



Tecnología Agroalimentaria

Boletín informativo del SERIDA

Número 7 - 2010

Variedades de avellano ■ Control antracnosis ■ Grasa de la judía ■ Hormigas ■ Leche ecológica
Sistemas mecánicos desgranado faba fresca ■ Salmonicultura ■ Maduración aguardiente de sidra



SUMARIO

Tecnología Agroalimentaria - SERIDA

Número 7 • 2010

Actualidad

2 | Recuperación de variedades tradicionales de avellano asturiano

Juan José Ferreira
Noemí Trabanco
Elena Pérez Vega
Ana Campa Negrillo
Mercé Rovira

22 | Las hormigas, ¿favorecen o perjudican al agricultor?

Marcos Miñarro Prado

Información agrícola

7 | Control de la antracnosis en el cultivo de faba granja asturiana

Elena Pérez-Vega
Ana Campa Negrillo
Juan José Ferreira Fernández

12 | La grasa de la judía, una enfermedad emergente en Asturias

Ana J. González Fernández
Ana M. Fernández Sanz

14 | Estudio de sistemas mecánicos de desgranado de la faba fresca de tipo granja

David Blanco Fernández
Carlos Suárez Álvarez
Juan José Ferreira Fernández
Antonio Martínez Martínez
Guillermo García González de Lena

Otras producciones

28 | Evolución histórica de la salmonicultura del Principado de Asturias

Isabel Márquez Llano-Ponte

Información alimentaria

35 | Elaboración artesana de aguardiente de sidra. III. Maduración

Roberto Rodríguez Madrera

Entrevista

39 | Juan Carlos Bada Gancedo. Director de Instituto de Productos Lácteos de Asturias

7



28



2



14



39

12



35



Colaboraciones

42 | **Leche ecológica en Asturias: una apuesta por la calidad**
Ana Rodríguez González
Ana M.^a Hernández Barranco
Beatriz Martínez Fernández
Instituto de Productos Lácteos de Asturias (IPLA-CSIC)

Cartera de proyectos

48 | **Nuevos proyectos de I+D+i**

Catálogo de convenios

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

Tesis y Seminarios

50 | **Tesis doctorales, de licenciatura y seminarios de investigación**

Publicaciones y audiovisuales

53 | **Libros, folletos y audiovisuales**



42



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

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

Coordinación editorial: Alberto Baranda

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

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

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

E-mail: transferencia@serida.org

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.



Recuperación de variedades tradicionales de avellano asturiano

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

NOEMÍ TRABANCO. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Genética Vegetal. noemi@serida.org

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

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

MERCÉ ROVIRA. Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries (IRTA) – Mas de Bover. merce.rovira@irta.cat

El avellano o ‘ablano’ es una especie frutícola que forma parte del paisaje rural asturiano. En este texto se describe la situación del cultivo así como el trabajo realizado en los últimos años encaminado a conocer y conservar las variedades locales de avellano como paso previo para la posible recuperación y mejora del cultivo en Asturias.



Avellanos formados en mata.

(Fotografía © los autores)

Situación del cultivo local

En Asturias, el avellano (*Corylus avellana* L.) crece espontáneamente (formas silvestres) o es cultivado por los agricultores en las orillas de los ríos o en los bordes de las fincas (Fotografía 1).

En el pasado, el avellano fue un cultivo muy importante en Asturias. Diferentes excavaciones arqueológicas en el norte de España revelaron la utilización del fruto y de la madera de avellano silvestre en torno a 4.000 años a.C. Fray Toridio de Santo Tomás (1711), en el siglo



XVIII describía el cultivo del 'ablano' como un cultivo de gran importancia en las rentas agrarias locales. El avellano era apreciado en Asturias tanto por su fruto como por su madera e incluso por sus propiedades medicinales. Sin embargo, a partir de principios del siglo XX su cultivo ha experimentado un retroceso debido tanto a las importaciones de avellana, para cubrir la demanda local, como al éxodo de la población rural. El paulatino abandono de este cultivo puede conllevar una pérdida de parte de la diversidad genética local; esto es, de las variedades locales que los productores han ido seleccionando y multiplicando durante varias generaciones.

Actualmente, su presencia se extiende por toda la región aunque hay comarcas (Concejo de Piloña y limítrofes) donde se concentra la mayor producción frutícola. Las plantaciones de avellano para un cultivo convencional- profesional son escasas y, más que de un cultivo, se puede

hablar de un aprovechamiento secundario de la parcela. Generalmente, las plantaciones reciben escasos cuidados frutícolas como podas, abonados, tratamientos fitosanitarios,... Los árboles están formados en matas constituidas por varios pies y en muchos casos se encuentran en un estado muy envejecido.

Ciclo de cultivo

El avellano es una especie monoica (en el mismo árbol las flores masculinas y femeninas están separadas; (Fotografía 2A) que florece en los meses de enero y febrero.

El fruto termina de formarse en agosto (Fotografía 2B) y es, en este momento, cuando tiene lugar la recolección de forma manual con la ayuda de herramientas tradicionales como el 'gabitu' y cestos denominados 'goxa'. El fruto se recoge provisto de involucre ('carapiello') y se deja



Fotografía 1.-Situación característica del avellano en Asturias. (A, B, C): árboles cultivados formados en matas y situados en los bordes de las fincas o en las orillas de los ríos. (D), avellanos silvestres en el Puerto de Ventana.

(Fotografías © los autores)





↑
Fotografía 2.-(A) Flores masculinas o amentos y flores femeninas, (B) Fruto del avellano.
 (Fotografías © los autores)

secar en sitios frescos como los ‘hórreos’ y ‘paneras’ para luego separar la avellana de esta envuelta.

La almendra de la avellana se consume fresca o tostada y también se aprovecha para la elaboración de postres tradicionales (diferentes tartas, las conocidas ‘casadielles’ o ‘bollinas’,...).

La producción regional se destina, principalmente, al autoconsumo y a la venta de los excedentes en mercados locales.

La forma tradicional de multiplicación del avellano es a través de hijuelos o



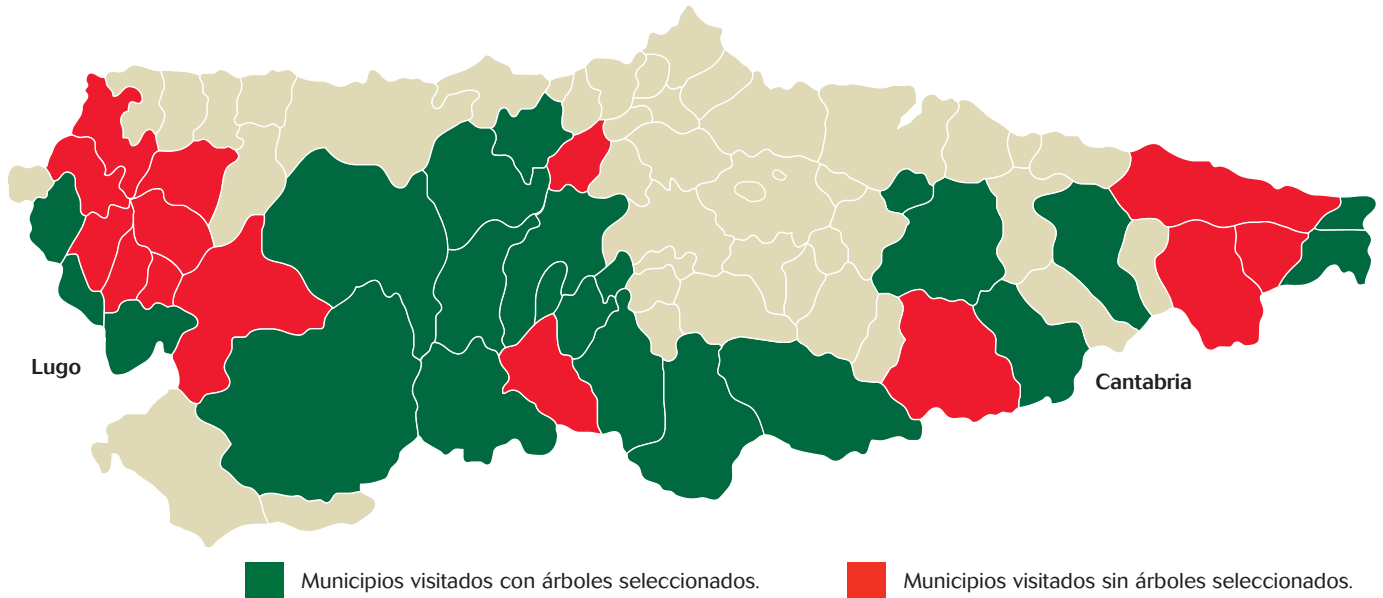
→
Fotografía 3.-Hijuelos o ‘chupones’ en avellano.
 (Fotografía © los autores)

‘chupones’ brotes que aparecen en la base del árbol; (Fotografía 3) o mediante plantas derivadas de semillas. Generalmente, los agricultores seleccionan los ejemplares de mayor interés frutícola para multiplicarlos y propagarlos.

Material vegetal: variedades locales

En los años 60 del pasado siglo XX, Álvarez Requejo (1965) reunió una pequeña colección de avellanos en la Estación Pomológica de Villaviciosa, actual SERIDA, que incluía algunos materiales locales recolectados en Asturias y cultivares catalanes. De aquel trabajo, pionero en España, se seleccionaron y conservaron cinco variedades: ‘Amandí’, ‘Casina’, ‘Grande’, ‘Quirós’ y ‘Espinaredo’. Estas variedades, junto con 20 cultivares de origen internacional, fueron instaladas en una parcela de Villaviciosa en 1991 con objeto de identificar las variedades mejor adaptadas a las condiciones locales de cultivo y conocer su comportamiento para diversos caracteres agronómicos.

En el año 2003 se retomaron los trabajos sobre esta especie desde el SERIDA. Así, se abordó en el periodo 2003-2005 una prospección por todo el territorio asturiano en colaboración con el Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries de Reus, Tarragona, (IRTA - Mas de Bover) donde se localiza el Banco Nacional de Avellano. Es importante señalar que, hasta la fecha, en este Banco sólo conservaban las cinco entra-



das de origen asturiano indicadas anteriormente. En esta prospección 2003-2005 se recorrió la mayor parte de la geografía de Asturias contactando con agricultores e instituciones locales (Ayuntamientos, Oficinas comarcales de la Consejería de Medio Rural, Agencias de desarrollo,...). Se buscaba reunir una diversidad morfológica y geográfica del fruto, que reflejase los diferentes ambientes locales donde se cultiva la especie. En total, se seleccionaron 91 ejemplares en 21 Concejos y 41 localidades (Figura 1). En este trabajo de campo no se encontraron denominaciones varietales para nombrar el material local. En general, se denominaba genéricamente como 'ablano', excepto en el caso de una entrada recolectada en el Concejo de Quirós denominada 'quirosana' o 'de Quirós'.

En el otoño de 2008 se realizó un muestreo en poblaciones silvestres de avellano, que incluía las principales áreas donde está presente esta especie, con el fin de conocer la relación entre los avellanos silvestres y cultivados de Asturias.

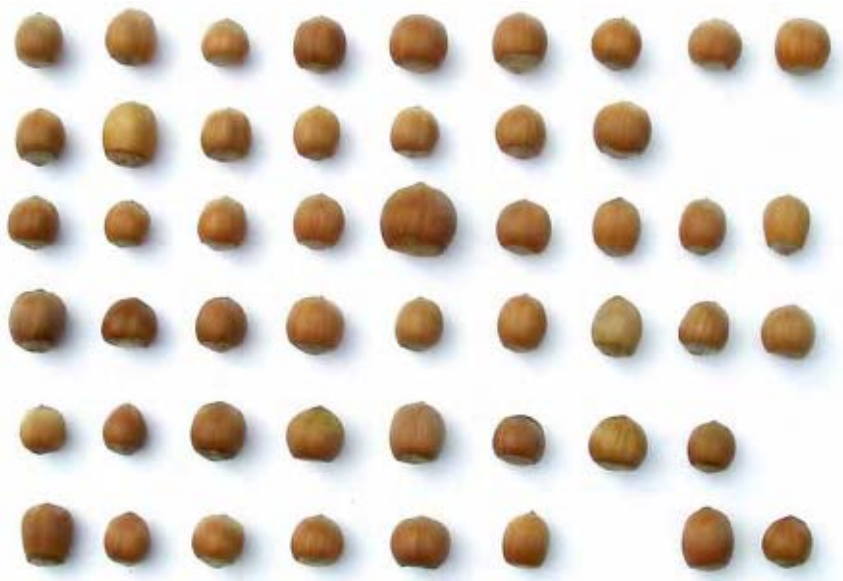
Paralelamente a esta prospección 2003-2005, se ha buscado profundizar en el conocimiento de las variedades locales con vistas a priorizar su conservación y uso. Para ello, se realizó un trabajo de caracterización morfológica 'in situ' del fruto y del árbol que ha permitido constatar la amplia diversidad fenotípica tanto del involucro y del fruto (Fotografía

4), como en colores, tamaños, forma o dureza de la cáscara (Rovira *et al.* 2008). Sin embargo, la expresión de estos caracteres morfológicos puede tener una componente ambiental. Por ello, se realizó una caracterización asistida por marcadores moleculares tipo ISSR y microsatélite (Ferreira *et al.*, 2009; Trabanco, 2009) en cuya expresión no participa el ambiente. Éstos revelan el polimorfismo a nivel del ADN (molécula que codifica la información genética) siendo su variación un reflejo de la diversidad existente.

Entre las conclusiones más relevantes proporcionadas por el análisis de marcadores moleculares, se puede citar:

↑
Figura 1.-Mapa de Asturias con los concejos explorados y en los que se seleccionaron ejemplares de avellano en la prospección realizada en el periodo 2003-2005.

↓
Fotografía 4.-Parte de la diversidad morfológica de fruto de avellano reunida en la prospección realizada entre 2003 y 2005.
 (Fotografía © los autores)



1.–Los avellanos locales cultivados, reunidos en la prospección 2003-2005, están fuertemente relacionados entre si y relativamente distantes de los 17 cultivares de referencia analizados procedentes de Cataluña, Italia, Turquía y Estados Unidos. En consecuencia, parece que las variedades locales asturianas constituyen un grupo diferenciado dentro de la especie. Este dato resulta especialmente interesante si se plantea una diferenciación de las producciones locales mediante marcas de calidad.

2.–Los avellanos locales cultivados se diferencian de los avellanos locales silvestres analizados, lo que sugiere que los primeros no derivan de los segundos. Sin embargo, se identificó un reducido número de árboles cultivados que mostraron una posición intermedia, probablemente una consecuencia del cruzamiento entre materiales cultivados y silvestres. La diferenciación de los avellanos cultivados asturianos de los silvestres y de los cultivares de catalanes e italianos plantea una interesante cuestión acerca de su origen.

3.–La variedad 'Grande', para la que se le había propuesto un origen asturiano, se separa de los avellanos cultivados locales, lo que indica un origen diferente. Esta variedad se corresponde con la variedad 'Barcelona', un cultivar tradicional de Cataluña.

Perspectivas de futuro

El SERIDA está trabajando en dos líneas:

1.–Conservación de las variedades locales. Se está estableciendo una colección de campo que incluye los cultivares internacionales bien conocidos, así como parte de los ejemplares seleccionados en la prospección 2003-2005. Paralelamente, se mantendrá la misma colección en el Banco Nacional del IRTA con objeto de garantizar la preservación del material a largo plazo y una caracterización más completa.

2.–Caracterización morfológica y agronómica. La caracterización morfológica disponible del material local se basa

en la recogida de muestras *in situ*, en diferentes ambientes asturianos. Esta caracterización se complementará con otra de todos los materiales reunidos en el mismo ambiente y durante varias campañas. Paralelamente, se realizará una caracterización agronómica que incluya aspectos de fenología, respuesta a plagas y enfermedades, producción, dureza de la cáscara y rendimiento de almendra.

Conclusiones

Asturias dispone de una importante riqueza en variedades de avellano como consecuencia de años de selección por parte de los agricultores. En el SERIDA se está trabajando para contribuir a conservar las variedades locales de avellano e identificar un grupo de ellas bien adaptadas a las condiciones locales de cultivo que, además, muestren unas características frutícolas superiores.

La disponibilidad de estas variedades así como la diferenciación de las producciones locales, podría suponer un punto de arranque para la recuperación o conservación de un cultivo tan arraigado en el medio rural asturiano.

Agradecimientos

Los autores quieren expresar su agradecimiento a todos los agricultores que han colaborado y hecho posible este trabajo. A todos ellos muchas gracias por su amabilidad.

Bibliografía

- ÁLVAREZ REQUEJO, S. (1965). El avellano. Manuales Técnicos N.º 32, Ministerio de Agricultura, Madrid, España.
- FERREIRA, J. J.; GARCÍA, C.; TOUS, J.; ROVIRA, M. (2009). Genetic diversity revealed by morphological traits and ISSR markers in hazelnut germplasm from northern Spain. *Plant Breeding*. (En prensa).
- ROVIRA, M.; FERREIRA, J. J.; TOUS, J. (2008). Prospección de avellanos (*Corylus avellana* L.) en Asturias. *Fruticultura Profesional* 173:16-23.
- TRABANCO, N. (2009). Relaciones genéticas entre avellanos cultivados y silvestres de Asturias. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad de Oviedo. ■



Control de la antracnosis en el cultivo de faba granja asturiana

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

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

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

Probablemente, en el momento de desgranar la cosecha, muchos productos de faba se encuentran con la semilla manchada (Fotografía 1). Una de las causas que produce este manchado y deterioro de la semilla es una enfermedad denominada antracnosis de la judía. Esta enfermedad, causada por el hongo *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. et Magn.) Scrib., se distribuye por todo el mundo pero está especialmente presente en zonas de temperatura moderada y elevada humedad como el norte de España. Este artículo resume las estrategias para el control de la antracnosis en el cultivo de faba e incluye una descripción de las

variedades resistentes a esta enfermedad desarrolladas en el SERIDA por mejora genética clásica.

Síntomas de la enfermedad

Los síntomas de la antracnosis se localizan en la parte aérea de las plantas de judía. La enfermedad se caracteriza por lesiones bien definidas de color pardo oscuro sobre tallos, hojas cotiledonales, hojas trifoliadas, vainas o semillas (Fotografía 2). En estados más avanzados estas lesiones se convierten en chancros cóncavos delimitados por un reborde rojizo y en cuyo interior pueden aparecer



Fotografía 1.-Daños en la cosecha de faba causados en su mayor parte por antracnosis. *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. et Magn.) Scrib.

(Fotografía © los autores)





↑

Fotografía 2.-Síntomas característicos de la antracnosis de la judía en hoja (A), vainas (B y C) y semilla (D) de faba granja asturiana.

(Fotografías © los autores)

unas masas gelatinosas de color rojizo o salmón que contienen conidias o conidiosporas (forma de resistencia y reproducción vegetativa del hongo). Con el tiempo estas lesiones tornan a un aspecto grisáceo oscuro debido al secado de las bolsas de conidias. En condiciones ambientales favorables de humedad y temperatura, si el hongo ataca a las plántulas puede causar su muerte, si lo hace a las hojas produce la defoliación de la planta y cuando afecta a las vainas puede llegar a la semilla y deteriorarla y, en

casos severos, produce la caída de la vaina.

Ciclo de vida del patógeno

Las conidias, en condiciones de elevada humedad ($> 70\%$) y temperatura moderada ($15 - 22\text{ }^{\circ}\text{C}$), al entrar en contacto con la parte aérea de la planta pueden germinar y producir una estructura para el anclaje y penetración del hongo en el tejido de la planta (apresorio).

Posteriormente, comienzan a desarrollarse las hifas y forman un micelio compacto que se alimenta de células del huésped (planta de judía) apareciendo las lesiones características. Los primeros ataques suelen ocurrir en zonas de baja exposición a la radiación solar, como el envés de las hojas, o en zonas próximas al suelo. Con el tiempo, en el centro de las lesiones pueden desarrollarse unas masas de un color salmón característico, en cuyo interior se forman las conidioesporas (acérvulos o cuerpo fructífero asexual). Cuando los acérvulos se rompen, se dispersan las conidias con la ayuda de gotas de agua y del viento principalmente. Este proceso, produce nuevas infecciones de plantas colindantes, re-infecciones en la planta o simplemente facilita la conservación en el medio a la espera de una oportunidad para germinar. Las conidias pueden sobrevivir varios años en el suelo, en los restos de la cosecha (hojas, vainas, tallos infectados) y en los materiales usados para el tutorado del cultivo. Además, las hifas pueden sobrevivir en forma latente dentro de la testa de la semilla (piel) aunque no se manifiesten síntomas claros. De ese modo, las semillas constituyen un mecanismo importante de propagación de la enfermedad en el espacio y el tiempo.

Control de la antracnosis

Las estrategias para controlar esta enfermedad se basan, en gran medida, en el conocimiento del ciclo de vida del patógeno. Estas estrategias deben evitar la aparición de la enfermedad y, si esto ocurre, impedir su propagación para que los daños no lleguen a ser importantes. Como en otros patógenos, básicamente se dispone de tres métodos para controlar esta enfermedad: el empleo de buenas prácticas culturales, el uso de tratamientos fitosanitarios apropiados y mediante resistencia genética:

Prácticas culturales

Entre las buenas prácticas culturales se puede recomendar:

1. Utilizar semilla de calidad (libre de patógeno) y/o tratada con un fungicida.
2. Distanciar las calles de cultivo y orientarlas en dirección norte-sur para favorecer un ambiente seco, hostil al desarrollo de este patógeno.
3. Evitar el cultivo en zonas de baja exposición solar.
4. Controlar el desarrollo de las malas hierbas durante el cultivo, para favorecer un ambiente más seco en el entorno de la planta.
5. Recurrir a técnicas de acolchado que minimizan el contacto entre la planta y el suelo, donde pueden estar presentes las conidias.
6. Retirar y destruir los restos de la cosecha y las plantas con síntomas de antracnosis, para evitar la propagación.
7. Limpiar o cambiar los elementos usados en el tutorado del cultivo.
8. Rotar los cultivos. En campos con problemas recurrentes de antracnosis, se recomienda cultivar especies no sensibles al patógeno, como por ejemplo los cereales, que además pueden ser incorporados al suelo como abonos verdes.

Tratamientos fitosanitarios convencionales

Se han descrito diferentes materias activas que ayudan a controlar esta enfermedad, especialmente en sus fases iniciales. Aunque los productos autorizados están en continua revisión, los fungicidas admitidos actualmente en el control de la antracnosis en judía se pueden consultar en la página del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (<http://www.mapa.es/es/agricultura/pags/fitos/registro/menu.asp>). Un resumen de dicha información se muestra en la Tabla 1. Para utilizar estos productos se deben seguir las indicaciones de los fabricantes (dosis, modo de empleo, plazos de seguridad, momento de la aplicación, ...) y utilizar los equipos adecuados para la aplicación y la protección personal (EPIs). Así mismo, no es recomendable reiterar el tratamiento con la misma materia activa.

→

Tabla 1.-Fungicidas autorizados en el cultivo de judía grano para el control de antracnosis (<http://www.mapa.es/es/agricultura/pags/fitos/registro/menu.asp>; revisado el 28 de octubre 2009).

En el formulado se indica el tipo de presentación: DP: polvo para espolvoreo, SC: suspensión concentrada, WG: gránulo dispersable en agua, WP: polvo mojable. Se señala, también, la toxicología de la materia activa: N: peligrosa, Xi: irritante, Xn: nociva.

MATERIA ACTIVA (FORMULADO)	TOXICOLOGIA
CARBONATO BÁSICO DE COBRE 2,7% + MANCOZEB 12% + OXICLORURO DE COBRE 8,1% + SULFATO CUPROCÁLCICO 2,25 (WP)	Xi/N
MANCOZEB 17,5% + OXICLORURO DE COBRE 22% (WP)	Xn/N
MANCOZEB 20% + OXICLORURO DE COBRE 30% (WP)	Xn/N
MANCOZEB 42% (SC), 45% (SC), 75% (WG) O 80% (WP)	Xi/N
MANCOZEB 60% + METIL TIOFONATO 14% (WP)	Xn/N
MANCOZEB 17,5% + SULFATO CUPROCÁLCICO 20% (WP)	Xn/N
MANEB 10% (DP), 40% (SC) O 80% (WP)	Xi/Xn/N
MANEB 17,5% + OXICLORURO DE COBRE 30% (WP)	Xi/N
MANEB 8% + SULFATO CUPROCÁLCICO 20% (WP)	Xn/N
METIL TIOFANATO 45% (SC) o 70% (WG y WP)	Xn/N
OXICLORURO DE COBRE 38% (SC)	Xn/N

Control mediante resistencia genética clásica

Una variedad resistente es aquella en la que no se desarrolla la enfermedad bajo unas condiciones ambientales favorables y en presencia permanente del patógeno. La utilización de variedades portadoras de resistencia genética es la estrategia más eficiente y beneficiosa para el medioambiente en el control de enfermedades. La resistencia genética de judía frente a este hongo es de naturaleza cualitativa y de raza específica; es decir, un gen de resistencia protege frente a determinada raza/razas de antracnosis. Para este patógeno se han identificado numerosas razas y se han descrito diferentes genes de resistencia denominados *Co*-.

Trabajo desarrollado: nuevas variedades

El grupo de Genética Vegetal del SERIDA ha desarrollado variedades de judía pertenecientes al tipo comercial fabada (o faba granja asturiana) resistentes a los aislamientos locales de antracnosis. En resumen, el trabajo llevado a cabo hasta el momento ha consistido en:

1. Estudio de la variación local del patógeno. Se identificaron cinco razas (3, 6, 19, 38 y 102; Ferreira *et al.*, 2008) a partir de aislamientos locales.
2. Se identificaron variedades con resistencia frente a los aislamientos locales en entradas conservadas en la colección de judías del SERIDA (Ferreira *et al.*, 2008).
3. Se incorporaron diferentes genes de resistencia a antracnosis en la variedad comercial Andecha (estándar dentro del tipo fabada) y Xana mediante programas de mejora genética clásicos, basados en cruza-mientos y selección de plantas resistentes. Se obtuvieron 10 variedades resistentes a las razas locales de antracnosis y con una semilla calificada dentro del tipo fabada (Tabla 2). Además, recientemente, se ha culminado la obtención de la línea de crecimiento determinado X2776, que posee resistencia a antracnosis (gen *Co-2*), a dos potyvirus (virus del mosaico común y necrótico de la judía BCMV y BCMNV) y mejora la arquitectura de la planta respecto a la variedad comercial Xana al ser más compacta. Sobre estas variedades,



Material	Genes incorporados	Peso de 100 semillas (g)	Hábito de crecimiento	Producción (g/m ²)
Andecha	–	106,9	Indeterminado	185,9
A1878	<i>I + Co-2</i>	108,4	Indeterminado	203,4
A1183	<i>Co-2</i>	116,2	Indeterminado	250,3
A2438	<i>Co-2 + Co-9</i>	115,7	Indeterminado	247,8
C1969	<i>Co-9</i>	107,0	Indeterminado	246,4
A1220	<i>Co-9</i>	113,0	Indeterminado	167,2
A1258	<i>Co-21</i>	104,6	Indeterminado	199,0
A2806	<i>I + Co-2+bc-3</i>	105,6	Indeterminado	258,8
X1612	<i>I + Co-2</i>	101,7	Determinado	125,8
X1358	<i>Co-2</i>	98,7	Determinado	118,1
X1319	<i>Co-9</i>	96,5	Determinado	87,9

las razas locales de antracnosis identificadas hasta el momento, no desarrollan la enfermedad ni en inoculaciones ni en condiciones de cultivo en campo.

- Se identificaron los genes de resistencia presentes en cada nueva variedad (véase tabla 2). Los datos indican que en las diferentes variedades desarrolladas se han incorporado tres genes de resistencia diferentes.
- Se evaluaron las características agronómicas y de calidad de estas nuevas variedades (Ferreira *et al.*, 2007). Entre todas ellas, destaca la línea A2806 que, además, es portadora de resistencia genética a BCMV y BCMNV, y dispone de una resistencia intermedia al oidio.

Conclusiones

Se dispone de variedades de faba portadoras de resistencia genética a las razas locales de antracnosis. Sin embargo, dada la naturaleza de la resistencia genética a antracnosis en judía (raza específica), es posible que cuando se cultive ampliamente una variedad resistente surjan nuevas razas (por evolución del

patógeno o intercambios con otras áreas de cultivo) capaces de superar esta resistencia. Es, por ello, que sería recomendable combinar un adecuado manejo del cultivo con la utilización de variedades resistentes para hacer estas resistencias más duraderas y, de este modo, minimizar la proporción de semilla deteriorada en la cosecha. Esperamos que la utilización de variedades resistentes a los aislamientos locales de antracnosis ayude a los productores asturianos a controlar esta enfermedad y facilite el desarrollo en Asturias de un cultivo sostenible, más rentable y de mayor calidad.

Bibliografía

- FERREIRA, J. J.; PÉREZ-VEGA, E.; CAMPA, A. 2007. Nuevas variedades de judía tipo Faba Granja desarrolladas en el SERIDA: resultados de las evaluaciones morfológicas, agronómicas y de calidad. SERIDA KRK Ediciones. 59 pp.
- FERREIRA, J. J.; CAMPA, A.; PÉREZ-VEGA, E.; GIRÁLDEZ, R. 2008. Reaction of a bean germplasm collection against five races of *Colletotrichum lindemuthianum* identified in northern Spain and implications for breeding for resistance. Plant Disease 92:705-708. ■



Tabla 2.-Líneas resistentes a las razas locales de antracnosis desarrolladas en el SERIDA. Se indican los genes incorporados y las principales características morfológicas de la planta y la semilla. Datos tomados de Ferreira *et al.*, (2007) y derivados de los ensayos de campo realizados en Villaviciosa en el periodo 2004-2006.

Co-: genes de resistencia a antracnosis.
I, bc-3: genes de resistencia a potyvirus (BCMV y/o BCMNV).



La grasa de la judía, una enfermedad emergente en Asturias

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

ANA M. FERNÁNDEZ SANZ. Área de cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Patología Vegetal. anamaf@serida.org

La grasa es una enfermedad bacteriana que afecta a la faba granja asturiana y que está presente en todas las áreas productoras de judía del mundo. El control de la enfermedad pasa por la utilización de semilla libre de enfermedad, pero también por otras medidas preventivas tales como mantener los aperos limpios o eliminar las malas hierbas que puedan ser reservorios.

→

Fotografía 1.-A la izquierda, síntomas de grasa en hojas de "faba" granja. A la derecha, síntoma típico de mancha aceitosa en las vainas.

(Fotografía © Ana J. González)



La enfermedad conocida como "grasa de la judía" es producida por la bacteria *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* (sinónimo *P. savastanoi* pv. *phaseolicola*). Se caracteriza por las manchas de aspecto aceitoso que se producen en las vainas. En las hojas aparecen pequeñas manchas necróticas que pueden estar rodeadas de un halo verde pálido. La aparición de éste se debe a la presencia de una toxina denominada faseolotoxina que sólo se produce a temperaturas

inferiores a 22°C y que no es imprescindible para el desarrollo de la enfermedad.

En las semillas blancas es difícil detectar síntomas de infección, aunque en ocasiones pueden aparecer zonas con color amarillento, mientras que las semillas coloreadas pueden presentar lo que se denomina "rotura de color". Tanto las blancas como las coloreadas pueden ser asintomáticas.



Se ha considerado que la semilla es la principal vía de transmisión de esta enfermedad. De ahí, la importancia de disponer de semilla saneada. En el cultivo, una sola semilla infectada puede causar un brote grave pues la dispersión de la enfermedad se produce rápidamente por medio de las salpicaduras de la lluvia o por el riego allí donde se utilice.

En el SERIDA se están buscando huéspedes alternativos como podrían ser las malas hierbas que frecuentemente acompañan al cultivo. De estos estudios ya se tienen algunos resultados, pues se ha detectado la presencia de la bacteria en varias especies de malas hierbas (González, 2008; González *et al.*, 2009). Este hecho podría tener una gran repercusión epidemiológica y permitiría explicar los fracasos en el control de la enfermedad que ocurren en ocasiones cuando se cambia de semilla pero no de parcela sembrada.

Las posibilidades de control de la enfermedad se limitan casi exclusivamente a la prevención ya que, aunque existen tratamientos no suelen ser muy eficaces (González, 2003).

Aspectos a tener en cuenta para el control de la enfermedad

1.º—Controlar la sanidad de la semilla que se siembra. No utilizar como simiente el grano producido en parcelas que hayan mostrado síntomas de la enfermedad.

2.º—Recoger los restos de la cosecha, destruyéndolos fuera de la parcela, o realizar rotaciones de cultivos.

3.º—Mantener limpios los aperos utilizados y controlar las malas hierbas en el campo.

Por último, conviene recordar un aspecto muy importante: la enfermedad afecta a las plantas de judía reduciendo su producción, pero no supone ningún peligro para el consumo humano.

Bibliografía

- GONZÁLEZ, A. J. 2000. Microbiota patógena en semilla de judía tipo Granja Asturiana. Obtención de semilla saneada. Tesis Doctoral, Universidad de Oviedo, 132 pp.
- GONZÁLEZ, A. J. 2003. Desinfección de semilla de judía (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo Granja Asturiana con antifúngicos y antibacterianos. Bol. San. Veg. Plagas, 29: 461-470.
- GONZÁLEZ, A. J.; MENDOZA, M. C.; TELLO, J. 2004. Microorganismos patógenos transmitidos por semillas de judía tipo Granja Asturiana. Ed. KRK, 160 pp. Oviedo.
- GONZÁLEZ, A. J. 2008. *Pseudomonas phaseolicola* en malas hierbas asociadas al cultivo de la judía tipo Granja Asturiana. XIV Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología. Lugo, septiembre de 2008.
- FERNÁNDEZ, A. M.; RODICIO, M. R.; GONZÁLEZ, A. J. Presencia de *Pseudomonas* fitopatógenas en malas hierbas asociadas a cultivos de judía asturianos. XXII Congreso Nacional de la Sociedad Española de Microbiología. Almería, septiembre de 2009. ■



Fotografía 2.—A la izquierda, rotura de color en semilla de judía de la variedad “morada larga”. A la derecha, síntomas de grasa en alubia tipo riñón.

(Fotografía © Ana J. González)

Estudio de sistemas mecánicos de desgranado de la faba fresca de tipo granja

DAVID BLANCO FERNÁNDEZ. Área de Ingeniería de Procesos de Fabricación. Depto. Construcción e Ingeniería de Fabricación. Universidad de Oviedo. dbf@uniovi.es

CARLOS SUÁREZ ÁLVAREZ. Área de Ingeniería de Procesos de Fabricación. Depto. Construcción e Ingeniería de Fabricación. Universidad de Oviedo. csuarez@uniovi.es

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

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

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



Vainas de faba fresca.
(Fotografía © J. J. Ferreira)

Introducción

El cultivo de la faba tipo granja en Asturias

La judía del tipo "Granja Asturiana", un tipo varietal de la especie *Phaseolus vulgaris* L., es la principal leguminosa cultivada en Asturias. La superficie total dedicada a este cultivo ha venido descendiendo de forma continuada durante los últimos 20 años, pasando de 3.236 ha en 1987 hasta las 1.240 en 2007 (SADEI 2009), aunque la dedicada a monocultivo, que puede considerarse como más profesional, ha crecido hasta

casi doblarse en el mismo periodo, pasando de 364 a 700 ha.

Las causas de este retroceso, además de la pérdida de activos que afecta de forma general a cualquier actividad agraria, hay que buscarlas en las limitaciones propias del cultivo, con problemas, sobre todo de tipo fitosanitario, cada vez más difíciles de controlar por la reducción de materias activas autorizadas, y en las dificultades para su comercialización a precios que aseguren la rentabilidad del cultivo. Actualmente sufre la competencia de judías importadas que se ofrecen (y en

muchas ocasiones de forma desleal (como producto asturiano) a precios por debajo del coste de producción en nuestra región.

La faba "granja" se comercializa y consume principalmente como judía seca, definida por el Reglamento de la Denominación Específica "Faba Asturiana" (1990) como un grano "oblongo, largo y aplanado, de fondo blanco, con una longitud mínima de 18 mm., una anchura máxima de 11,5 mm. y un grosor máximo de 8,5 mm".

Sin embargo, también es habitual en Asturias su aprovechamiento como producto de temporada, en el estado de semilla inmadura: la faba fresca o faba verde. Se considera faba fresca cuando la semilla está totalmente desarrollada en la vaina (en tamaño y color) pero todavía no ha comenzado a deshidratarse de forma natural. Las vainas son de un color amarillo o amarillo/verdoso y están rígidas e hinchadas y las semillas tienen unas dimensiones superiores en un 25% a las de las que están secas y un contenido en humedad alrededor del 60% de su peso (Fotografía 1).

Como ya ocurre en otras regiones españolas y europeas, donde su consumo está muy consolidado, el aprovechamiento de la semilla fresca de faba tipo granja, también gana adeptos cada año en Asturias, especialmente en el ámbito de la restauración.

La faba fresca tiene para los consumidores y para los productores notables ventajas frente a la semilla.

Ventajas para los consumidores

- No necesita remojo previo en agua, por lo que se evita el re-hidratado previo del grano seco antes de su preparación.
- Requiere menos tiempo de cocción, lo que implica un cierto ahorro energético, y mantiene muy bien su integridad.
- La faba fresca tiene una consistencia cremosa, absorbe bien el sabor de los ingredientes y resulta tierna y suave. Además, no existen diferencias fácilmente perceptibles por el consumidor respecto a la judía seca.

Ventajas para los agricultores

- El peso por semilla es mayor y, en consecuencia, también lo es el rendimiento del cultivo, que puede doblar al que se consigue de grano seco.
- Se acorta el ciclo del cultivo, con lo que se reduce la exposición de éste a enfermedades y riesgos climatológicos tan frecuentes en el último tramo del cultivo.

Sin embargo, la producción de faba fresca también presenta algunas desven-



Fotografía 1.-Vainas y granos de faba fresca de tipo "granja".

(Fotografías © J. J. Ferreira)

tajas, que tienen que ver con la recogida de las vainas y su desgranado. Esta última operación constituye el auténtico cuello de botella para el desarrollo rentable de este tipo de aprovechamiento. En la actualidad, esta labor se realiza exclusivamente de forma manual con un coste cercano a los 2 €/kg de faba, que representa en torno a un 25% del precio final al consumidor.

Justificación del trabajo y objetivos

Con las técnicas actuales de conservación, que permiten desestacionalizar la oferta, la faba fresca ofrece una atractiva e innovadora oportunidad de negocio, tanto para los productores como para los envasadores o distribuidores. Sin embargo, el desgranado manual representa un notable obstáculo para el desarrollo de este tipo de aprovechamiento. La solución a este problema pasa por la mecanización del desgranado, para lo que se ha llevado a cabo un estudio desarrollado por técnicos del Departamento de Construcción e Ingeniería de Fabricación de la Universidad de Oviedo y del SERIDA. Este trabajo consistió en el diseño y la evaluación de sistemas mecánicos eficientes de apertura de las vainas de faba en estado verde que minimicen los daños del grano y garanticen la calidad del producto.

Este estudio ha sido financiado, en su totalidad, por la Dirección General de Ganadería y Agroalimentación de la

Consejería de Medio Rural y Pesca del Principado de Asturias. Se trata de una investigación básica de con alto riesgo tecnológico para la iniciativa privada, al no estar garantizados resultados finales positivos.

Sistemas de desgranado diseñados

Definición de procesos

Como primer paso para el diseño de prototipos de desgranado se idearon una serie de formas de abrir las vainas, de forma muy mecánica, pensando que la máquina no tiene sentidos (vista, tacto) y que, por tanto, no puede actuar de la misma forma que una persona. También fue necesario considerar la productividad de a tecnología.

Se definieron una serie de procesos, que se pueden agrupar en dos familias (Fotografía 2):

- Los que abren la vaina separando directamente sus dos mitades.
- Los que abren la vaina deformándola (flexión, torsión).

La hipótesis de partida era que el primer grupo sería más respetuoso con el grano y el segundo proporcionaría mayor productividad y sería mecánicamente más sencillo.



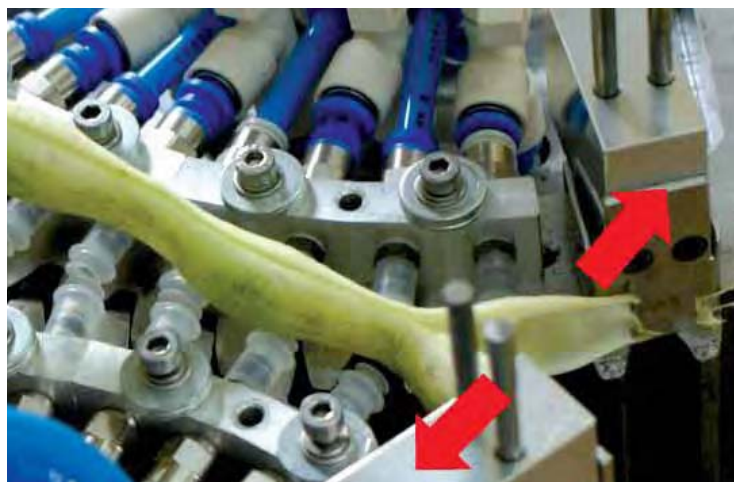
Fotografía 2.-Ejemplos de procesos básicos de desgranado.

(Fotografías © D. Fernández y C. Suárez)

FLEXIÓN DE LA VAINA



SEPARACIÓN DIRECTA AMBAS MITADES VAINA





Diseño y fabricación de prototipos

Se diseñaron y construyeron cinco prototipos, procurando que pudieran modificarse fácilmente las dimensiones o los elementos en contacto con las vainas para mejorar su comportamiento. Cuatro de los cinco prototipos pasaron a la fase final de evaluación:

Prototipo A

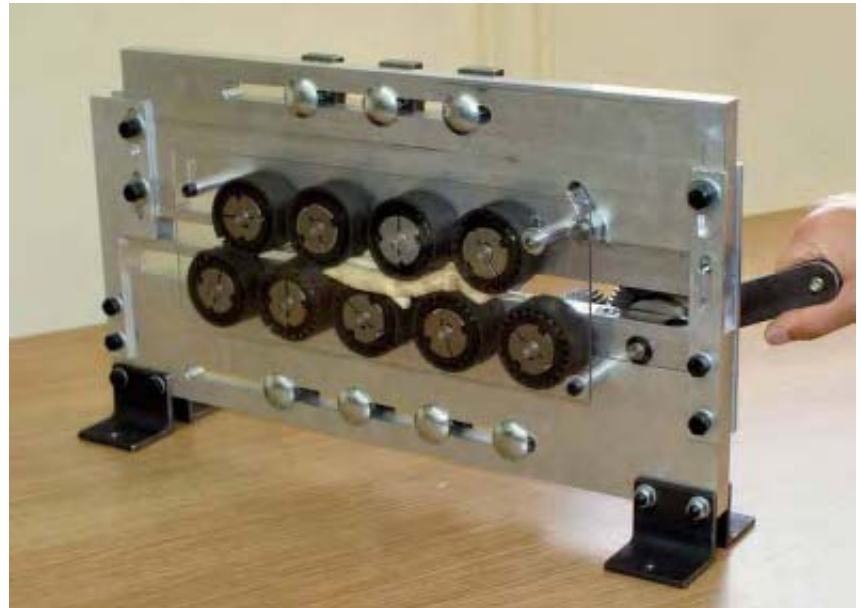
Este prototipo (Fotografía 3) flexiona la vaina alternativamente en sentidos opuestos y, tras varias flexiones, se separan ambas mitades. Consiste en dos hileras de rodillos que giran accionados manualmente y que dejan, entre ellos, un camino en zigzag por el que se obliga a pasar la vaina. Se construyó de forma que se puede variar la separación entre las hileras de rodillos, y la separación entre rodillos de una hilera. Además, los rodillos son fácilmente intercambiables lo que permite el cambio de textura en los mismos.

Prototipo B

Este prototipo (Fotografía 4) separa directamente ambas mitades de la vaina. Para ello, se introducen dos uñetas que se tocan y que están alineadas con la junta entre ambas mitades de la vaina. Estas uñetas se clavan en la zona entre el pedúnculo y el primer grano y no sólo separan en esa zona ambas mitades de la vaina, sino que sujetan estos extremos debido a su diseño. El siguiente paso es separar las uñetas, haciéndolas correr sobre un carril perpendicular a la vaina. En este caso, el clavado de las uñetas se hace mediante sendos cilindros neumáticos y la separación de las mismas de forma manual.

Prototipo C

Es similar al anterior, pero las uñetas sólo se separan unos 20 mm. (Fotografía 5). Una vez conseguida esta separación, un taco de material plástico entra por el extremo abierto y recorre longitudinalmente toda la vaina, abriéndola y forzando a los granos a salir. Se usan cilindros neumáticos para clavar las uñetas, pero tanto su separación como el movimiento del taco derivan de un único movimiento manual.



Prototipo D

En este caso (Fotografía 6), también se usan uñetas para separar ambas mitades de las vainas, pero están montadas sobre dos piñones que engranan entre sí. Tras las uñetas se han dispuesto unas ventosas con accionamiento neumático, cuya misión es sujetar cada mitad de la vaina y contribuir al esfuerzo de separación. El funcionamiento es muy similar al del prototipo B, pretendiendo mejorarlo con la contribución de las ventosas. Además, la vaina dobla poco lateralmente al separarse lo que evita roturas, sobre todo, si aún es muy turgente.



Fotografía 3.-Prototipo A.

(Fotografías © D. Fernández y C. Suárez)



Fotografía 4.-Prototipo B.

(Fotografías © D. Fernández y C. Suárez)



→
Fotografía 5.-Prototipo C.
 (Fotografías © D. Fernández y
 C. Suárez)



→
Fotografía 6.-Prototipo D.
 (Fotografías © D. Fernández y
 C. Suárez)



Caracterización de las vainas

Para la evaluación de los diferentes sistemas diseñados se definieron, atendiendo a su estado de maduración, cinco categorías de vainas. De estas, tres son aptas para su aprovechamiento en fresco y se describen de manera que sean fácilmente identificables:

1.-Vainas de color amarillo-verdoso. Las vainas son rígidas, turgentes y presentan una coloración entre amarillenta y verdosa con vetas del color verde original. La semilla está totalmente formada, aunque pueden aparecer granos (que no resultan comerciales) con tonalidades verdosas.



2.-Vaina totalmente amarilla y rígida.

Aunque el pico de la vaina puede conservar, en este estado, una tonalidad verdosa, el resto de la vaina es de color totalmente amarillo, conservando aún su turgencia y rigidez. Si se sujeta la vaina con los dedos por el extremo del pedúnculo, y se la hace oscilar como un péndulo se comporta como una pieza rígida, es decir, no flexiona por el punto de sujeción.

La semilla está totalmente formada e hidratada y presenta su color blanco característico.

3.-Vaina amarillo claro (blanquecino) y flexible.

En este estado las vainas ya han perdido parte de su contenido en agua y, aparte del color, el principal rasgo para su identificación es que muestran una clara flexibilidad. Si se realiza la prueba descrita en el tipo de vaina amarilla y rígida, se comportan realmente como un péndulo, flexionando por el punto de sujeción. La semilla está totalmente formada y comienza a deshidratarse.

El Gráfico 1 muestra el porcentaje de materia seca del grano y de la vaina en los estados 1, 2 y 3 al día siguiente y a los tres días de su recolección, conservadas en ambiente fresco pero no refrigerado. El contenido de materia seca aumenta a medida que avanza el estado de maduración y afecta especialmente a las vainas, aunque en ningún caso resulta estadísticamente significativo. Tampoco resulta significativo el efecto del almacenamiento en ambiente fresco durante dos días.

Valoración de los resultados de cada modelo

En una primera evaluación se estableció la eficacia del procedimiento de desgranado, de acuerdo a dos parámetros: el número de vainas abiertas y granos desprendidos.

Tras evaluar la eficacia de desgranado de cada prototipo en cada uno de los estados fenológicos considerados (1, 2 y 3), se estudió la calidad del desgranado en función de los daños experimentados por las fabas en el proceso. Para ello, se contaron los granos obtenidos en cada una de las categorías siguientes:

–**No comerciales:** se incluyen los no desprendidos totalmente de las vainas, los partidos o rotos, y aquéllos con daños que afectan seriamente a su integridad, como aplastamientos, roturas parciales, desgarros, rozaduras, etc.

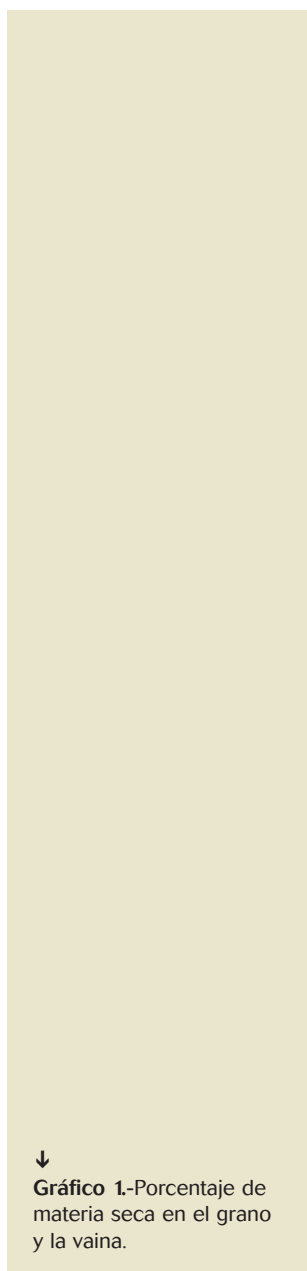
–**Comerciales:** granos enteros sin defecto alguno y los que tienen algún defecto de poca importancia, como alguna pequeña marca superficial o ligeros desprendimientos de piel, que no comprometen su integridad en la cocción si se procede a su procesamiento (congelado) de forma inmediata al desgranado.

Resultados

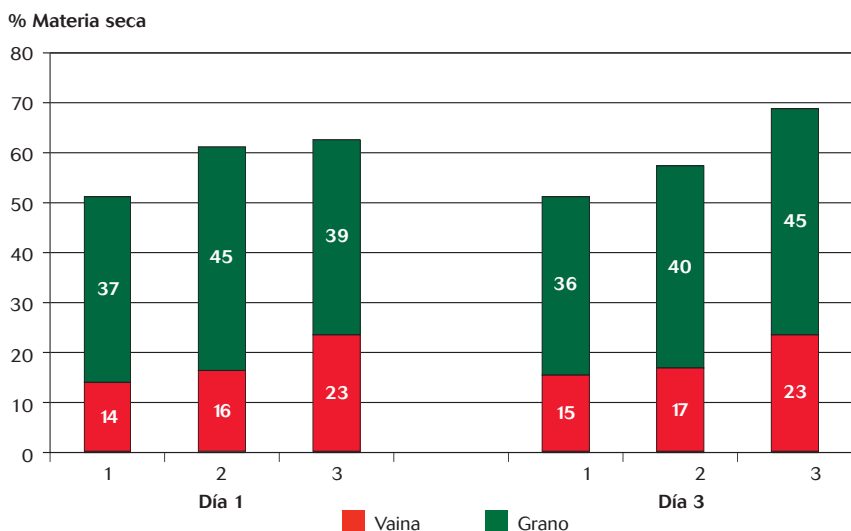
Puesta en funcionamiento y ajustes

Lo primero que se abordó fue el ajuste de los prototipos. Así, se modificaron, por ejemplo, las uñetas de los prototipos B y D. También se descubrió que las ventosas del D eran inoperantes, por lo que se anuló su funcionamiento, aunque no se retiraron para dar un apoyo a la vaina a medida que se abre.

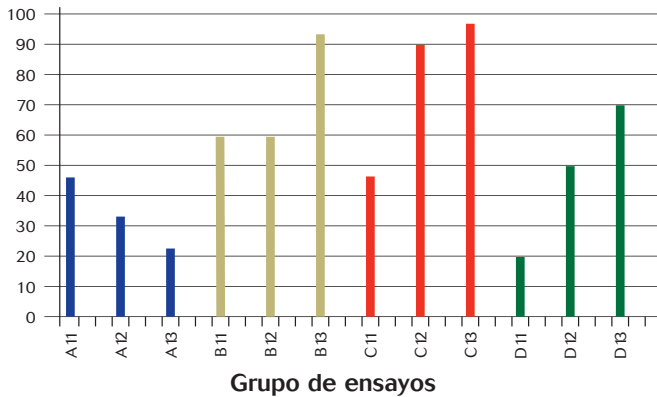
En cuanto al prototipo A, además de ajustar distancias entre rodillos, se forraron con una espuma de caucho, lo que mejoró notablemente su funcionamiento, disminuyendo drásticamente los daños producidos a los granos. También se modificó el sistema de guiado de las vainas, sustituyendo las primitivas valonas de los rodillos (que machacan los granos) por una cubierta de plástico transparente.



↓
Gráfico 1-Porcentaje de materia seca en el grano y la vaina.

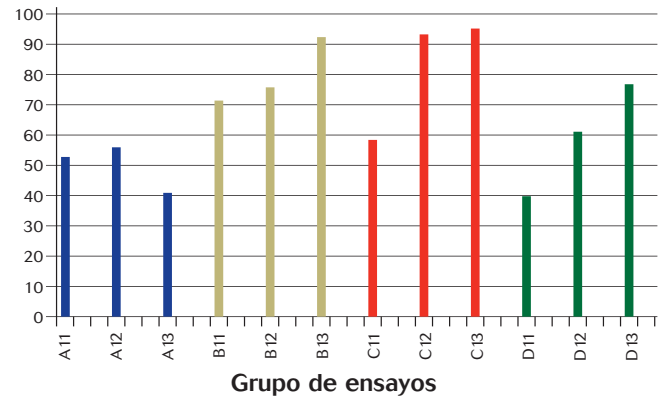


% Vainas desgranadas



[Prototipo, días desde la recolección, Estado fenológico]

% Granos desprendidos



[Prototipo, días desde la recolección, Estado fenológico]



Gráfico 2.—Resultados vainas desgranadas al día siguiente de su recolección.

Eficacia de desgranado de los diferentes sistemas y calidad de los granos

Una vez cosechadas las vainas se conservaron en ambiente fresco sin refrigerar. A continuación, se procedió a la evaluación de los procesos, mediante una batería de ensayos sobre los prototipos construidos, considerando tres variables de entrada:

- El prototipo en sí (A, B, C, D).
- Tiempo transcurrido desde la recolección de la vaina (1 o 3 días).
- Estado de maduración de las vainas (1, muy verde; 2, madura; 3, muy madura).

En una primera evaluación se estableció la eficacia del procedimiento de desgranado de acuerdo a dos parámetros: las vainas abiertas y los granos desprendidos de estas.

En el Gráfico 2 se muestran los resultados de la primera evaluación (vainas abier-

tas y granos desprendidos) obtenidos en vainas ensayadas al día siguiente de su recolección. La identificación del ensayo se realizó con una letra correspondiente al prototipo utilizado, una cifra relativa a los días transcurridos desde la recolección (en este caso, 1) y una segunda cifra correspondiente al estado de maduración.

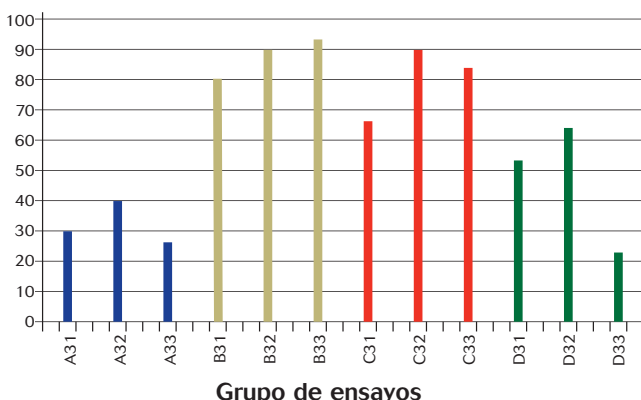
En el Gráfico 3 se muestran los resultados correspondientes a los ensayos realizados tres días después de la recolección de las vainas. Se aprecia una cierta mejora en los resultados respecto a los ensayos realizados al día siguiente de la recolección.

Los procedimientos basados en el uso de uñetas para separar ambas mitades de la vaina son más efectivos, pues la tasa de vainas abiertas y de granos desprendidos es mayor. No obstante, son más complejos desde un punto de vista mecánico y, por tanto, derivarán en máquinas más complejas y caras. Los que están basados en esfuerzos de flexión parecen ser



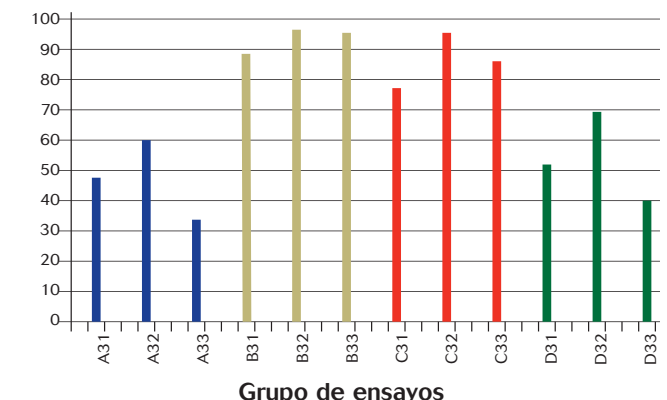
Gráfico 3.—Resultados vainas desgranadas a los tres días de su recolección.

% Vainas desgranadas



[Prototipo, días desde la recolección, Estado fenológico]

% Granos desprendidos



[Prototipo, días desde la recolección, Estado fenológico]



menos efectivos pero, por el contrario, la máquina que derive de los mismos sería muy sencilla a nivel mecánico.

En los Gráficos 4 y 5 se muestra, para cada dispositivo de desgranado y estado de maduración de las vainas, el porcentaje de granos no comerciales obtenidos, al día siguiente de la recolección de las vainas (Gráfico 4) y al tercer día (Gráfico 5).

Los estados más avanzados de maduración (2 y 3) resultan los más adecuados para la recogida de las vainas, de cara a su desgranado mecánico, con cualquiera de los dispositivos a excepción del A.

La eficacia en el desgranado mejora, generalmente, de forma importante en algún caso, si se procesan las vainas tres días después de recogidas. También lo hace la calidad de los granos obtenidos, reduciéndose el porcentaje de los aplastados o con daños severos, especialmente con el dispositivo B.

Los sistemas B y C son los que mayor eficacia de desgranado consiguen, con porcentajes razonablemente bajos de granos no comerciales cuando el estado de maduración está más avanzado (estados 2 y 3) Se mejoran los resultados cuando se procesan las vainas pasados tres días desde su recolección.

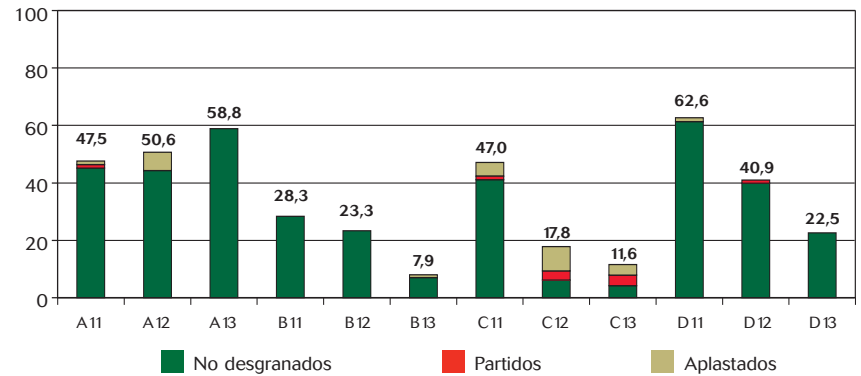
Destaca el sistema B de desgranado por su eficacia al tercer día de la recolección en los estados 2 y 3 de maduración, donde consigue un 95% de granos comerciales.

En el lado opuesto se sitúan los sistemas A y D, que son los que peor eficacia de desgranado ofrecen con porcentajes de granos no separados de las vainas casi siempre por encima del 40%, independientemente del estado de madurez de las mismas.

Conclusiones y perspectivas de futuro

La eficacia del desgranado y los porcentajes de granos comerciales son muy altos en todos los casos y confirman la viabilidad de un sistema de desgranado mecánico de faba fresca mediante procedimientos basados en la deformación de

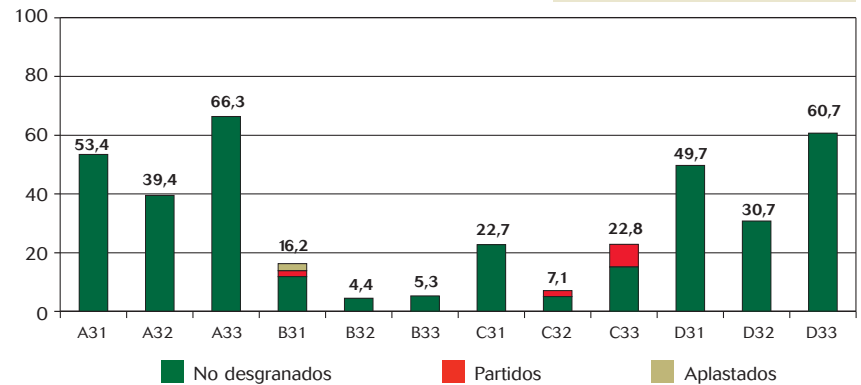
% Daños en faba



Grupo de ensayos [Prototipo, días desde la recolección, Estado fenológico]

↑
Gráfico 4.-Porcentaje de granos no comerciales al día siguiente a la recolección.

% Daños en faba



Grupo de ensayos [Prototipo, días desde la recolección, Estado fenológico]

↑
Gráfico 5.-Porcentaje de granos no comerciales al tercer día desde la recolección.

la vaina o en la separación directa de ambas mitades de la misma.

En el último caso, es preciso diseñar sistemas que permitan una correcta automatización del proceso y eviten tiempos muertos por el retroceso de las uñetas a su posición inicial. En el caso de los rodillos la actuación principal se centraría en la forma y textura de los mismos para conseguir un mejor guiado de las vainas (que es el principal problema por el que no se abren) al tiempo que se evitan daños en los granos.

Por todo ello, es necesario proseguir en el desarrollo de prototipos de máquinas completas, en el que deben contemplarse mecanismos de alimentación eficiente del material recogido en campo. El desarrollo de esta segunda fase deberá, en todo caso, ser abordada por agentes del sector agroalimentario. ■



Las hormigas, ¿favorecen o perjudican al agricultor?

MARCOS MIÑARRO PRADO. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Investigación en Fruticultura. mminarro@serida.org

De manera general las hormigas no se alimentan de los cultivos, por lo que no tienen un efecto directo sobre los mismos. Sin embargo, pueden afectar de manera indirecta como resultado de su interacción con otros insectos con los que conviven en los cultivos. Usando los resultados de un estudio reciente realizado en el SERIDA sobre manzano veremos cuáles pueden ser esos efectos indirectos.



resulta un alimento fundamental para muchas especies de hormigas, por lo que al atender a los pulgones las hormigas se benefician de la melaza producida por éstos. A su vez, y para proteger su fuente de alimento, las hormigas atacan a los depredadores de los pulgones, por lo que éstos también salen beneficiados de la relación con las hormigas. Ésta es la manera en la que se ha visto de manera clásica el mutualismo hormiga-pulgón y, según la cual, las hormigas favorecen el aumento de las poblaciones de pulgones, lo que se traduce en un efecto negativo para la planta hospedadora, que cuando se trata de un cultivo conlleva también un perjuicio para el agricultor.

Una visión más reciente aumenta el marco de estudio a otras especies que viven sobre la misma planta. Un trabajo de revisión sobre los estudios científicos publicados al respecto, mostró que en la mayoría de los casos las hormigas tienen un efecto negativo sobre otros invertebrados herbívoros que comparten la planta con los pulgones (Styrsky y Eubanks, 2007), es decir, las hormigas que atienden pulgones atacan a otros insectos fitófagos que encuentran sobre esa planta.

En resumen, la relación hormiga-pulgón tiene consecuencias negativas para



Pulgón verde atendido por hormigas.

(Fotografía © Marcos Miñarro)

El mutualismo entre hormigas y pulgones: ¿a quién afecta?

El mutualismo se puede definir como una interacción biológica entre individuos de diferentes especies de la que ambos salen beneficiados. Un ejemplo de mutualismo que ha recibido mucha atención es el que se produce entre las hormigas y los pulgones. Tras alimentarse de la savia de las plantas, los pulgones excretan unas gotas azucaradas que reciben el nombre de melaza. Esa melaza

los enemigos de los pulgones, que se traducen en positivas para los pulgones; además, tienen efectos negativos sobre otros insectos herbívoros. Así pues, las hormigas tienen un doble efecto para la planta: por un lado, al incrementar las poblaciones de los pulgones atendidos aumentan el daño; por otro lado, al reducir las poblaciones de otros fitófagos benefician a la planta. El balance entre estos dos efectos contrapuestos determina el efecto sobre la planta y, en consecuencia, sobre los intereses del agricultor. En el trabajo de Styrsky y Eubanks (2007), la planta salía beneficiada de la presencia de hormigas en el 73% de los casos estudiados. En la misma línea, Rosumek *et al.* (2009) observaron que si se impide el acceso a las hormigas, las plantas sufren el doble de daño por el ataque de insectos herbívoros. O sea, que según esta nueva visión más amplia, las hormigas no son tan nocivas para las plantas o los cultivos como se concluía en la visión más clásica.

El manzano como modelo

En el SERIDA se ha estudiado recientemente cuál es el efecto de las hormigas sobre los pulgones que atacan al manzano (Miñarro *et al.*, 2010). Las tres principales especies de pulgón que se alimentan sobre al manzano son: el ceniciento (*Dysaphis plantaginea*), el lanígero (*Eriosoma lanigerum*) y el verde. Durante el desarrollo de este trabajo se descubrió que, en realidad, las poblaciones de pulgón verde están formadas por dos especies indistinguibles en campo: el pulgón verde del manzano (*Aphis pomi*) y otro pulgón verde polífago (*Aphis spiraeicola*).

Antes de comenzar el ensayo ya se sabía que las hormigas atienden al pulgón ceniciento y al verde pero no al lanígero. Los dos primeros son pulgones relativamente inconspicuos, de color gris y verde, respectivamente, mientras que el lanígero es un pulgón muy llamativo por estar cubierto de una masa de filamentos blancos que él mismo produce y que, probablemente, tiene un efecto protector frente a sus enemigos (Moss *et al.*, 2006).

Las preguntas planteadas en el trabajo fueron: ¿qué relaciones tienen las hormigas con estos pulgones y cuál es el efecto de dichas relaciones? y ¿cuál es el consiguiente efecto de las hormigas sobre el manzano?

Para este estudio se realizaron dos tipos de experimentos: unos, en plantaciones comerciales de manzano, y otros, en manzanos jóvenes en macetas. Para determinar qué ocurría en presencia y en ausencia de hormigas, se permitió el libre acceso de las hormigas a la mitad de los árboles y las plantas en macetas. A la otra mitad, se les colocó un anillo de cola entomológica (un pegamento especial que no se seca) alrededor del tronco que impidió que las hormigas pudieran acceder a las ramas y los brotes. En ambos casos se hizo un seguimiento de las poblaciones de hormigas, pulgones y depredadores.



El pulgón lanígero aparece como una masa blanca formada por filamentos que él mismo segrega.

(Fotografía © Marcos Miñarro)





favoreciendo su desarrollo, pero no las de pulgón lanífero, cuyas poblaciones se vieron perjudicadas por la presencia de hormigas. Con una frecuencia superior al 60%, la principal especie de hormiga que atendió a los pulgones fue *Lasius niger*, si bien se encontraron otras seis especies.

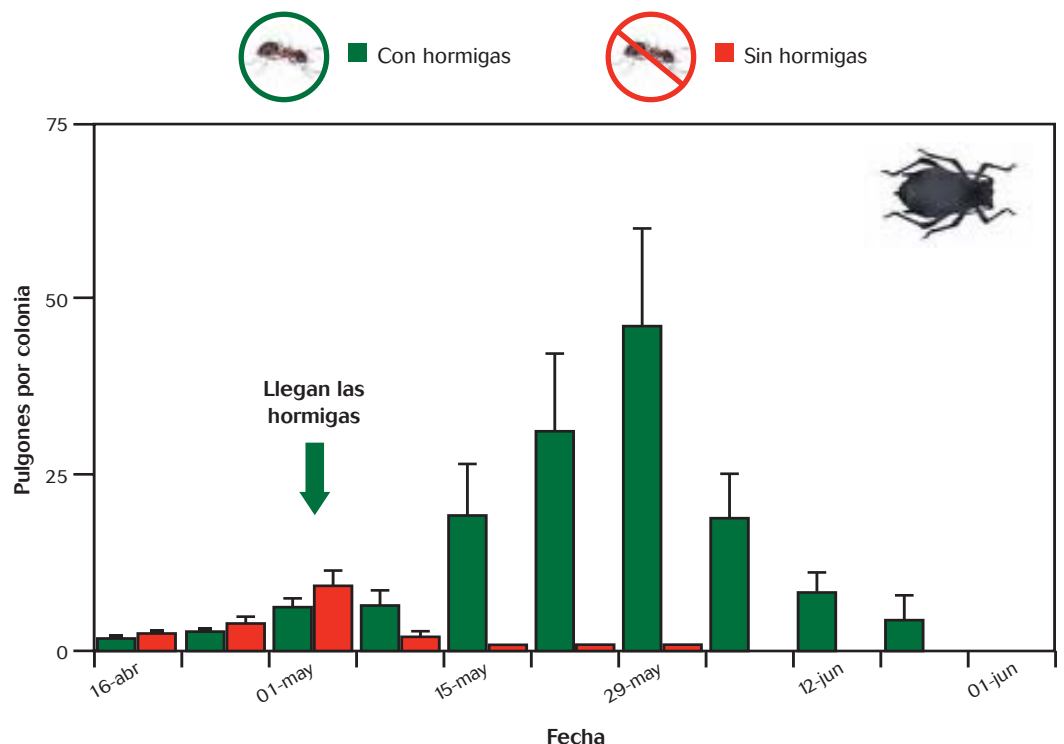
Como se muestra en la Figura 1, la presencia de hormigas atendiendo las colonias de pulgón ceniciento en la plantación favoreció de manera significativa el desarrollo de las mismas. Por el contrario, cuando se impidió el acceso de las hormigas, las colonias tuvieron un tamaño muy pequeño y desaparecieron pronto. De todo ello se deduce que las hormigas favorecen el desarrollo de las poblaciones de pulgón ceniciento.

La presencia de pulgón verde y lanífero en las plantaciones experimentales fue demasiado escasa para extraer conclusiones. Sin embargo, sí se obtuvieron resultados robustos en el ensayo con manzanos en macetas: las hormigas favorecieron las poblaciones del pulgón que atendieron, el verde, mientras que perjudicaron al lanífero (Figura 2). Aunque no fue observado durante los experimentos, la depredación de las hormigas sobre las

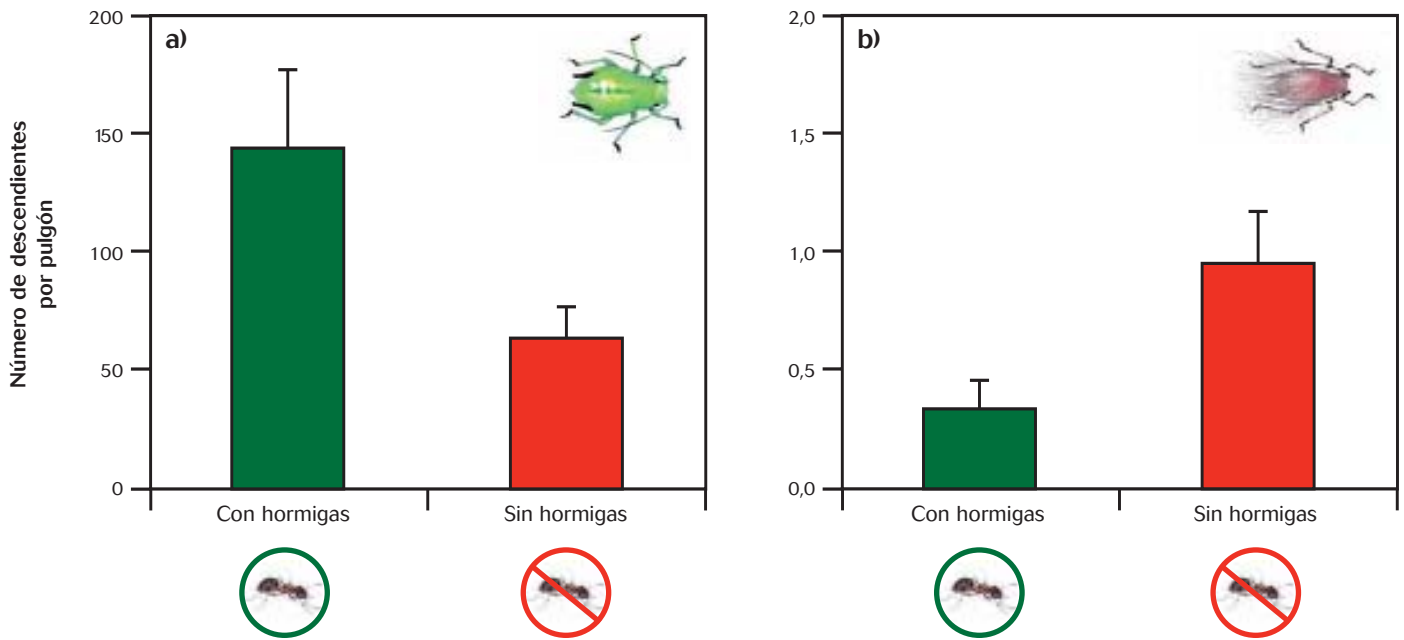
↑
Hormigas atendiendo una colonia de pulgón ceniciento.
(Fotografía © Marcos Miñarro)

Efecto de las hormigas sobre los pulgones, sus depredadores y el manzano

Las hormigas atendieron las colonias de pulgón ceniciento y pulgón verde



→
Figura 1.-Efecto de las hormigas sobre el pulgón ceniciento en una plantación de manzanos: tamaño de las colonias en presencia y en ausencia de hormigas.



poblaciones de lanígero es un mecanismo probable para explicar el efecto negativo de las hormigas sobre este pulgón.

Las poblaciones de pulgones fueron explotadas por un diverso gremio de depredadores, entre los que destacaron sírfidos, mariquitas, cecidómidos, arañas o tijeretas.

Este gremio se vio afectado negativamente por las hormigas, tanto en las plantaciones como en el ensayo en macetas

(Figura 3). La reducción en el número de depredadores asociada a la presencia de hormigas osciló entre el 22 y el 38%. Además, hay que tener en cuenta que adicionalmente las hormigas aumentaron las poblaciones de pulgones, por lo que, en su presencia, cada depredador tuvo que enfrentarse a un mayor número de pulgones. Por todo ello, se concluye que las hormigas dificultaron el control biológico de los pulgones. La reducción de las poblaciones de depredadores de pulgones por parte de las hormigas es pro-

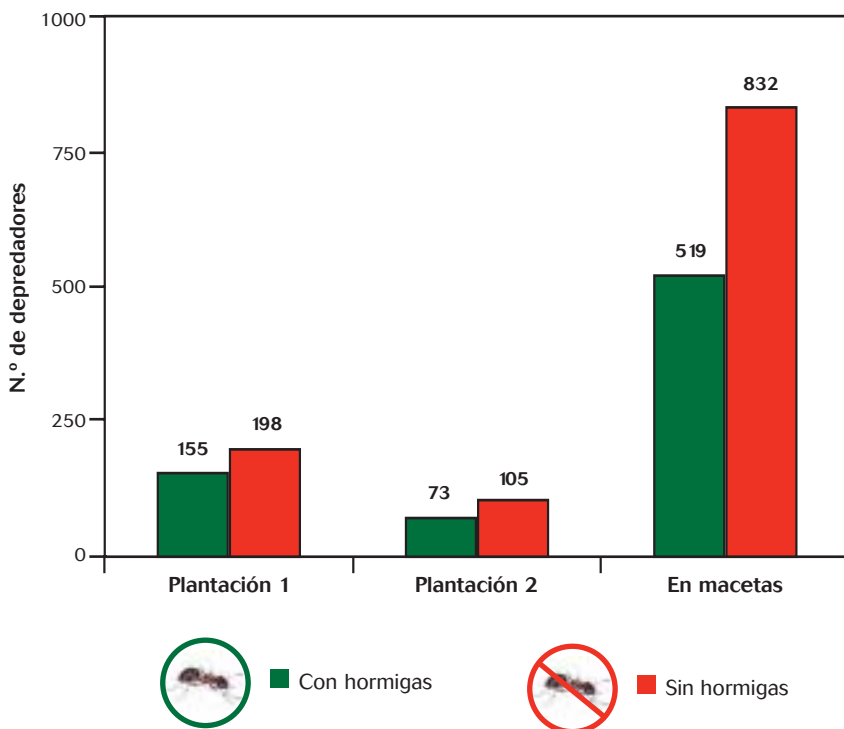


Figura 2.-Efecto de las hormigas sobre (a) el pulgón verde y (b) el lanígero: número de descendientes que tuvo cada pulgón en presencia y en ausencia de hormigas en el ensayo en macetas.



Las larvas de los sírfidos, en la foto un adulto frente a una colonia de pulgón ceniciento, son voraces depredadores de pulgones. (Fotografía © Marcos Miñarro)





↑
Figura 3.-Efecto de las hormigas sobre los enemigos naturales de los pulgones en dos plantaciones de manzano y en el ensayo en macetas.

puesta en la mayoría de los estudios como el principal mecanismo para explicar el efecto positivo de las hormigas sobre los pulgones.

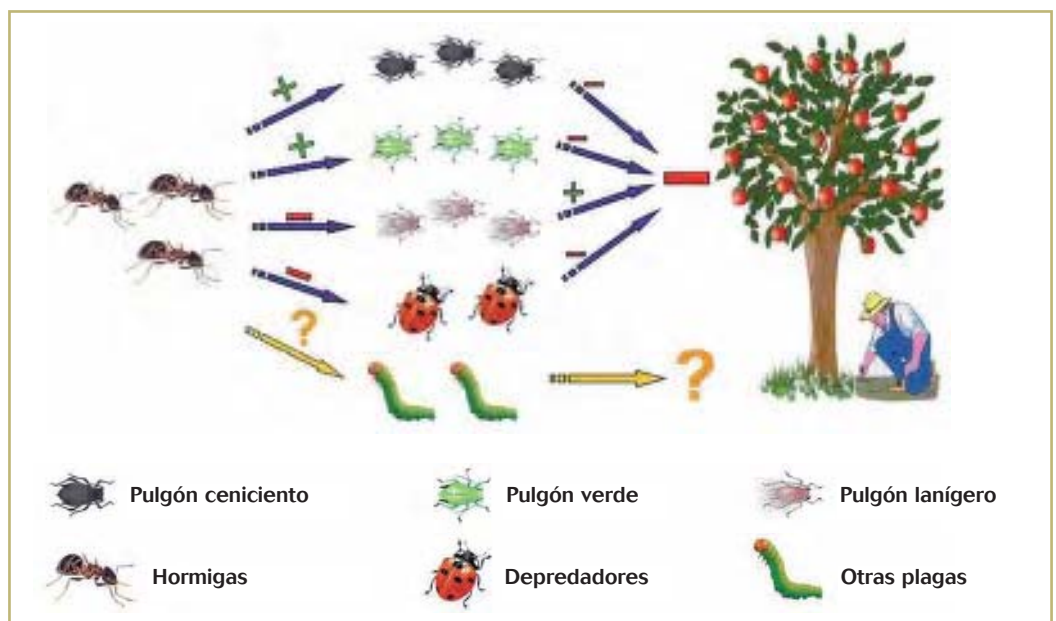
Según estos resultados, en presencia de hormigas el manzano se vería perjudicado por el aumento poblacional de los pulgones atendidos (el ceniciento y el verde) y beneficiado por la disminución de la especie no atendida (el lanígero). Al

considerar el efecto neto de las hormigas sobre las tres especies, se constató que la abundancia total de pulgones fue dos veces mayor en presencia de hormigas (cada pulgón tuvo de media 53,2 descendientes) que en su ausencia (25,3 descendientes). En consecuencia, el efecto global de las hormigas sobre los pulgones resultó perjudicial para el manzano.

Conclusiones y reflexiones

Cabe concluir que las hormigas beneficiaron a los pulgones ceniciento y verde, probablemente debido a la disminución de la presión depredadora, mientras que perjudicaron al lanígero, quizás depredando directamente sobre el mismo. Como los dos primeros fueron más numerosos, el efecto global de las hormigas fue el incremento de la abundancia total de pulgones, lo que aparentemente es negativo para el manzano. Sin embargo, queda pendiente estudiar cuál es el efecto de las hormigas sobre otros insectos fitófagos que se alimentan del manzano, efecto que se puede presuponer negativo para los mismos y beneficioso, por tanto, para la planta, como mostraron los trabajos de Styrsky y Eubanks (2007) y Rosumek *et al.* (2009). Los resultados del efecto de las hormigas sobre los pulgones del manzano se esquematizan en la Figura 4.

→
Figura 4.-Esquema de la interacción de las hormigas con la comunidad de insectos del manzano, y de su potencial efecto para el mismo y, en último término, el agricultor.

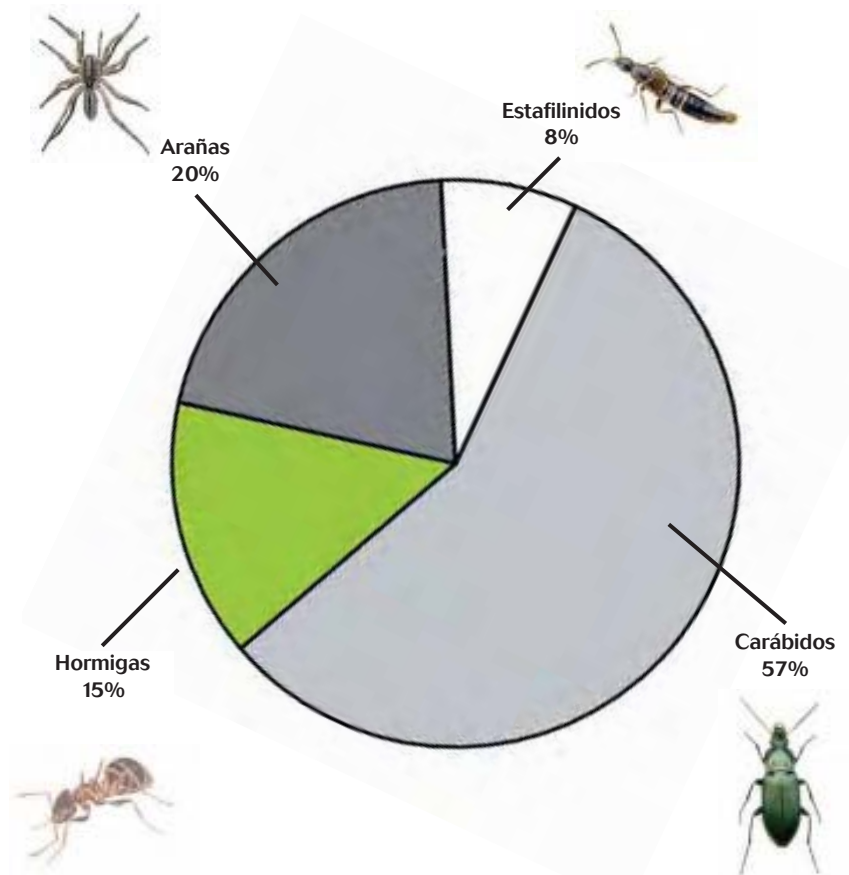


Pero las hormigas no sólo se encuentran en la copa de los manzanos. En un estudio sobre el efecto que tiene el manejo de las plantaciones sobre diferentes artrópodos depredadores que viven en el suelo, comprobamos que las hormigas no sólo son frecuentes y abundantes en los árboles, sino también en el suelo de las pumaradas (Miñarro *et al.*, 2009; Figura 5). En el suelo, las hormigas podrían jugar un destacado papel como depredadores de plagas del manzano que desarrollen parte de su ciclo en el suelo, o que por circunstancias lleguen al suelo, como ocurre por ejemplo con las larvas de carpocapsa que caen al suelo con la manzana que agusanan.

El enfoque clásico consideraba a las hormigas como nocivas para el agricultor porque incrementaban las poblaciones de los pulgones que atendían. Los enfoques más recientes amplían el marco de estudio a otros insectos fitófagos que se alimentan de los cultivos y comprueban que en la mayoría de los casos las hormigas disminuyen las poblaciones de los mismos, lo que beneficia al cultivo. En el trabajo realizado en el SERIDA, el efecto global de las hormigas resultó en un incremento de las poblaciones de pulgón, lo que tuvo un efecto negativo para el manzano. Sin embargo, antes de atrevernos a calificar a las hormigas como perjudiciales para el manzano, deberemos tener la precaución de valorar el efecto de las mismas sobre otros insectos fitófagos que viven alimentándose de este cultivo. Entre tanto, la colocación de anillos de cola entomológica alrededor de los troncos de los manzanos jóvenes puede contribuir a disminuir los daños de los pulgones ceniciento y verde en jardines o en pequeñas plantaciones.

Agradecimientos

La mayor parte de los resultados presentados se obtuvieron en el marco del proyecto INIA RTA 2006-00156. G. Fernández-Mata participó activamente en el desarrollo de los ensayos. A. Baranda, E. Dapena, J. J. Mangas y A. Martínez revisaron una versión anterior de este texto.



Bibliografía

- MIÑARRO, M.; ESPADALER, X.; MELERO, V. X.; SUÁREZ-ÁLVAREZ, V. (2009). Organic versus conventional management in an apple orchard: effects of fertilization and tree-row management on ground-dwelling predaceous arthropods. *Agricultural and Forest Entomology* 11: 133-142.
- MIÑARRO, M.; FERNÁNDEZ-MATA, G.; MEDINA, P. (2010). Role of ants in structuring the aphid community on apple. *Ecological Entomology* 35: 206-215.
- MOSS, R.; JACKSON, R. R.; POLLARD, S. D. (2006). Mask of wax: secretions of wax conceal aphids from detection by spider's eyes. *New Zealand Journal of Zoology* 33: 215-220.
- ROSUMEK, F. B.; SILVEIRA, F. A. O.; NEVES, F. S.; BARBOSA, N. P. U.; DINIZ, L.; OKI, Y.; PEZZINI, F.; FERNANDES, G. W.; CORNELISSEN, T. (2009). Ants on plants: a meta-analysis of the role of ants as plant biotic defenses. *Oecologia* 160: 537-549.
- STYRSKY, J. D.; EUBANKS, M. D. (2007). Ecological consequences of interaction between ants and honeydew-producing insects. *Proceedings of the Royal Society B* 274: 151-164. ■



Figura 5.-Gremio de depredadores que viven en el suelo de las pumaradas. Se presenta el porcentaje relativo de cada taxón.



Evolución histórica de la salmonicultura en el Principado de Asturias

ISABEL MÁRQUEZ LLANO-PONTE. Área de Sanidad Animal. SERIDA. imarquez@serida.org

Este artículo plantea un breve recorrido histórico por la piscicultura continental de Asturias desde los años 80 hasta la actualidad y presta especial atención a factores importantes para la cría de peces como son las instalaciones, el agua de abastecimiento y las producciones de las piscifactorías.

Antecedentes

En el año 1968 se inauguró en Asturias la primera piscifactoría industrial de producción de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Asturias y Navarra, fueron las primeras regiones de España que pusieron en marcha esta iniciativa empresarial. Muchos años antes, a principios del siglo XX, Asturias fue también pionera, junto con Aragón, en la producción de truchas para la repoblación de los ríos.

El Centro Ictiogénico de Infiesto (Asturias) comenzó a funcionar en 1910. Esta piscifactoría, que aún continúa activa, fue la “nodriza” de las piscifactorías de repoblación en Asturias.

En cuanto a las piscifactorías industriales de trucha arco iris en Asturias, el camino recorrido desde el inicio de esta actividad hasta nuestros días fue paralelo al de la salmonicultura de aguas continentales en el resto de España. Las instala-

ciones piscícolas se fueron modernizando principalmente en la última década del siglo XX.

Historia de la piscicultura continental en España

El concepto de piscicultura es casi tan antiguo como el de la ganadería. La idea de recoger peces del medio natural y conservarlos durante un periodo de tiempo en remansos de ríos o cercados en bahías o lagunas, es un hecho constatado en muchas civilizaciones, desde los antiguos egipcios y las civilizaciones de Asia, 3000 años a.C., hasta los griegos y romanos del principio de nuestra era.

Fue en China, 3500 años a. C., donde se desarrolló un sistema de engorde de distintas especies de carpas en un mismo estanque, para aprovechar al máximo todos los recursos nutricionales. Griegos y romanos también practicaron la piscicultura en Europa.

En la Edad Media, muchas abadías y monasterios Europeos poseían algún tipo de cercado en remansos de ríos para abastecerse de peces. Existen textos de Jovellanos referidos a los monjes bernardos de Villanueva de Oscos (Asturias) que, hacia el año 1100, guardaban salmones, truchas y reos en un remanso del río Navia. Hasta muchos años después, las constataciones de la incipiente piscicultura sólo consistían en capturar peces en el medio natural y mantenerlos para su posterior consumo.

Es a partir del siglo XIV cuando se empiezan a tener datos sobre algunas actuaciones de cría de peces, que habrían de ser los inicios de la reproducción artificial. Así, en 1419, en la abadía de Réome (Francia), el monje medieval Dom Pichon comenzó las experiencias de fecundación artificial, que fueron redescubiertas por otros experimentadores franceses y alemanes a mediados del siglo XVIII.

Hacia 1850, en Francia, unos pescadores consiguieron fecundar, truchas y obtener alevines para repoblar el río Mosela (Thibault, 1989). Esto alentó al

gobierno Francés para construir la primera piscifactoría en Huninge (Alsacia), en 1851. A partir de entonces, empezaron a proliferar establecimientos de piscicultura de salmónidos por toda Europa.

A finales del siglo XIX, el descubrimiento por el ruso Wrasskij de la fecundación en seco (método por el que se fertilizan los ovocitos con el semen sin agua para incubarlos posteriormente) dio un nuevo impulso a la piscicultura moderna.

En España, se puede considerar que Mariano de la Paz Graells (1809-98), catedrático y director del Museo Nacional de Ciencias Naturales, fue el padre de la acuicultura (de la Hoz, 2005). Consiguió el apoyo del Rey Francisco de Asís para la construcción de un centro ictiológico en el Real Sitio de la Granja de San Ildefonso, en 1866.

En 1865, los hermanos Pablo y Federico Muntadas (Zaragoza) habían creado una piscifactoría privada en el Monasterio de Piedra, asesorados por el naturalista alemán Rack en técnicas de reproducción artificial. Esta piscifactoría fue cedida al Ministerio de Fomento en 1886. Entre ese año y 1900 se consolidó y pasó a producir alevines de trucha común y varias especies de salmónidos, incluida la trucha arco iris (Lizasoain, 1912). En un Real Decreto de 1 de Noviembre de 1895 ya figuraban 14 piscifactorías en España.

En el siglo XX, al principio de la década de los 70, existían en España, en aguas continentales, dos tipos de piscifactorías: las estatales y las privadas. Las primeras dependían del Ministerio de Agricultura, a través del Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ICONA). La mayoría de ellas se dedicaban a la cría de salmónidos para la repoblación, contabilizándose 18 piscifactorías de este tipo. En cuanto a las piscifactorías privadas, conviene señalar que comenzaron su andadura en la década de los años 60. Este es el momento en que se puede considerar que comenzó la verdadera piscicultura industrial en España.

En consecuencia, esta actividad se inició en España con un evidente retraso con respecto a la piscicultura en

otros países europeos, como Francia, Dinamarca e Italia. Las primeras piscifactorías en España de trucha arco iris con carácter industrial fueron las de Riezu (Navarra), Manzanares el Real (Madrid), Nalón (Asturias) y la del río Oja (La Rioja). En 1963 funcionaban en España cinco piscifactorías industriales. Este número se elevó a 21 en 1967 y a principios de los 70 estaban autorizados 80 establecimientos productores de trucha, propiedad de 41 empresas; la mayoría estaban ubicadas en el sistema montañoso cántabro-galaico (Pons, 1971).

En 1974, dada la proliferación de establecimientos piscícolas, se promulgó una Resolución del ICONA sobre ordenación zootécnica sanitaria de los centros de piscicultura privados instalados en aguas continentales. En 1981, según el ICONA, estaban censados 30 establecimientos piscícolas del Estado y 140 centros de propiedad privada.

Historia de la piscicultura en Asturias

Ricardo Acebal del Cueto (1849-1940), ingeniero de montes de Gijón, muy vinculado a la Universidad de Oviedo, propuso el establecimiento de una piscifactoría para la cría del salmón. Esta especie estaba siendo esquilada con máquinas salmoneras que, a modo de grandes norias, sacaban del río cientos de salmones que trataban de remontar los cauces.

Al mismo tiempo, el canónigo de Covadonga, D. Manuel Alea, compró 10.000 huevos de trucha al Monasterio de Piedra y los depositó en su finca de El Cobayu, en lo que sería el inicio de una piscifactoría. Pero fue finalmente Ricardo Acebal quien redactó el proyecto para la creación de un establecimiento de piscicultura en Asturias, en Infiesto (Acebal, 1892). Las obras de esta piscifactoría finalizaron en 1907 y la primera incubación se realizó en 1908. La apertura de esta piscifactoría fue todo un acontecimiento nacional y a lo largo de los primeros años de funcionamiento recibió visitas de muchas personalidades incluida la del rey Alfonso de Borbón (De la Hoz, 2004).

Entre 1922 y 1928 se obtenían anualmente en Infiesto entre 100.000 y 300.000 alevines de salmón, cuyo destino era la repoblación de los ríos asturianos (Pardo, 1930).

En los primeros años de la década de los 60 empezó su actividad en Asturias la primera piscifactoría industrial de producción de trucha arco iris, en el río Nalón. A mediados de los años 70 estaban en activo cinco y a principio de los años 80, diecisiete. En esta década, comenzó la especialización de las instalaciones.

Evolución de la Piscicultura 1986-2008

Desde los años 80, las piscifactorías de salmónidos han experimentado una transformación sustancial en muchos aspectos. Con el fin de relacionar los cambios de la piscicultura asturiana con la de otros lugares en el mismo periodo de tiempo, se han tenido en cuenta varios factores fundamentales para la cría de peces en aguas continentales (instalaciones, agua de abastecimiento, producción y transformación del producto), que han evolucionado o se han diferenciado de manera peculiar con respecto al resto de la salmonicultura continental.

Las Instalaciones de piscicultura

La Ley Orgánica 7/1981 de 30 de Diciembre otorgó al Principado de Asturias el Estatuto de Autonomía. A partir de esa fecha comenzaron las transferencias de diversas competencias que hasta entonces dependían del ICONA, entre ellas, las del control de la caza y la pesca.

En 1986 se iniciaron los trabajos de localización de todas las instalaciones de piscicultura activas en Asturias, en el marco de la beca de Ictiopatología Fluvial (Laboratorio de Sanidad Animal, 1 de febrero de 1986) con lo que se pudo dibujar el primer mapa de situación de las 37 piscifactorías asturianas.

Las piscifactorías de trucha arco iris pertenecían a empresas de tipo familiar. Sin embargo, las de mayor tamaño contaban con modernos diseños y con tecnología actualizada e importada de Europa.



Los primeros empresarios piscícolas de Asturias fueron pioneros, no sólo en el tiempo en que iniciaron la acuicultura de tipo empresarial, si no también, en la idea de implantar tecnología en sus instalaciones. Junto con estas piscifactorías coexistían otras más pequeñas que eran muy rudimentarias. Se construían, simplemente, restaurando algún antiguo azud que había servido en otro tiempo para un molino o para otro uso; se reconstruía el canal de entrada del agua y se establecían, muy artesanalmente, estanques de cría. Los huevos embrionados o alevines de trucha arco iris eran adquiridos en las piscifactorías más grandes y, así, comenzaban a criar peces.

En el resto de España, la piscicultura de salmónidos en los años 80 era muy parecida a la asturiana: convivían pequeñas piscifactorías artesanales con grandes empresas de acuicultura. La única diferencia con las de Asturias era que el volumen de agua disponible en los ríos asturianos era mucho menor que el de los grandes ríos de otras zonas de España. La orografía de Asturias hace que el caudal de los ríos fluctúe mucho entre las épocas de invierno y de estiaje. La mayoría son torrentes. El terreno montañoso no permi-

te la construcción de grandes instalaciones, de manera que las piscifactorías llamadas “grandes” en Asturias siempre fueron de menor tamaño que las de otros lugares de la península.

En cuanto al diseño de las primeras piscifactorías, tanto en Asturias como en España, se concibieron con dos zonas delimitadas: los estanques de producción y las salas de sacrificio. Estas últimas, al principio de la piscicultura eran muy rudimentarias; en muchos casos relegadas a un pequeño espacio compartido con el almacén de piensos o con el almacén general; sin separación entre locales, ni medidas higiénicas adicionales.

A principios de la década de los 90 cerraron dos piscifactorías de gran tamaño ubicadas en Asturias: la de Villamayor, en el río Piloña y la de Canero, en la desembocadura del río Esva. En esta misma época, se produjeron también fusiones de pequeñas empresas de piscicultura, de manera que casi todos los empresarios piscicultores de la época poseían dos, tres e incluso cuatro instalaciones. En ocasiones, de tan pequeño tamaño que entre todas no alcanzaban una producción de 60 toneladas anuales.



Piscifactoría de Canero en Valdés, Asturias. Abril 2000

(Fotografía © Isabel Márquez)



En el año 1989 se construyó una gran piscifactoría de alevinaje para salmón perteneciente a una importante empresa, cuyas instalaciones de engorde se encontraban en una zona de costa del norte de Galicia. A lo largo de la década de los 90 fueron desapareciendo prácticamente todas las instalaciones piscícolas de carácter artesanal.

En 2001 se encontraban activas 19 piscifactorías de trucha arco iris, agrupadas en 12 empresas. En 2008, se mantenían tan sólo 15 piscifactorías, que se habían agrupado en seis empresas y quedaban dos de tipo artesanal. Las producciones obtenidas por piscifactoría bajaron mucho con respecto al periodo anterior.

Por otra parte, la disminución alarmante de las poblaciones de salmones salvajes en los ríos asturianos, ocurridas en los años 90, impulsaron en Asturias la activación de programas encaminados a su recuperación: en la década de los 70 las capturas en los ríos asturianos rondaban los 5.000 ejemplares, frente a los 1.000 del año 1993. Ante esta circunstancia la Administración Autonómica decidió actuar, por una parte, poniendo en marcha un programa de mejora del hábitat y, por otra, trabajando en un programa de incremento de las poblaciones mediante la repoblación. Las repoblaciones se realizaron en base a peces criados en piscifactorías (De la Hoz, 2001).

En cuanto a la modernización de las instalaciones, a principios de los años 90, las piscifactorías asturianas empezaron a

instalar sistemas de oxígeno líquido inyectado en el agua pero, mientras que en las grandes piscifactorías del resto de España sirvió para aumentar la producción a igualdad de caudales, en las instalaciones asturianas sólo se utilizaron estos sistemas puntualmente en épocas de estiaje y no como apoyo a la producción. De hecho, en Asturias, las densidades de producción por metro cúbico de agua nunca superaron los 22 Kg. como media. En cambio, las grandes piscifactorías industriales de toda Europa tienen producciones mayores de 45 kg/m³.

Por otra parte, en las piscifactorías españolas se implantaron, a final de los años 90 y principios del siglo XXI, sistemas de gestión modernos y se informatizaron las instalaciones. En Asturias, muy pocas empresas invirtieron en este sentido, dada la precaria situación de la red eléctrica y telefónica de la Comunidad Autónoma. Así, apenas se realizó algún tipo de inversión en mejora de las instalaciones de trucha arco iris; incluso algunas piscifactorías que habían instalado oxígeno líquido como sistema de contingencia para paliar la época de estiaje, lo retiraron. Muchas piscifactorías atajaron la crisis disminuyendo la mano de obra o cerrando temporalmente algunas de las instalaciones de la empresa.

El agua de Abastecimiento

Los ríos del Principado de Asturias son ideales para la producción de salmónidos debido a su situación geográfica y a su climatología.

Las piscifactorías asturianas, en general, captan el agua de distintos ríos de la región. Sólo algunas pequeñas instalaciones utilizan agua procedente de manantiales para la cría de los peces, generalmente alevines.

En cuanto al uso del agua, durante los primeros años de la piscicultura no estaba gravado por ningún impuesto específico. La mayoría de las instalaciones ni siquiera estaban registradas en la Confederación Hidrográfica del Norte de España.

En 1985 los piscicultores asturianos se enfrentaron a la primera tasa sobre el



Río Sella, a su paso por Parres, Asturias. (Mayo de 2005)

(Fotografía © Isabel Márquez)



uso del agua y a partir de 1994 se comenzaron a gravar los vertidos al dominio público hidráulico con una tasa destinada al estudio, control, protección y mejora del medio receptor de cada cuenca hidrográfica. Este canon era, y es actualmente, uno de los principales costes derivados de la acuicultura continental.

A lo largo de los años, el concepto de costes ambientales se fue poniendo de manifiesto incrementando los costes de producción de una forma muy desigual de unas regiones a otras debido a las distintas políticas de las Confederaciones Hidrográficas. En este sobre-coste fueron especialmente castigadas las piscifactorías gallegas y asturianas. Se consideró la acuicultura como una actividad industrial, se exigieron, cada seis meses, análisis de calidad de las aguas de entrada y sus efluentes y se aplicaron cánones de vertido muy poco minorados. El resultado final fue un elevado precio del agua en comparación con otras zonas de España. Por otra parte, muchos acuicultores tenían dividido el total de la producción en pequeñas instalaciones por lo que tenían que pagar elevados costes de agua por cada una de ellas.

Al mismo tiempo, entre los años 1995 y 2000, se emprendieron en Asturias muchas obras que afectaron a los cauces de los ríos, como la construcción de carreteras de montaña, puentes, escolleras, presas, etc. Pocas fueron las piscifactorías que no sufrieron daños y perjuicios debidos al impacto de las obras.

Este tipo de regulaciones, restricciones y gravámenes sobre el uso del agua en piscicultura continental ha llevado, en muchos países de Europa a apostar por la cría de peces con sistemas de reutilización del agua. Los sistemas de recirculación permiten producir una mayor cantidad de peces con muy poca cantidad de agua que, además, puede ser tratada de tal manera que controlan parámetros tales como: el oxígeno, el amonio, los nitritos, la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), los sólidos en suspensión, la temperatura y el CO₂ (Avault, 1996). Todas estas variables son consideradas como limitantes en los sistemas de piscicultura tradicionales.

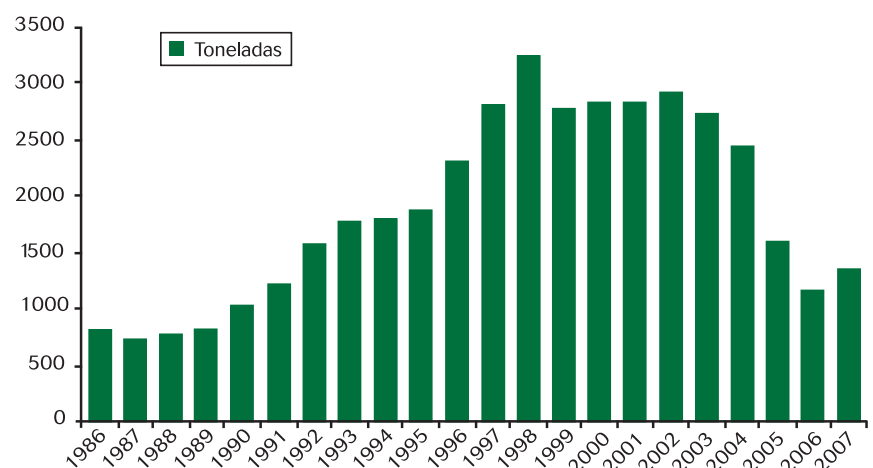
Esta prometedora tecnología se está implantando en algunos lugares del mundo como: Dinamarca, Estados Unidos, Chile y Noruega y está permitiendo criar especies de gran valor añadido en aguas continentales, disminuyendo sensiblemente los impactos ambientales. En un futuro, este tipo de instalaciones se pueden implantar en Asturias y convertirse en una opción de modernización para la piscicultura continental.

La comercialización y organización de las empresas de piscicultura

En los años 80, las empresas piscícolas más importantes en Asturias, por su volumen de producción, vendían una parte de ésta en Madrid y en otros grandes mercados nacionales. El resto se comercializaba en mercados locales en la propia piscifactoría y en negocios de restauración cercanos. En esta época todo el producto se vendía como trucha entera sin eviscerar.

En cuanto a la organización, las empresas consideradas como grandes pertenecían a la Asociación de Piscicultores Españoles. En 1986 se constituyó la Organización de Productores Piscicultores (Real Decreto 337/1986). Esta organización, se encargaba de poner en contacto a piscicultores de toda España, informando de novedades en la producción y comercialización. Además, mantenía relaciones muy estrechas con otras organizaciones de piscicultores de otras partes de Europa, principalmente italianos, con los que realizaban frecuentes encuentros e intercambios comerciales.

↓
Gráfico.-Evolución de la producción de Trucha arco iris en Asturias



En 1986 la producción española fue de 16.000 toneladas de las que 800 correspondían a Asturias. A finales de los años 90 la producción asturiana representaba alrededor del 10% del total nacional. A finales de la década de 2000, este porcentaje no alcanzaba un 5%. Las caídas de producción en los últimos años se debieron a la gran competencia del sector de la piscicultura de truchas, no sólo con la acuicultura marina de producción nacional, que en estos últimos años superó las 30.000 toneladas, si no también con las producciones en muchos otros países del mundo, debido a la globalización de los mercados.

Calidad del producto. Normas de aplicación

Por otra parte, la legislación Europea se encaminó, a raíz del el problema de la Encefalopatía Espongiforme Bovina, hacía el control cada vez más estricto de la seguridad alimentaria. En este contexto, los grandes piscicultores españoles empezaron a incorporar en sus producciones estudios de puntos críticos, que buscaban la mejora del producto en consonancia con la demanda de unos consumidores cada vez más exigentes en cuanto a calidad.

En 2006 se publicó la primer Norma de Calidad de Producción de Trucha (UNE 173001 Acuicultura Procesos productivos de Trucha) que establece requisitos y recomendaciones para la cría de la trucha arco iris, así como para su sacrificio; con especial atención a la trazabilidad de todo el proceso. Esta norma es muy adecuada para grandes productores, pero muy poco operativa para las pequeñas instalaciones de piscicultura continental.

Sin embargo, las pequeñas piscifactorías asturianas cumplían los requisitos para dirigirse a otros mercados, muy exigentes, que se estaban incorporando en toda Europa: se trataba de la producción de trucha ecológica.

En mayo de 2007 se presentó en Gijón (Asturias) la Norma UNE 173002: "Acuicultura. Procesos productivos. Producción ecológica de trucha", en cuyo comité de normalización participó el SERIDA. Esta norma habla de la producción en

condiciones muy especiales de tres especies: *Oncorhynchus mykiss*, *Salmo trutta fario* y *Salvelinus fontinalis*. Así, entre otras muchas exigencias, se refiere a que: "...las tomas de agua deben realizarse en cursos de agua de muy buena calidad...", a bajas densidades de cría y otra serie de requisitos, todos ellos muy adaptables a las condiciones de la mayoría de las piscifactorías asturianas. En definitiva, es una norma de futuro para revalorizar pequeñas producciones de alta calidad dirigida a mercados muy exigentes.

Nota

Este trabajo forma parte de la tesis doctoral titulada "Evolución histórica de las principales patologías asociadas a la salmicultura en el Principado de Asturias" realizada por la autora en el SERIDA y defendida en la Universidad de Zaragoza en Diciembre de 2009.

Bibliografía

- ACEBAL, R. (1892). Revista de Montes. Tomo XVII, pag. 185, 216, 263 y 292.
- AVAILT, J (1996). Fundamentals of Aquaculture. AVA Publ. Company, Baton Rouge. Louisiana. Estados Unidos.
- DE LA HOZ REGULES, J.(2001). Situación Actual del Salmón Atlántico en Asturias. En: El Salmón Joya de nuestros ríos: comunicaciones de las III Jornadas del Salmón Atlántico en la Península Ibérica. Editores: García de Leaniz, C., Serdio, A., Consuegra, S. Santander: 39-53.
- DE LA HOZ REGULES, J. (2004-2005). Piscicultura, Pesquerías e Ictiopatología en la Asturias Contemporánea. Un Centenario: La Piscifactoría de Infiesto. Boletín de Ciencias n.º 49. Real Instituto de estudios Asturianos.
- LIZASOAIN MINONDO, J. (1912). Resumen de los trabajos ejecutados por la Administración Pública para la Repoblación Piscícolas de las aguas fluviales. Desde su implantación hasta 1910. Ins. De Repob. Forest y Pisc. 15 Madrid.
- PARDO L. (1951). Apuntes para la Historia de la Pesca Continental Española, tomo II: los siglos XIX y XX. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- PONS, J. (1971). Cría de Truchas. Publicaciones de Capacitación Agraria. Serie Técnica 44. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- THIBAUT.M. (1989). La redécouvert de la truite en France au milieu du XIX siècle. In Colloque Homme, Animal et Societé, 1987. Toulouse: 205-231. ■



Elaboración artesana de aguardiente de sidra.

III. Maduración

ROBERTO RODRÍGUEZ MADRERA. Área de Tecnología de los Alimentos. SERIDA



La destilación de la sidra produce un aguardiente de gran complejidad aromática y gustativa, donde destaca un aroma intenso y persistente con matices frutales que recuerdan a la materia prima. Por esta razón, a diferencia de lo que sucede con otros destilados que necesariamente deben ser envejecidos, el consumo del aguardiente de sidra tiene lugar en buena medida en fresco, esto es, sin una estancia previa en contacto con la madera.

No obstante, el adecuado reposo del aguardiente puede favorecer algunos cambios en el destilado que eliminan el

carácter áspero y punzante del producto recién destilado. En estas ocasiones se puede hablar de un proceso de **maduración**, frente al término **envejecimiento**, más adecuado para los destilados que han entrado en contacto con la madera.

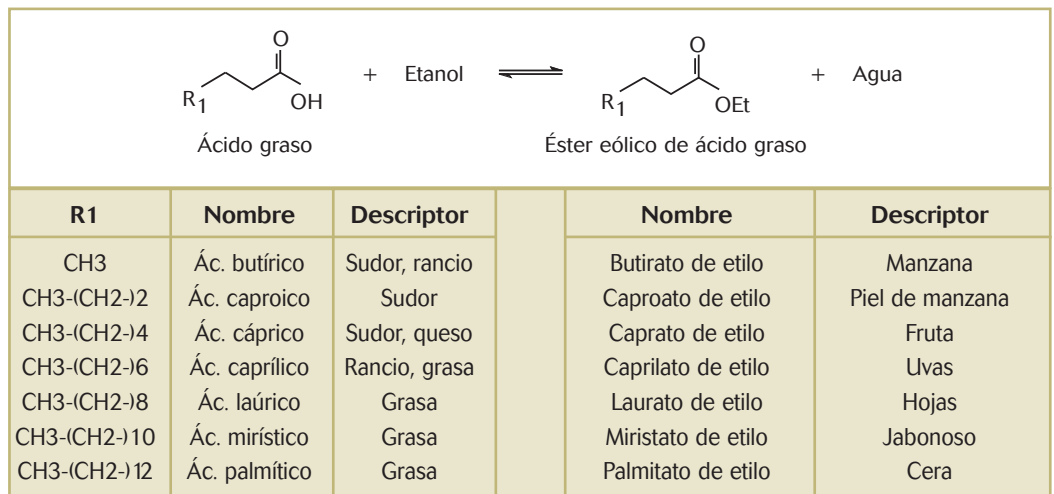
Como ya se expuso en anteriores artículos (Rodríguez Madrera, 2008, 2009), durante la destilación de la sidra se producen importantes cambios físico-químicos. Por ejemplo, se modifica la concentración relativa de los compuestos presentes en la sidra: aumenta la concentración de ésteres y ácidos grasos y dismi-



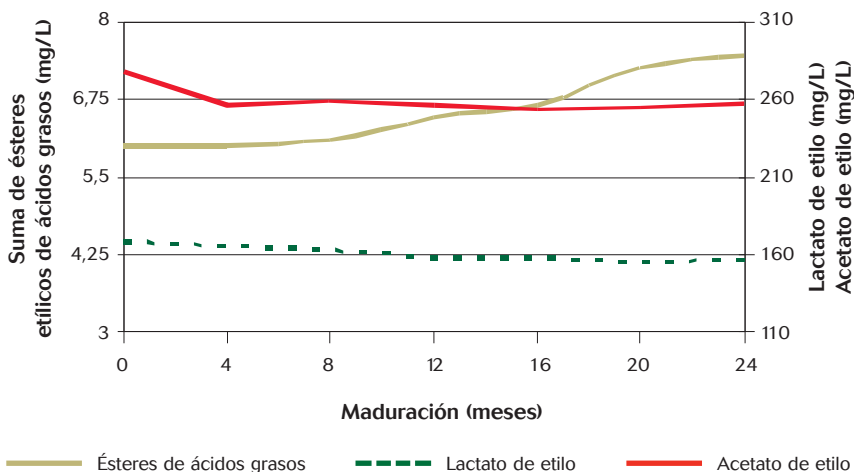
nuyen los niveles de ácidos orgánicos y componentes fenólicos. En otros casos, el aporte de calor y la presencia del cobre del alambique favorecen la formación de nuevos compuestos, como el furfural, o el incremento de algunos ya existentes, como el acetaldehído. Por ello, el producto obtenido no es químicamente estable y su estancia en un recipiente inerte durante un periodo más o menos prolongado permite que evolucione hacia un estado de equilibrio.

Así, la permanencia del aguardiente en un recipiente de vidrio o de acero inoxidable y la concentración de etanol (superior al 40%) favorecen la esterificación de los ácidos grasos incorporados en las primeras fracciones de la destilación. El resultado de este proceso es un incremento del contenido en ésteres, de aromas mayoritariamente 'frutales' y 'dulces', y una disminución del carácter 'grasiento' e incluso 'rancio' que aportan los ácidos grasos (Figura 1).

→ **Figura 1.** Formación de ésteres etílicos de ácidos grasos durante la maduración del aguardiente de sidra.



↓ **Gráfico 1.** Evolución del contenido de los principales ésteres etílicos durante la maduración del aguardiente de sidra.

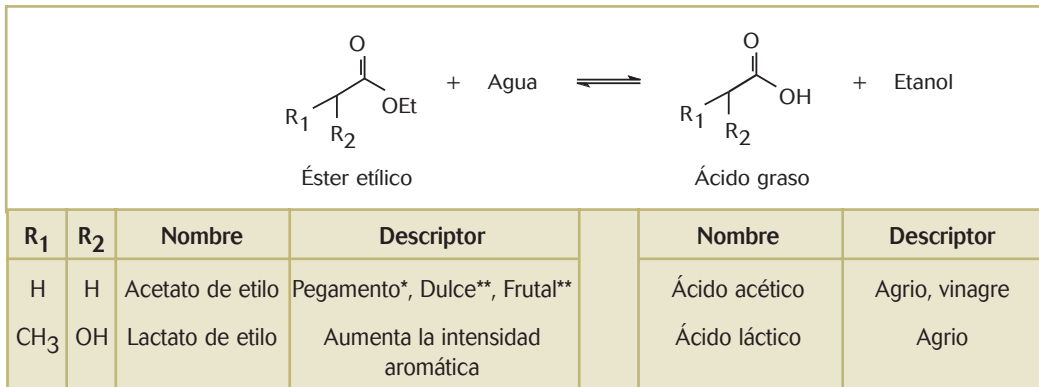


El estudio realizado en el SERIDA sobre la maduración de aguardientes de sidra frescos mostró un aumento medio superior al 60% en el caso de ésteres mayoritarios como el caprilato de etilo (olor a uvas) o el caprato de etilo (aroma frutal). En ocasiones se supera el 100% de la concentración inicial de estos aromas durante, al menos, los 24 primeros meses de maduración (Gráfico 1).

Por el contrario, con la ausencia en el destilado de los ácidos mayoritarios de la sidra (ácidos láctico, acético y succínico), los cuales se incorporan en las colas durante la destilación, se propicia la hidrólisis de sus respectivos ésteres a lo largo la maduración (Figura 2).

Aunque la hidrólisis nunca llega a suponer más del 10% de la concentración inicial de los ésteres, los cambios que se producen en este proceso pueden influir en la calidad del destilado (Figura 2). A diferencia de la lenta esterificación de los ésteres de los ácidos grasos, esta hidrólisis se completa generalmente al cabo de 8-12 meses (Gráfico 1).

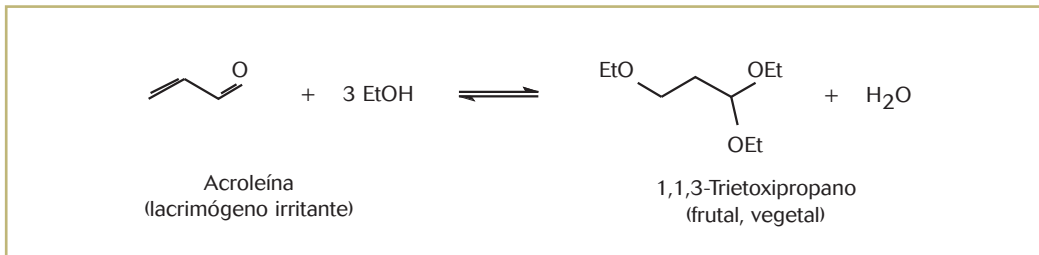
Desde un punto de vista aromático, los compuestos carbonílicos presentes en el aguardiente (cetonas y aldehídos) son compuestos importantes debido a sus bajos umbrales de percepción y por ser responsables de aromas agresivos. La alta reactividad de estos compuestos hace que durante la maduración formen cetales y acetales mediante reacción con



* Altas concentraciones. ** Bajas concentraciones.

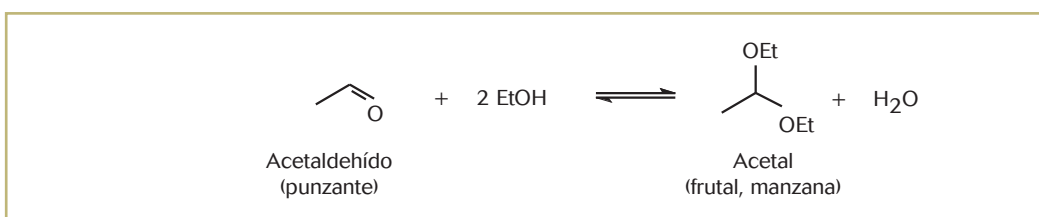
los alcoholes (principalmente etanol). En determinadas ocasiones, como la acetilización de la acroleína, el proceso puede ser especialmente relevante desde el punto de vista sensorial. La acroleína, un compuesto altamente reac-

tivo, incorpora inicialmente una molécula de etanol para formar 3-etoxipropanal y, posteriormente, éste experimenta una acetalización por adición de dos moléculas de etanol para dar 1,1,3-trietoxipropano (Figura 3).



A diferencia de la evolución progresiva que tiene lugar en el caso de los ésteres, la disminución de la acroleína se produce rápidamente, transformándose el 100% antes de los cuatro meses de maduración. De esta forma, se elimina el carácter agresivo de esta molécula y se potencia el perfil aromático con notas frutales provenientes del 1,1,3-trietoxipropano (Gráfico 2).

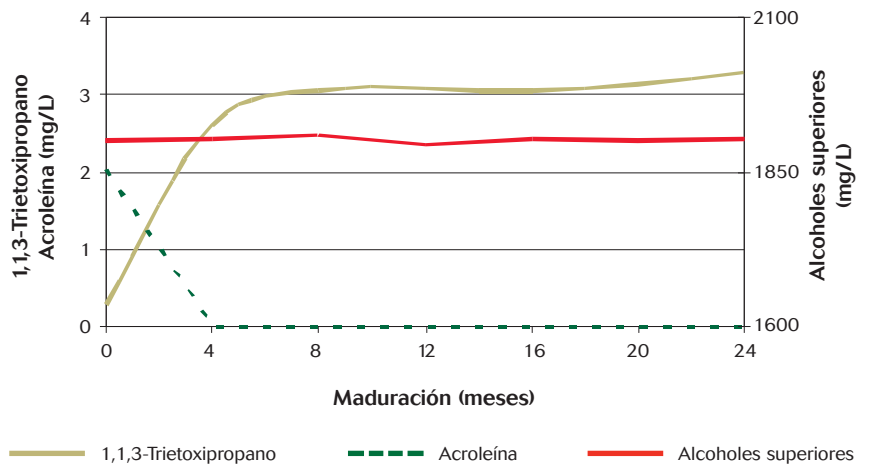
Del mismo modo, en los aguardientes con exceso de acetaldehído, se produce un incremento del correspondiente acetal dietílico, lo que permite disminuir el carácter punzante debido al aldehído y potenciar la presencia de matices frutales aportados por el acetal (Figura 4).



← **Figura 2.**-Hidrólisis de los ésteres etílicos mayoritarios durante la maduración del aguardiente de sidra.

← **Figura 3.**-Formación de 1,1,3-trietoxipropano a partir de la acroleína.

↓ **Gráfico 2.**-Evolución de los niveles de acroleína, 1,1,3-trietoxipropano y alcoholes superiores durante la maduración del aguardiente de sidra.



← **Figura 4.**-Formación de acetal a partir de acetaldehído durante la maduración del aguardiente de sidra.

Aunque los alcoholes constituyen el grupo de aromas del aguardiente de sidra más importante desde un punto de vista cuantitativo, su participación en las reacciones de acetalización y esterificación es poco relevante debido al exceso de etanol. Por esta razón, y en condiciones de conservación adecuadas, la concentración de los diferentes alcoholes presentes en el destilado se puede considerar constante durante la maduración (Gráfico 2), constituyendo el esqueleto aromático del aguardiente. En este sentido, es importante señalar que, aunque los procesos que tienen lugar durante la maduración se producen en la misma medida tanto en recipientes de vidrio como de acero inoxidable, para impedir que se produzcan pérdidas por evaporación, es necesario disponer de recipientes que garanticen un buen cierre y evitar temperaturas de conservación elevadas. Por el

contrario, la conservación a temperaturas excesivamente bajas ralentiza los procesos químicos durante la maduración e incluso puede causar la insolubilización de aromas con puntos de fusión altos, como los ácidos grasos y los ésteres de cadena media y larga.

Una práctica que puede realizarse durante esta etapa es el aireado del destilado para facilitar la eliminación de algunos aromas poco agradables y altamente volátiles. Ésta suele hacerse con periodicidad mensual, remontando el aguardiente para garantizar una buena oxigenación.

A modo de orientación, se puede señalar que un periodo de ocho meses garantiza un cierto equilibrio en el aroma del destilado, marcado por la presencia de 1,1,3-trietoxipropano, la ausencia de acroleína y la hidrólisis de los ésteres etílicos de los ácidos láctico y acético, principalmente. Éste puede ser considerado el tiempo mínimo recomendado para la maduración del aguardiente de sidra. Sin embargo, periodos más prolongados de maduración propician un mayor aumento del contenido en ésteres, dando lugar a aguardientes con una mejor valoración aromática.

Agradecimientos

Información generada por el proyecto RTA04-073, financiado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y alimentaria (INIA) y la colaboración del llagar "Casería San Juan del Obispo" Siero (Asturias). <http://www.caseriadelobispo.com>

Bibliografía

- RODRÍGUEZ MADRERA, R. (2008). Elaboración artesana de aguardiente de sidra. I. Sistemas de destilación. En: Tecnología Agroalimentaria. N.º 5. Págs. 32-36. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario.
- RODRÍGUEZ MADRERA, R. (2009). Elaboración artesana de aguardiente de sidra. II. Técnicas de destilación. En: Tecnología Agroalimentaria. N.º 6. Págs. 34-49. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario. ■





Juan Carlos Bada Gancedo. Director del Instituto de Productos Lácteos de Asturias

El Instituto de Productos Lácteos celebró su vigésimo aniversario el pasado día dos de abril. Su director, Juan Carlos Bada, nos comenta la trayectoria del instituto en este periodo.

Juan Carlos Bada Gancedo es Ingeniero Industrial por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Bilbao y Doctor por la Universidad de Oviedo. Durante 12 años trabajó en una empresa multinacional del sector de Grasas y Proteínas. En el año 1987 se incorporó, por oposición, al Instituto de la Grasa de Sevilla perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) donde permaneció hasta 1990, fecha en la que asumió la dirección del Instituto de Productos Lácteos de Asturias (IPLA-CSIC).

¿Qué es el IPLA-CSIC?

El Instituto de Productos Lácteos de Asturias (IPLA) es un Instituto del Consejo Superior de Investigaciones Científica (CSIC). Está adscrito al Área de Ciencia y Tecnología de los Alimentos y es el único Instituto del CSIC cuya función investigadora está dedicada fundamentalmente a los Productos Lácteos. Cuenta con un patronato formado por representantes del CSIC, de la Universidad de Oviedo, del Ministerio de Ciencia e Innovación, del Principado de Asturias y de la Central Lechera Asturiana. Este Patronato está abierto a nuevas

incorporaciones que muestren su interés y quieran colaborar con sus sugerencias e indicaciones en el desarrollo de la actividad investigadora del Instituto.

Sitarlo en el Principado de Asturias, fue una decisión acertada, dada la importancia económica que el Sector Lácteo tiene, sin perder de vista que la actividad investigadora llevada a cabo es cada vez más internacional.



Sede del Instituto de Productos Lácteos de Asturias (IPLA-CSIC) en Villaviciosa.

¿A qué se dedica el IPLA?

El IPLA, como los demás centros e institutos del CSIC tiene varios cometidos: crear conocimiento en el sector en que desarrolla la actividad investigadora y dentro del Area de Ciencia y Tecnología de los Alimentos del CSIC; transferir ese conocimiento al sector; formar personal altamente especializado; prestar apoyo tecnológico especializado al sector productor, colaborar con otros Centros e Institutos en líneas de trabajo comunes, etc.

Los objetivos científicos marcados son desarrollar una investigación de calidad, publicar los resultados obtenidos, transferirlos al sector por la vía de contratos, convenios, patentes compartidas etc., y formar futuros científicos con el apoyo de la Universidad de Oviedo principalmente.

¿A quiénes se dirige la actividad desarrollada en el IPLA?

Nuestra actividad investigadora está destinada a desarrollar conocimiento, a publicarlo por medio de publicaciones científicas, tanto en revistas de alto índice de impacto como de divulgación; también está destinada al sector productor y transformador por medio de proyectos conjuntos, contratos o apoyo tecnológico. Además, la formación de personal muy cualificado es otra de nuestras actividades y muchos de los doctores formados en el IPLA están en la industria privada y otros son ya científicos del propio Instituto.

¿Con qué recursos humanos cuenta el IPLA?

La plantilla actual es de 55 personas. De ellas, 14 son científicos de plantilla, cuatro son científicos contratados, nueve becarios predoctorales, cuatro titulados superiores, 14 titulados contratados, además de personal de administración, alumnos en prácticas e investigadores extranjeros que están especializándose en técnicas concretas.



Laboratorio de Líneas celulares.

¿De qué Infraestructuras científicas y tecnológicas disponen?

Para nuestro trabajo contamos con un equipamiento científico para análisis muy sofisticado, laboratorios de microbiología y biología molecular, además de una planta piloto de quesería, desnatado, homogeneización de leche, separación y concentración de grasas por fluidos supercríticos, microfiltración, equipo de pasteurización y UHT, etc.

¿De dónde provienen los fondos para I+D+i?

Captamos recursos de todos los programas de investigación. Del Programa Marco de la Unión Europea tenemos actualmente una asignación de más de un millón de euros, del Plan Nacional hay varios proyectos vivos, del Plan de Ciencia Tecnología e Innovación del Principado de Asturias (PCTI-Asturias) también hay proyectos de investigación en curso, contratos con el sector privado por más de 600.000 €, etc. Además, contamos con un presupuesto fijo asignado por el CSIC para el funcionamiento básico del Instituto.

¿Cuáles son sus principales líneas de I+D?

Actualmente está en vigor el Plan Estratégico de Actuación del Instituto 2010-2013, aprobado por el CSIC y previamente evaluado muy positivamente por una comisión de científicos europeos. Este Plan tiene tres grandes líneas estratégicas: Calidad y Seguridad de Productos Lácteos, Tecnología y Biotecnología de Productos Lácteos y Productos Lácteos Funcionales, Probióticos y Salud. Cada una de estas líneas tiene a su vez otras sublíneas que las desarrollan.

¿Qué otros servicios presta?

Además de estas grandes líneas estratégicas por las que se desarrolla nuestra actividad investigadora, el



Laboratorio de instrumental.

IPLA tiene en servicio un Laboratorio de Análisis al Exterior para apoyar al sector en análisis muy específicos que el sector privado no hace. Es un servicio muy especializado al que acuden empresas de distintos lugares. Por otra parte, se prestan servicios de apoyo tecnológico cuando se solicitan. En ocasiones se transfieren otros resultados como patentes, cesión de derechos, cepas para fabricación de starters, etc.

¿En qué redes de colaboración y cooperación en I+D+i participa el IPLA?

Mantenemos una colaboración muy estrecha con otros Institutos del CSIC, en especial los del Área de Ciencia y Tecnología de los Alimentos; con la Universidad de Oviedo, en la que se leen la mayoría de las tesis doctorales desarrolladas en el Instituto y mantenemos también dos Unidades Asociadas con esta Universidad. Buena parte de los nuevos doctores van a centros extranjeros a realizar estancias postdoctorales: en Holanda, Canadá, Irlanda etc. y otros investigadores extranjeros realizan estancias aquí. Por ello, nuestras relaciones son muy abiertas y enriquecedoras para todas las partes.

¿Y la colaboración en I+D con el SERIDA?

Con el SERIDA estamos colaborando cada vez más. Hemos celebrado reuniones entre investigadores para conocer de primera mano lo que hacemos ambas instituciones y en breve presentaremos proyectos conjuntos. Anteriormente ya desarrollamos proyectos de interés común además de celebrar conjuntamente eventos de carácter científico. Es importante buscar coincidencias en líneas de investigación y buscar la complementariedad. El beneficio es mutuo y transferible.

¿Cuáles son los principales resultados obtenidos en investigación, desarrollo e innovación por el instituto en estos veinte años?

Durante estos años hemos publicado en torno a 280 artículos científicos en revistas SCI, otros 40 artículos en revistas de divulgación, hemos registrado 10 patentes, algunas de las cuales están siendo explotadas, se han desarrollado 100 proyectos de Investigación procedentes del Programa Marco de la Unión Europea, del Plan Nacional, del PCTI, de Cooperación Iberoamericana, etc. y otros 26 contratos de investigación con empresas privadas. Se han formado 20 doctores que en su mayoría leyeron la tesis en la Universidad de Oviedo. Además, nuestro Laboratorio de Análisis al Exterior realizó una ingente cantidad de servicios especiales de análisis al sector privado.



¿Cómo se aborda desde el IPLA la transferencia, la difusión y la divulgación científica y tecnológica?

El CSIC tiene su propia Oficina de Transferencia de Resultados (OTRI); es la primera OTRI que se creó en España y tiene una amplísima experiencia en transferir los resultados que se generan en el CSIC. El IPLA, lógicamente, cuenta con sus servicios para nuestra transferencia. Desde el propio Instituto, a veces, colaboramos en esa transferencia. Por otra parte, nuestros investigadores, bien de forma individual o de forma más institucional, participan en reuniones bipartitas con empresas del sector y en otras ocasiones en otro tipo de eventos más abiertos.

¿Alguna apunte para el futuro?

Pensando en el futuro debo decir que dada la creciente y sostenida actividad investigadora que llevamos cabo, está prevista una ampliación de las instalaciones con un edificio anexo, con laboratorios nuevos, planta piloto, sala de actos etc, con el fin de no cortar nuestras posibilidades de crecimiento y desarrollo de toda nuestra capacidad investigadora, siempre dentro de las líneas de investigación aprobadas en nuestro Plan Estratégico y sin desechar, como es lógico, otras posibilidades que sean de manifiesto interés para el sector.

Es necesario citar, además, las exigencias de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) sobre la certeza de los posibles beneficios que pueden aportar ciertos alimentos que, como podemos observar, son publicitados de forma masiva; esta exigencia implica que esos posibles beneficios deben estar contrastados científicamente y en ese campo el IPLA puede aportar mucho.

Otra actividad adicional prevista por su tradición en Asturias es el estudio de mantequillas más saludables y de alta calidad, con el objetivo de intentar conseguir una denominación de Origen de Asturias. La colaboración de la Administración y de las empresas fabricantes de mantequillas será de suma importancia para conseguirlo.

Más información

<http://www.ipla.csic.es>
<http://www.csic.es> ■



Leche ecológica en Asturias: una apuesta por la calidad

ANA RODRÍGUEZ GONZÁLEZ. anarguez@ipla.csic.es

ANA M^a HERNÁNDEZ BARRANCO. ahb@ipla.csic.es

BEATRIZ MARTÍNEZ FERNÁNDEZ. bmf1@@ipla.csic.es

Instituto de Productos Lácteos de Asturias (IPLA-CSIC) Departamento de Tecnología y Biotecnología de Productos Lácteos

La agricultura ecológica, denominada también agricultura biológica u orgánica, se define como un conjunto de técnicas agrarias que excluye el uso en la agricultura y la ganadería de productos químicos de síntesis, tales como fertilizantes, plaguicidas, antibióticos, etc., con el objetivo de preservar el medio ambiente, mantener o aumentar la fertilidad del suelo y proporcionar alimentos con todas sus propiedades naturales (Reglamento CE, nº 889/2008).

El continuo crecimiento de la agricultura ecológica está directamente relacionado con el aumento de la demanda de este tipo de productos por los consumidores de los países industrializados, especialmente de Norteamérica y Europa, habiendo alcanzado el mercado global de estos productos en 2008, el valor de 50.000 millones de dólares (IFOAM, 2010). Entre los factores que influyen en la compra de productos ecológicos cabe destacar la preocupación de



los consumidores por el medio ambiente, por el bienestar y la salud de los animales o por la posible presencia de residuos químicos en los alimentos de producción convencional. Además, una gran mayoría de los consumidores de alimentos ecológicos, los considera más saludables que los producidos mediante sistemas convencionales.

Actualmente, existe en el mundo una superficie destinada a las producciones ecológicas de 35 millones de hectáreas. Las principales zonas de producción se sitúan en Oceanía, que alberga el 34,7% de esa superficie, en la Unión Europea (23,4%) y en Latinoamérica (23%). Australia es el país con mayor superficie ecológica (12 millones de Ha), seguido por Argentina, China, EE.UU. y Brasil con 4, 1,85, 1,82 y 1,77 millones de Ha, respectivamente. España ocupa el sexto lugar, con 1,13 millones de Ha (IFOAM, 2010). De esta superficie, 758.793 Ha se destinan a la producción de pastos, praderas y forrajes para las ganaderías ecológicas, y de ellas 13.720 Ha se sitúan en Asturias (MARM, 2009).

Dentro del conjunto de los alimentos ecológicos, la producción de leche y productos lácteos ha mostrado un rápido crecimiento en la década de los noventa (Jamet, 2002). Los datos más recientes indican que las ventas de leche ecológica en EE.UU., en 2007, supusieron 1.300 millones de dólares (1,7% más que en 2006).

En el caso de España, la producción de leche ecológica también ha crecido considerablemente en los últimos años. Actualmente existen 83 explotaciones ecológicas de ganado vacuno frente a las 39 de 2003 (MARM, 2009), 15 de las cuales están ubicadas en Asturias (cuatro en proceso de conversión). La producción

anual de leche ecológica en Asturias es de 625.500 litros, en su mayor parte comercializados por el grupo Lactalis, pero también se destina a obtener productos lácteos fermentados, entre los que se encuentran las variedades de queso ecológico elaboradas por las queserías asturianas Varé y Ovín, con una producción conjunta de 2,16 toneladas en 2009, y el yogur ecológico elaborado por la Casería La Madera y la quesería Varé (COPAE, 2010).

Calidad de las leches ecológicas

A pesar de la creciente importancia económica y sociológica de los alimentos ecológicos, son pocos los estudios científicos realizados sobre los mismos y, por lo tanto, escasos los datos contrastados que avalan la "bondad" de estos productos con respecto a los de producción convencional (Woese *et al.*, 1997; Bourn & Prescott, 2002). Por ello, en el año 2004 se llevó a cabo en el IPLA un estudio sobre la composición físico-química, la calidad microbiológica y la aptitud tecnológica de la leche ecológica producida en Asturias durante un período de seis meses. Para ello, se tomaron muestras mensuales en las cinco explotaciones ecológicas acreditadas en ese momento y en una explotación convencional, seleccionada en función de los parámetros de calidad de producción de leche proporcionados por el Laboratorio Interprofesional Lechero y Agroalimentario de Asturias (LILA).

Composición físico-química

Los análisis físico-químicos realizados incluyeron, pH, extracto seco magro (EMS), grasa, proteína y lactosa. También se determinó el contenido en calcio y fósforo, minerales de interés nutricional.



Quesos ecológicos en proceso de maduración.
(Fotografía cortesía Quesu Ovín)



Los resultados obtenidos mostraron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las distintas explotaciones ecológicas y la convencional en cuanto a EMS, grasa, proteína y lactosa, mostrando la leche convencional valores más elevados que las leches ecológicas (Gráfico 1).

La producción ecológica no parece afectar negativamente al **contenido en minerales** de interés nutricional, como el calcio y el fósforo (ver gráficos 2 y 3) que muestran una evolución similar a la leche convencional en las distintas explotaciones en los tres primeros meses del año.

La leche convencional y tres de las leches ecológicas mostraron un descenso muy acusado del contenido en calcio y fósforo en el mes de abril, que se recuperó en mayo, descendiendo de nuevo en junio. Cabe señalar, no obstante, que el contenido en calcio fue inferior al valor medio de la leche de vaca (116 mg/100 g) (Soyeurt *et al.*, 2009) en el 86% de las muestras analizadas (Gráfico 2).

La mayor parte de las muestras tampoco alcanzaron el valor medio de fósforo en leche de vaca (93,43 g/100 g) (Soyeurt *et al.*, 2009) (Gráfico 3).

Aptitud tecnológica

Se determinó la aptitud tecnológica de la leche con objeto de comprobar su adecuación para elaborar productos lácteos.

El menor contenido en proteína (datos no mostrados) se tradujo en que las muestras de leche ecológica tuvieron, también, valores más bajos de aptitud de coagulación que la leche convencional. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas en dos de las explotaciones (Gráfico 4).



→
Cuba de cuajado.
(Fotografía cortesía Quesu Ovín)

Cabe señalar que la aptitud de coagulación es un parámetro importante bajo un punto de vista tecnológico, porque permite estimar cómo se va a comportar la leche durante el proceso de elaboración de quesos. Este parámetro se expresa mediante la relación r/K_{20} , donde r es el tiempo (min) transcurrido entre la adición del cuajo y el comienzo de la coagulación (formación del gel), y K_{20} es el tiempo necesario para que la cuajada se endurezca.

Solamente la leche convencional y una de las leches ecológicas mostraron valores $r/K_{20} \geq 1$, a lo largo del período analizado, lo cual es indicativo de buena aptitud de coagulación.

Análisis microbiológicos

Con respecto a los análisis microbiológicos de las leches, se determinaron **gérmenes totales** (30°C), células somáticas, así como la posible presencia de *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus agalactiae*, que son microorganismos causantes de numerosos casos de mastitis en ganaderías de producción convencional de leche (LILA, 2004).

Todas las leches se situaron por debajo de 100.000 gérmenes por mL, exigencia establecida para la producción de leche (BOE núm.111 (9/05/1997), con la única excepción de una muestra de leche ecológica tomada en el mes de marzo (Gráfico 5). De hecho, el 66% de las muestras de leche convencional y el 43% de las muestras de leche ecológica se situaron por debajo de los 10.000 gérmenes por mL.

El nivel de **células somáticas** se mantuvo prácticamente constante en la leche convencional a lo largo del período analizado. Sin embargo, las leches ecológicas mostraron notables variaciones en ese período y los niveles detectados siempre fueron más elevados. Cabe señalar además que tres muestras de leches ecológicas no cumplían el requisito de contenido en células somáticas inferior a 400.000 por mL (BOE núm.111 (9/05/1997). Las diferencias respecto a la explotación convencional fueron estadísticamente significativas en cuatro de las cinco explotaciones (Gráfico 6).

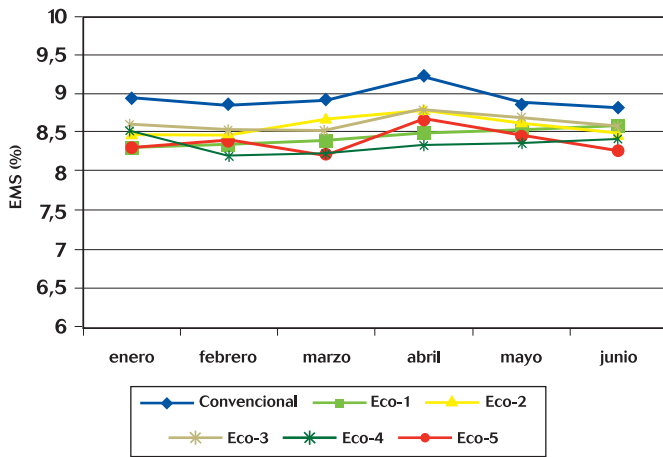


Gráfico 1.-Evolución del contenido en extracto seco magro (%EMS) en leche ecológica y convencional

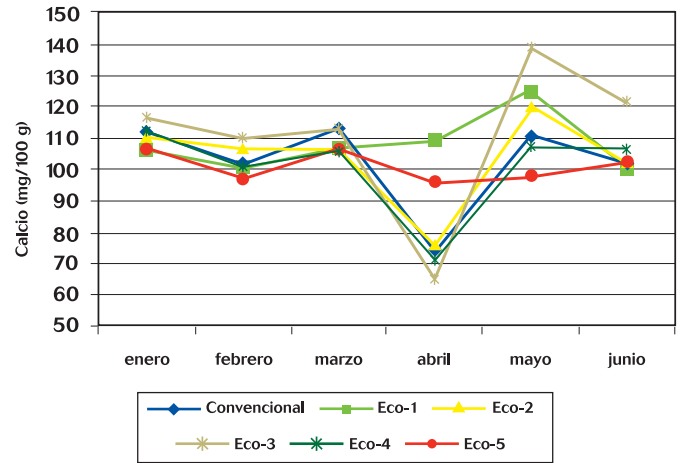


Gráfico 2.-Evolución del contenido en calcio en leche ecológica y convencional

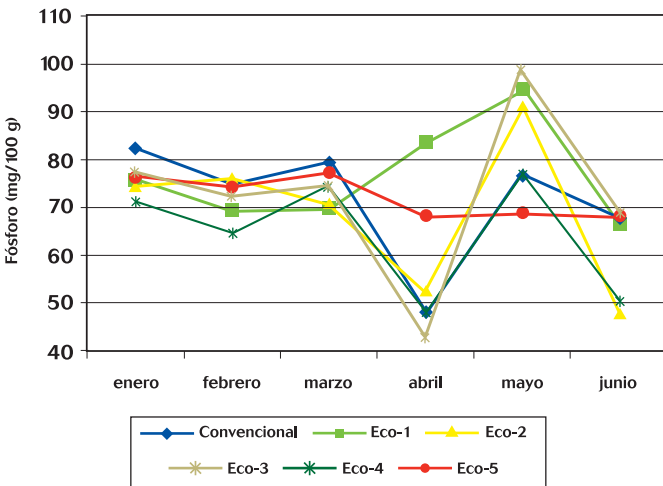


Gráfico 3.-Evolución del contenido en fósforo en leche ecológica y convencional

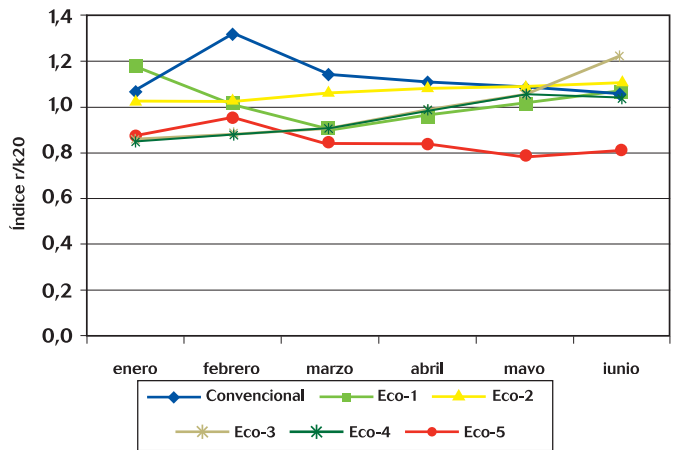


Gráfico 4.-Evolución de la aptitud de coagulación en leche ecológica y convencional

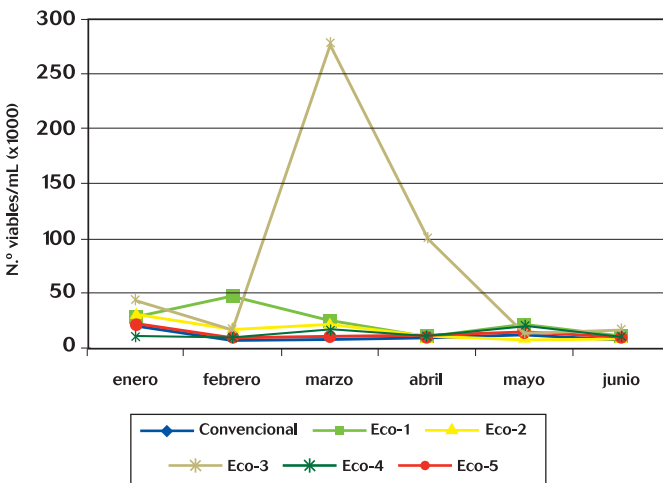


Gráfico 5.-Gérmenes totales en leche ecológica y convencional

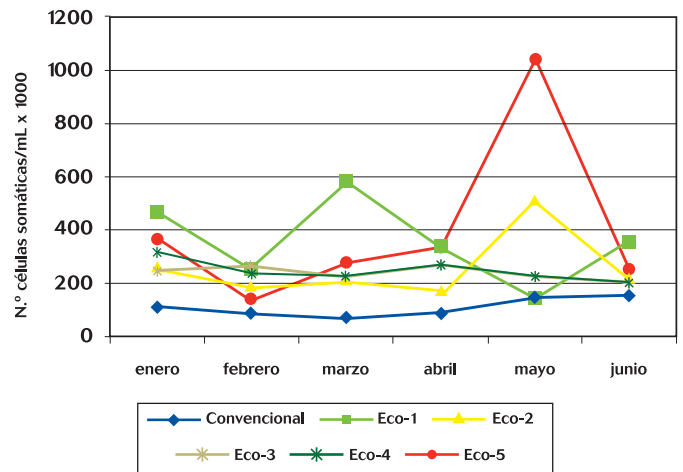


Gráfico 6.-Células somáticas en leche ecológica y convencional

Estas diferencias podrían relacionarse con una posible mayor incidencia de mamitis subclínica en las ganaderías de producción ecológica de leche, atribuible a la prohibición del uso de antibióticos como medida profiláctica. Un mayor contenido en células somáticas de la leche ecológica, con respecto a la convencional, ha sido observado también por otros autores (Nauta *et al.*, 2006). En este contexto, nos planteamos comparar la incidencia de la contaminación por *Staphylococcus aureus*, que es un agente que causa mamitis. Algunas de sus cepas producen enterotoxinas termorresistentes, capaces de provocar intoxicaciones alimentarias. La presencia en leche de este patógeno se detectó en una muestra de leche convencional (16%) y en 11 muestras de leche ecológica (36%). Este resultado no es sorprendente si se tiene en cuenta que ha sido postulado que los métodos de producción alternativos, como es el caso de la producción de leche ecológica, pueden aumentar el riesgo de infecciones en el ganado por microorganismos patógenos. Esto es consecuencia de las restricciones que este sistema de producción pone al uso de antibióticos para el tratamiento de infecciones, lo cual supone una diferencia sustancial con respecto a los sistemas de producción convencional en los que el uso de antibióticos es habitual, no sólo como medida terapéutica, sino también como medida profiláctica.

Reflexión final

No debe sorprendernos que los resultados obtenidos no muestren diferencias claramente favorables a las leches ecológicas con respecto a la convencional, ya que estudios realizados previamente en otros países dieron lugar a observaciones semejantes. Así, la leche ecológica producida en Dinamarca no mostraba diferencias significativas con la convencional en cuanto a composición global (Lund, 1996), mientras que la leche ecológica producida en Suecia mostraba menor contenido en selenio, dato negativo porque los productos lácteos son una fuente importante de selenio en las dietas escandinavas (Toledo *et al.*, 2002). En el caso de Francia, se detectó un mayor

número de bacterias coliformes en la leche ecológica que en la convencional (Guinot-Thomas *et al.*, 1991). Un estudio reciente realizado en Italia cita un menor contenido en proteína de la leche ecológica respecto a la convencional, pero similar contenido en grasa y lactosa (Battaglini *et al.*, 2009). En todo caso, sería conveniente disponer de datos actuales de los parámetros de calidad de la leche en las explotaciones ecológicas asturianas a día de hoy.

Finalmente, cabe señalar que en su momento, el IPLA envió información detallada de estos resultados a los titulares de las seis explotaciones que amablemente suministraron las muestras de leche, por si les pudieran ser de utilidad para avanzar en la mejora de la calidad de leche ecológica. Este debe ser el objetivo de los productores de leche ecológica, que deben esforzarse por satisfacer a ese amplio grupo de consumidores que están altamente preocupados por la calidad de los alimentos y su relación con la salud, y por minimizar los efectos adversos que la producción de alimentos tiene sobre el medio ambiente. Por ello, una parte de los consumidores, están dispuestos a pagar un precio más alto por el litro de leche ecológica.

Agradecimientos

Este estudio ha sido financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia (proyecto AGL2003-06440-C02-01). Asimismo, agradecemos la colaboración del LILA, sin la cual, no hubiera sido posible realizar este estudio.

Bibliografía

- BATTAGLINI, L.M., M. RENNA, M., A. GARDA, C. LUSSIANA, V. MALFATTO, A. MIMOSI, M. BIANCHI, 2009. Comparing milk yield, chemical properties and somatic cell count from organic and conventional mountain farming systems. *Italian J. Animal Sci.* 8:384-386.
- BOURN, D., J. PRESCOTT. 2002. A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced foods. *Critical Rev Food Sci. and Nutrition.* 42: 1-34.



COPAE (Consejo de la Producción Agraria Ecológica del Principado de Asturias)

GUINOT-THOMAS, P., C. JONDREVILLE, F. LAURENT. 1991. Comparison of milk from farms with biological, conventional and transitional feeding. *Milchwissenschaft* 46: 779-782.

IFOAM (INTERNATIONAL FEDERATION OF ORGANIC AGRICULTURE MOVEMENT). The World of Organic Agriculture 2010.

JAMET, J.P. 2000. Retailing of organic dairy products. *Bulletin of the IDF*. 347: 8-11.

LILA (Laboratorio Interprofesional Lechero y Agroalimentario de Asturias)

LUND, P. 1996. Characterization of alternatively produced milk. *Milchwissenschaft* 46: 166-169.

MMRA (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, MEDIO RURAL Y MARINO). Estadísticas 2009. Agricultura Ecológica.

NAUTA, W.J., BAARS, T., BOVENHUIS, H., 2006. Converting to organic dairy farming: consequences for production, somatic cell

scores and calving interval of first parity Holstein cows. *Livest. Sci.* 99, 185-195.

SOYEURT, H., OD. BRUIER, J.M. ROMNEE, N. GENGLER, C. BERTOZZI, D. VESELKO, P. DARDENNE. 2009. Potential estimation of major mineral contents in cow milk using mid-infrared spectrometry. *J. Dairy Sci.* 92:2444-2454

TOLEDO, P., A. ANDRÉN, L. BJÖRCK. 2002. Composition of raw milk from sustainable production systems. *International Dairy J.* 12: 75-80.

Más información

Instituto de Productos Lácteos de Asturias:
www.lplacsic.es

Quesos de Varé: www.quesosdevare.com

Quesu Ovín: www.quesuovin.com

Laboratorio Interprofesional Lácteo de Asturias (LILA): www.lilasturias.com

Casería La Madera: www.caserialamadera.es ■





Nuevos proyectos de I+D+i

Área de Nutrición, Pastos y Forrajes

Plan Nacional de I+D+i

Investigación industrial de dietas y alimentos con características específicas para las personas mayores. Estrategias de alimentación para incrementar en origen el contenido de nutrientes funcionales de la leche

Entidad financiadora: Ministerio de Ciencia e Innovación. CDTI.
Referencia: CDTI-CENIT (SENI FOOD).
Empresa participante: Corporación Alimentaria Peñasanta (CAPSA)
Investigadora Principal: Dra. Begoña de la Roza Delgado
Cantidad concedida: 306.250 €
Duración: 2009 – 2012

Descripción: Este proyecto, liderado por la empresa CAPSA, tiene cuatro áreas de trabajo cuyos objetivos se describen a continuación:

- 1. Dietas.** Trata de abordar la problemática nutricional de las personas mayores, principalmente en la formulación de dietas funcionales de interés nutricional en el proceso de envejecimiento, a través de los alimentos y sus constituyentes.
- 2. Ingredientes.** Tiene por objetivo avanzar en el conocimiento de los mecanismos de acción de diversos ingredientes funcionales y obtener otros nuevos que puedan incidir de forma positiva sobre las patologías más frecuentes asociadas a las personas mayores, como el síndrome metabólico, la salud ósea y muscular, la función cognitiva y los trastornos neurodegenerativos y la salud gastrointestinal y visual.
- 3. Aplicabilidad.** Pretende identificar la aplicabilidad a escala industrial de los ingredientes funcionales identificados en el área 2 sobre distintas matrices alimentarias, diseñando alimentos destinados a satisfacer las necesidades y gustos de las personas mayores.
- 4. Validación.** Persigue determinar los efectos de la ingesta de distintas matrices alimentarias, enriquecidas con los ingredientes funcionales procedentes de las áreas 2 y 3, con las principales dianas de actuación identificadas para las personas mayores.

El SERIDA participa en el Área 3 y estudia la posibilidad de incrementar en origen la composición en ingredientes funcionales de la leche, concretamente en ácidos grasos poliinsaturados y especial-

mente en DHA (ácido docosahexaenoico), ácido vaccénico (ácido cis-delta-11-octadecénico) y CLA (ácido linoleico conjugado), minerales, como Se, I y Mg, y vitaminas A y E, mediante la suplementación de la dieta del vacuno lechero con ingredientes naturales.

Evaluación de la aplicación agronómica de productos encalantes en base a combinaciones de productos de calcio en terrenos ácidos

Entidad financiadora: Ministerio de Ciencia e Innovación. CDTI.
Referencia: CDTI-IDI-20090572
Empresa Colaboradora: Sidercal Minerales
Investigadora Principal: Dra. Adela Martínez Fernández
Cantidad concedida: 31.360 €
Duración: 2009 – 2010

Descripción: La mayor parte de los suelos de territorios húmedos tienen reacción ácida por el lavado de las aguas de percolación. El resultado es un descenso de la fertilidad y un medio poco adecuado para el crecimiento de la mayoría de las plantas. El incremento del pH hasta valores cercanos a la neutralidad (encalado) puede ser muy rentable a pesar de sus costes, ya que produce un efecto estimulante de la cosecha si se complementa con una adecuada fertilización.

El conocimiento de la eficacia de diferentes productos encalantes permite hacer recomendaciones muy ajustadas a la respuesta esperada de los suelos y los cultivos. Sin embargo, los productos disponibles en el mercado son muy pulverulentos, precisan grandes cantidades de aplicación y no es posible combinarlos de manera efectiva.

Este proyecto pretende crear una nueva gama de productos encalantes con diferentes combinaciones de CaCO_3 , CaO , $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, y granulometrías en formato de gránulo y evaluar sus efectos en combinación con la fertilización N-P-K sobre el cultivo de maíz forrajero.

Se espera que la consecución de estos objetivos suponga un gran avance en la dinámica de corrección de suelos ácidos. ■





Nuevos convenios, contratos y acuerdos

Convenios

Convenio de colaboración entre la Universidad de Murcia y el SERIDA para el desarrollo de un programa de cooperación educativa

Objeto: Facilitar la realización de prácticas de alumnos de la Universidad de Murcia en el SERIDA.

Duración: Desde el 10 de marzo de 2010.

Contratos

Contrato de Investigación entre CAGI y el SERIDA para el desarrollo de prototipos preindustriales de desgranado de faba asturiana

Objeto: Estudio de las características y estado fisiológico de la maduración de las vainas y control de calidad de la faba procedente de prototipos preindustriales de desgranado y comparación con el producto manejado manualmente.

Duración: Desde el 5 de abril hasta el 15 de diciembre de 2010.

Acuerdos

Acuerdo entre el SERIDA y Viveros Alonso Nieda S.L para la multiplicación de variedades preseleccionadas de manzano de sidra

Objeto: Regular la puesta a disposición del viverista de material varietal preseleccionado de manzano de sidra para su multiplicación con fines experimentales y demostrativos.

Duración: Desde el 9 de marzo de 2010.

Acuerdo entre el SERIDA y Viveros Candamo para la multiplicación de variedades preseleccionadas de manzano de sidra

Objeto: Regular la puesta a disposición del viverista de material varietal preseleccionado de manzano de sidra para su multiplicación con fines experimentales y demostrativos.

Duración: Desde el 9 de marzo de 2010.

Acuerdo entre SERIDA y Fall Creek Farm and Nursery Inc para la cesión de material vegetal para la investigación de arándanos

Objeto: Contribuir al desarrollo agroalimentario mediante la cesión de plantas de arándanos exclusivas de Fall Creek Farm destinadas al estudio y la experimentación.

Duración: Desde el 23 de abril de 2010 hasta el 30 de abril de 2016.

Acuerdo de colaboración entre el Instituto de Productos Lácteos de Asturias IPLA-CSIC y el SERIDA

Objeto: Regular la colaboración entre el SERIDA y el IPLA para la realización de una actividad formativa postdoctoral por parte del personal del SERIDA adscrito al Área de Tecnología de los Alimentos.

Duración: Desde el 2 de junio de 2010 hasta el 1 de junio de 2011.





Evolución Histórica de las Principales patologías asociadas a la salmoneicultura en el Principado de Asturias

Autora: Isabel Márquez Llano-Ponte

Año: 2009

Directores: Dr. José Luis Múzquiz (Universidad de Zaragoza) y Dr. Miguel Prieto (SERIDA)

Lugar de presentación: Universidad de Zaragoza

Calificación: Sobresaliente *cum laude*

En trabajo es un estudio histórico de la evolución de la piscicultura continental asturiana desde su inicio, a principios del siglo XX, hasta nuestros días, en el que se estudiaron las enfermedades más relevantes que afectan a las poblaciones piscícolas y se describe la evolución de los métodos diagnósticos en ictiopatología de las tres últimas décadas.

Se prestó una mayor atención a la evolución de los agentes patógenos y de las enfermedades que afectan a las poblaciones piscícolas en las piscifactorías, para comprobar su importancia en la viabilidad económica de las empresas de acuicultura.

Se constató que desde el inicio de la piscicultura en Asturias, las patologías han estado presentes en la cría de los peces, que en cada una de las décadas en que se realizaron los estudios han sido determinados agentes patógenos de naturaleza vírica o bacteriana los causantes de morbilidad y mortalidades, y cómo la puesta a punto de técnicas diagnósticas y profilácticas frente a cada una de ellas ha condicionado la aparición de otros nuevos agentes patógenos, que de nuevo presentaban consecuencias económicas relevantes. El trabajo pone de manifiesto, cómo durante los 22 años que duró el estudio, en el laboratorio de Ictiopatología del SERIDA se han ido actualizando e implantando las diversas técnicas de diagnóstico en Ictiopatología, tanto para agentes bióticos (bacteriológicas, cultivos celulares, anatomopatológicas, y en estos últimos años moleculares) como abióticos, de acuerdo con las disposiciones tecnológi-

cas nacionales e internacionales vigentes en cada momento. Por ello, actualmente, desde el SERIDA podemos ofrecer a los piscicultores diagnósticos fiables y rápidos para luchar con eficacia contra las enfermedades de los salmónidos.



Modificación del perfil de ácidos grasos de la leche mediante el pastoreo complementario a dietas completas mezcladas

Autor: Ernesto Morales Almaráz

Año: 2009

Directores: Dr. Fernando Vicente y Dra. Begoña de la Roza

Lugar de presentación: Universidad de Zaragoza

Calificación: Sobresaliente *cum laude*

El trabajo se centró en estudiar la influencia del sistema de manejo en el ganado vacuno, mediante el pastoreo a diferentes niveles de intensidad, complementado con dietas *unifeed*, sobre la producción, la composición y el perfil de ácidos grasos de la leche de vaca.

Se evaluaron distintos tratamientos basados en el suministro de raciones *unifeed* que suplementaban al consumo de hierba según diferentes tiempos de pastoreo. Cuando las vacas permanecen seis y doce horas en el pasto se ahorran, respectivamente, 3 y 7 kg de materia seca de mezcla *unifeed* por vaca y día respecto a las vacas que no salen a pastar, sin afectar a la producción ni a la composición de la leche. La calidad de la grasa de la leche es superior cuando los animales pastan durante doce horas diarias, ya que el forraje fresco representa una excelente fuente de ácidos grasos poliinsaturados para el animal.

Otro experimento, llevado a cabo con la colaboración de la empresa Sociedad Asturiana de Servicios Agropecuarios, S.L. (ASA), consistió en un seguimiento de la producción de leche de 20 ganaderías asturianas de la zona centro y oeste de la comunidad. Los resultados obtenidos en con-

diciones prácticas de producción confirman los resultados experimentales. Aquellas explotaciones que incluyen en la dieta forraje fresco mediante pastoreo, producen un leche con un mayor contenido de ácidos grasos beneficiosos para la salud humana, principalmente ácidos omega-3, omega-6 y CLA.

Por lo tanto, evaluando las estrategias de alimentación basadas en un manejo con pastoreo complementado por dietas *unifeed* equilibradas, además de un importante ahorro en los gastos de alimentación sin afectar a la producción, implica la posibilidad de modificar la composición de la grasa de la leche. El pasto proporciona a la leche un mayor contenido de ácidos grasos insaturados, lo que representa una estrategia viable hacia la producción de una leche más saludable desde el punto de vista de la nutrición humana.





Variabilidad genética de castaño *Castanea sativa* Mill. en España mediante marcadores moleculares, caracteres morfológicos y adaptativos

Autora: Marta Ciordia Ara
Año: 2009
Directores: Dr. Santiago Pereira-Lorenzo (Universidad de Lugo) y Dr. Juan Pedro Majada-Guijo (SERIDA)
Lugar de presentación: Universidad de Lugo
Calificación: Sobresaliente *cum laude*

Esta tesis plantea como objetivos globales estimar la variabilidad total en cultivares de castaño *Castanea sativa* Mill. en España, mediante marcadores moleculares (micro-satélites), y estudiar las pautas de variación en la expresión fenotípica de las progenies de medio-hermanos de los principales cultivares españoles de *Castanea sativa* Mill., cultivados en condiciones controladas y de limitación hídrica. Se detectaron cinco orígenes de variabilidad en España, cuatro en el Norte y uno que se extiende desde el Sur de Galicia hasta Andalucía, presentando cada uno, al menos, un cultivar relevante de la producción española.

Se demostró la existencia de una diferenciación genética entre el Norte y Centro-Sur de España, si bien no es muy acusada debido, principalmente, a que las distintas agrupaciones geográficas compartieron algunos genotipos, o bien genotipos de distintas agrupaciones geográficas tuvieron un origen común. La diferenciación genética Norte y Centro-Sur se observó, también, en los caracteres adaptativos de progenies procedentes de cultivares destacados de ambas procedencias. Además, la limitación hídrica modificó de forma significativa la mayoría de las variables adaptativas evaluadas, así como diversas relaciones hídricas y fisiológicas, con independencia de su procedencia geográfica.

La variación fenotípica observada indica un potencial adaptativo en las progenies de los cultivares de fruto de *C. sativa*, lo cual resulta prometedor para la selección de material vegetal en programas de conservación y mejora forestal con aprovechamiento mixto.

Tesis de licenciatura



Localización de QTLs de resistencia genética a moho blanco en judía común

Autor: Aida Pascual González
Año: 2009
Directores: Dr. Juan José Ferreira (SERIDA) y Prof. Ramón Giráldez (Universidad de Oviedo)
Tutor: Ricardo Ordás (Universidad de Oviedo)
Lugar de presentación: Universidad de Oviedo
Calificación: Sobresaliente

Este trabajo se enmarca dentro de una línea de investigación que se desarrolla en el Programa de Genética Vegetal del SERIDA que tiene por objeto controlar el moho blanco, una enfermedad fúngica común en el cultivo de faba granja asturiana. Se trata de localizar las regiones del genoma de judía común implicadas en la resistencia genética a moho blanco.

Los objetivos de este trabajo fueron:

- Localizar las regiones genómicas (QTLs) implicadas en la resistencia intermedia a moho blanco presente en el cultivar 'Xana' como paso previo al inicio de un programa de mejora genética enfocado a incrementar los niveles de resistencia de faba granja Asturias frente a este patógeno.
- Estudiar hasta qué punto la resistencia frente a diferentes aislamientos de moho blanco está determinada por los mismos QTLs. Verificar la existencia de variantes patogénicas.
- Analizar la existencia de correlación entre resistencia y caracteres morfológicos de la planta como longitud de los entrenudos, grosor del tallo y altura de la planta. Evaluar si la respuesta de resistencia de Xana es debida a caracteres morfológicos o a una resistencia fisiológica.

Seminario de investigación



Relaciones genéticas entre avellanos cultivados y silvestres de Asturias

Autora: Noemí Trabanco Martín
Año: 2009
Directores: Dr. Juan José Ferreira y Dra. Ana Campa (SERIDA)
Tutor: Prof. Ramón Giraldez Universidad de Oviedo
Lugar de presentación: Universidad de Oviedo
Calificación: Sobresaliente

Se estudió la diversidad genética del avellano en Asturias con el fin de conocer las relaciones entre los materiales cultivados y las poblaciones silvestres, verificar si los materiales cultivados recogidos en Asturias difieren de los materiales europeos y contribuir a su conservación.

Los resultados del estudio revelan la existencia de una gran diversidad dentro de los avellanos silvestres, una mínima diversidad entre los materiales cultivados asturianos y la ausencia de una relación genética estrecha entre ambos materiales. Además, los materiales locales (silvestres y cultivados) se diferencian de las variedades internacionales utilizadas de referencia.

Esta diferenciación del material local asturiano refuerza el interés de su preservación tanto en estrategias de conservación *ex situ* (colecciones de germoplasma) como *in situ* (conservación de los ecosistemas). ■

Publicaciones

Libros

Memoria de actividades de I+D+i SERIDA 2009

Depósito Legal: AS-4.465-09.
Formato: CD.
[On line]: <http://www.serida.org/memoria.php?anyo=2009>
Marzo, 2010
Edita: SERIDA

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



Producción ecológica agro-ganadera y alternativas de diversificación

Antonio Martínez, Rafael Celaya, Carmen Oliván, Pedro Castro y Koldo Osoro
Depósito Legal: AS-3126-10
Medidas: 17 x 24 cm
72 Páginas
Siero, junio 2010
Edita: SERIDA

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



Folleto

Variedades de Maíz. Actualización 2009

Alejandro Argumentería, Antonio Martínez, Ana Soldado, Adela Martínez, José Damián del Valle Jesús Alperi
Depósito legal: AS-944-10
Medidas: 15 x 21 cm.
Páginas: 16
Siero, 2010
Edita: SERIDA

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

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



Audiovisuales

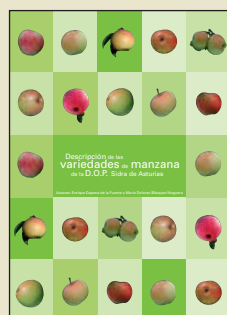
Descripción de las variedades de manzana de la D.O.P. "Sidra de Asturias"

Intervienen:

Enrique Dapena,
Mercedes Fernández

Tipo actividad: Documental.

Contenidos: El programa de investigación en fruticultura del Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA) trabaja en la conservación, caracterización, evaluación, selección y mejora de las variedades de manzana. Estas investigaciones han hecho posible aprove-



char mejor estos valiosos recursos genéticos, revalorizarlos y poner a disposición de los productores un material vegetal de alto valor agronómico y tecnológico que permite mejorar la rentabilidad del cultivo del manzano y facilitar la puesta en marcha de programas de denominación de calidad.

El documental muestra los trabajos previos que se realizan para describir las características morfológicas, agronómicas y tecnológicas de las variedades de manzano de sidra acogidas a la Denominación de Origen Protegida "Sidra de Asturias".

Materia: Agricultura, biología, genética, medio ambiente.

Formato: DVD.

Duración: 10'08''

Fecha de edición: Febrero 2010.

Edita: SERIDA.



SERIDA

Servicio Regional de Investigación
y Desarrollo Agroalimentario

Estrategias para la puesta en valor de zonas desfavorecidas

Las zonas desfavorecidas dominadas por el brezal-tojal ocupan casi un millón de hectáreas en las montañas de la Cordillera Cantábrica. En Asturias, los brezales tojales suponen la quinta parte de la superficie regional.

Cuando estas zonas no son pastadas por el ganado producen importantes acumulaciones de matorral altamente combustible que pueden ocasionar graves daños ambientales por incendios e importantes pérdidas económicas.

En el SERIDA disponemos de las tecnologías y de los conocimientos para poner en valor las zonas infrautilizadas dominadas por matorral y desarrollar sistemas ganaderos rentables y sostenibles.



Investigación agropecuaria, alimentaria y forestal