRAY, W. J. AND HAENEN (2011). Characterization of a virus isolated from farmed European eel elvers (*Anguilla anguilla*) undergoing a mortality event in The Netherlands. Oral Presentation O-140. 15 th International Conference on Diseases of Fish and Shellfish, Split, Croatia.
- MOLNAR, K.; SZEKELY, C.; PERENYI, M. (1994) Dynamics of *Anguillicola crassus* (Nematoda, Dracunculoidea) infection in eels of I Lake Balaton. *Folia Parasitologica* 41, 193-199.
- PAGGI, L.; ORECCHIA, P.; MINERVINI, R.; MATTIUCCI, S. (1982). Sulla comparsa di *anguillicola australiensis* Johnston e Mawson, 1940 (Dracunculoidea: Anguillicolidae) in *Anguilla anguilla* del Lago di Bracciano. *Parassitologia* 24: 139-144.
- PEDERSEN, K.; LARSEN, J. L. (1996). First report on outbreak of furunculosis in turbot *Scophthalmus maximus* cause by *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida* in Denmark. *Bulletin of European Association of Fish Pathologists*. 16: 129-133.
- PELSTER, B. Swimbladder function and the spawning migration of the European eel *Anguilla anguilla* *Front Physiol.* 2015; 5: 486.
- SURES, B.; KNOFF, K. (2004). Parasites as a threat to freshwater eels? *Science*, 304: 209-2011.
- SCHABUSS, M.; KENNEDY, CR.; KONECNY, R.; GRILLISCH, B.; RECKENDORFER, W.; SCHIEMER, F.; HERZIG, A. (2005). Dynamics and predicted decline of *Anguillicola crassus* infection in European eels, *Anguilla anguilla*, in Neusiedler See, Austria. *Journal of Helminthology* 79: 159-167.
- VAN BEURDEN SJ1; ENGELSMA, M. Y.; ROOZENBURG, I.; VOORBERGEN-LAARMAN, M. A.; VAN TULDEN, P. W.; KERKHOFF, S.; VAN NIEUWSTADT, A. P.; DAVIDSE, A.; HAENEN, O. L. (2012). Viral diseases of wild and farmed European eel *Anguilla anguilla* with particular reference to the Netherlands. *Dis Aquatic Organism.* 10;101(1):69-86.
- WÜRTZ, J.; KNOFF, K.; TARASCHEWSKI, H. (1998). Distribution and prevalence of *Anguillicola crassus* (Nematoda) in eels *Anguilla anguilla* of the rivers Rhine and Naab, Germany. *Disease of Aquatic Organisms* 32: 137-143. ■

→
Muestreo de anguilas en el río.



Caracterización microbiológica y química de borras de sidra

ROBERTO RODRÍGUEZ MADRERA. Área de Tecnología de los Alimentos. SERIDA
 ROSA PANDO BEDRIÑANA. Área de Tecnología de los Alimentos. SERIDA
 JAVIER GARCÍA BELLIDO. Alumno de prácticas. Universidad de Oviedo
 BELÉN SUÁREZ VALLES. Área de Tecnología de los Alimentos. SERIDA

Introducción

La transformación del mosto de manzana en sidra trae consigo el desarrollo de una importante cantidad de biomasa compuesta principalmente por levaduras y bacterias. Estos microorganismos constituyen, junto con restos del material vegetal y otras partículas insolubles procedentes del zumo, las denominadas borras de fermentación que se depositan en el fondo de los toneles.

El elevado contenido en materia orgánica de las borras, junto a la propia naturaleza fangosa de las mismas, dificultan especialmente su manejo y tratamiento, convirtiéndolas en un importante residuo de la actividad sidrera. Se estima en un millón de litros anuales las borras generadas en Asturias.

Actualmente, su reutilización se limita al tratamiento para mejorar algunos defectos durante la elaboración de sidra natural como el *dulcín*, malos olores, problemas de *espalme*, etc. Mas allá de estas aplicaciones ocasionales, no hay un aprovechamiento real de este residuo que origina, además, un coste adicional para su adecuada gestión medioambiental.

Hay escasos trabajos relacionados con el aprovechamiento de las lías/heces (borras) de vinificación. Así, Gómez y col. (2004) caracterizaron la fracción lipídica de borras procedentes de Sherry y plantearon la posibilidad de utilizar su elevado contenido de ácidos grasos poliinsaturados para alimentación humana y animal. Nogales y col. (2005) propusieron emplear vermicompost (humus de lombriz) procedente de las heces y otros residuos vínicos como enmienda para sue-



←
Liofilización de borras de sidra.

los y Bustos y col. (2004) evaluaron la posibilidad de su uso como sustrato para el crecimiento de cepas *Lactobacillus*. Mas recientemente, Pérez-Serradilla y Luque de Castro (2011) apuntaron a las lías como fuente de antioxidantes y Nazari y col. (2012) propusieron su uso para la extracción de escualeno, un compuesto bioactivo de gran interés para las industrias alimentaria y farmacéutica.

El objetivo de este trabajo es iniciar la caracterización química de las borras de sidra como etapa previa para la búsqueda de aplicaciones de interés.

Materiales y métodos

Muestras

Se analizaron 17 borras procedentes de diferentes lagares asturianos proporcionadas por la empresa PROQUIMAN S.A. (Langreo, Asturias).

En el momento de la recepción de las muestras se tomó una alícuota para la realización de los ensayos microbiológicos (Figura 1). El resto se centrifugó a 12.000 g durante 15 min, se separó la fase líquida (sobrenadante), que se reservó para su análisis, y el residuo sólido se liofilizó. Los liofilizados se conservaron al vacío, a 5°C y protegidos de la luz, para su caracterización química.

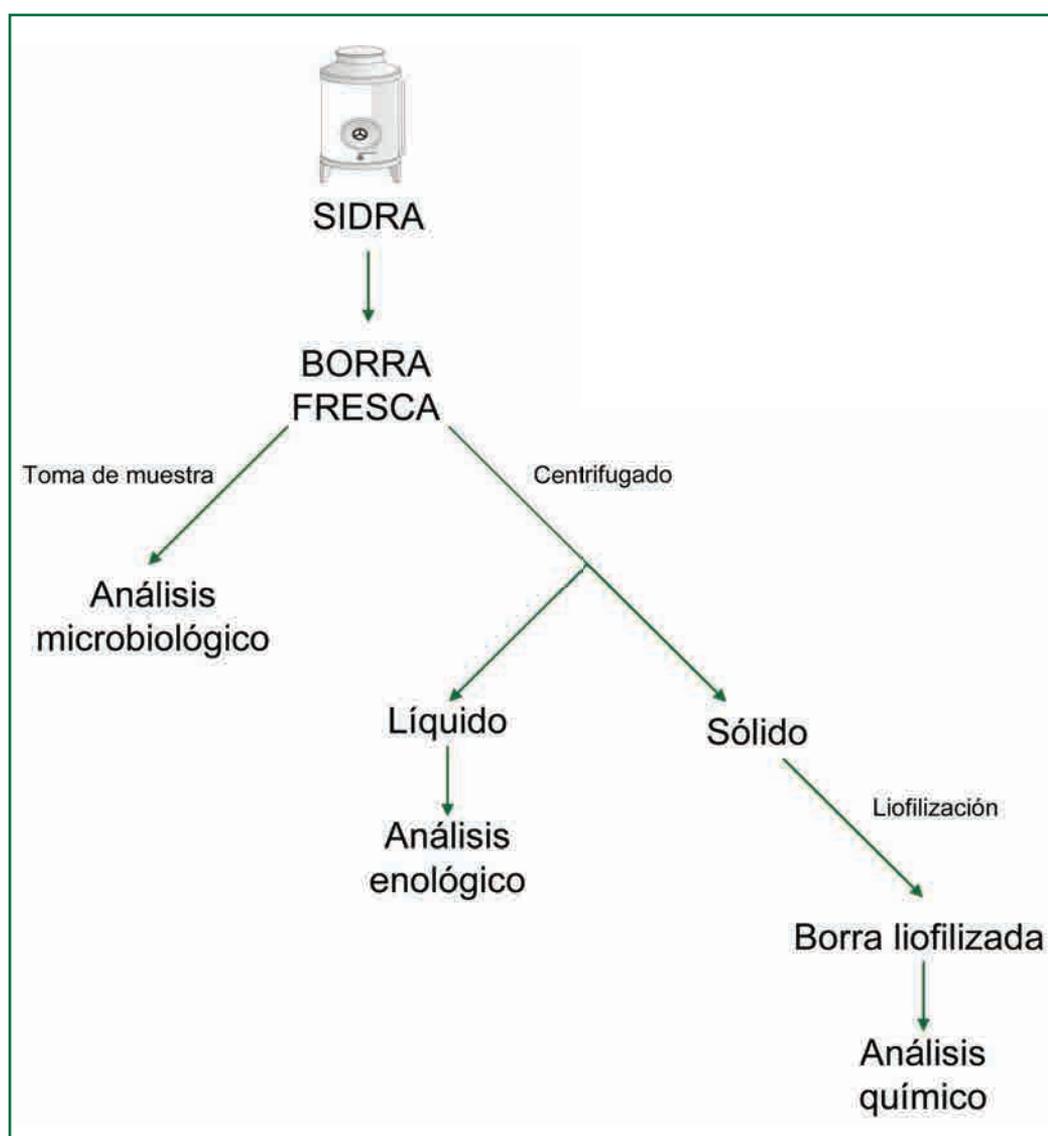
Análisis microbiológicos y químicos

Los análisis microbiológicos, en la borra fresca, consistieron en el recuento de levaduras, bacterias lácticas y acéticas (Cabranes y col., 1996).

En los liofilizados se determinó el contenido en: proteína total, grasa, cenizas y materia seca (AOAC, 2005); fibra alimentaria (fibra soluble, insoluble y total) mediante combinación de tratamientos enzimáticos, separación por diálisis y gravimetría en condiciones fisiológicas (Goñi y col., 2009) y ácidos grasos (Rodríguez Ruiz y col., 1998).

En los sobrenadantes se analizaron los principales parámetros enológicos (masa

→
Figura 1.-Esquema del procesamiento de las muestras de borra.



volúmica, acidez total y volátil, ácido málico y grado alcohólico) mediante espectrometría infrarroja con transformada de Fourier (FTIR).

Resultados

Análisis microbiológico

En la sidra, la presencia de unos u otros géneros de microorganismos está influida por factores como las condiciones higiénico-sanitarias de la manzana, el estadio de la fermentación, fase de maduración, la adición de SO_2 , etc. La proliferación de microorganismos y los cambios en las propiedades físico-químicas del mosto promueven su sedimentación en el fondo de los toneles formando parte de las borras.

Como se puede observar en la Tabla 1, en todas las borras analizadas, los microorganismos viables más numerosos fueron las bacterias lácticas, con valores superiores a 10^6 ufc/mL en 16 de las 17 muestras. Por el contrario, tanto las levaduras como las bacterias acéticas mostraron notables diferencias en su población entre las borras analizadas. El momento de mayor producción de borra en los llagares coincide con la época del

primer trasiego, operación que se realiza recién finalizada la fermentación maloláctica, hecho que justifica que la población de bacterias lácticas sea la dominante. Por otra parte, las borras con recuentos elevados de bacterias acéticas se asocian con borras almacenadas durante largos periodos y las poblaciones dispares de levaduras son un indicador cualitativo del tiempo transcurrido desde la finalización de la fermentación alcohólica.

Análisis químico

Las borras, al contrario que las sidras de las que proceden, presentaron un elevado contenido en fibra alimentaria, representando un porcentaje medio del 62%. Esta diferencia se debe a dos razones: por un lado, durante la fermentación hay formación y precipitación de macromoléculas en el fondo de los toneles (complejos tanino-proteína, precipitación de pectinas), y por otro, las borras son ricas en microorganismos en cuya estructura destacan los oligosacáridos de glucanos y mananos. Respecto a los componentes de la fibra, la fracción insoluble fue mayoritaria en todas las borras analizadas (Tabla 2).

Otro componente mayoritario de la borra, con un notable interés desde el

Muestra	Levaduras	Bacterias acéticas	Bacteria lácticas
1	$3,0 \times 10^4$	<10	$1,0 \times 10^7$
2	$4,0 \times 10^5$	$1,0 \times 10^5$	$9,0 \times 10^6$
3	$5,0 \times 10$	<10	$2,0 \times 10^4$
4	<10	<10	$4,0 \times 10^7$
5	$2,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^6$	$6,0 \times 10^7$
6	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^6$	$4,0 \times 10^7$
7	$5,0 \times 10^2$		$4,0 \times 10^7$
8	$6,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^8$
9	$4,0 \times 10^2$	$4,0 \times 10^4$	$3,0 \times 10^7$
10	<10	<10	$8,0 \times 10^7$
11	$3,0 \times 10$	$4,0 \times 10^3$	$9,0 \times 10^7$
12	<10	<10	$1,0 \times 10^7$
13	<10	<10	$4,0 \times 10^7$
14	$1,0 \times 10^4$	<10	$3,0 \times 10^8$
15	<10	<10	$8,0 \times 10^6$
16	$2,0 \times 10^3$	<10	$2,0 \times 10^8$
17	$3,0 \times 10^3$	<10	$7,0 \times 10^6$

←
Tabla 1.-Recuentos microbiológicos en borras frescas de sidra (ufc/mL).

→
Tabla 2.-Contenido nutricional de las borras de sidra (% materia seca).

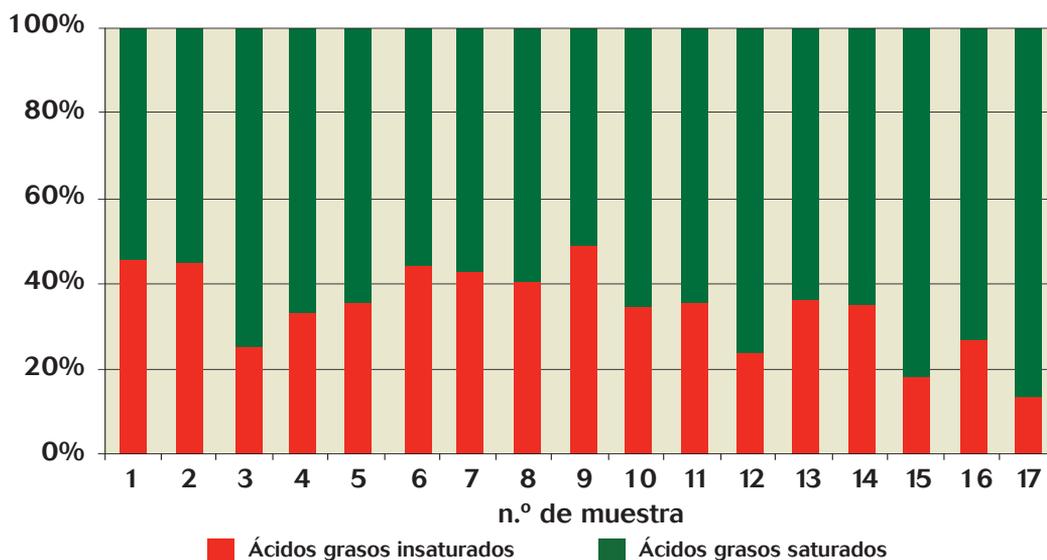
Muestra	Proteína (% ms)	Grasa (% ms)	Ceniza (% ms)	Fósforo (% ms)	Magnesio (% ms)	Fibra dietética (% ms)		
						Insoluble	Soluble	Total
1	7,6	4,7	0,7	0,29	0,049	43,3	22,5	65,8
2	21,7	4,4	2,0	0,53	0,047	48,6	16,9	65,5
3	23,1	2,9	0,7	0,52	0,037	51,8	15,9	67,7
4	18,6	3,6	1,6	0,39	0,025	56,4	11,1	67,5
5	18,4	4,0	2,1	0,47	0,039	45,7	11,1	56,8
6	13,4	3,5	1,7	0,34	0,030	39,8	11,1	50,9
7	21,3	5,2	2,9	0,48	0,043	39,7	14,6	54,3
8	17,5	4,3	2,2	0,40	0,035	38,4	13,8	52,2
9	14,0	5,5	3,2	0,35	0,051	35,9	17,6	53,5
10	18,5	4,9	2,6	0,55	0,048	45,9	14,0	59,9
11	17,3	4,2	2,3	0,44	0,040	46,0	13,6	59,6
12	20,3	4,2	2,3	0,59	0,058	48,7	14,3	63,0
13	16,2	3,7	2,9	0,48	0,059	27,8	20,4	48,2
14	17,7	3,9	1,7	0,39	0,047	60,9	12,1	73,0
15	20,4	3,4	0,9	0,47	0,020	59,4	12,9	72,3
16	19,7	3,8	1,4	0,50	0,037	54,3	12,7	67,0
17	20,4	2,8	0,7	0,55	0,025	61,0	11,7	72,7

punto de vista nutricional, es la proteína. El promedio del contenido proteínico detectado fue del 18% (Tabla 2), lo que contrasta con los valores descritos para este parámetro en el zumo de manzana (0,06 %). Esta diferencia es debida a la elevada carga de microorganismos vivos o lisados presentes en las borras.

Las cenizas reflejan el contenido mineral de los alimentos. Las muestras analizadas mostraron niveles similares que

oscilaron entre el 0,7% y el 3,2% de la materia seca (Tabla 2). En lías vínicas se han descrito valores superiores para este parámetro (Bustos y col. 2004), que podrían tener su origen en el uso habitual de bentonita. La bentonita es un tipo de arcilla, utilizada para favorecer la clarificación de vinos tintos y blancos, que se deposita en el fondo de los toneles por lo que su uso puede falsear el dato de las cenizas. En la elaboración de sidra natural la clarificación se produce de manera es-

→
Figura 2.-Concentración relativa de ácidos grasos en borras de sidra.





pontánea y sin la adición de ningún tipo de clarificante.

El contenido en grasa total osciló entre el 2,8% y el 5,5% de materia seca (Tabla 2), destacando por su interés nutricional los ácidos grasos insaturados, que representaron en promedio el 34% de los ácidos grasos totales cuantificados (Figura 2).

La fase líquida de las borras o sobrenadante, obtenido por centrifugación de las borras, mostró valores promedio de masa volúmica y grado alcohólico de 0,9987 g/ml y 6,2 % vol., y concentraciones de ácido málico inferiores a 0,5 g/L, que nos revelan que las sidras de las que provienen realizaron tanto la fermentación alcohólica como la maloláctica. Los valores de acidez total y volátil (promedio de 3,0 g ácido acético /L), fueron superiores a los habituales en sidra natural e indicadores del proceso de acetificación de las borras durante su almacenamiento.

Conclusión

La caracterización química de las borras analizadas permite considerar este residuo de la industria sidrera como una importante fuente de compuestos con elevado interés nutricional y funcional.

La importante carga microbiana presente en las borras de sidra sugiere que deben ser manejadas con precaución, ya sea cuando se reutilicen para mejorar defectos sensoriales o a la hora de su gestión medioambiental.

Por otro lado, el método tradicional de elaboración de la sidra natural asturiana, en el que el empleo de aditivos es inusual, permite pensar en la borra como una materia prima de calidad para su aprovechamiento y posterior revalorización.

Agradecimientos

Información generada por el proyecto RTA-2013-00110-00-00 financiado por el INIA y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). Los autores agradecen a la empresa PROQUIMAN (Langreo, Asturias) su colaboración en este proyecto.



Referencias bibliográficas

- AOAC. Official Methods of Analysis 18th Edition. William Horwitz, George W. Latimer, Editors. Gaithersburg, Maryland: AOAC International, 2005.
- BUSTOS, G.; MOLDES, A. B.; CRUZ, J. M.; DOMÍNGUEZ, J. M. 2004. Evaluation of vinification lees as a general médium for Lactobacillus strains. *J. Agric. Food Chem* 52, 5233-5239.
- CABRANES, C.; MANGAS, J. J.; BLANCO, D. 1996. Controlled production of cider by induction of alcoholic fermentation and malolactic conversion. *J. of the Institute of brewing*, 10, 103-109.
- GÓMEZ, M. E.; IGARTIBURU, J. M.; PANDO, E.; RODRÍGUEZ, L. F.; MOURENTE, G. 2004. Lipid composition of lees from Sherry wine. *J. Agric Food Chem* 52, 4791-4794.
- GOÑI, I.; DÍAZ-RUBIO, M. E.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. 2009. Towards an update methodology for measurement of dietary fiber, including associated polyphenols, in food and beverages. *Food Research International* 42, 840-46.
- NAZARI, E.; MANTZOURIDOU, F.; TSIMIDOU, M. Z. 2012. Recovery of squalene from wine lees using ultrasound assisted extraction-A feasibility study. *J. Agric. Food Chem* 60, 9195-9201.
- NOGALES, R.; CIFUENTES, C.; BENÍTEZ, E. 2005. Vermicomposting of winery wastes: A laboratory study. *Journal of Environmental Science and Health Part B* 40, 659-673.
- PÉREZ-SERRADILLA, J. A.; LUQUE DE CASTRO, M. D. 2011. Microwave-assisted extraction of phenolic compounds from wine lees and spray-drying of the extract. *Food Chemistry* 124, 1652-1659.
- RODRÍGUEZ RUIZ, J.; BELARBI, E. H.; GARCÍA SÁNCHEZ, J. L.; LÓPEZ ALONSO, D. 1998. Rapid simultaneous lipid extraction and transesterification for fatty acid análisis. *Biotechnology Techniques* 12, 689-691. ■

←
Borra liofilizada.



I Festival del arándano y frutos rojos de Asturias. Jornada técnica del cultivo y comercialización del arándano

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

M.ª PILAR ORO GARCÍA. Área de Transferencia y Formación. pilaroro@serida.org

JUAN CARLOS GARCÍA RUBIO. Área de Experimentación y Demostración Agroforestal. jcgarcia@serida.org



↑
De derecha a izquierda:
Alejandro Vega,
Carmen Díez y
Moisés M. Fernandes.

Villaviciosa acogió del 29 al 31 de julio el I Festival del Arándano y Frutos Rojos de Asturias, y la Jornada Técnica del Cultivo y Comercialización del Arándano, organizados por el Ayuntamiento de Villaviciosa, con la colaboración especial del Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), con la finalidad de promocionar y dar a conocer el arándano y otros pequeños frutos en auge en la región.

Villaviciosa es el municipio que más número de productores tiene de frutos

rojos, y también cuenta con la mayor superficie plantada de Asturias. En el caso del arándano, en el concejo de Villaviciosa se encuentra el 21% de la superficie cultivada en la región, unas 32,6 hectáreas sobre un total de 154.

Jornada técnica del cultivo y comercialización del arándano

La jornada técnica, cuyo objetivo principal fue presentar al sector las últimas novedades en el cultivo y comercialización del arándano, se desarrolló el día 29

de julio a partir de las 15.30 horas en el Teatro Riera. La apertura corrió a cargo de Alejandro Vega Riego, alcalde del Ayuntamiento de Villaviciosa, y Carmen Díez Monforte, jefa del Departamento de Investigación del SERIDA.

La jornada reunió a algunos de los principales expertos en la materia a nivel mundial, nacional y regional, e incluyó diversas ponencias a cargo de representantes del sector empresarial, técnicos e investigadores de diferentes entidades. Así, la Dra. Pilar Bañados O., profesora de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Universidad Católica de Chile, considerada una de las mayores expertas mundiales en la materia, ofreció la conferencia *Avances en el manejo de arándanos en Chile*, en la que pasó revista a las últimas novedades en numerosos aspectos del cultivo de arándano, como las mejoras en la calidad de planta y tipos de plantas, uso de sustratos como enmienda al suelo y ajuste de pH, densidades de plantación, poda, uso de cubiertas plásticas, plantaciones en macetas o fuera de suelo y nuevas variedades.

Antonio Álamo Bermúdez, director I+D de Fall Creek Farm & Nursery Europe, la compañía de viveros de arándanos más importantes del mundo, impartió una ponencia con el título *Estadísticas y análisis de la situación actual del arándano en el mundo*, en la que analizó la situación mundial de la producción de arándanos y su proyección en los próximos años, y presentó las características y servicios que ofrece su empresa y las nuevas variedades que recomiendan para el norte de España.

Alberto Jiménez Capitán, jefe de Producto de Euroberry Marketing Sevilla, distribuidora y comercializadora de berries en Europa, disertó sobre *La comercialización del arándano y las nuevas tendencias de venta*.

A continuación José Antonio Martínez, director técnico de ICLsf Ibérica, España ofreció la charla *Entendiendo los arándanos*, enfocada al manejo del suelo y la fertilización del cultivo.

Finalmente, Juan Carlos García Rubio, técnico del SERIDA, presentó la charla ti-



←
Dra. Pilar Bañados O.
durante la conferencia.

tulada *Posibilidades del injerto en arándano* en la que habló sobre los trabajos llevados a cabo en el Serida sobre el injerto en arándano y las posibles ventajas que esta técnica podría aportar al cultivo en un futuro.



→
Intervención de María Jesús Álvarez, consejera de Desarrollo Rural y Recursos Naturales.



El encuentro congregó a numeroso público y finalizó con una mesa redonda, moderada por Moisés Fernandes de Sousa, donde hubo lugar para el debate e intercambio de información y experiencias.

Festival del arándano y frutos rojos de Asturias

El festival se desarrolló durante los días 30 y 31 de julio en el Parque Ballina, a partir de las 11 horas, tras la inaugura-

ción oficial, a cargo de María Jesús Álvarez, consejera de Desarrollo Rural y Recursos Naturales. El acto contó con la presencia de Alejandro Vega, alcalde del Ayuntamiento de Villaviciosa, así como de otros representantes locales y de entidades colaboradoras.

La programación del certamen incluyó un mercado del arándano y frutos rojos que congregó a numerosos expositores, que ofrecieron además de arándanos, frambuesas, grosellas, y moras, productos como licores, frutas deshidratadas, helados y otros derivados a base de frutos rojos. Asimismo se celebraron diversos talleres y concursos relacionados con los *berries*, así como visitas a explotaciones de pequeños frutos.

El Serida presentó un stand con información de la actividad investigadora de la entidad y en particular del arándano y pequeños frutos. Por otra parte, en la pérgola del parque se instaló una muestra de cultivos de los distintos frutos rojos, con paneles explicativos de cada uno de ellos.

El festival contó con gran asistencia de público durante las tres jornadas de duración y una alta participación en las distintas actividades programadas. ■

↓
Público en el Festival del arándano y frutos rojos de Asturias.





Muestra 'Colección de Semillas de Judía del SERIDA' en el Jardín Botánico Atlántico de Gijón

M.ª DEL PILAR ORO GARCÍA. Área de Transferencia y Formación. pilaroro@serida.org

El Jardín Botánico Atlántico de Gijón acogió desde el 15 al 20 de noviembre la muestra 'Colección de Judías del SERIDA: diversidad genética conservada y variedades mejoradas', con motivo de la celebración de la Semana de la Ciencia, dedicada a las legumbres.

La colección recoge tres tipos de variedades de judía: Variedades mejoradas de faba tipo "Faba Granja", donde se incluyen las obtenciones del SERIDA de este ti-

po varietal; Variedades tradicionales de faba en Asturias, en el que se muestra una selección de variedades locales asturianas, y por último, algunas Judías españolas con marcas de calidad diferenciada.

La muestra permite conocer a través de diferentes elementos expositivos la diversidad de semillas de judía y los proyectos de mejora genética desarrollados por el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario. ■

↑↓
'Colección de Semillas de Judía del SERIDA'
Foto superior: Jardín Botánico Atlántico de Gijón.





Convenios

Convenio marco de colaboración entre la Universidad Complutense de Madrid y el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario del Principado de Asturias para el desarrollo conjunto de actividades de investigación, desarrollo, innovación tecnológica y formación en el campo de la biotecnología agroalimentaria y la salud.

Objeto: La creación de un marco de colaboración entre el SERIDA y la UCM para el desarrollo conjunto de actividades de investigación, desarrollo e innovación tecnológica y formación universitaria en el campo de la biotecnología agroalimentaria y la salud.

Duración: Desde el 20 de junio de 2016 hasta el 19 de junio de 2020.

Contratos

Contrato de licencia de multiplicación y explotación de judía entre el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), La Cooperativa de Agricultores, Consumidores y Usuarios del Concejo de Gijón y el SERIDA.

Objeto: Regular la licencia de multiplicación y explotación de la variedad de judía 'Maximina' a la Cooperativa de Agricultores, Consumidores y Usuarios del Concejo de Gijón, cuya propiedad como obtentores ostentan el INIA y el SERIDA.

Duración: Desde el 27 de mayo de 2016 hasta el 26 de mayo de 2020.



Acuerdos

Acuerdo de colaboración entre MISC INTERNACIONAL (Sensowave) y el SERIDA.

Objeto: Regular la colaboración entre el SERIDA y la empresa Sensowave para llevar a cabo el proyecto de investigación "STEPLA+": Plataforma de servicio para la ganadería de precisión.

Duración: Desde el 3 de junio de 2016 hasta la finalización del proyecto.

Acuerdo de colaboración entre la Universidad de Alberta (Canadá) y el SERIDA.

Objeto: Regular la colaboración en el desarrollo del trabajo de investigación que realizará el investigador D. Luis J. Royo durante su estancia.

Duración: Desde el 1 de octubre de 2016 hasta la finalización del proyecto.

Acuerdo de cotitularidad de patente entre el Consejo Superior de Investigaciones Científicas y el SERIDA.

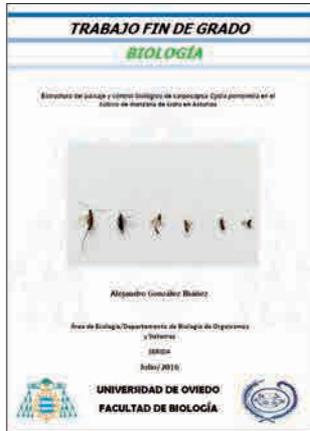
Objeto: Regular la cotitularidad de la patente "Identificación no invasiva del sexo de embriones bovinos reproducidos in vitro."

Duración: Desde el 19 de mayo de 2016 y en tanto se encuentre en vigor la patente o alguna que pueda depender o derivar de la misma.



Tesis y Seminarios

Trabajo Fin de Grado



Estructura del paisaje y control biológico de carpocapsa *Cydia pomonella* en el cultivo de manzana de sidra en Asturias

Grado: Biología.

Autor: Alejandro González Ibáñez.

Año: Julio, 2016.

Directores: Daniel García García (Universidad de Oviedo) y Marcos Miñarro Prado (SERIDA).

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

El cultivo de manzana juega un papel importante en sector agrario asturiano, estando enfocado casi en su totalidad a la producción de sidra. Las plantaciones de manzanos en Asturias aparecen en paisajes en mosaico, frecuentemente rodeadas de fragmentos de hábitat seminatural, como setos o bosquetes. La principal plaga del manzano en Asturias es la carpocapsa (*Cydia pomonella*; Lepidoptera: Tortricidae), que provoca el agusanado del fruto causando importantes pérdidas económicas en las cosechas de manzana. Existen enemigos naturales, entre ellos los parasitoides, que ejercen un control biológico sobre la carpocapsa, por lo que su conservación contribuiría a la prevención de esta plaga.

El objetivo del trabajo fue caracterizar la estructura y diversidad del paisaje en que están inmersas las plantaciones, estimar la incidencia de la carpocapsa y caracterizar la estructura de la comunidad de parasitoides. En base a esto se analizó la relación de los parasitoides con la carpocapsa a nivel de control biológico, así como la relación entre la estructura del

paisaje y la comunidad de carpocapsa y sus parasitoides. El estudio se realizó en 25 fincas privadas en la zona central de Asturias (Concejos de Villaviciosa, Siero, Sariego, Noreña y Gijón). Se eligieron dichas plantaciones para representar variaciones en el grado de naturalidad y heterogeneidad del paisaje circundante.

Se obtuvieron 11 especies de parasitoides, de las que seis fueron identificadas: *Ascogaster quadridentata* Wesmael (Hymenoptera: Braconidae), *Pristomerus vulnerator* Panzer (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Trichomma enecator* Rossius (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Liotryphon caudatus* Ratzeburg (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Nippocryptus vittatorius* Jurine (Hymenoptera: Ichneumonidae) y *Dybrachis cavus* Walker (Hymenoptera: Chalcidoidea). La tasa global de parasitismo fue de 8,16%. Se observaron notables variaciones entre plantaciones, tanto en esta tasa como en la riqueza y la diversidad de parasitoides.

La diversidad de parasitoides estuvo relacionada con la abundancia de carpocapsa, de modo que con una mayor densidad de carpocapsa se desarrolló una comunidad de parasitoides más rica y diversa. La tasa total de parasitismo se incrementó con la riqueza y la diversidad de parasitoides, sugiriendo un papel complementario de estos insectos en la función de control biológico.

El ataque de carpocapsa y su abundancia se relacionaron positivamente con la cobertura de plantaciones de manzano a escala fina (radio de 125 m), sugiriendo una fuerte dependencia de la plaga frente a su planta hospedadora, el manzano. Los efectos de cobertura de plantación de manzano a escala pequeña se trasladan hasta la intensidad de parasitismo, existiendo una relación entre abundancia de carpocapsa y parasitismo. Esto también sugiere una fuerte dependencia de los parasitoides respecto a la abundancia del insecto hospedador.

Publicaciones

LIBROS

Ensayo de portainjertos en variedades de vid de Asturias

M^a Dolores Loureiro Rodríguez

Paula Moreno Sanz

Belén Suárez Valles

Depósito legal: AS 3678-2015

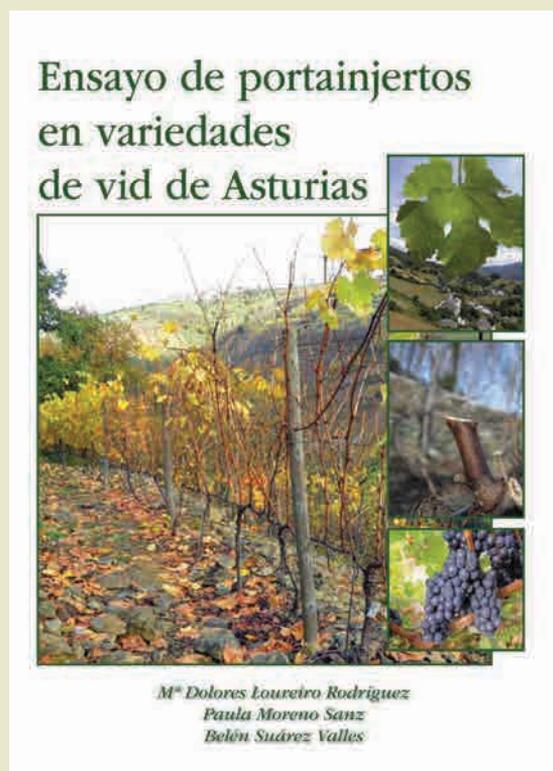
Edita: SERIDA, Consejería de Desarrollo Rural y Recursos Naturales

Páginas: 92

[On line] <http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=6363>

En este libro se exponen los resultados sobre el efecto que cinco portainjertos (110 R, 196-17 C, 101-14 MG 3309 C, Rupestris de Lot) tuvieron en las características agronómicas y enológicas de las variedades Albarín Tinto, Carrasquión, Verdejo Tinto y Albarín Blanco.

Estos resultados se enmarcan en el Plan de Experimentación y Desarrollo Tecnológico en relación con el cultivo de la vid, desarrollado por el SERIDA, que contempla entre otros aspectos la selección clonal para la obtención de material vitícola certificado.



Memoria de Actividades del SERIDA 2015

[On line] <http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=6695>

Año: 2016

Edita: SERIDA

La Memoria SERIDA 2015 recoge información de los proyectos de I+D+i, de la labor contractual y relacional con otros organismos, agentes e instituciones, así como de las actividades científicas, técnicas, divulgativas, promocionales y de formación desarrolladas por la entidad durante el año 2015.



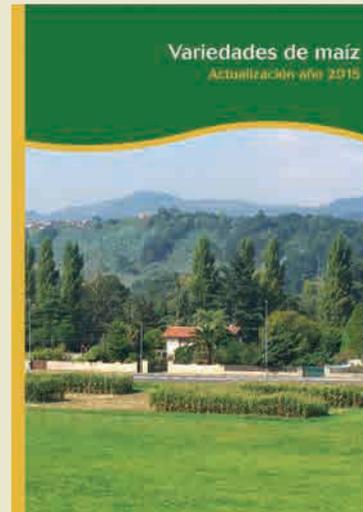
FOLLETOS

Variedades de maíz. Actualización año 2015

Alfonso Carballal Salamea
 Consuelo González García
 Sagrario Modroño Lozano
 Begoña de la Roza Delgado
 Ana Soldado Cabezuelo
 Adela Martínez Fernández
 Depósito legal: AS 1271-2016
 Edita: SERIDA, Consejería de Desarrollo Rural y Recursos Naturales
 Páginas: 40
http://www.serida.org/vernoticia.php?id_noticia=965

En el año 2015 se cumplen veinte años de evaluación ininterrumpida de variedades comerciales de maíz en Asturias, siguiendo un mismo protocolo, y totalizando 281 variedades evaluadas.

La publicación contiene los datos actualizados de evaluación de variedades comerciales de maíz realizadas por el SERIDA, los criterios recomendados para elegir las más adecuadas a cada explotación, así como la metodología a emplear en la evaluación de variedades de maíz para silo.



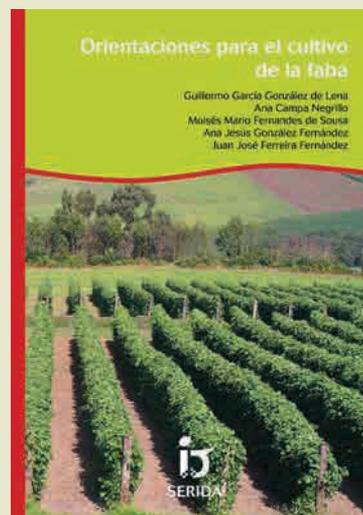
Orientaciones para el cultivo de la faba

Guillermo García González de Lena
 Ana Campa Negrillo
 Moisés Mario Fernandes de Sousa
 Ana Jesús González Fernández
 Juan José Ferreira Fernández
 Depósito legal: As 02302-2016
 Edita: SERIDA, Consejería de Desarrollo Rural y Recursos Naturales
 Páginas: 55
 [On line] <http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=6717>

Se trata de un monográfico con un contenido práctico, y a la vez riguroso sobre uno de los cultivos más tradicionales en Asturias.

La publicación ofrece tanto a productores, agricultores y técnicos, junto a todas aquellas personas interesadas en la faba, un estudio de gran utilidad a la hora del diseño de una plantación.

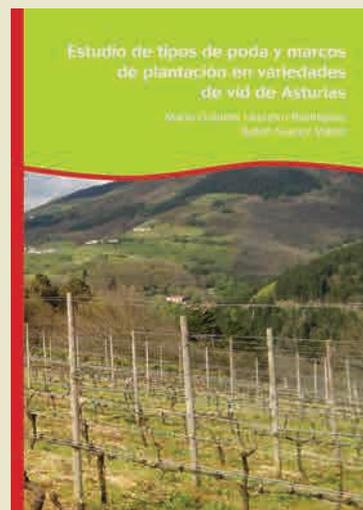
Se estructura en ocho capítulos, que abordan aspectos como la planificación del cultivo, material vegetal, técnicas de cultivo, plagas y enfermedades, recolección, almacenamiento, así como datos económicos de las producciones.



Estudio de tipos de poda y marcos de plantación en variedades de vid de Asturias

M^a Dolores Loureiro Rodríguez
 Belén Suárez Valles
 Depósito legal: AS 02294-2016
 Edita: SERIDA, Consejería de Desarrollo Rural y Recursos Naturales
 Páginas: 31
 [On line] <http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=6716>

Este manual pretende ofrecer al sector vitivinícola los resultados del estudio realizado con diferentes tipos de poda y marcos de plantación sobre las variedades Albarín Tinto, Carrasquín, Verdejo Tinto y Albarín Blanco.



DETERMINACIÓN NO INVASIVA DEL SEXO DE EMBRIONES CULTIVADOS IN VITRO

El Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), en colaboración con el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), ha patentado una nueva técnica para diagnosticar el sexo de los embriones bovinos producidos in vitro de una forma eficiente y no invasiva antes de su transferencia a hembras receptoras.

