

Tecnología Agroalimentaria

Boletín informativo del SERIDA

Número 11 - 2013

Fertirrigación de arándanos ■ Roedores en manzano ■ Malas hierbas en faba ■ Gochu Asturcelta: cría y conservación ■ Paratuberculosis bovina ■ Aguardiente de magaya ■ Toros de monta natural



SUMARIO

Tecnología Agroalimentaria - SERIDA

Número 11 • 2013

2 | La transferencia del conocimiento, base para el desarrollo tecnológico

María Jesús Álvarez González, consejera de Agroganadería y Recursos Autóctonos

Actualidad

4 | Recomendaciones de fertirrigación de arándanos en Asturias

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

Información agrícola

13 | Control de malas hierbas en el cultivo de faba granja

Elena Pérez Vega
Guillermo García González de Lena
Juan José Ferreira Fernández

19 | *Sclerotium rolfsii*, un patógeno de judía que produce daños de forma ocasional

Ana J. González Fernández

21 | Cómo identificar la presencia de roedores perjudiciales para el manzano

Marcos Miñarro Prado
Enrique Dapena de la Fuente
Cecilia Montiel Pantoja

Información ganadera

25 | Recomendaciones generales para la cría del Gochu Asturcelta

Alejandro Argamentería Gutiérrez
Begoña de la Roza Delgado
María Antonia Cueto Ardavín

33 | Valoración de la aptitud reproductiva de toros de monta natural

José Antonio García Paloma

39 | La paratuberculosis bovina. Diagnóstico y control

Miguel Prieto Martín

45 | El Gochu Asturcelta: conservación de gemoplasma e inseminación artificial en ganaderías

Carlos O. Hidalgo Ordóñez
Carolina Tamargo Miguel
Ángel Fernández García
M^a José Merino Hernantes
Juan Menéndez

4



25



2



21



39

13



33



Información alimentaria

53 | **Recomendaciones para la elaboración de aguardiente de magaya**
Roberto Rodríguez Madrera

57 | **¿A qué huele la sidra?**
María José Antón Díaz
Belén Suárez Valles
Anna Picinelli Lobo

Congreso

61 | **VI Congreso de Mejora Genética de Plantas**
Juan José Ferreira Fernández
M^a del Pilar Oro García

Catálogo de convenios

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

Tesis y Seminarios

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

Publicaciones

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



53

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

Consejo de redacción: Koldo Osoro, Pedro Castro, Antonio Martínez y M^a del Pilar Oro

Coordinación editorial: M^a del Pilar Oro

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

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

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

E-mail: 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.





La transferencia del conocimiento, base para el desarrollo tecnológico

La Consejería de Agroganadería y Recursos Autóctonos del Principado de Asturias tiene ante sí el reto de contribuir a la mejora de la competitividad y de la rentabilidad del sector primario de Asturias. Para ello cuenta con la colaboración del SERIDA, verdadero instrumento al servicio del campo asturiano al que proporciona el necesario soporte tecnológico, mediante la innovación, para garantizar una mejora de la calidad y la eficiencia de los sectores agrarios y agroalimentarios.

Para ello, el SERIDA, partiendo de la investigación aplicada, tiene la encomienda de contribuir a remover los obstáculos que dificultan la competitividad de estos sectores y, lo que es más importante, transferirles con diligencia y eficacia los resultados de sus investigaciones de manera que desde la aplicación del conocimiento se deriven las mejoras deseadas.

En este sentido resulta fundamental que, al lado de los criterios de excelencia





y eficacia que deben primar en todo proceso de investigación –tarea encomendada al Departamento de Investigación–, se preste especial atención a la transferencia de la tecnología producida para facilitar su conocimiento y aplicación por el sector. Esta faceta, desarrollada en el SERIDA por el Departamento Tecnológico y de Servicios, resulta primordial para que tanto el sector agroalimentario como la sociedad asturiana se beneficien y perciban plenamente la utilidad del trabajo de I+D+i. Entre las diversas acciones encaminadas a la transferencia del conocimiento, además de los proyectos con empresas, en los que participan ambos departamentos, cabe citar:

- Proyectos demostrativos y experiencias piloto.
- Colaboración en el Plan Formativo Rural de la Consejería.
- Colaboración en la organización de congresos y otros eventos.
- Elaboración de publicaciones propias y colaboración en externas: libros, folletos, revistas.
- Días de Campo y de puertas abiertas, jornadas técnicas, seminarios, cursos.
- Elaboración y edición de vídeos.
- Actualización de contenidos de la web.

- Atención de consultas técnicas.
- Atención de visitas.

Si el SERIDA es una prioridad para la Consejería de Agroganadería y Recursos Autóctonos, no lo es menos impulsar las acciones de Transferencia y Formación encomendadas a su Departamento Tecnológico y de Servicios. Y entre ellas, me complace presentar este número 11 de la revista *TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA*, publicación que considero necesario potenciar puesto que es un cauce de divulgación asequible y bien valorado por el sector, que le permite seguir el pulso de las investigaciones del SERIDA, y con ello debatir y discutir los resultados y orientar las futuras líneas prioritarias de investigación y desarrollo.

En mi opinión esta revista, al igual que la publicación puntual y diligente de los resultados de investigación obtenidos de los diversos proyectos financiados con fondos públicos, cumple dignamente el objetivo de divulgación de la experiencia investigadora y de transferencia de ese conocimiento al sector para su aplicación práctica de forma que el objetivo de mejora de la calidad de las producciones y de incremento de la rentabilidad de las explotaciones llegue a ser una realidad.

María Jesús Álvarez González
Consejera de Agroganadería y Recursos Autóctonos



Laboratorio de fitopatología dirigido por la Dra. Ana J. González.



Jornada técnica de manzano de sidra.





Plantación de arándano con fertirrigación en segundo año de cultivo.

Recomendaciones de fertirrigación de arándanos en Asturias

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

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

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

En Asturias existen actualmente unas 90 ha dedicadas al cultivo de arándanos, de las que un 95 % son plantaciones realizadas en los últimos 8 años. Casi la totalidad de esta superficie dispone de sistemas de riego por goteo y equipos de inyección de fertilizantes.

La fertirrigación consiste en la aplicación de los fertilizantes disueltos en el agua de riego. Las ventajas que ofrece

esta técnica pueden resumirse en lo siguiente:

- Permite adaptar mejor la cantidad y concentración de cada elemento nutritivo a las necesidades del cultivo, e incluso ajustar la composición de la "solución nutritiva" (mezcla de agua con abonos) a la demanda concreta de nutrientes para cada etapa fenológica del cultivo.



- Mejora la distribución de los fertilizantes, especialmente aquellos con poca movilidad en el suelo como el fósforo o incluso el potasio, lo que favorece su asimilación. Esto también mejora la capacidad y rapidez de respuesta ante posibles problemas que puedan presentarse, como carencias.
- La aplicación de los abonos se hace fraccionada y de forma más precisa, lo que evita la concentración excesiva de sales en el suelo, y las pérdidas por lixiviación.
- La aplicación de agua y nutrientes se hace solamente a un volumen determinado del suelo, donde se encuentran las raíces activas, aumentando la eficiencia del uso del agua y los abonos.
- Facilita la automatización de la fertilización, reduciendo la mano de obra necesaria.

Como resultado de todo ello, la fertirrigación incrementa notablemente la eficacia en la aportación de nutrientes, en comparación con el sistema tradicional de aplicación directa de abonos sólidos al suelo, consiguiendo un mayor y más rápido desarrollo de las plantas, acortando el periodo improductivo, aumentando las producciones y con frutos de mayor calidad.

Necesidades nutritivas del arándano

Los arándanos son especies adaptadas a suelos ácidos, en los que la disponibilidad natural de nutrientes es limitada. Además, tienen un sistema radical muy superficial, con raíces finas, fibrosas y carentes de pelos absorbentes, lo que reduce la superficie de contacto con el suelo y la capacidad para absorber nutrientes.

Es un cultivo con bajos requerimientos de fertilizantes, si se compara con otros frutales, y es además, muy sensible a altas concentraciones de sal en el suelo: son más frecuentes los problemas asociados a excesos de fertilizantes, y en particular al nitrógeno, que a carencia de algún elemento.



En cualquier caso, son muchos los estudios que han demostrado la respuesta positiva de arándano a la aportación de cantidades adecuadas de abonos, por lo que es necesario aplicar un buen programa de fertilización de cara a obtener altas producciones de forma regular y con frutos de calidad.

El nitrógeno (N), el fósforo (P) y el potasio (K) son los macronutrientes que necesita el arándano en mayor cantidad y los que constituyen la base del abonado. El calcio (Ca) es también un elemento importante al que hay que prestar atención por su papel en la calidad (firmeza) y en la conservación o vida post-cosecha de la fruta.

Para determinar de manera precisa las necesidades de nutrientes del cultivo es imprescindible disponer de un análisis de suelo. De los parámetros que habitualmente incluyen estas analíticas, el pH es, probablemente, el de mayor importancia. De cara a decidir la idoneidad de una determinada parcela para el cultivo del arándano conviene realizar una prueba previa de pH con anterioridad a la realización del análisis completo.

El pH del suelo adecuado para los arándanos de tipo *Highbush* está entre 4,5 – 5,5, y no se recomienda su cultivo en suelos con pH > 6,5. Cuando la planta

↑
Frutos CV Duke.

de arándano crece en suelos con valores altos de pH ($>6,5$) las hojas nuevas que van saliendo son pequeñas, amarillean y frecuentemente se necrosan y terminan cayendo. Estas plantas ya no se recuperan posteriormente, incluso aunque el pH se haya corregido, lo que obligará a arrancarlas y plantar de nuevo.

Por eso es muy importante conocer las características del suelo con suficiente antelación a la plantación, para disponer de tiempo suficiente para realizar las enmiendas oportunas, corregir los eventuales problemas que se puedan detectar, y estimar las necesidades de nutrientes.

Las recomendaciones respecto a la cantidad total de nutrientes a aportar para el cultivo del arándano varían ampliamente entre las distintas zonas productoras y los diferentes autores. Así, por ejemplo, para el nitrógeno, Vidal (2007) recomienda 52 kg/ha en Chile, Hanson y Hancock (1996) sugieren una aportación de 73 kg/ha en Michigan, y Hart *et al.* (2006) estiman necesaria una cantidad de 185 kg /ha en Oregon.

En Asturias, basándose en la experiencia acumulada en el SERIDA, y para plantaciones en plena producción, se recomiendan aportaciones totales de 90 kg N/ha, 45 kg P_2O_5 /ha y 90 kg K_2O /ha, más unos 25-30 kg CaO/ha.

Las aportaciones de fertilizantes irán aumentando desde el año de plantación (a partir de la primera cosecha para el caso del calcio) hasta la plena producción, según se recoge en la tabla 1. Se

considera Año 1 el primer año de crecimiento de las plantas.

Los arándanos del tipo Rabbiteye (Ochlockonee, Powderblue) requieren, en función de los datos del análisis de suelo, cantidades de nitrógeno del orden de un 30-40 % inferiores a las descritas, especialmente una vez han alcanzado la altura máxima (1,8-2 m). Un exceso de abonado en estas variedades se traduce en un excesivo desarrollo vegetativo, mayores necesidades de poda, menor inducción floral con la consiguiente pérdida de producción y fruta de peor calidad.

Por otro lado, las necesidades de nutrientes no son lineales durante todo el ciclo del cultivo, sino que van cambiando según el estado fenológico de las plantas.

El nitrógeno, determinante en el crecimiento de la planta y en la formación de hojas y brotes nuevos, se absorbe en gran proporción durante la etapa de crecimiento vegetativo, que tiene lugar en primavera y comienzo del verano. El fósforo tiene una absorción bastante regular durante todo el ciclo, y la acumulación del potasio empieza a ser importante a partir de la plena floración y es creciente hasta la cosecha. El calcio tiende a acumularse en el fruto hasta la mitad de su periodo de crecimiento.

De acuerdo a estas consideraciones, es habitual establecer en los programas de fertirrigación entre 4 y 7 etapas fenológicas (incluyendo una etapa post-cosecha) con formulaciones N-P-K ajustadas a las necesidades específicas de cada etapa. En la práctica, a fin de

Año	kg/ha				
	Producción esperada	N	P_2O_5	K_2O	CaO
1	0	15	7,5	15	0
2	0	20	10	20	0
3	3000	30	15	30	7
4	6000	50	25	50	14
5	9000	60	35	60	19
6 y siguientes	12000	90	45	90	25

→

Tabla 1.- Recomendaciones de aportes de nutrientes (kg/ha) según la edad de la plantación.

ETAPA	Variedades	Inicio orientativo etapa	Final orientativo etapa	Duración aprox.
I: Desde el desborre hasta la aparición de los primeros frutos rojos	Tempranas	Mediados de marzo	Principio de Junio	10-11 semanas
	Media estación	Mediados de marzo	Principio de Julio	14-15 semanas
	Tardías	Mediados de marzo	Principio de Agosto	16-17 semanas
II: Desde la aparición de los primeros frutos rojos hasta final de cosecha	Tempranas	Principio de Junio	Mediados de Julio	5-6 semanas
	Media estación	Principio de Julio	Principio de Agosto	4-5 semanas
	Tardías	Principio de Agosto	Mediados de Septiembre	5-6 semanas

←
Tabla 2.- Fechas orientativas de inicio, final y duración de las etapas de fertirrigación.

simplificar el manejo de la fertirrigación, estimamos suficiente considerar los siguientes periodos:

I) Periodo sin producción

Durante los dos primeros años de la plantación, en las que aún no hay producción, el abono se distribuye de forma lineal en una única etapa, que comprende desde el desborre hasta mediados de agosto, independientemente del tipo de variedad.

II) Periodo productivo

A partir del tercer año, las plantas entran en producción. Es entonces cuando diferenciamos únicamente dos etapas de fertirrigación, definidas como sigue:

- ETAPA I: Desde el desborre hasta la aparición de los primeros frutos rojos, que tiene lugar unos 10-15 días antes del inicio de cosecha. En este momento la fruta ha alcanzado prácticamente su calibre máximo (no su peso máximo, que se consigue unos días después de adquirir el color azul) y, constituye a partir de entonces, el principal órgano de demanda de nutrientes.

Durante esta etapa se aportará el 60% de las necesidades totales de N y P₂O₅ y el 40% de las de K₂O, así como la totalidad del CaO.

- ETAPA II: Desde la aparición de los primeros frutos rojos hasta final de cosecha. En esta etapa se reduce la aportación de nitrógeno, para prevenir el ablandamiento de los frutos,

reducir el crecimiento vegetativo y facilitar la inducción floral, que tiene lugar a partir del mes de agosto fundamentalmente. Por otra parte, se aumenta el aporte de potasio, elemento asociado al rendimiento, el calibre y la calidad organoléptica de la fruta.

Durante esta etapa se aportarán el 40% del N y del P₂O₅, y el 60% de K₂O restantes.

A modo de orientación, ya que las fechas pueden variar mucho en función de las condiciones climatológicas, en la tabla 2 se recoge la duración aproximada de cada una de estas etapas, en función de la época de maduración de las variedades. Las variedades más empleadas actualmente son las siguientes:

- Tempranas: Duke, Legacy.
- Media estación: Chandler, Bluecrop, Briggita, Ozarkblue, Liberty.
- Tardías: Elliot, Aurora y las de tipo Rabbiteye.

Con carácter general, en plantas con un crecimiento vegetativo de primavera satisfactorio, no consideramos necesaria ninguna aportación de nutrientes una vez finalizada la cosecha, y especialmente en zonas frías del interior, ya que provocaría la emisión de nuevos brotes que incluso podrían llegar a sufrir daños por heladas en invierno al no estar suficientemente lignificados.

En el caso de plantas con brotaciones de primavera insuficientes (por podas deficientes, excesos de producción, etc.),

↓
 Frutos rojos en CV Powderblue: final de la etapa I.



sí podría ser conveniente aportar una cantidad suplementaria de unos 20 kg/ha de N, repartidos en unas 4 – 6 semanas una vez finalizada la cosecha, siempre que la planta disponga de hojas activas y no sobrepasando la fecha de mediados de octubre.

Fertilizantes a emplear

Las características del suelo y del agua, y muy especialmente el pH, son determinantes a la hora de elegir los abonos a emplear, en particular de los abonos nitrogenados.

Los arándanos absorben principalmente el nitrógeno en forma amoniacal (NH_4^+) en lugar de la forma nítrica (NO_3^-), por lo que son preferibles abonos que presenten el N en esta forma amoniacal. El pH del suelo tiene también gran importancia a la hora de elegir estos abonos:

Con $\text{pH} > 6$ se emplearán sólo fuentes amoniacales de N (Urea o, preferentemente, el Sulfato amónico). Los fertilizantes que contienen formas nítricas (Nitrato de calcio o Nitrato potásico) tienen un efecto depresivo sobre el cultivo en suelos con este pH, y pueden llegar a resultar tóxicos.

En suelos con $\text{pH} < 5$ las diferencias entre estas dos formas de N no están tan claras. En estos casos debe evitarse el uso exclusivo del Sulfato amónico para

evitar una acidificación excesiva del suelo, y es preferible emplear la Urea como fuente de nitrógeno.

También deben tenerse las siguientes consideraciones de carácter general a la hora de elegir los abonos:

- Deben evitarse abonos que contengan cloruros (Cloruro cálcico o Cloruro potásico) ya que este elemento puede resultar tóxico para los arándanos.
- Los abonos a emplear deben de ser solubles o líquidos, y compatibles entre ellos, para evitar que dejen impurezas o reaccionen entre ellos formando precipitados insolubles que podrían obturar los goteros. Como norma general, no deben mezclarse abonos que contengan fosfatos o sulfatos con aquellos que contengan calcio o magnesio.
- Actualmente existen también complejos N-P-K solubles (normalmente enriquecidos con magnesio y microelementos) que pueden facilitar la dosificación y el manejo de la fertirrigación. No existe un criterio técnico para preferir estos abonos a los simples (o los líquidos a los sólidos), y la elección de unos u otros debe hacerla el productor en cada caso, atendiendo a criterios como el coste, la facilidad de aplicación o la disponibilidad de los mismos.

Año	Etapa	kg/ha			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
1	Única	15	7,5	15	
2	Única	20	10	20	
3	I	18	9	12	7
	II	12	6	18	
4	I	30	15	20	14
	II	20	10	30	
5	I	42	21	28	19
	II	28	14	42	
6 y siguientes	I	54	27	36	25
	II	36	18	54	

→

Tabla 3.- Recomendaciones de aportes de nutrientes (kg/ha) para cada etapa de fertirrigación, según la edad de la plantación.



Programa de fertirrigación

Las necesidades totales de nutrientes recomendadas y la distribución de los mismos en las etapas descritas anteriormente, se resumen en la tabla 3.

En base a estas cantidades se proponen dos diferentes programas de fertirrigación para dos tipos de suelo con diferente pH.

A: Suelos con $\text{pH} > 6$

Para este tipo de suelos es preferible recurrir a abonos simples que contribuyan a la acidificación de la zona de raíces. Así, se eligen abonos amoniacales (Fosfato monoamónico y Sulfato amónico) como fuente de nitrógeno, y el potasio se aportará en forma de sulfato. Para la aportación de calcio se utilizará el Nitrato de calcio, ya que a pesar de contener nitrógeno

en forma nítrica, es preferible a la otra opción disponible que sería el Cloruro de calcio.

Las cantidades indicadas en la tabla 3, y utilizando estos abonos, se reparten para cada año y según la fecha de maduración de cada variedad, en las cantidades semanales aproximadas que se recogen en la tabla 4.

B: Suelos con $\text{pH} < 6$

En estos suelos sería posible aportar una parte del nitrógeno en forma de nitrato, de manera que podemos recurrir a complejos N-P-K solubles que en un solo producto nos cubran las necesidades totales de cada elemento, facilitando así el manejo de la fertirrigación. Cuando se recurra a este tipo de abonos, es conveniente conocer la forma en la que se presenta el nitrógeno, que puede variar de

↑
Bombas inyectoras.

↓
Tabla 4.-Cantidades de abono (kg/ha) semanales para cada tipo de variedad, en suelos con pH>6.

unos a otros, y elegir aquellos que contengan mayoritariamente este elemento en forma ureica o amoniacal.

En este caso se han elegido un complejo de equilibrio 1-0,5-1 (Poly Feed Drip 20-9-20 de la casa comercial Haifa) para los dos primeros años del cultivo, los

complejos 14-7-14+14 CaO (Agrosolution 313, de la casa Scotts) y 26-12-12 (Poly Feed Drip 26-12-12+2 MgO, de Haifa) para la primera etapa de abonado a partir del año de entrada en producción, y el complejo 14-7-21(Poly Feed Drip 14-7-21+2 MgO, de Haifa) para la segunda etapa.

Año	Etapa	Abono		kg de abono por semana y hectárea		
		Total kg	Tipo	Tempranas	Medias	Tardías
1	Única	12	Fosfato monoamónico (12-61-0)	0,7	0,7	0,7
		29	Sulfato potásico (51 %)	1,6	1,6	1,6
		64	Sulfato amónico (21 %)	3,6	3,6	3,6
2	Única	16	Fosfato monoamónico (12-61-0)	0,9	0,9	0,9
		39	Sulfato potásico (51 %)	2,2	2,2	2,2
		86	Sulfato amónico (21 %)	4,8	4,8	4,8
3	ETAPA I	26	Nitrato de Cal (15,5 N+26,5 CaO)	2,5	1,8	1,6
		15	Fosfato monoamónico (12-61-0)	1,4	1,0	0,9
		24	Sulfato potásico (51 %)	2,2	1,6	1,4
		61	Sulfato amónico (21 %)	5,8	4,2	3,7
	ETAPA II	10	Fosfato monoamónico (12-61-0)	2,2	2,2	1,8
		52	Sulfato amónico (21 %)	11,4	11,4	9,4
4	ETAPA I	53	Nitrato de Cal (15,5 N+26,5 CaO)	5,0	3,6	3,2
		25	Fosfato monoamónico (12-61-0)	2,3	1,7	1,5
		39	Sulfato potásico (51 %)	3,7	2,7	2,4
		95	Sulfato amónico (21 %)	9,1	6,6	5,8
	ETAPA II	16	Fosfato monoamónico (12-61-0)	3,6	3,6	3,0
		86	Sulfato amónico (21 %)	19,1	19,1	15,6
5	ETAPA I	72	Nitrato de Cal (15,5 N+26,5 CaO)	6,8	4,9	4,3
		34	Fosfato monoamónico (12-61-0)	3,3	2,4	2,1
		55	Sulfato potásico (51 %)	5,2	3,8	3,3
		135	Sulfato amónico (21 %)	12,9	9,3	8,2
	ETAPA II	23	Fosfato monoamónico (12-61-0)	5,1	5,1	4,2
		120	Sulfato amónico (21 %)	26,7	26,7	21,9
6 y siguientes	ETAPA I	94	Nitrato de Cal (15,5 N+26,5 CaO)	9,0	6,5	5,7
		44	Fosfato monoamónico (12-61-0)	4,2	3,1	2,7
		71	Sulfato potásico (51 %)	6,7	4,9	4,3
		172	Sulfato amónico (21 %)	16,4	11,9	10,4
	ETAPA II	30	Fosfato monoamónico (12-61-0)	6,6	6,6	5,4
		155	Sulfato amónico (21 %)	34,3	34,3	28,1

Año	Etapa	Abono		kg de abono por semana y hectárea		
		Total kg	Tipo	Tempranas	Variedades Medias	Tardías
1	Única	83	Complejo 20-9-20	4,6	4,6	4,6
2	Única	111	Complejo 20-9-20	6,2	6,2	6,2
3	ETAPA I	50	Complejo 14-7-14 + 14 CaO	4,8	3,4	3,0
		42	Complejo 26-12-12	4,0	2,9	2,6
	ETAPA II	86	Complejo 14-7-21	15,6	19,0	15,6
4	ETAPA I	100	Complejo 14-7-14 + 14 CaO	9,5	6,9	6,1
		62	Complejo 26-12-12	5,9	4,2	3,7
	ETAPA II	143	Complejo 14-7-21	26,0	31,7	26,0
5	ETAPA I	136	Complejo 14-7-14 + 14 CaO	12,9	9,4	8,2
		88	Complejo 26-12-12	8,4	6,1	5,4
	ETAPA II	200	Complejo 14-7-21	36,4	44,4	36,4
6 y siguientes	ETAPA I	179	Complejo 14-7-14 + 14 CaO	17,0	12,3	10,8
		112	Complejo 26-12-12	10,6	7,7	6,8
	ETAPA II	257	Complejo 14-7-21	46,8	57,1	46,8

Las cantidades a aportar semanalmente de cada uno de estos abonos para cada tipo de variedad se recogen en la tabla 5.

Respecto a la frecuencia de aplicación de los abonos, está demostrado que la eficiencia aumenta cuando aumenta el número de aplicaciones. Por ello, se recomienda repartir las cantidades indicadas (en cualquiera de los dos programas de fertirrigación propuestos) en, como mínimo, dos riegos semanales.

Una alternativa para el abonado del primer año de cualquiera de los programas anteriores, y siempre en función del análisis de suelo, sería aplicar en el momento de la plantación un abono de liberación lenta de 6 meses, con un equilibrio 1-0,5-1 o 1-1-1, a razón de 5 g de nitrógeno por planta. Durante el primer año, en caso en que se observe un crecimiento insuficiente o lento de las plantas, puede ser interesante el empleo de algún producto estimulante del desarrollo radicular.

Como medida de precaución, los abonos que contienen calcio no se deben de mezclar con cualquier otro tipo de abono. En consecuencia, cuando los arándanos

entran en producción, las aportaciones de calcio deben hacerse de forma independiente de las del resto de los abonos (incluidos otros complejos). Si por ejemplo, se aplican dos riegos semanales, uno se realizaría solamente con el abono que contiene el calcio, y el otro con el resto de los abonos. Si la solución madre concentrada (de donde absorbe la bomba inyectora) se prepara con una cantidad



↑
Tabla 5.- Cantidades de abono (kg/ha) semanales para cada tipo de variedad, en suelos con pH<6.

←
 Riego por goteo.



Tabla 6.—Cantidad de ácido (cm³ por m³ de agua de riego) para bajar el pH del agua de riego. (Vidal, 2007).

Unidades de pH a reducir	Acido fosfórico cm ³ /m ³ agua	Acido nítrico cm ³ /m ³ agua	Acido sulfúrico cm ³ /m ³ agua
0,7	10,5	32,3	13,1
0,8	12	37	15
0,9	13,5	41,6	16,9
1	15	46,2	18,7
1,5	22,5	69,3	28,1
2,0	30	92,4	37,5
2,5	37,5	115,5	46,8

Nota: Ac. fosfórico del 85% y densidad 1,71 g/cm³; Ac. nítrico 65% y densidad 1,4 g/cm³ y Ac. sulfúrico 95% y densidad 1,84 g/cm³



Frutos CV Elliot.

suficiente para varias semanas, sería necesario disponer de dos tanques.

Por otro lado, la solución nutritiva que llega a la planta debe acidificarse hasta

pH=5 en todos los casos añadiendo algún ácido, preferiblemente fosfórico, que habrá que manejar con las debidas precauciones. Como orientación, en la tabla 6 se indica la cantidad necesaria de ácido, según el pH del agua.

La eficiencia del programa de fertirrigación debe ser contrastada mediante la observación visual del desarrollo del cultivo. En plantaciones ya establecidas, el análisis foliar es la herramienta más útil y precisa para comprobar el estado nutricional del cultivo, verificar el programa de fertilización y establecer las correcciones oportunas. Se recomienda realizar un análisis foliar, al menos, cada dos años, y cuando se observe alguna anomalía.

Bibliografía citada y recomendada

- CIORDIA ARA, M., GARCÍA RUBIO, J. L. y GONZÁLEZ DE LENA, G. (2007) "El cultivo del arándano". Ed. SERIDA y KRK Ediciones. Oviedo.
- HART, J., STRIK, B., WHITE, L., YANG, W. (2006) Nutrient Management for blueberries in Oregon. EM 8918. Oregon State University Extension Service, Corvallis, Oregon.
- HANSON, E. J., HANCOCK, J. (1996) Managing and nutrition of Highbush blueberries. Bulletin E-2011. Michigan State University Extension. East Lansing. Michigan.
- RETAMALES, J. B.; HANCOCK, J. (2012) Blueberries. Crop production science in horticulture, N° 21. CABI Ed Publishing, Wallingford.
- VIDAL P. I. (2007) "Fertirriego en berries". Ed. Fac. de Agronomía de la Universidad de Concepción. Chile. ■



Control de malas hierbas en el cultivo de faba granja

ELENA PÉREZ VEGA. Área Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Genética Vegetal. epvega@serida.org
 GUILLERMO GARCÍA GONZÁLEZ DE LENA. Área de Experimentación y Demostración Agroforestal. ggarcia@serida.org
 JUAN JOSÉ FERREIRA FERNÁNDEZ. Área Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Genética Vegetal. jiferreira@serida.org

El control de malas hierbas en el cultivo de la faba granja tiene un efecto directo sobre la sanidad, la producción y por tanto sobre el rendimiento final del cultivo. En este trabajo se resumen diferentes alternativas para un adecuado control de malezas aunque, debe ser el productor quien opte por unas u otras en base a los recursos y características de su explotación.



El problema de las malas hierbas

Uno de los principales problemas que afectan al desarrollo del cultivo de la judía tipo faba granja es la proliferación de malezas o malas hierbas, considerando como tales aquellas plantas que se desarrollan en un cultivo y que no deseamos que aparezcan en él. Las malas hierbas están presentes, en mayor o menor medida, en todas las etapas del cultivo (siembra, desarrollo inicial, floración, cuajado y maduración) aunque son especialmente perjudiciales en las fases iniciales del mismo (Figura 1). Un mal control de las malezas en esta etapa inicial, puede provocar una considerable disminución del rendimiento o incluso la pérdida total de la cosecha. La presencia de malas hierbas tiene un efecto directo sobre el desarrollo del cultivo ya que: 1º/ afectan al desarrollo y a la producción de la judía (kg/m²) al competir con ella, por la disponibilidad de luz, agua, nutrientes y espacio; 2º/ favorecen la propagación de plagas y enfermedades al contribuir a generar microambientes apropiados para el desarrollo de los patógenos, incluso algunas malas hierbas puede ser hospedadoras de patógenos de judía contribuyendo de este modo a la transmisión de enfermedades; 3º/ dificultan el manejo

del cultivo, especialmente en tareas como la aplicación de tratamientos fitosanitarios o la recolección. En consecuencia, la mayor o menor presencia de malas hierbas tiene un efecto directo sobre el rendimiento del cultivo de faba (€/ha) bien por su efecto sobre la producción o por los gastos que supone su control.

Un adecuado control de las malezas comienza con la identificación de las especies predominantes en la parcela. A lo largo de los últimos años, se ha constatado una importante variación en las especies presentes en los cultivos. El predominio de una u otra especie depende de las características del suelo, de la climatología, del manejo agronómico de la parcela y de la etapa del cultivo. Son muy comunes en Asturias especies como el cenizo (*Solanum nigrum* L.), la pescalina (*Poligonum persicaria* L.), la correhuela (*Convolvulus arvensis* L.), la grama (*Cynodon dactylon* L.) o diferentes especies de gramíneas (véase Figura 2). Cada especie tiene un tipo de reproducción distinto que debe considerarse para que su control sea eficaz. Así, para un adecuado control de especies que principalmente se reproducen por semilla (p.ej, estramonio, cenizo) se debería evitar que las malezas produzcan semilla en la

Figura 1.-Cultivo de faba granja en su fase inicial gravemente afectado por malas hierbas.



Datura estramonium L.
(Estramonio)



Polygonum persicaria
(Pescalina)



Amarantus retroflexus L.
(Bledo)



Cynodon dactylon
(Gramma)



Chenopodium album L.
(Cenizo)



Rumex crispus L.
(Paniega)



Cyperus esculentus L.
(Juncia)



Convolvulus arvensis L.
(Correhuela)

Figura 2.-Principales tipos de malas hierbas identificados en el cultivo de faba granja asturiana. Debajo de cada foto se indica el nombre científico y entre paréntesis, el nombre vulgar generalmente usado.

parcela, mientras que en el caso de especies que se reproducen vegetativamente por estolones o bulbos (p.ej. grama, boliche) se debería evitar el troceado de la planta (roturado).

Métodos de control

Para el control de las malezas se pueden aplicar varios métodos o estrategias que ayudan a minimizar o limitar el desarrollo de malas hierbas dentro del cultivo. Todas tienen ventajas e inconvenientes. Según cada caso particular y teniendo en cuenta aspectos como el tipo de maleza predominante, los niveles de incidencia, la maquinaria disponible, la superficie, el estado de crecimiento del cultivo, el tipo de producción (convencional o ecológica, monocultivo o cultivo asociado)... será recomendable aplicar unos u otros métodos o la combinación de varios para maximizar la eficacia del control.

Prácticas de cultivo

Algunos aspectos relacionados con el manejo del suelo o el cultivo pueden contribuir, de manera preventiva, a reducir el nivel de incidencia de malezas en una parcela.

–*Rotaciones de cultivo.* Entre los beneficios que ofrece la práctica de las rotaciones de cultivo (reduce la incidencia de plagas y enfermedades y evita las pérdidas de rendimiento por la “fatiga” del suelo) también está el de evitar la expansión de plantas no deseadas, que se aprovechan de los huecos repetitivos que deja el cultivo de faba. Aunque la rotación idónea para la faba es de cinco años (no volver a sembrar en la misma parcela hasta pasado ese tiempo), es aconsejable procurar una rotación de, como mínimo, dos o tres años. Durante ese tiempo, para el control de malezas se puede recurrir a cultivos que cubran bien el suelo (como las coles), especialmente si predominan especies de reproducción vegetativa como juncia o correhuela, o la instalación de una pradera artificial (con alfalfa o con raigrás y trébol), durante ese periodo.

–*Mantener el suelo cubierto en invierno.* Incluso en el caso (el más habitual y menos aconsejable) de cultivar repetida-



mente la faba en la misma parcela durante varios años, el terreno no debe permanecer desnudo tras su cosecha. Una buena opción es la de incluir durante el periodo de invierno (noviembre-marzo), un cultivo para enterrarlo posteriormente como abono verde. Se recomienda utilizar nabos, o mezclas de un cereal (cebada, avena, ...) con un leguminosa (veza, haba, ...). En este caso, es conveniente programar la operación de siembra con suficiente antelación, en previsión de problemas de tempero del suelo, probables en esas fechas.

–*Laboreo.* Si el terreno no está preparado para la siembra debemos dejar nacer las semillas de las hierbas silvestres y efectuar, a continuación, labores progresivas y espaciadas. Hay que reducir lo máximo posible estas operaciones cuando aparezcan malezas que fácilmente se propagan vegetativamente por estolones, bulbos o raíces. En estos casos, debe evitarse el uso de la fresadora.

–*Control botánico o cubierta vegetal.* Busca limitar el desarrollo de malezas mediante la implantación de cultivos de cobertura, que se desarrollan al mismo tiempo que el cultivo de fabas, cuya agresividad, en algunos casos, puede controlar el crecimiento de las malas hierbas. La competencia por la luz, nutrientes y agua que se origina al implantar determinados cultivos (p.ej. determinados tréboles) así como la presencia en el suelo de determinadas sustancias excretadas por las raíces de algunas plantas puede limitar el crecimiento de algunas especie de malas hierbas.

–*Otras prácticas de cultivo.* Existen otras operaciones que ayudan a limitar la presencia de malezas en los cultivos, como son: la retirada y/o control de las malas hierbas antes de que produzcan semilla; limitar la incorporación de estiércol que pueda ser portador de semillas de malas hierbas; la “Falsa siembra” (empleada en agricultura ecológica); el transplante, que concede al cultivo cierta ventaja sobre las malas hierbas; el acolchado, del que se hablará en un apartado específico más adelante en virtud del interés que ofrece; o la biofumigación.

A pesar de las medidas de carácter preventivo expuestas anteriormente, cuando se cultivan variedades de enrame (con grandes pasillos entre líneas) en las condiciones de Asturias, con un clima húmedo y suelos frecuentemente ricos en materia orgánica, resultará inevitable la realización de una o varias pasadas de escarda o eliminación de malas hierbas. Para estas operaciones de control existen varias alternativas.

Control mecánico o escarda mecánica

Se basa en eliminar las malezas arrancándolas o enterrándolas bien manualmente o con ayuda de maquinaria (cultivadores, fresadora o motoazada, etc). Se recomienda que estas escardas (también conocidas como ‘sallar’) se realicen en días sin lluvias para evitar que las malas hierbas arrancadas tengan posibilidades de rebrotar. Generalmente es necesario realizar varias escardas a lo largo del cultivo para un adecuado control de las malezas. Este método resulta especialmente eficaz, para el control de malezas entre calles y puede aplicarse incluso cuando la mala hierba ha alcanzado el estado adulto. Sin embargo, requiere una considerable inversión en tiempo principalmente si se realiza un control manual de las malezas presentes dentro de la calle de cultivo. En las líneas de cultivo de fabas, la escarda mecánica resulta prácticamente imposible, y el control de adventicias deberá realizarse de forma manual.

Control químico o escarda química

Consiste en aplicar productos químicos (herbicidas) que impiden la germinación o destruyen selectivamente las malezas. Para realizar este tipo de aplicaciones es necesario conocer el tipo de mala hierba que vamos a combatir (monocotiledóneas/dicotiledóneas), la forma de actuación del herbicida (contacto o traslocación), el tipo de herbicida que estamos utilizando (esencialmente si se trata de herbicidas de presiembra, de pre-emergencia o de post-emergencia) y la presentación del formulado del producto. Este método de control resulta eficaz si la elección de la materia activa es la adecuada, la aplicación se realiza en el momento oportuno (atendiendo sobre



todo al estado de desarrollo de las malas hierbas) y con equipos de aplicación bien calibrados y en buen estado de funcionamiento. En el mercado existen muchas clases de herbicidas que pueden ser clasificados en:

(a) Según la **forma en la que actúan** los herbicidas:

–*Herbicidas de contacto* (controlan lo que tocan). Sólo afectan a las zonas de la planta sobre las que cae, por lo que a la hora de efectuar el tratamiento es importante que el producto moje adecuadamente las malas hierbas que se quieren eliminar.

–*Herbicidas sistémicos o de traslocación*. Se absorben por la planta (a través de la raíz o las hojas) y desde allí el producto se desplaza a todos los órganos de la planta a través de la savia. Estos productos resultan efectivos aunque la pulverización no haya alcanzado toda la planta.

(b) Según la **especificidad** o rango de especies que controlan:

–*Herbicidas totales* aquellos que eliminan todo tipo de plantas.

–*Herbicidas selectivos* los que respetando el cultivo indicado, destruyen uno o varios tipos de malas hierbas.

(c) Según el tipo de malas hierbas que eliminan:

–*Herbicidas contra malas hierbas de hoja ancha* (o dicotiledóneas).

–*Herbicidas contra malas hierbas de hoja estrecha* (o monocotiledóneas, gramíneas).

(d) Según la **época de aplicación** los herbicidas pueden clasificarse en:

–*Herbicidas de presembrado*: cuando la aplicación se realiza antes de la siembra. Normalmente requieren su incorporación al suelo.

–*Herbicidas de preemergencia*: si el tratamiento se realiza después de la siembra y antes de que el cultivo haya comenzado a germinar.

–*Herbicidas de postemergencia*: cuando la aplicación del tratamiento se realiza después de nacer el cultivo y hasta un determinado estado fenológico que vendrá indicado por el fabricante.

En la tabla 1 se muestran los distintos tipos de herbicidas que se pueden utilizar en el cultivo de judía grano (en base al Registro de Productos Fitosanitarios del Ministerio de Agricultura a fecha 10 de marzo de 2013) indicando la época de aplicación y el tipo de mala hierba que controlan.

En este punto hay que recordar, que es muy importante respetar las indicaciones y normas de aplicación en lo referente a la dosis del producto y su manejo, recomendadas por el fabricante.

Control por acolchado

Este método consiste en cubrir el suelo con plástico opaco para impedir la nascencia de las malas hierbas (ver Figura 3). Su eficacia en el control de malas hierbas es total. La combinación de acolchado en las calles y del control químico o mecánico dentro de la calle ha resultado el método más eficaz para el control de malezas en los ensayos realizados por el SERIDA. Esta técnica proporciona, además, una serie de ventajas: incrementa la temperatura del suelo lo que favorece la germinación y desarrollo de la raíz y se traduce en una mayor precocidad de la cosecha; ayuda a conservar la humedad del suelo (mejora la eficiencia del uso de agua y los fertilizantes, reduciendo su consumo) y mejora su



Figura 3.-Control de las malas hierbas, dentro de las calles, con acolchado de polietileno negro. Colocación del plástico en la línea de cultivo con la máquina acolchadora antes de la siembra.



Época	Materia Activa	Formulación	Controla	Observaciones
Presiembra	Pendimentalina	33% EC	Dicotiledóneas anuales y gramíneas anuales	Residual durante 3-4 meses. Incorporar mediante una labor superficial (2-3 cm) o mediante riego (800 l/ha). La incorporación profunda (10cm) puede afectar a las plantas de judía. Apto para cultivo asociado con maíz
	Etalfuralina	33% EC	Dicotiledóneas anuales y gramíneas anuales	Aplicar 10-15 días antes de la siembra. No recomendable para suelos con M.O. >5% Apto para cultivo asociado con maíz
Preemergencia	Linuron	45% SC y 50% WP	Dicotiledóneas anuales y gramíneas anuales	Aplicar al suelo sin incorporar. Apto para cultivo asociado con maíz.
	Aclonifen	60% SC	Dicotiledóneas anuales y algunas gramíneas	Herbicida de contacto. También postemergencia precoz de las malas hierbas y postemergencia del cultivo. Una vez aplicado el producto no debe trabajarse ni moverse el suelo. No controla tomatito ni estramonio.
	Prosulfocarb	80% EC	Dicotiledóneas anuales y gramíneas anuales	No aplicar cuando la siembra haya sido efectuada en condiciones desfavorables o la semilla se encuentre muy superficial. Sistémico absorbido por raíces, hojas y semillas.
Postemergencia	Bentazona	48% SL y 87% SG	Dicotiledóneas	Aplicar a partir de la 4ª hoja trifoliada. Herbicida de contacto: es aconsejable mojar bien las hierbas a controlar. No controla Papaver sp. (amapola), Polygonum aviculare (cien nudos), Taraxacum sp. (diente de león), Veronica sp. y Cirsium sp. (cardo). Apto para cultivo asociado con maíz, que debe tener más de 10 cm.
	Fluazifop-P-Butil	12,5% EC	Gramíneas anuales	Aplicar en postemergencia precoz de las malas hierbas. Es necesario adicionar un mojante compatible.
	Cicloxdim	10% EC	Gramíneas anuales y vivaces	Aplicar en postemergencia precoz de las malas hierbas: estado de 1 a 3 hojas Producto fotosensible: es aconsejable tratar al atardecer. Sistémico
	Cletodim	12% y 24% EC	Gramíneas anuales y vivaces	Aplicar cuando las gramíneas a controlar han nacido y poseen al menos 3 hojas. Evitar derivas a otros cultivos como el maíz, que es muy sensible. Sistémico
	Propanil	10% EC	Gramíneas anuales	Se recomienda no efectuar mezclas con otros herbicidas contra dicotiledóneas. No deben añadirse ni mojantes ni aceites al caldo. Sistémico absorbido por raíces y hojas
	Quizalofop-P-Etil	10% y 5% EC	Gramíneas anuales y vivaces	Tratar cuando las hierbas estén entre 2 y 10 hojas. Sistémico absorbido por raíces y hojas y rápida traslocación.
	Quizalofop-p-Tefuril	4% EC	Gramíneas anuales	Aplicar en postemergencia temprana del cultivo:2-6 hojas verdaderas. Requiere la adición de un mojante. Sistémico absorbido por raíces y hojas.
	Glifosato	Varias	Total	Aplicar mediante pulverización dirigida a baja presión con pantalla localizadora No mojar las plantas de la faba. Herbicida sistémico, no selectivo (TOTAL), de absorción foliar.
	Glufosinato amónico	15% SL	Total	Aplicar mediante pulverización dirigida a baja presión con pantalla localizadora. No mojar las plantas de la faba. Herbicida de contacto con cierta acción sistémica

IMPORTANTE: El catálogo de productos autorizados está sometido a frecuentes revisiones, por lo que se recomienda, antes de elegir un producto, consultar el listado actualizado en la web del MARM: (<http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/registro/menu.asp>).

Tabla 1.-Herbicidas admitidos en el cultivo de judía grano. Se indica la época de aplicación, la materia activa y el tipo malas hierbas sobre las que actúa. En el formulado, se muestra el tipo de presentación: **EC**: concentrado emulsionable, **SC**: suspensión concentrada, **SG**: gránulos solubles, **SL**: concentrado soluble y **WP**: Polvo mojable.



↑
Figura 4.-Acolchado con plástico negro en la línea de cultivo de la variedad "Xana" con hábito de crecimiento determinado.

estructura. Sin embargo el control mediante acolchado presenta inconvenientes como: a) el coste del propio material de acolchado; b) el coste de la colocación y retirada completa del plástico tras la cosecha, aunque existe la posibilidad de mecanizar ambas operaciones o de utilizar materiales alternativos biodegradables que pueden ser enterrados en el suelo; c) la adaptación a la siembra directa, esto es, realizar la siembra directa a la vez que se acolcha la línea de cultivo. Aunque se pueda adaptar la maquinaria disponible en el mercado, la cubierta de plástico puede afectar a la emergencia de la planta en forma de quemaduras o resistencia mecánica.

Los materiales empleados para el acolchado son los siguientes:

–Polietileno negro de baja densidad. Es el más extendido en la actualidad por su menor coste. Se emplea habitualmente plástico de 60 galgas de espesor (15 μ), cuyo coste puede estimarse en unos 150-200 €/ha. El principal problema de este material en su retirada y vertido, que presenta serias dificultades con láminas de ese espesor. Para la retirada de forma mecánica del plástico será necesario emplear plásticos de al menos, 100 galgas de espesor.

–Plásticos biodegradables. Son materiales susceptibles de ser degradados por los microorganismos originando agua, CO₂, y eventualmente residuos no tóxicos para el medio ambiente, por lo que no es necesario retirarlos al finalizar el cultivo. Tienen la ventaja de poder utilizar para su colocación la misma maquinaria que los plásticos normales, ya que aunque presentan propiedades mecánicas inferiores a las del polietileno, éstas son suficientemente adecuadas para el acolchado mecánico. Los plásticos biodegradables pueden tener un origen diverso, natural (vegetal o microbiano) o sintético (a partir de materiales renovables, o de origen petroquímico). El empleado más frecuentemente son los fabricados a partir de Mater-Bi®, un bioplástico de origen vegetal totalmente biodegradable y compostable, obtenido a partir de materias primas renovables como aceites vegetales, almidones, etc. Se emplean filmes de 15 micras (60 galgas) de espesor, que se degradarán en 6 a 8 meses. El principal problema de este material es su elevado coste, 3 a 4 veces superior al polietileno.

–Plásticos oxodegradables. Obtenidos a partir de polietileno de baja densidad al que se añaden ciertos aditivos (sales metálicas) que aceleran el proceso de degradación (fragmentación) natural, que en función de las condiciones de luz y calor, puede ser de 18 a 24 meses. El comportamiento agronómico de estos plásticos, que se utilizan durante una sola campaña, es muy irregular en lo que se refiere a su degradación. La parte expuesta del plástico puede llegar a degradarse, incluso muy rápidamente, en condiciones de buena insolación en el ciclo del cultivo de la faba, sin embargo, la parte enterrada no se degrada si no se saca a la superficie.

–Papel. Se trata de un material totalmente biodegradable, y con un coste intermedio entre el polietileno y los plásticos biodegradables. Su colocación con las acolchadoras convencionales presenta serias dificultades (se necesita una maquinaria especial para su adecuada colocación) y se rompe con cierta facilidad, especialmente en condiciones de humedad como son las nuestras. Una vez roto, el viento puede mover el papel provocando daños al cultivo. ■



Sclerotium rolfsii, un patógeno de judía que produce daños de forma ocasional

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

El hongo fitopatógeno *Sclerotium rolfsii* ocasiona podredumbres en el cuello y las raíces de plantas de un gran número de especies. En Asturias, este hongo se ha encontrado afectando a faba granja asturiana en años en los que la climatología fue especialmente propicia al desarrollo de la enfermedad.

Sclerotium rolfsii Sacc. (Teleomorfo: *Athelia rolfsii* (Curzi) Tu & Kimbr) es un hongo fitopatógeno, habitante del suelo, con un amplio rango de hospedador, concretamente alrededor de 500 hospedadores en los que causa podredumbres de raíz y cuello. La enfermedad que produce recibe muchas denominaciones diferentes en la literatura: pudrición basal de tallo y raíz, mal del esclerocio, añublo sureño o tizón sureño, son algunas de ellas.

Algunos de los cultivos que se ven afectados por este patógeno son, entre otros: judía, manzano, remolacha, girasol y fresa.

Una de las especies a las que afecta este hongo es la judía (*Phaseolus vulgaris* L.), especie en la que se ha descrito que puede ser transmitido por las semillas (Singh y Mathur, 1974). Los síntomas que produce son marras de nascencia y podredumbre de cuello en plántulas. En plantas adultas comienzan con clorosis y marchitez acompañados de pudriciones húmedas en el tallo y cuello que a veces llegan a cubrirse de un moho blanco que es el micelio del hongo, llegando a secar la planta (Figura 1). En muchas ocasiones, estos síntomas son difíciles de distinguir de los producidos por otros hongos de suelo como por ejemplo *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli*, *Rhizoctonia solani*, etc. En

teoría habría pequeñas diferencias entre las pudriciones originadas por cada uno de ellos, pero, en la práctica, estas pequeñas diferencias son poco apreciables a simple vista.

El hongo tiene un micelio blanco algodonoso de crecimiento rápido en el que, al cabo de unos días, aparecen unos esclerocios de color blanco que van tomando un color castaño a medida que pasa el tiempo (Figura 2).

Tiene una amplia distribución en el mundo, pero es más frecuente en regiones tropicales y subtropicales. Le favorecen



Figura 1. Síntomas de podredumbre en faba granja asturiana producidos por *S. rolfsii*.



→

Figura 2.-Aspecto de *S. rolfsii* en una placa de cultivo. Se puede apreciar el micelio blanco y los esclerocios pequeños, redondos y de color castaño, típicos de este hongo.



los climas muy calurosos y suelos fundamentalmente ácidos. Se ha descrito que en Europa central y del sur puede ser, en determinadas condiciones, muy destructivo (Smith, 1992); sin embargo, en la literatura aparece raras veces como un patógeno importante de los cultivos europeos, ni siquiera en cultivos protegidos. En España se ha descrito en cultivos de tomate de Badajoz (Tello y del Moral, 1995) y en Asturias se ha encontrado causando daños en cultivos de faba granja asturiana de forma esporádica (González *et al.*, 2004). Su control es análogo al recomendado para *S. sclerotiorum*, pudiendo obtener información actualizada sobre el mismo en la página oficial del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y consultando a la Sección de Sanidad Vegetal del Principado de Asturias.

En Asturias se detectó este hongo en 1989 por primera vez en una parcela experimental de faba granja asturiana en Villaviciosa. La mortalidad de la parcela fue del 30% y se asoció con las plantas muertas tanto *S. rolfsii* como *F. solani*. Como hemos mencionado anteriormente, las diferencias sintomatológicas producidas por ambos son difíciles de apreciar, por lo que para el seguimiento de la enfermedad observada se realizaron cuatro muestreos sucesivos cada 15 días. Después de este período de tiempo, la pérdida de plantas ya no fue significativa. A lo largo de los muestreos pudimos comprobar cómo *S. rolfsii* iba desplazando a *F. solani*, pasando de aislarse en un 54,9% de las plantas muertas en el primer muestreo a un 75% en el último. También hubo muestras en las que se aislaron los dos hongos conjuntamente.

En las pruebas de patogenicidad realizadas, las cepas de *S. rolfsii* ensayadas mostraron ser muy virulentas (Tello, datos no publicados).

Durante 1990 se situaron plantas-cebo de judía en la parcela, que había pasado de ser sembrada con faba a ser utilizada para el cultivo de pequeños frutos. No se aisló el hongo en ningún caso ni se observaron síntomas de enfermedad en las plantas-cebo.

En el año 2001 se volvió a aislar el hongo en judía granja asturiana procedente de Grado y posteriormente se ha seguido aislando en algunas ocasiones, aunque podemos decir que no es uno de los hongos que acompaña sistemáticamente al cultivo de la faba sino que produce daños ocasionalmente, aunque, cuando se producen, éstos pueden tener cierta importancia en cuanto a mortalidad de plántulas.

Si las previsiones sobre cambio climático se cumplen, patógenos como este hongo van a ir siendo cada vez más habituales en nuestros cultivos.

Referencias bibliográficas

- 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., MENDOZA, M. C., TELLO, J. C. 2004. Microorganismos patógenos transmitidos por semilla de judía tipo granja asturiana. Saneamiento de semilla. Ed. SERIDA/KRK, Oviedo, 160 pp.
- SINGH, D. y MATHUR, S. K. 1974. *Sclerotium rolfsii* in seeds of bean from Uganda. *Seed Sci. & Technol.* 2: 481-483.
- SMITH, I. M. 1992. *Corticium rolfsii*. P: 574. En: Manual de enfermedades de las plantas. Smith, I. M., Dunez, J., Phillips, D. M., Lelliott, R.A. y Arche, S.A. (Eds) Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- TELLO, J. C. y DEL MORAL, J. 1995. Enfermedades no víricas del tomate. Pp: 523-563. En: Cultivo del tomate. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- SANTIAGO, R. *Corticium rolfsii* Curzi. Ficha 35. En: Fichas de diagnóstico en Laboratorio de organismos nocivos de los vegetales. Ed. MAPA. ■

Cómo identificar la presencia de roedores perjudiciales para el manzano

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



Rata topo



Topillo lusitano



Topo ibérico

Los roedores constituyen una de las plagas agrícolas más dañinas y difíciles de controlar. En el caso del manzano, la rata topo (*Arvicola terrestris*) y el topillo lusitano (*Microtus lusitanicus*) roen las raíces y el cuello del árbol llegando a causar su muerte.

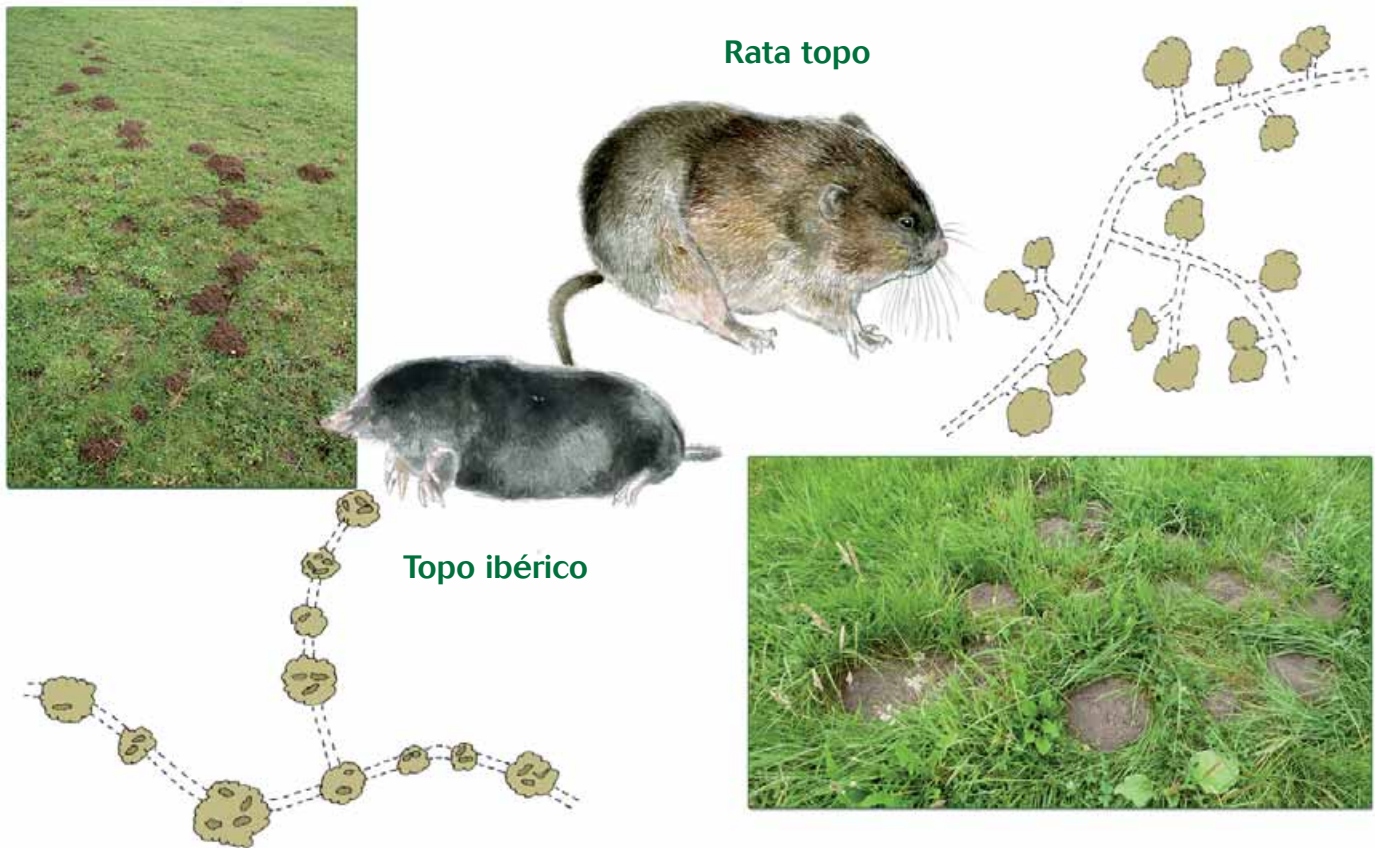
En un artículo anterior publicado en esta misma revista (Miñarro y Dapena, 2010) ofrecíamos las claves para identificar estas dos especies y diferenciarlas de otros micromamíferos que viven en las pumaradas. Sin embargo, estos roedores dañinos tienen actividad subterránea y no son fáciles de ver ni, por tanto, identificar. En el presente artículo vamos un poco más allá y describimos los signos que la rata topo y el topillo lusitano dejan en el suelo de las pumaradas como consecuencia de su actividad excavadora e intentamos diferenciarlos de los del topo ibérico (*Talpa occidentalis*), una especie

también frecuente pero inofensiva para los manzanos.

Tres especies de actividad subterránea

Desde la publicación del anterior artículo hemos realizado numerosos muestreos para determinar cuáles son los pequeños mamíferos que podemos encontrar más frecuentemente en las pumaradas asturianas. Hemos comprobado que tres especies son habituales: la rata topo, el topillo lusitano y el topo ibérico (Figura 1) y que, además, es frecuen-

↑
 Figura 1.-Las tres especies de micromamíferos subterráneos más frecuentes en las pumaradas de Asturias.



te encontrar dos e incluso las tres especies en la misma plantación. Todas ellas se caracterizan por vivir en galerías subterráneas que ellas mismas excavan.

De estos micromamíferos, sólo el topillo lusitano desarrolla parte de su actividad en superficie, por lo que deja sus galerías abiertas para entrar y salir sin dificultad, lo que se traduce en la presencia de agujeros en el suelo. Por el contrario, la rata topo y el topo son más subterráneos y sólo de manera ocasional dejan el refugio que constituyen las galerías para salir al exterior, por lo que raramente dejan agujeros abiertos en el suelo. Su presencia se detecta por los montones de tierra (toperas) que sacan a la superficie al realizar las galerías. Así pues, los agujeros y las toperas son los signos de actividad que nos indican la presencia de estos animales.

Cómo diferenciar las toperas de la rata topo y el topo

Como comentábamos, la rata topo y el topo ibérico son frecuentes en las puma-

↑
Figura 2.-Distribución espacial de las toperas de topo ibérico (izquierda) y rata topo (derecha).

↓
Tabla 1.-Características que permiten diferenciar las toperas de rata topo y topo.

radas de Asturias y ambos sacan tierra al exterior en forma de montones. Como la rata topo es dañina y el topo inofensivo, resulta fundamental para tomar decisiones de manejo diferenciar cuál es la especie que tenemos en nuestra pumrada, lo que se puede hacer en base a las características de las toperas (Montiel, 2011; Miñarro *et al.*, 2012). El método para diferenciarlas debe estar basado en características que se aprecien en el suelo sin necesidad de abrir las galerías, es decir, características que sean fácil y rápidamente identificadas. Tras medir 15 características en toperas de una y otra especie llegamos a la conclusión de que algunas están más ligadas a las toperas de rata topo y otras a las de topo (Tabla 1).

Característica	Rata topo	Topo
Distribución de las toperas	No lineal	Lineal
Caminos de tierra	Ausentes	Presentes
Terrones en las toperas	Infrecuentes	Muy frecuentes
Diámetro de la galería	Mayor (4,9 cm de media)	Menor (3,6 cm de media)
Profundidad de la galería	Mayor (11,1 cm de media)	Menor (8,1 cm de media)



Las características más fácilmente interpretables y que más diferencian estas especies son la distribución lineal de las toperas, la existencia de “caminos de tierra” y la presencia de terrones en las toperas. Todas ellas son propias del topo. Los topos excavan las galerías siguiendo una línea y expulsan la tierra justo sobre el túnel, lo que conlleva que las toperas se distribuyan según un patrón lineal. La rata topo, por el contrario, construye túneles auxiliares a los lados de las galerías principales para sacar la tierra al exterior, por lo que las toperas se distribuyen de una manera más agrupada (Figura 2).

El comportamiento alimentario del topo hace que a menudo excave galerías muy superficiales, dejando unos “caminos de tierra” que forma al empujar con el cuerpo la tierra hacia la superficie al buscar invertebrados en los horizontes más superficiales del suelo (Figura 3). La rata topo se alimenta de bulbos y raíces y no necesita excavar galerías tan superficiales para su alimentación, por lo que no hace estos “caminos de tierra”.

Estas especies expulsan la tierra al exterior de manera diferente: el topo amontona la tierra en el túnel y la empuja con la cabeza y las patas anteriores, de modo que la tierra es moldeada por el túnel y sale al exterior compactada en forma de terrones; la rata topo excava con los dientes y expulsa la tierra con las patas traseras y la cabeza y no deja esos terrones en la topera (Figura 4).



↑
Figura 3.-Típico “camino de tierra” dejado por el topo ibérico.

Estas características deberían ser tomadas en conjunto para un mejor diagnóstico, puesto que, a veces, también aparece algún terrón sobre las toperas de rata topo o si la densidad de topo es elevada la distribución de las toperas puede perder ese patrón lineal por la construcción de galerías próximas y superpuestas. En estos casos se recomienda desenterrar la galería y valorar las características subterráneas, ya que algunas, como el diámetro de la galería y su profundidad, también dependen de la especie y, en

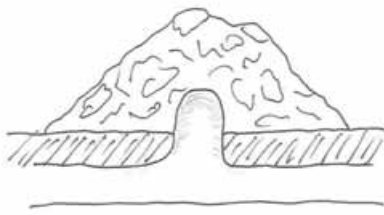


Topo ibérico

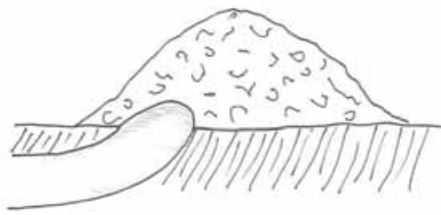
Rata topo

←
Figura 4.-Topera de topo ibérico con terrones compactos de tierra (izquierda) y topera de rata topo, con la tierra más suelta (derecha).





Topo ibérico



Rata topo



Figura 5.-Toperas de topo ibérico, con la salida de la galería en el centro, y de rata topo, con el agujero a un lado.

situaciones de duda, pueden ayudar a identificar al autor de los indicios. Como la rata topo es bastante mayor (hasta 120 g de peso) que el topo ibérico (36-56 g) sus galerías son también más anchas y altas.

Otra manera cómoda y eficaz de verificar la especie que hizo el montón de tierra es localizar dónde está el agujero en la topera (simplemente hincando un bastón o el dedo): si está en el centro de la topera se trata muy probablemente de una galería de topo, mientras que si está en un lado se trata de rata topo. Esta localización del agujero es debida a que el topo hace una galería vertical para expulsar la tierra, de modo que ésta cae hacia todos los lados, quedando el agujero en el medio, mientras que la galería de la rata topo sale al exterior de manera inclinada y la mayor parte de la tierra cae hacia un lado (Figura 5).

Los agujeros del topillo lusitano

El topillo lusitano deja las galerías abiertas al exterior en forma de agujeros redondeados y raramente se encuentran montones de tierra en su cercanía. En concordancia con el pequeño tamaño de



Figura 6.-Agujeros que indican la presencia de topillo lusitano.



este topillo (que raramente supera los 20 g de peso), los agujeros son también pequeños (unos 3 cm de diámetro) y pueden aparecer en densidades elevadas (en un círculo de cinco metros de diámetro alrededor de un manzano llegamos a contar hasta 28 agujeros). Los agujeros permanecen en el suelo mucho más tiempo que las toperas, que son fácilmente destruidas con las labores de mantenimiento (desbrozado, segado...), y no siempre es sencillo diferenciar entre los antiguos y los que aún están en uso. Éstos últimos suelen ser más redondeados, no presentan restos (hojas, hierba seca) o telarañas taponándolos y en ocasiones presentan la vegetación roída a su alrededor (Figura 6).

Este trabajo pretende ser útil para reconocer la presencia de los dos roedores más perjudiciales para los manzanos de Asturias en base a sus indicios de actividad y para diferenciar éstos de los del topo ibérico. La identificación certera de las especies presentes en el cultivo facilitará un mejor manejo de los roedores perjudiciales y evitará la muerte innecesaria de especies inofensivas.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó en el marco del proyecto PC10-52, financiado por la Consejería de Educación y Ciencia del Principado de Asturias, FEDER, Caja Rural de Gijón, CADA E y AACOMASI. Gonzalo Gil aportó desinteresadamente los dibujos de los animales.

Bibliografía

- MIÑARRO, M., DAPENA, E. 2010. Roedores que dañan los manzanos. *Tecnología Agroalimentaria* 8: 11-16.
- MIÑARRO, M., MONTIEL, C., DAPENA, E. 2012. Vole pests in apple orchards: use of presence signs to estimate the abundance of *Arvicola terrestris cantabriae* and *Microtus lusitanicus*. *Journal of Pest Science*, 85(4): 477-488.
- MONTIEL, C. 2011. Empleo de indicios de actividad para estimar la abundancia de roedores perjudiciales para el manzano. Máster en Agricultura, Ganadería y Silvicultura ecológicas, Universidad Internacional de Andalucía. 61 pp. ■

Recomendaciones generales para la cría del Gochu Asturcelta

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

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

MARÍA ANTONIA CUETO ARDAVÍN. Área de Nutrición, Pastos y Forrajes. macueto@serida.org

El Gochu Asturcelta, raza autóctona del Principado de Asturias, ha tenido un período de recuperación muy corto, pasando de estar prácticamente extinguida en 2005, a ser un recurso importante en el agro asturiano en estos momentos. Por ello, mediante una estrecha colaboración entre el personal técnico del SERIDA y de la Asociación de Criadores de Gochu Asturcelta (ACGA), y contando con la contribución de las Administraciones regional y nacional, tratamos de facilitar información técnica contrastada, para que la producción de esta raza autóctona, manteniendo los pilares tradicionales, se modernice y adapte a los nuevos tiempos.

En un número anterior de esta publicación periódica del SERIDA, (Argamentería y de la Roza-Delgado, 2011), se presentó una pequeña contribución divulgativa para la modernización y mejora de las capacidades de este sector productivo regional, en la que se sintetizaron las recomendaciones nutricionales para piensos destinados a la raza porcina autóctona de Asturias. En la misma línea, se quiere ofrecer una somera síntesis del manejo general en régimen *semiextensivo* y *extensivo*, para fomentar las producciones animales más sostenibles, como fuente de productos de alto valor añadido. Se puede ampliar la información consultando el *Manual del Gochu Asturcelta* y la *Guía del Gochu Asturcelta*, publicados en el año 2012.

Ante todo, procede recordar qué entendemos por cada uno de estos dos tipos de manejo:



Régimen semiextensivo: Se entiende por este régimen manejar a los animales alojados en parcelas o parques al aire libre, procurando en lo posible que haya disponibilidad de pasto o setos arbóreos y matorrales donde proliferan plantas con bulbos superficiales, con instalaciones anexas, incluidos edificios sencillos donde permanecen durante ciertas etapas de su ciclo reproductivo. La alimentación se basa en piensos compuestos.

Si se utilizan casetas tipo camping, éstas deben estar sobre un suelo que permita el drenaje, esté seco y permita la limpieza periódica de las mismas. En invierno es importante que dentro de la caseta tengan paja; como cama, mejora mucho el gradiente térmico y aumenta el confort de los animales.

Parcelas de cría en semiextensivo de la raza de Gochu Asturcelta en el SERIDA de Villaviciosa (Samielles).



Régimen extensivo: Una explotación está bajo este tipo de régimen, cuando los animales están libres aprovechando recursos naturales, sobre todo pastos con arbolado más o menos denso. En Asturias, es frecuente que estos estratos arbóreos presenten especies que producen en otoño bellota, castaña y hayuco. También se dan avellanas en el subarbóreo.

Paralelamente a lo anterior, en toda explotación porcina, hay dos ciclos diferenciados (Buxadé, 1984 a), que expone-mos a continuación:

Reproducción: su punto de partida son los reproductores masculinos (verra-cos) y femeninos (cerdas de vientre). La producción final son lechones desteta-dos. Pueden ser destinados a sacrificio inmediato en matadero, a posterior engorde o a ser criados para reposi-ción.

Engorde: se parte de lechones desteta-dos y se obtienen animales cebados con destino a matadero.

Según el tipo de explotación, las hay que realizan solamente uno de los ciclos. Es el caso de aquellas que venden lecho-nes destetados como producto final (véase mas adelante). Por el contrario, se dan otras explotaciones sin reproductores, que únicamente adquieren lechones destetados y se encargan de cebarlos.

A continuación se describe el manejo semiextensivo y extensivo de cada una de las categorías de animales necesarias en las explotaciones:

Verraco

Es el semental macho. Inicia su vida como reproductor entre los seis y ocho meses de edad dependiendo de su desarrollo, con peso vivo no inferior a 80 kg. Debe poseer todas las características morfológicas de la raza y estar en perfecto estado sanitario, libre de defectos y con libido intensa. No obstante, su presencia no sería imprescindible, aún en explotaciones dedicadas exclusivamente al ciclo de reproducción, si hay garantía de disponer de semen refrigerado o congelado. Actualmente, se obtiene en el Centro de Biotecnología Animal (CBA) del SERIDA en Deva (Hidalgo *et al.*, 2012 a).

Si la explotación se decanta por la monta natural, se recomienda 1 verraco por 20 hembras (Buxadé, 1984 b).

Verraco en régimen semiextensivo

El macho permanecerá alojado en un parque de unos 100 m² con un refugio individual ante lluvia y viento, comedero con capacidad para 2-3 kg de pienso y bebedero de nivel. El parque estará delimitado por malla ovejera sujeta con estacas y por el interior habrá dos hilos de



Ejemplares de Gochu Asturcelta en régimen extensivo (Fotografía proporcionada por Chus García)



Semental de Gochu Asturcelta (Lulo) en régimen semiextensivo en el SERIDA de Villaviciosa.



pastor situados a unos 20 y 40 cm de altura.

Para el apareamiento, se le conducirá a una parcela especialmente destinada a este fin, donde estará la hembra o hembras en celo. El parque del verraco y la parcela de apareamiento no deben ser colindantes. Esta precaución se tendrá particularmente en cuenta si existe más de un verraco en la explotación, dado su comportamiento agresivo.

El régimen semiextensivo es virtualmente obligatorio para los verracos donantes de semen y es el tipo de régimen que se utiliza en el CBA (Hidalgo *et al.*, 2012 b).

Verracos en régimen extensivo

Durante su vida activa como sementales, consideramos que no es aconsejable un manejo extensivo, aún en el caso de que hubiera un solo verraco en la explotación.

Terminada esta etapa, una vez castrado, puede ser susceptible de un proceso de cebo y acabado en régimen extensivo, tal como expondremos más adelante.

Cerdas de vientre

La raza Gochu Asturcelta es muy precoz sexualmente y el primer celo puede

tener lugar a los cuatro meses. Sin embargo, no conviene aprovecharlo. Lo más aconsejable es esperar a que vuelva a salir en celo con posterioridad a siete meses y que inicie entonces su actividad como reproductora. Deberá haber alcanzado los 80 kg de peso vivo. (Cueto Ardavín, 2012).

Si no se aprovecha un celo, el siguiente se presentará a los 21 días. Con cobertura eficaz, la gestación durará 115 días. El parto tiene lugar habitualmente sin intervención humana, por lo que suele bastar la observación y el registro de incidencias, sin molestar a la cerda. El promedio es de 9 lechones vivos por camada. La lactación normal puede considerarse de 45 días (8 lechones destetados por camada), pero puede acortarse o prolongarse, según que el interés de la explotación sea reducir el intervalo entre partos o incrementar el peso vivo del lechón al destete. Tras este, el nuevo celo se presentará dentro del plazo de una semana.

Manejo semiextensivo de las cerdas de vientre

Pueden estar alojadas en grupo dentro de una misma superficie, cercada como la de un verraco. Cada una la abandonará para ir a la parcela de apareamientos cuando presente síntomas de celo y regresará iniciada la gestación si la



←
Cerda de Gochu Asturcelta y sus lechones, alojados en la nave de partos del SERIDA de Villaviciosa.

cubrición fue eficaz. La parcela dispondrá de comedero, bebedero de nivel y refugios comunitarios contra condiciones climáticas adversas.

Dos semanas antes de la fecha prevista de parto, la cerda será conducida a la nave de parto. La mejor distribución de la misma será en boxes de 3 x 3 m a lo largo de un pasillo. Cada box estará delimitado por un muro de obra de 1 m de alto, con puerta de acceso y comedero y bebedero individuales. Cuando una cerda se cambia al local donde va a parir es conveniente asegurarse de que localiza los puntos de alimentación y bebida y que los acepta, siendo además muy importante suministrar paja. Aparte de su beneficio en el bienestar físico del animal, ayuda a su adaptación fisiológica y psíquica.

Es necesario que haya un lugar para refugio de los lechones donde colocaremos la lámpara de calor (lámpara de infrarrojos) durante sus primeras semanas de vida. Se delimitará en una esquina, mediante un enrejado que les permita acceder fácilmente. Unas barras adosadas a lo largo de los muros, contribuirán

también a reducir mortalidad de lechones por aplastamiento.

Disponer de los modelos de jaulas usadas en producción intensiva de cerdos blancos es opcional. La experiencia acumulada en el SERIDA de Villaviciosa permite afirmar que no presentan grandes ventajas frente a que la cerda para libremente en el interior del box sobre una cama de paja. Lo importante es el área de protección de los lechones antes descrita.

El periodo de lactación tendrá lugar en el propio box de partos. En esta fase de reproducción, se pueden obtener diferentes productos finales:

- Cochinitillos entre 5-7 kg: lechones con aproximadamente 21 días de vida.
- Lechones destetados a 45 días con destino a cría para reposición o a engorde o a venta inmediata como cochinitillos de 10-15 kg.
- Lechones destetados a 60 días para venta inmediata, con 20-30 kg, como "gochos de postín".



→

Asado de gochu de postín a la estaca.



A continuación se enumeran unas pautas de manejo en el parto y postparto por su importancia en la viabilidad de los lechones:

- Cambiar toda la paja de la paridera después del parto para bajar la carga microbiológica. Debe evitarse un exceso de cama, ya que induciría a los lechones a cobijarse bajo ella en lugar de acudir a las lámparas de infrarrojos. Con ello, correrían riesgo de aplastamiento por la cerda.
- Las placentas deben ser retiradas y eliminadas de forma adecuada.
- Todos los lechones que mueran en el parto o nazcan muertos deben ser enviados a incineración. También los que mueran a lo largo de la lactación.
- Después del parto debemos asegurarnos de que todos los lechones maman calostro.
- Las primeras 24 horas debemos vigilar que todos los lechones son capaces de acercarse a la cerda y mamar. Es muy recomendable el amamantamiento manual.
- Vigilar que la cerda come, bebe, defeca y orina normalmente al menos los cuatro primeros días postparto. El primer síntoma de que algo no va bien es que la cerda deje de comer o no defeque.
- Es recomendable suministrar alimentos en verde durante esos primeros cuatro días.
- Mantener limpia la paridera, los comederos y los bebederos.
- Asegurarse de que la lámpara de infrarrojos suministra suficiente calor a la camada.

Cerdas de vientre en régimen extensivo

El tiempo que permanecen vacías y la mayor parte de la gestación pueden permanecer sobre pastos arbóreos, arbustivos o herbáceos, cercados perimetralmente y con suministro de agua. Entre 1-3 kg de pienso de gestación pueden ser sustituidos por 1,5-4 kg de materia seca de vegetación de buena calidad nutricional, si está disponible en cantidad

suficiente. Prados y praderas anexos al bosque, así como el propio estrato herbáceo del mismo en caso de que esté integrado fundamentalmente por especies pratenses, pueden cumplir con esta función, siempre que se evite el espigado total de las gramíneas.

Incluso el parto y lactación pueden tener lugar en refugios sencillos que permitan la salida de la madre a buscar alimento, pero no la de los lechones. Esto último se consigue mediante una valla semicircular de 20 cm de altura ante la entrada al refugio. Las lactaciones no pueden durar tanto como en régimen semiextensivo y es inevitable una mayor pérdida de lechones por aplastamiento y otras incidencias. Adicionalmente, la cerda perderá mucho peso durante una lactación en este tipo de régimen, que tendrá que recuperar posteriormente y por ello no podrá cubrirse de inmediato, lo que reducirá la eficacia de la reproducción. Con pocas cerdas reproductoras, no es aconsejable el régimen extensivo.

Animales de recría

Se considera recría al conjunto de animales de una explotación desde el destete hasta su paso a reproductores o a engorde.

Animales de recría en régimen semiextensivo

Una vez destetados, los cerdos consumirán pienso de recría a voluntad hasta los cuatro-cinco meses, edad en la cual deben adquirir un buen desarrollo corporal. A partir de ahí, se comenzará gradualmente el racionamiento del consumo de pienso hasta alcanzar los 2,5 kg por cabeza y día, alrededor de siete-ocho meses. Los comederos deben estar bajo techo, ya que es sumamente importante que el pienso no se moje.

A los seis meses, podrían pasar a ser reproductores y se les incluirá en las categorías de verracos o de cerdas de vientre. Sin embargo, en la mayoría de los casos esta edad es prematura, considerándose más adecuada alrededor de los ocho meses.





Lote de cerdos en engorde bajo régimen semiextensivo en el SERIDA de Villaviciosa.

Animales de recría en régimen extensivo

No es recomendable incluir animales con menos de tres meses de edad en este tipo de régimen, siendo aconsejable hacerlo cuando hayan cumplido los cinco meses. Permanecerán al aire libre en superficies cercadas de la forma antes indicada, con refugios y bebederos comunales, aprovechando los recursos vegetales del bosque, si hay posibilidad potencial de que su energía metabolizable alcance 10 MJ/ kg materia seca y su contenido en proteína bruta no sea inferior al 16 % sobre materia seca. En caso contrario, aún permaneciendo en el bosque, los animales en recría deberán recibir aportes adicionales.

Animales para engorde

Animales para engorde en régimen semiextensivo

Permanecerán en parcelas cercadas al aire libre, con bebederos, refugios comu-

nales y comederos tolva. Durante la fase de crecimiento, tras un destete de 45 días, la ingestión de pienso es a voluntad y no plantea problemas. Durante las fases posteriores de crecimiento – cebo, cebo y acabado, en que el pienso debe racionarse a 2,5 y luego a 2 kg por cabeza y día, hay que tener la precaución de colocar cotidianamente en el comedero la cantidad diaria de alimento a ingerir y la longitud de comederos debe permitir el acceso simultáneo de todos los animales. Los dosificadores automáticos de pienso de forma individual serían ideales al respecto, pero solo se justifican con un elevado número de efectivos debido a su precio, o con finalidad experimental.

La edad óptima de sacrificio se sitúa alrededor de los 12 meses de edad. A partir del mismo, el incremento de peso es tan pequeño que no compensa el consumo de pienso.

En la tabla 1, se recoge un resumen de las diferentes pautas de manejo y





Fase	Peso vivo inicial (kg)	Edad final	Peso vivo final (kg)	Dosis de pienso (kg/día)
Nacimiento	1,5	0 días		
Cría - Destete	1,5	45 días	10-15	<i>Ad libitum</i>
Crecimiento o recría	10-15	4-5 meses	60-70	<i>Ad libitum</i>
Crecimiento-cebo	60-70	7-8 meses	80	2,5 kg
Cebo	80	8-10 meses	Aprox. 100	2 kg
Acabado en semiextensivo	100	Aprox. 12 meses	140-150	2 kg

dosis de pienso, según la fase de desarrollo, para producciones de Gochu Asturcelta en régimen semiextensivo.

Animales para engorde en régimen extensivo

Esta explotación se basa en el aprovechamiento de recursos naturales, especialmente de frutos otoñales de los pastos arbóreos (avellana, bellota, hayuco y castaña). Son fuente natural de compuestos antioxidantes y de ácidos grasos insaturados, que incorporados a la grasa de los animales no solo la harán saludable, sino que también le conferirán un aroma y sabor peculiares y agradables, que harán de los fiambres obtenidos un producto diferenciado. Esto solamente es posible en animales que hayan sintetizado al menos el 50 % de su grasa corporal; de lo contrario se utilizan como fuente de energía (López Bote *et al.*, 1999).

Para que se cumpla lo anterior, no podemos llevar al monte animales que aún no hayan cumplido los cinco meses de edad. Además de la no incorporación de ácidos grasos insaturados a su tejido adiposo, tampoco sabrían desenvolverse bien entre una vegetación densa y quizá con pendiente excesiva para ellos. Aunque todavía no se dispone de datos concluyentes acerca del número idóneo de animales por ha, en base a estudios preliminares se sugiere provisionalmente un máximo de 5.

Alrededor de los 12 meses de edad, justo al terminar la caída de los frutos del bosque en invierno, se considera el momento para que los animales salgan del monte al matadero. Esta recomenda-

ción no supone ningún problema para los partos de invierno. Con los de otras épocas del año habrá que diseñar diferentes estrategias (Argamentería, 2012).

El monte debe estar cercado perimetralmente con malla ovejera e hilo eléctrico. Debe disponer de un camino de acceso y de una manga que facilite el manejo de los animales a lo largo de todo el período y la carga de los mismos cuando llegue el momento de su envío al matadero.

No es necesario instalar refugios comunales para los cerdos. Más aún: probablemente la topografía y la vegetación tan densa de los pastos arbóreos lo impedirían. Sí es necesario que haya suministro de agua y de no existir abrevaderos naturales será necesario un bebedero de nivel conexionado a traída de agua.

Incluso con este tipo de régimen, en determinadas épocas del año, será necesaria la suplementación. El pienso apropiado sería el de recría y no resultaría necesaria la instalación de comederos tolva, ya que se trata de animales habituados a hozar.

Con estas recomendaciones generales de manejo, esperamos que esta raza rústica, adaptada a condiciones extensivas y sistemas de alimentación naturales, tenga un reconocido nicho de mercado y, en este caso, se espera que influya positivamente sobre el valor de los productos generados por este animal, teniendo en cuenta el incremento de sensibilidad del consumidor hacia las producciones animales más sostenibles.



Tabla 1.-Resumen de pautas a seguir en régimen semiextensivo según fase de crecimiento.



Referencias bibliográficas

- ARGAMENTERÍA, A. (2012). Capítulo VI. Alimentación del Gochu Asturcelta En: *Manual del Gochu Asturcelta*, pp. 81-101. Ed. SERIDA, Villaviciosa (España). ISBN: 978-84-695-3049-B.
- ARGAMENTERÍA, A.; ROZA-DELGADO, B. DE LA. (2011). Recomendaciones nutricionales para piensos destinados a la raza porcina autóctona de Asturias (Gochu Asturcelta). *Tecnología Agroalimentaria. Boletín Informativo del SERIDA*, **10**, 19-28.
- BUXADÉ, C. (1984 a). Capítulo XIII. La estructura de la explotación porcina de ciclo cerrado. En: *Ganado Porcino*, pp. 365–392. Ed. Mundi Prensa, Madrid (España). ISBN: 84-7114-147-7.
- BUXADÉ, C. (1984 b). Capítulo V. El verraco: producción y manejo. En: *Ganado Porcino*, pp. 119–148. Ed. Mundi Prensa, Madrid (España). ISBN: 84-7114-147-7.
- CUETO ARDAVÍN, M. A. (2012). Capítulo IX. Manejo en una explotación de Gochu Asturcelta. En: *Manual del Gochu Asturcelta*, pp. 125-133. Ed. SERIDA, Villaviciosa (España). ISBN: 978-84-695-3049-B.
- HIDALGO, C. O.; TAMARGO, C.; RODRÍGUEZ PÉREZ, A., FERNÁNDEZ GARCÍA, A.; MERINO, M. J. (2012). Capítulo V. Manejo reproductivo del verraco de raza Gochu Asturcelta. Inseminación artificial y creación de un banco de germoplasma. En: *Manual del Gochu Asturcelta*, pp. 71-79. Ed. SERIDA, Villaviciosa (España). ISBN: 978-84-695-3049-B.
- HIDALGO, C. O.; TAMARGO, C.; RODRÍGUEZ PÉREZ, A., FERNÁNDEZ GARCÍA, A.; MERINO, M. J. (2012). Capítulo IV. Obtención de semen y determinación de la calidad del mismo. En: *Manual del Gochu Asturcelta*, pp. 47-69. Ed. SERIDA, Villaviciosa (España). ISBN: 978-84-695-3049-B.
- LÓPEZ BOTE, C.; ISABEL, B.; REY, A. I. (1999). Efecto de la nutrición y del manejo sobre la calidad de la grasa en el cerdo. En: *XV Curso de Especialización FEDNA*, Barcelona. Ed. FEDNA. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid (España). ■

↓
Gochu Asturcelta
en cebo extensivo
sobre castaño.



Valoración de la aptitud reproductiva de toros de monta natural*

JOSÉ ANTONIO GARCÍA PALOMA. Área de Genética y Reproducción. Centro de Biotecnología Animal. SERIDA – Gijón. Deva. jagarcia@serida.org

* Actividad cofinanciada por el programa operativo FEDER del Principado de Asturias 2007-2013.

Introducción

En una sociedad como la actual, competitiva y de libre mercado, Administración, empresas y consumidores nos hemos dado un marco de actuación donde el control de calidad y la trazabilidad de los productos que se comercializan es una exigencia. En los años 80, fue desarrollada en Estados Unidos una metodología orientada a la valoración de la aptitud reproductiva de toros, y hoy día en este país, como en otros de gran tradición ganadera como Canadá o Australia, se aplica una legislación donde es obligado el acompañamiento de un documento de aptitud reproductiva para todos los toros que se ponen a la venta. Se han observado discrepancias en la metodología que se aplica entre los dos principales referentes, la Society for Theriogenology de Estados Unidos (SFT) (Chenoweth *et al.*, 1992) y la Western Canadian Association of Bovine Practitioners (WCABP) (Barth, 2000), no obstante, estas discrepancias no existen a nivel interno de país, al tener consensuados los criterios entre todos los sectores involucrados (investigadores, veterinarios y asociaciones de ganaderos). En España la metodología para la valoración de la aptitud reproductiva de toros es apenas conocida, los pocos profesionales que la aplican lo hacen con disparidad de criterios y en consecuencia, no se dan las condiciones para que el sector ganadero pueda beneficiarse de este servicio. Si nos guiamos por la trayectoria seguida por los países de referencia, se han de promover tres actuaciones



nes para superar tal situación: (1) poner la metodología a punto definiendo claramente los protocolos y los criterios de valoración, (2) poner esta metodología a debate entre todos los sectores involucrados con el fin de lograr un consenso y (3) elevar una propuesta a la Administración para que la metodología consensuada quede recogida en un marco legal.

Toro con buena aptitud reproductiva en plena sesión de subasta.

Desde el año 2006, mediante proyectos financiados por el Plan Regional de Investigación de Asturias y en colaboración con las Asociaciones de ganaderos de las razas Asturiana de los Valles (ASEAVA) y Asturiana de la Montaña (ASEAMO), el SERIDA ha estado trabajando en la puesta a punto de esta metodología y los resultados obtenidos en estos años, han servido para que de forma pionera en España ambas asocia-

ciones hayan incorporado la valoración de la aptitud reproductiva a sus programas de selección. En diciembre de 2012 se produjo el primer encuentro entre los sectores implicados en este proceso. Investigadores, técnicos y asociaciones de ganaderos de Portugal, Cataluña, País Vasco, Aragón y Asturias debatieron sobre la metodología puesta a punto por el SERIDA y quedó constituido un grupo de trabajo para elaborar una propuesta metodológica que próximamente pueda volver a ser debatida en un marco de mayor representación. A continuación, se pasan a describir los fundamentos, la metodología y los criterios propuestos por el SERIDA para la valoración de la aptitud reproductiva de toros de monta natural.

Fundamentos

El principal objetivo que se pretende al valorar la aptitud reproductiva de los toros de monta natural, es la identificación de aquellos subfértiles, y por tanto, su exclusión como reproductores. En torno a un 20% de los toros utilizados en monta natural son subfértiles o tienen un rendimiento reproductivo por debajo de lo esperado. La mayor parte de las veces los toros subfértiles pasan desapercibidos para los ganaderos, bien porque su rendimiento no es valorado o porque la subfertilidad no se traduce en consecuencias productivas graves cuando los rebaños son poco exigentes desde el punto de vista reproductivo (menos de 20 vacas por toro y con partos distribuidos a lo largo de todo el año). Según recoge la memoria de ASEAVA de 2.011, el 75 % de las ganaderías inscritas en su Libro Genealógico poseía menos de 20 vacas. Los ganaderos deben saber que el rendimiento reproductivo de un toro con buena aptitud reproductiva (60 % de fertilidad), se correspondería al menos con el 90 % de preñez logrado en nueve semanas de cubrición si lo pusiéramos en un rebaño con 40 vacas y/o novillas cíclicas (Entwistle and Fordyce, 2003). Por tanto, la aptitud reproductiva de los toros es un atributo que deberían conocer los ganaderos, no solamente por la seguridad de excluir los toros subfértiles, sino porque es un índice que puede contribuir a mejorar la eficiencia reproductiva y la

rentabilidad de las ganaderías. Aunque la principal aplicación de esta metodología está en la valoración de toros antes de que inicien su vida reproductiva (15 meses de edad), también es utilizada para el diagnóstico de toros con problemas de fertilidad, para la certificación de aptitud reproductiva en operaciones de compra-venta y como estrategia para la valoración anual de los toros antes de que inicien su período reproductivo.

La metodología que se va a exponer a continuación, fue desarrollada en el Centro de Testaje que las asociaciones de ganaderos ASEAVA y ASEAMO tienen en Posada de Llanera. Los terneros que llegan a este Centro con 5 a 7 meses de edad, son seleccionados tras su destete entre aquellos que son hijos de vacas "madre de futuro semental", es decir, de las vacas más destacadas de cada raza por su genealogía, estándar racial y aptitud maternal (peso y conformación cárnica de los terneros al destete). Los terneros de raza Asturiana de los Valles permanecen en el Centro de Testaje hasta los 14-15 meses de edad, recibiendo una alimentación a base de paja y pienso a voluntad y al final de este periodo son valorados por su conformación cárnica, morfológica y por su crecimiento diario. En el caso de la raza Asturiana de la Montaña, los terneros se mantienen en el Centro de Testaje hasta el mes de abril recibiendo una alimentación a base de paja y 2 kg de pienso al día, continúan hasta el mes de octubre con un período de 6 meses de pastoreo y finalizan con 18-20 meses de edad en el Centro de Testaje, tras 2 meses de alimentación a base de paja y pienso a voluntad. Los parámetros que en ellos se valoran son, crecimiento diario durante la fase de pastoreo, el peso a los 12 meses y su conformación morfológica. Para ambas razas, solamente los toros que superan los índices establecidos para los parámetros mencionados, son valorados por su aptitud reproductiva al final del período de Testaje (unos 150 toros por año). Los más sobresalientes se incorporan al Centro de Inseminación Artificial (IA) de Cenero y el resto, son destinados a monta natural tras su adjudicación a los ganaderos por el procedimiento de subasta.

Descripción de la metodología

La metodología, similar para ambas razas, distingue dos valoraciones, una física y otra seminal. Los resultados que aquí se exponen corresponden a la raza Asturiana de los Valles y fueron obtenidos con 477 toros de genotipo culón con edades comprendidas entre los 12 y los 15 meses.

Valoración física

La valoración física contempla los ojos, los aplomos, el aparato genital externo e interno (pene, testículos, vesículas seminales) y descarta aquellos toros con anomalías que puedan limitar o impedir su funcionalidad reproductiva. Superada esta primera valoración, se procede a evaluar dos parámetros en relación a la caracterización previa que se debe hacer de cada raza, el área pélvica (AP) y la circunferencia escrotal (CE). El AP se calcula multiplicando la altura por la anchura pélvica medidas vía rectal con un pelvímetro y la CE se mide con una cinta métrica a una precisión de 0,5 cm abarcando los dos testículos por la zona de mayor circunferencia (Fotografías 1 y 2).

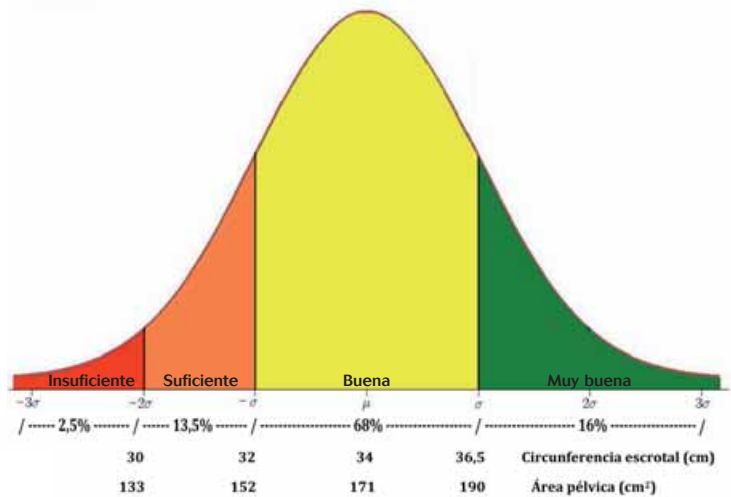
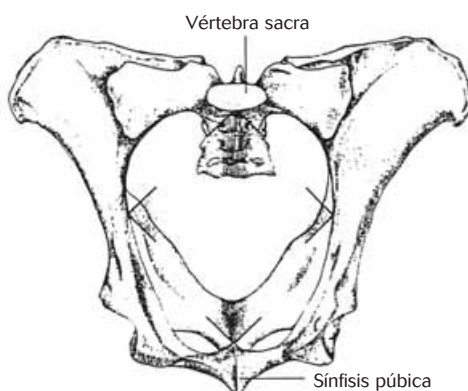
Como el AP y la CE están influenciadas por la edad, para proceder a una adecuada valoración, ambos parámetros se ajustaron a una misma edad, en nuestro caso 15 meses (AP₁₅ y CE₁₅). Las fórmulas utilizadas para el ajuste fueron las siguientes:

$$AP_{15} = \text{Altura}_{P_{15}} \times \text{Anchura}_{P_{15}}$$

$$\text{Altura}_{P_{15}} = \text{Altura}_P + 0,0088 \times (457,5 - \text{edad (días)})$$

$$\text{Anchura}_{P_{15}} = \text{Anchura}_P + 0,0078 \times (457,5 - \text{edad (días)})$$

$$CE_{15} = CE + 0,0186 \times (457,5 - \text{edad (días)})$$



La circunferencia escrotal aparece redondeada a una precisión de 0,5 cm

μ: Media poblacional

σ: Desviación estándar poblacional

↑
Figura 1.-Caracterización de la circunferencia escrotal y del área pélvica ajustada a 15 meses de edad, en toros de raza Asturiana de los Valles con genotipo culón.

↙
Fotografía 1.-Medición de la altura y de la anchura pélvica.

↓
Fotografía 2.-Medición de la circunferencia escrotal.

El valor medio y el desvío estándar de AP₁₅ y CE₁₅ fueron 171 ± 19 cm² y 34,1 ± 2,4 cm respectivamente, y su caracterización para toros culones de raza Asturiana de los Valles se presenta en la Figura 1.

El AP tiene una alta heredabilidad (0,61) (Siemens *et al.*, 1991), por lo que ante el riesgo de transmitir un AP reducida a sus hijas y aumentar la probabilidad de partos distócicos, los toros con AP₁₅ por debajo de la Media - 2 desvíos estándar (133 cm²) fueron descartados como reproductores. La decisión de ASE-AVA de descartar como reproductores solamente el 2,5 % de la población, se debe al bajo porcentaje de partos distócicos que presenta actualmente la raza.



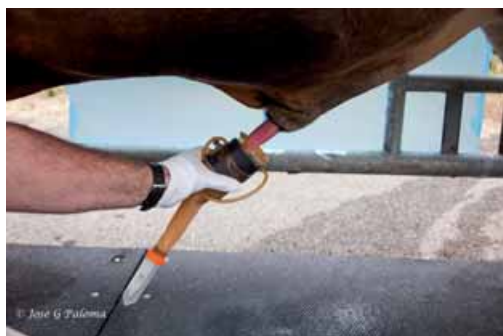
La CE que tiene una heredabilidad media-alta (0,49) (Kealey *et al.*, 2006), está relacionada positivamente con la producción y con la calidad espermática (Coe, 1999). También se ha observado que los toros con mayor CE alcanzan la pubertad a una edad más joven y transmiten esta característica y una mayor productividad vital a su descendencia, tanto si se trata de machos como de hembras (Siddiqui *et al.*, 2008). La CE también es afectada positivamente por el nivel de alimentación del ternero durante sus primeros meses de vida (2 a 6 meses), sin embargo este efecto desaparece después, aún con crecimientos superiores a 1,5 kg/día (Brito *et al.*, 1995). Testículos pequeños y baja calidad seminal han sido asociados a razas con carácter culón o de doble grupa (Arthur, 1995). La CE₁₅ de los toros Asturianos de Valles de genotipo culón, fue similar a la obtenida en otras razas como Hereford, Shorthorn y Chianina (Barth, 2000), por lo que se pudo comprobar que el carácter culón no afectó al desarrollo de la CE en la raza asturiana. Hay discrepancia de criterio entre los dos principales referentes metodológicos respecto al umbral exigible de CE para considerar un toro apto, mientras la SFT lo fija en 30 cm para toros menores de 15 meses sin distinguir la raza, la WCABP lo fija para cada raza en la media menos un desvío estándar, en nuestro caso sería 32 cm. Por encima del umbral, ninguna metodología establece diferencias entre toros. Para la SFT un toro con 30 cm de CE tiene la misma valoración que un toro con 38 cm de la misma edad y con respecto a la WCABP, si se aplicara su criterio, el 13,5 % de los toros (CE₁₅ entre 30 y 32 cm) serían eliminados, cuando en realidad podrían ser aptos para explotaciones con poca exigencia reproductiva. Ante esta disparidad de criterio, y una vez

comprobado que los toros Asturianos de Valles con 30 cm de CE₁₅ tuvieron una calidad seminal similar a los toros con CE₁₅ superior, nuestra propuesta metodológica fija el umbral en 30 cm, y además, establece diferencias de valoración entre los toros que lo superan (Figura 1).

Valoración seminal

La valoración seminal de toros en condiciones de campo es la parte más difícil de esta metodología, por un lado, los toros no están entrenados para la recogida de semen ni es operativo su adiestramiento y por otro lado, la simplificación obligada del equipamiento y las condiciones de trabajo muy distintas a las del laboratorio, pueden condicionar una acertada valoración. Se considera que es en este aspecto, donde es más relevante la puesta a punto que se ha hecho de esta metodología.

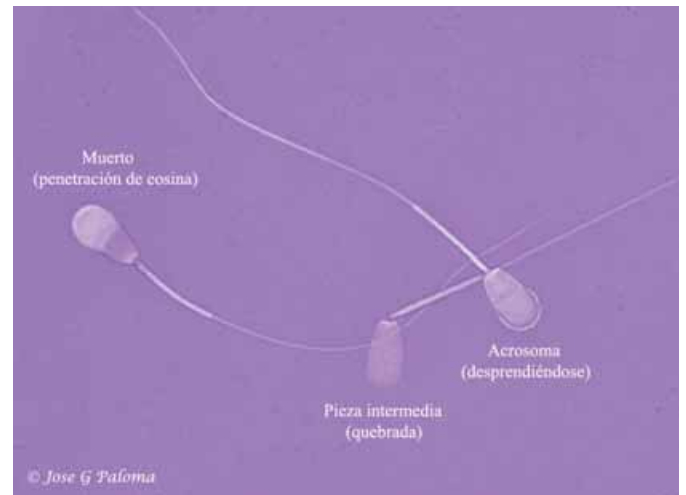
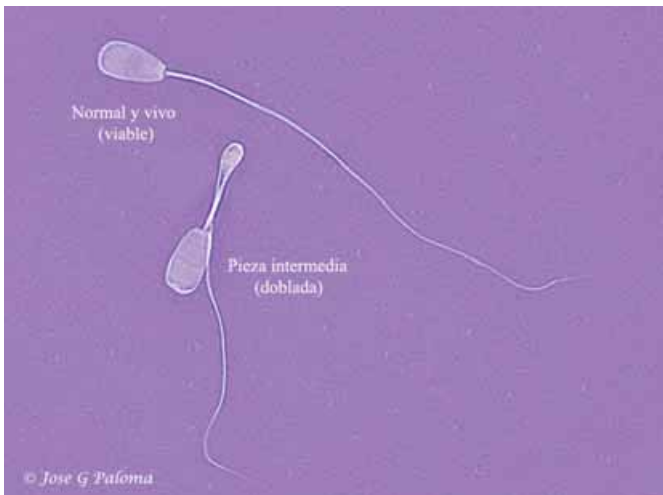
El procedimiento elegido para la colecta de semen es la electroeyacuación. Cuando los toros no responden con un semen de buena calidad, la colecta se repite hasta dos veces más con una semana de intervalo. Es destacable el diseño propio de una vagina colectora para evitar el descenso de temperatura del semen obtenido (Fotografía 3). Desde que es recogido hasta que es valorado, el semen como todo el material que entre en contacto con el mismo se debe mantener a 37 ° C (Fotografía 4). El semen obtenido es muy variable en cuanto a concentración, puede ser similar al recogido en los Centros IA y puede superar 1.000 millones de espermatozoides (esp)/ml o no llegar a 200 millones de esp/ml. Por tanto, la concentración no es un parámetro evaluable y sí en cambio la calidad seminal donde la exigencia es similar a la requerida para los Centros de IA.



←
Fotografía 3.-Recogida de semen (detalle de la vagina colectora).

→
Fotografía 4.- Equipamiento necesario para la valoración seminal.





Como parámetros evaluables de calidad seminal se consideran la motilidad espermática progresiva y la normalidad morfológica de los espermatozoides. En primer lugar se analiza la motilidad del semen puro y su concentración, y a continuación se diluye a 60 millones de esp/ml en un medio de criopreservación (Bioxcell) para la valoración de motilidad progresiva y en un medio de CINA al 0,9 % para la valoración de normalidad espermática. El porcentaje de motilidad espermática se estima entre porta y cubre en microscopio de contraste de fase x 200 (Hoflack *et al.*, 2006), y el porcentaje de normalidad espermática mediante tinción de eosina-nigrosina (Barth and Oko, 1989). Esta tinción también permite calcular el porcentaje de espermatozoides vivos (impermeables a la eosina y por tanto sin teñir). La normalidad espermática se valora x 1000 en campo claro utilizando aceite de inmersión y caracterizando 200 espermatozoides. En las Fotografías 5 y 6 se muestran a modo de ejemplo diferentes tipos de espermatozoides.

Los criterios para valorar la motilidad espermática también son diferentes entre los dos principales referentes metodológicos. La SFT considera un umbral superior al 30 % para valorar un toro como apto, mientras que la WCABP eleva este umbral al 60%. Con respecto a la normalidad espermática la SFT fija el umbral en el 70 % para valorar un toro como apto, mientras que la WCABP, es menos estricta y fija dos umbrales (50-69 %) para la calificación suficiente y 70 % para la cali-

↑
Fotografías 5 y 6.- Espermatozoide normal y vivo (viable, con capacidad para fecundar) y otros inviables por morfoanomalías o por permeabilidad de su membrana (muerto).

↓
Tabla 1.- Criterios utilizados para la valoración de la aptitud reproductiva de toros de genotipo culón de raza Asturiana de los Valles con 15 meses de edad, exigencia reproductiva y porcentaje de toros valorados en cada categoría.

ficación apto. Los toros con calificación suficiente pueden utilizarse como reproductores, pero al tener una calidad seminal inferior, deben destinarse a explotaciones con baja exigencia reproductiva (Tabla 1). La propuesta que se hace desde el SERIDA unifica los dos parámetros seminales en uno denominado "valoración seminal". Para ello, primero se ajusta el valor de motilidad (Mot_a) a la misma escala de normalidad espermática con la siguiente fórmula: $Mot_a = 2/3 \times (Mot - 30) + 50$. Con ambos parámetros a la misma escala, la valoración seminal (en puntos) se fija en la media de ambos cuando los dos superan el valor 70 y en caso contrario, se hace coincidir con el valor del parámetro peor evaluado.

Criterios para valoración de la aptitud reproductiva de toros

Como resumen de todo lo anterior, la valoración final de aptitud reproductiva que se le da a un toro, combina por primera vez en la literatura, las valoraciones de CE_{15} , AP_{15} y calidad seminal. Los criterios utilizados se especifican en la Tabla 1.

	Insuficiente	Suficiente	Buena	Muy Buena
Circunferencia escrotal CE_{15} (cm)	< 30	30 - 32	32,5 - 36.5	> 36.5
Área pélvica AP_{15} (cm ²)	< 133			
Valoración seminal	< 50	50 - 69	≥ 70	≥ 70
Exigencia reproductiva (vacas/toro)	Desecho	20 - 29	30 - 40	> 40
Toros (%)	8	25	55	12

→
Toro con buena aptitud
reproductiva en su
explotación de destino.



En la misma tabla se da la orientación para el manejo reproductivo de los toros, considerando que la exigencia reproductiva no solo debe tener en cuenta el número de vacas que pueden ponerse con un toro, sino la preñez esperada de al menos el 90 % en 9 semanas de cubrición. Con estos criterios y sobre 477 toros culones de raza Asturiana de los Valles valorados, la aptitud reproductiva de los mismos se distribuyó de la siguiente manera: 8 % fueron descartados como reproductores, 25 % tuvieron una valoración suficiente, 55 % buena y 12 % muy buena.

En conclusión, desde el SERIDA se puso a punto y se contrastó una metodología alternativa para la valoración de la aptitud reproductiva de toros de monta natural. Exceptuando los parámetros de AP y CE que son específicos de raza, los criterios de valoración expuestos pueden extrapolarse a cualquier otra y pueden servir de base para una propuesta de consenso nacional. Una vez logrado este consenso y un marco legal que obligue a la certificación de calidad reproductiva de todos los toros que se pongan a la venta, el sector ganadero español podrá verse beneficiado por la utilización de esta metodología.

Bibliografía

- ARTHUR, P. F., 1995. Double muscling in cattle: a review. *Aust. J. Agric. Res.* 46, 1493-1515.
- BARTH, A. D., 2000. Bull Breeding Soundness Evaluation. The Western Canadian Association of Bovine Practitioners, Alberta.
- BARTH, A. D., OKO, R. J., 1989. Abnormal morphology of bovine spermatozoa. Iowa State University Press, Ames.
- BRITO, L. F. C., BARTH, A. D., WILDE, R. E., KASTELIC, J. P., 2012. Effect of growth rate from 6 to 16 months of age on sexual development and reproductive function in beef bulls. *Theriogenology* 77, 1398-1405.
- CHENOWETH, P. J., SPITZER, J. C., HOPKINS, F. M., 1992. A new bull breeding soundness evaluation form. Proceedings for the annual meeting of Society for Theriogenology, Montgomery, AL, USA, 63-70.
- COE, P. H., 1999. Associations among age, scrotal circumference, and proportion of morphologically normal spermatozoa in young beef bulls during an initial breeding soundness examination. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 214, 1664-1667.
- ENTWISTLE, K., FORDYCE, G., 2003. Evaluating and Reporting Bull Fertility. Australian Cattle Vets, Queensland.
- HOFACK, G., VAN SOOMA, A., MAESA, D., DE KRUIFA, A., OPSOMERA, G., DUCHATEAUB, L., 2006. Breeding soundness and libido examination of Belgian Blue and Holstein Friesian artificial insemination bulls in Belgium and The Netherlands. *Theriogenology* 66, 207-216.
- KEALEY, C. G., MACNEIL, M. D., TESS, M. W., 2006. Genetic parameter estimates for scrotal circumference and semen characteristics of Line 1 Hereford bulls. *J. Anim. Sci.* 84, 283-290.
- SIDDIQUI, M. A. R., BHATTACHARJEE, J., DAS, Z. C., ISLAM, M. M., ISLAM, M. A., HAQUE, M. A., PARRISH, J. J., SHAMSUDDIN, M., 2008. Crossbred bull selection for bigger scrotum and shorter age at puberty with potentials for better quality semen. *Reprod. Domest. Anim.* 43, 74-79.
- SIEMENS, M. G., SIEMENS, A. L., LIPSEY, R. J., DEUTSCHER, G. H., ELLERSEICK, M. R., 1991. Yearling adjustments for pelvic area of test station bulls. *J. Anim. Sci.* 69, 2269-2272. ■



La paratuberculosis bovina. Diagnóstico y control

MIGUEL PRIETO MARTÍN. Área de Sanidad Animal del SERIDA-Gijón. Deva. Jmprieto@serida.org

La paratuberculosis es una enfermedad infecciosa crónica causada por una bacteria denominada *Mycobacterium avium paratuberculosis* (*Map*), que afecta tanto a rumiantes domésticos como silvestres, en los que provoca una enteritis y linfadenitis granulomatosa.



Introducción

Se cree que los animales se infectan en edades tempranas y solo algunos llegan a desarrollar la enfermedad en la edad adulta, que es cuando se observa un adelgazamiento progresivo, diarrea y

finalmente la muerte de los animales afectados. La principal vía de transmisión entre los animales es la fecal-oral, a través de la ingestión de bacilos en el agua, leche o cualquier alimento contaminado por las heces de los animales infectados (Chiodini *et al.* 1984).

Fotografía 1.-La rentabilidad de las ganaderías puede verse comprometida por la incidencia de la paratuberculosis.



Presencia y distribución

La paratuberculosis tiene una amplia distribución mundial, se sospecha que la mayoría de los países tienen presencia de *Map* en diferentes grados de prevalencia, algunos ejemplos de prevalencias de *Map* en Europa se detallan en la tabla 1. Para calcular la prevalencia aparente, los autores consideraron el número de rebaños detectados como positivos del total de rebaños analizados para cada país. La mayoría de los países europeos analizados presentaron más del 50% de rebaños afectados, las diferencias que se observan son difíciles de interpretar, especialmente debidas al uso de metodologías diferentes.

País	Año	Prevalencia
Alemania	2004	42%
Bélgica	1998	18%
Dinamarca	1998	55%
Francia	1999	68%
Italia	2001	65%
Reino Unido	1995	17%

En España, la enfermedad parece estar ampliamente distribuida en el ganado vacuno, pero no existen trabajos referentes a prevalencias, el estudio más amplio fue el llevado a cabo por Juste *et al.* (2000) en el que encontraron una prevalencia individual del 30% en vacas sacrificadas en matadero y de un 10% usando PCR en muestras de tanque de leche. Más recientemente, se estimó que cerca del 50% de los rebaños vacunos de la montaña leonesa presentaban al menos un animal infectado con paratuberculosis (Pérez *et al.* 2009).

En Asturias estudios llevados a cabo en el SERIDA (Balseiro *et al.* 2003) utilizando diferentes técnicas diagnósticas encontraron en animales sacrificados en matadero una prevalencia de un 44,4%, aunque hay que tener en cuenta que el 39,6% del total de esos animales presentaron lesiones de tipo focal. También se determinó la prevalencia de la paratuber-

←

Tabla 1.-Resumen de prevalencias aparentes de paratuberculosis en los rebaños bovinos de algunos países de Europa. Tomado de Nielsen y Toft (2009).

→

Tabla 2.-Prevalencia de la paratuberculosis en ungulados silvestres de Asturias mediante histopatología.

culosis en 16 rebaños de vacuno lechero mediante un ELISA casero, la prevalencia en 15 rebaños osciló entre un 3,1% y un 22,2%, con una media de un 11,32%. Solo en un rebaño no se detectó paratuberculosis. Por otra parte, se han realizado estudios de prevalencia en fauna silvestre, en la tabla 2 se muestran los resultados de los análisis histopatológicos. Las prevalencias obtenidas fueron en el jabalí, venado y gamo del 1,9%, 2,9% y 31,2% respectivamente. Los dos jabalís fueron capturados en el concejo de Oviedo y Teverga. Tanto los venados como los gamos positivos fueron capturados en la Sierra del Suevo. En el gamo se encontraron lesiones en 31 animales, predominando las lesiones del tipo focal (76,7 %). A pesar de las altas prevalencias encontradas en el gamo, en estudios recientes (Abendaño *et al.* 2012) hemos detectado que las cepas de *Map* aisladas tanto de gamos como de bovinos tienen unas características fenotípicas diferentes, lo que nos permite intuir, a la espera de nuevas pruebas, que la paratuberculosis de la fauna silvestre es independiente de la paratuberculosis del ganado doméstico.

Especie	n.º	Prevalencia
Jabalís	105	1,90%
Venados	69	2,89%
Gamos	96	31,25%

Repercusiones

Las altas prevalencias tienen un grave impacto económico especialmente en la cabaña ganadera de alta producción lechera. Las pérdidas son muy difíciles de cuantificar debido a que esta enfermedad produce un gran número de animales infectados subclínicamente que pasan desapercibidos. Estas pérdidas engloban tanto las de tipo directo, por mortalidad prematura, como indirectas por disminución en la producción lechera, problemas de infertilidad, descenso en el valor de la canal.

Un aspecto particular a considerar sería la cada vez mayor preocupación que suscita la posible implicación de *Map* como agente etiológico de la enfer-

medad de Crohn en humanos, proceso caracterizado también por una enteritis granulomatosa crónica, aunque su relación no ha sido definitivamente comprobada mediante el aislamiento de *Map* en sangre y tejidos de pacientes con esta enfermedad (Juste *et al.*, 2009). No obstante dicha posibilidad ha suscitado un gran interés sobre el posible papel zoonótico de esta micobacteria.

Diagnóstico

Uno de los principales problemas que plantea la paratuberculosis es su diagnóstico, especialmente en los animales subclínicos, al no existir a día de hoy un diagnóstico que tenga una sensibilidad y especificidad del 100%. El test ideal tendría que ser rápido y sensible de tal manera que permita a los ganaderos detectar de manera rápida a los animales que estén excretando la micobacteria o asegurarse de que los animales que compra para introducir en su rebaño estén libres de la infección. El test debe de identificar a los animales que puedan desarrollar la enfermedad en un futuro, por ser posibles focos de infección para el resto de los animales. Finalmente debería de ser específico de *Map* para evitar posibles reacciones cruzadas con otras micobacterias.

La identificación de los animales clínicamente enfermos es relativamente sencilla, basándose en los síntomas característicos, que son la pérdida de la condición corporal (fotografía 2) y diarreas intermitentes o continuas. Los casos clínicos aparecen a lo largo del año en forma de goteo, en general, los síntomas se agravan con los cambios de alimentación y durante las primeras semanas de lactación de la madre.



↑
Fotografía 2.-Vaca con manifestaciones clínicas de paratuberculosis.

La presencia de un solo caso clínico grave, no es más que el indicio de la gravedad de la difusión de la enfermedad dentro del rebaño, es por lo que se debe de recurrir a un laboratorio especializado para intentar descubrir el alcance real de la enfermedad. Para ello la prueba más utilizada e indicada en este momento es el ELISA (fotografía 3) en muestras de suero sanguíneo (fotografía 4). Constituye una técnica económica, sencilla de realizar y permite manejar muchas muestras. El problema de esta técnica es que su sensibilidad varía ampliamente en función del estatus infeccioso en el que se encuentra el animal, obteniéndose valores entre un 15% y un 97,7%, estrechamente relacionada con la presencia de lesiones graves caracterizadas por una eliminación intensa de *Map* (González, 2003). Esta técnica es muy limitada cuando se trata de animales infectados subclínicamente, con valores de sensibilidad



←
Fotografía 3.-Técnica ELISA para detectar anticuerpos frente a *Map*. Los pocillos más coloreados representan los sueros positivos.

→
Fotografía 4.-Muestra de suero sanguíneo.





Fotografía 5.-Intestino delgado con enteritis y edema por paratuberculosis.



estimados entre el 15,8% y el 14,3% en lesiones del tipo focal y multifocal.

En resumen, el ELISA es una técnica poco sensible y la positividad está asociada a animales preclínicos o clínicos, debido a ello un alto porcentaje de infectados con formas lesionales leves serán negativos a esta prueba. Por ello, también se realizan pruebas complementarias como las basadas en la detección de la respuesta inmune celular; es el caso del test g-Interferón que es más sensible que la prueba ELISA, especialmente en los casos subclínicos. Es una técnica complementaria y la combinación de ambas podría detectar más del 90% de los infectados, el mayor inconveniente de esta técnica es su coste y que no siempre están disponibles los reactivos para llevarla a cabo.

Otra técnica basada en la detección de la respuesta celular es la intradermoreacción comparada con PPD aviar, es la misma técnica que se emplea en el diagnóstico de la tuberculosis bovina. Desde el SERIDA se han valorado las reacciones cruzadas de la paratuberculosis con la intradermoreacción simple en las condiciones de trabajo de Asturias, utilizando para ello bovinos sacrificados en matade-

ros y animales vivos procedentes de rebaños infectados con paratuberculosis y libres de tuberculosis desde sus inicios (Balseiro, 2004), no encontrándose reacciones cruzadas, salvo en casos de paratuberculosis grave asociadas a lesiones difusas linfocitarias con alto componente celular, y en estas lo fueron de forma débil. La eficacia de esta técnica como diagnóstico de campo ha sido muy discutida, adjudicándosele valores bajos de sensibilidad, por lo que su uso se enmarca como prueba complementaria a la prueba de la intradermoreacción con PPD en la tuberculosis bovina.

La detección de *Map* en las heces y tejidos es el método de diagnóstico de referencia y definitivo de paratuberculosis tanto en el animal vivo como muerto. En algunos países ha sido establecida como base para el desarrollo de programas de control, se puede realizar en heces de forma individual o a nivel de explotación por grupos de animales para abaratar costes. A pesar de su amplia utilización, este método de diagnóstico tiene el importante inconveniente del largo periodo de tiempo que se necesita para obtener resultados, ya que se necesitan como mínimo de 4 a 8 semanas hasta que se observan crecimientos. Otro grave inconveniente que

presenta el cultivo es el elevado coste que supone, sobre todo cuando se aplica a un gran número de muestras.

El descubrimiento de la secuencia de inserción IS900 específica de *Map* (Green *et al.* 1989) ha sido clave en el desarrollo y puesta a punto de nuevas técnicas de diagnóstico de *Map* en animales vivos y muertos, como la reacción en cadena de la polimerasa o PCR, que permite identificar al agente etiológico de la paratuberculosis de manera rápida, sencilla y específica. La sensibilidad es algo inferior al cultivo, pero con la gran ventaja que ofrece de rapidez, inferior a una semana.

El diagnóstico tras la necropsia es mucho más sencillo y preciso que el que se pueda realizar con el animal en vida. Las lesiones macroscópicas específicas que suelen presentar la mayoría de los animales afectados clínicamente de paratuberculosis y pueden proporcionar un diagnóstico bastante fiable de la presencia de la enfermedad. El hallazgo principal es el marcado engrosamiento y aspecto edematoso de la pared del intestino delgado, principalmente de tramos del íleon y yeyuno (fotografía 5). Otra lesión macroscópica característica se presenta en los linfonodos yeyunales e ileocecales que aparecen tumefactos y edematosos.

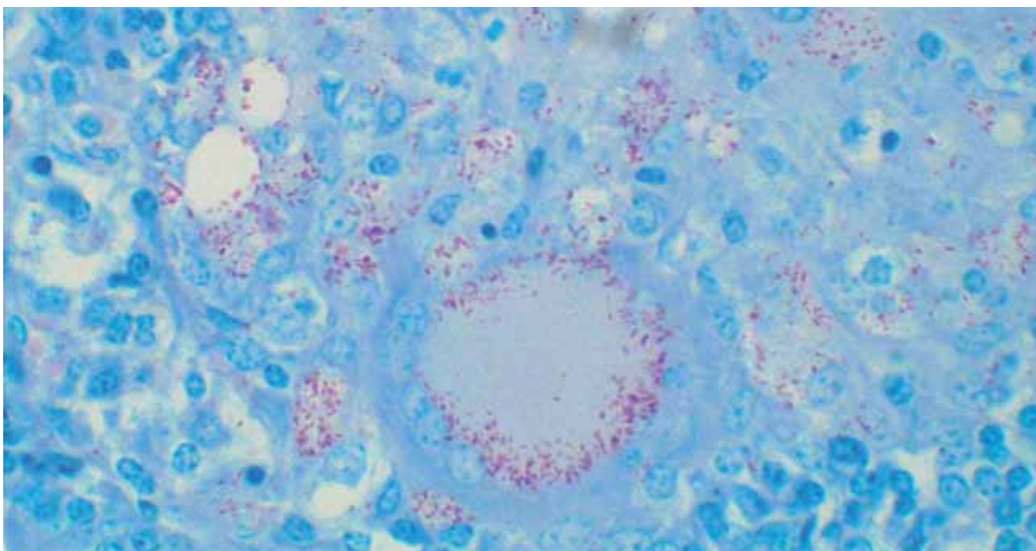
Microscópicamente la paratuberculosis se considera como una enteritis granulomatosa, que en casos graves puede

llegar a producir la atrofia y fusión de las vellosidades intestinales. Las lesiones paratuberculosas según su gravedad se dividen de manera resumida en lesiones del tipo, focal, multifocal y difusas, estas últimas son las más graves y predominan los macrófagos de gran tamaño formando granulomas (fotografía 6). Esta técnica es definitiva y muy sensible, siempre que la muestra a procesar sea de íleon y ganglio yeyunal caudal.

Control

El control de la paratuberculosis constituye un verdadero desafío especialmente en las explotaciones lecheras, a pesar de que la enfermedad se conoce desde hace más de un siglo, se sigue buscando la estrategia de control óptima para su erradicación.

La medida más rápida y eficaz es la vacunación. Además de la disminución de los casos clínicos, la vacunación parece disminuir tanto la cantidad de micobacterias excretadas como el número de animales excretores, aunque es muy importante tener en cuenta que la vacunación no previene la infección de los animales. La vacunación frente a la paratuberculosis se encuentra prohibida en España por la interferencia que se produce con la prueba de tuberculina que se emplea en el diagnóstico de la tuberculosis bovina. Otro inconveniente importante es la interferencia con posteriores pruebas de diagnóstico inmunológico de



←
Fotografía 6-Lesiones microscópicas de paratuberculosis en intestino delgado. Se observan los granulomas característicos repletos de micobacterias (en rojo).

paratuberculosis que se quieran realizar. En países donde se lleva a cabo, la pauta es variable, desde vacunar sólo a la reposición o realizar la inmunización de toda la explotación. En España se debería considerar la posibilidad de aplicar vacunas en rebaños libres de tuberculosis en los últimos cinco años o más y que no dedican animales a la venta para vida (García Marín, 2000).

La medida más habitual de control de la paratuberculosis bovina es la denominada diagnóstico y sacrificio de los animales infectados ("test and cull"), con este sistema se lograría disminuir la prevalencia de la infección y el número de excretores del bacilo pero no su erradicación (Kalis *et al.* 2001). Para ello hay que eliminar a todos los animales en los que se hayan detectado micobacterias en las heces, realizando cultivos cada 3-4 meses. Eliminar a todos los animales serológicamente positivos. El método ideal para detectar y eliminar el mayor número posible de infectados sería la combinación de varias pruebas (ELISA, g-Interferón y cultivo de heces), pero nos encontraríamos con tener que sacrificar muchos animales en algunas explotaciones, con lo que solo podría aplicarse en casos de muy baja prevalencia.

Además del establecimiento de los diferentes programas de control es de gran importancia adoptar medidas higiénico-sanitarias para disminuir en lo posible el contagio entre animales. Dentro de estas medidas se considera primordial la limpieza, desinfección de la explotación y la separación de las crías de las madres lo antes posible o al menos de aquellas que resulten sospechosas de padecer la enfermedad. El manejo correcto de los terneros constituye el punto crítico en un programa de control, de su correcta aplicación dependerá la posibilidad de erradicar la paratuberculosis de un rebaño. En casos de madres excretoras de *Map* sería conveniente eliminar su descendencia, al poder encontrarse infectada por vía intrauterina (Chiodini *et al.* 1984). A la hora de adquirir nuevos animales es necesario llevar un control muy estricto para evitar introducir la infección en un rebaño libre de paratuberculosis.

Referencias bibliográficas

- ABENDAÑO, N., SEVILLA, I., PRIETO, M., GARRIDO, J. M., JUSTE, R., ALONSO, M. (2012). Quantification of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* strains representing distinct genotypes and isolated from domestic and wildlife animal species by use of an automatic liquid culture system. *J.Clin. Microbiol.*, 50: 2609-2617.
- BALSEIRO, A., PRIETO, M., ESPÍ, A., PÉREZ, V., GARCÍA MARÍN, J. F. (2003). Presence of focal and multifocal paratuberculosis lesions in mesenteric lymph nodes and the ileocecaecal valve of cattle positive to the tuberculin skin test. *Vet. J.*, 166: 210-212.
- BALSEIRO, A. (2004). Paratuberculosis bovina: valoración de las reacciones cruzadas con la prueba de la tuberculina, evaluación de técnicas diagnósticas y prevalencia en Asturias. *Tesis Doctoral*. Universidad de León.
- CHIODINI, R. J., VAN KRUIJNINGEN, H. J., MERKAL, R. S. (1984). Ruminant paratuberculosis (John's disease): the current status and future prospects. *Cornell Vet.*, 74: 218-262.
- GARCÍA-MARÍN, J. F. (2000). Tuberculosis y Paratuberculosis. *Producción Animal*, nº 154: 3-11.
- GONZÁLEZ, J. (2003). Caracterización lesional y evaluación de técnicas diagnósticas de la paratuberculosis bovina. *Tesis Doctoral*. Universidad de León.
- GREEN, E. P., TIZARD, M. L., MOSS, M. T., THOMPSON, J., WINTERBOURNE, D. J., MCFADDEN, J. J., HERMON-TAYLOR, J. (1989). Sequence and characteristics of IS900, an insertion element identified in a human Crohn's disease isolate of *Mycobacterium paratuberculosis*. *Nucleic Acid. Res.*, 17: 9063-9073.
- JUSTE, R. A., ELQUEZABAL, N., PAVÓN, A., GARRIDO, J. M., GEIJO, M., SEVILLA, I., CABRIADA, J. L., TEJADA, A., GARCÍA-CAMPOS, F., CASADO, R., OCHOTORENA, I., IZETA, A. (2009). Association between *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* DNA in blood and cellular and humoral immune response in inflammatory bowel disease patients and controls. *Ins. J. Infect. Dis.*, 13: 247-254.
- NIELSEN, S. S., TOFT, N. (2009). A review of prevalences of paratuberculosis in farmed animals in Europe. *Prev. Vet. Med.*, 88: 1-14.
- PÉREZ, V., MORENO, O., MUÑOZ, M., GARCÍA-PARIENTE, C., BENAVIDES, J., DELGADO, L., GONZALEZ, J., LUIS, M., FUERTES, M., GARCÍA-MARÍN, J. F., FERRERAS, M. C. (2009). Diagnosis of paratuberculosis in slaughtered calves in the Northwest of Castilla y León (Spain) by pathological methods. *Proc. 10th Int. Coll. PTBC*. P 184. Minneapolis. Minnesota. EEUU. ■

El Gochu Asturcelta: conservación de germoplasma e inseminación artificial en ganaderías

CARLOS O. HIDALGO ORDÓÑEZ. Área de Selección y Reproducción Animal. cohidalgo@serida.org

CAROLINA TAMARGO MIGUEL. Área de Selección y Reproducción Animal. ctamargo@serida.org

ÁNGEL FERNÁNDEZ GARCÍA. Área de Selección y Reproducción Animal.

M^º JOSÉ MERINO HERNANTES. Área de Selección y Reproducción Animal.

JUAN MENÉNDEZ. Asociación de Criadores de Gochu Astur-Celta (ACGA)

En los últimos años se asiste en España a una rápida pérdida y desaparición de razas de ganado autóctonas, al ser desplazadas por razas de mayor producción. Las primeras, aunque poco competitivas en producción intensiva, constituyen una importante reserva de variabilidad genética, que sería totalmente irrecuperable en caso de desaparición.

Introducción

Según la FAO (Interlaken, 2007), al menos una raza de ganado doméstico ha desaparecido cada mes desde hace 7 años, y en torno al 20 por ciento de las razas ganaderas se encuentran en este momento en peligro de extinción.

Por todo ello, existe la obligación de conservar ese patrimonio con todas las herramientas disponibles. Una vez identificados y caracterizados los recursos genéticos de un país y de una región concreta, se pueden conservar *in situ* o *ex situ*. Los métodos *in situ* mantienen a los animales en el hábitat donde están adaptados, mientras que los métodos *ex situ* sacan los recursos genéticos animales de su medio ambiente tradicional. La conservación *ex situ* incluye la recogida y congelación de semen, óvulos o embriones, mediante la instauración de Bancos de Recursos Zoogenéticos (BRZ). Éstos, además, pueden resultar de gran



Recipiente criogénico en el CBA (Deva) de almacenamiento de las dosis del Banco de Recursos Zoogenéticos de raza Gochu Asturcelta.

ayuda en los programas de cruzamiento, incrementando el tamaño efectivo de las poblaciones, ya que los individuos representados actúan como miembros adicionales de las mismas por tiempo indefinido, suponiendo, junto con la aplicación de las tecnologías reproductivas (inseminación artificial, transferencia de embriones, fertilización *in vitro*, etc.), una contribución importante en la conservación.

Los BRZ tienen gran importancia en la recuperación de las razas y líneas abandonadas. Por otra parte, el almacenamiento de gametos, embriones y tejidos, reduce el coste de la conservación *in situ* y garantiza su mantenimiento en casos de una epidemia, por el riesgo creciente de epizootias o enfermedades emergentes que obliguen a su sacrificio.

Existen razones diversas (económicas, sociales, políticas, religiosas, etc.) por las que determinadas especies han de ser incluidas en un BRZ y estos motivos para su inclusión, son a menudo, interdependientes. Pero independientemente de lo que lleve a la instauración de un banco de estas características, hay que tener claro que, mientras que las razones del almacenamiento pueden cambiar con el tiempo, los productos almacenados no se alteran, por lo que un BRZ tiene un enorme potencial para múltiples aplicaciones, incluso no previstas en el momento de su creación.

Actualmente, en el Principado de Asturias, el Área de Selección y Reproducción Animal del Centro de Biotecnología Animal del SERIDA en Deva, trabaja en la creación de un banco de germoplasma (semén y embriones) de las razas autóctonas en peligro de extinción, que son la vaca Asturiana de la Montaña o Casina, la oveja Xalda, la cabra Bermeya, el poni Asturcón y el "Gochu Asturcelta". En dicho trabajo participa la Dirección General de Ganadería de la Consejería de Agroganadería y Recursos Autóctonos, involucrando también a las Asociaciones de Criadores (ASEAMO, de la Asturiana de la Montaña; ACOXA, de la oveja Xalda; ACRIBER, de la cabra Bermeya; ACPRA, del Asturcón y ACGA, del Gochu Astur-celta) para la cesión de animales donantes.

Criopreservación de dosis seminales del Gochu Asturcelta con destino al BRZ

Se describen aquí, en orden cronológico, las diferentes fases que se han ido desarrollando con objeto de recoger semen de los donantes seleccionados, para su posterior congelación e inclusión en el BRZ.

Adiestramiento

Las instalaciones necesarias para el desarrollo de una unidad de recogida seminal del cerdo de raza Gochu Asturcelta se componen de las verraqueras destinadas a los cerdos en fase de entrenamiento, otras destinadas a los cerdos en fase de recogida, una sala de colecta de semen, un área de laboratorio y, por último, un local de almacenamiento de los recipientes criogénicos que contienen el banco de germoplasma.

Los machos seleccionados en base a sus aptitudes morfológicas y genéticas por la Asociación de Criadores del Gochu Astur-Celta (ACGA), llegan al Centro de Biotecnología Animal de Deva y, para su *adaptación*, son alojados en unos parques de tierra, sin someterlos a ningún tipo de manipulación especial. Esta fase abarca desde que los animales ingresan en las instalaciones del Centro hasta que alcanzan la pubertad.

Posteriormente se inicia la *fase de adiestramiento*, conduciéndolos a la sala de recogida, para que se familiaricen con el maniquí (también llamado potro de salto), siendo fundamental que dicha tarea la realice la persona encargada de su cuidado y manejo diario. Un verraco puede comenzar a ser entrenado a partir de los 6-7 meses de edad, no debiendo presentar inconveniente alguno para su entrenamiento, aquellos verracos adultos que ya hayan sido usados en monta natural.

El potro debe estar impregnado de olores que estimulen la libido del animal, rociándose para ello con orina de cerda en celo, semen o esmegma de otro



macho, existiendo en el mercado nebulizadores de feromonas de cerda. El operario debe realizar movimientos de vaivén con el maniquí para, posteriormente, mantenerlo inmóvil, representando la inmovilización de la cerda en celo.

Las sesiones de entrenamiento no deben ser excesivamente largas, con una duración total de unos 15 minutos y carácter diario, si es posible, por la mañana y por la tarde.

La raza Gochu Asturcelta es más rústica, vital y agresiva, que otras razas comerciales, lo que lleva consigo dificultades añadidas en su adiestramiento.

Durante el entrenamiento, las reacciones de los verracos ante el potro deben ser análogas a las que manifiestan frente a las hembras en celo: identificación, olfateos, salivación, golpes de hocico, intentos de monta y salto útil. En ocasiones,

los verracos muestran reacciones contrarias a las citadas, tales como impasibilidad, miedo y agresividad, no siempre fáciles de modificar y corregir. Los signos que motivan el salto no son específicos y la inmovilidad del objeto presentado constituye el factor que desencadena la respuesta sexual.

Recogida de semen

La *sala de recogida* debe ser lo suficientemente grande como para permitir la seguridad de la persona encargada de realizarla, así como de fácil limpieza y desinfección, lo que se realizará tras la conclusión de cada jornada de trabajo.

El *material necesario para la recogida* se compone básicamente del potro o maniquí de monta, instalado sobre una alfombra perforada de goma antideslizante. Además, forman parte del equipo básico para la recogida: los termos, para

↓
Semental sobre maniquí de monta.



evitar el choque térmico del semen, que deben estar precalentados, limpios y desinfectados tras cada recogida; los vasos o bolsas para la recogida (también precalentados); las gasas o filtros de papel, para evitar el contacto entre la fracción tapioca y la fracción espermática, lo que causaría una aglutinación de los espermatozoides; los guantes para la recogida, sólo pueden usarse guantes de caucho nitrílico no empolvados, ya que el polvo utilizado puede ser un potente espermicida; un pulverizador que contenga una dilución de clorhexidina para limpiar y desinfectar el pene.

El *proceso de recogida* tiene una duración variable según el tipo de verraco y oscila entre los 5 y 15 minutos. Es muy importante observar bien el semen para

poder definir de forma óptima las diferentes fases:

- Fracción pre-espermática: es la primera emisión del eyaculado, de aspecto transparente, muy líquida y de escaso volumen (10-15 ml). Corresponde a un líquido procedente de las glándulas accesorias, a menudo contaminado, ya que enjuaga las vías genitales, en particular en su parte terminal (pene). No se recoge.
- Fracción espermática rica en espermatozoides: es de color blanco y muy densa, de aspecto lechoso. Tiene una alta concentración de espermatozoides, con un volumen que varía entre los 50 y 150 ml, es la que nos interesa recoger para su procesamiento.
- Fracción post-espermática: es pobre en espermatozoides, blanquecina transparente, con grumos gelatinosos (tapioca), con un volumen que puede alcanzar los 200-300 ml y que procede, esencialmente, de la secreción de las glándulas accesorias (próstata, vesículas seminales). Puede estar intercalada con emisiones intermitentes de fracción rica.

En nuestra experiencia, el entrenamiento de los verracos para la obtención de semen con destino al BRZ tuvo un 93,3% de éxito, ya que conseguimos recuperar semen de 14 de los 15 machos que la Asociación de Criadores cedió. Se recogió semen en 267 ocasiones de las 298 sesiones totales (89,5% de éxito en la recogida), procesándose para su congelación cerca del 97% de los eyaculados obtenidos, eliminándose tras su descongelación por no reunir los mínimos requisitos de calidad el 15% de los mismos.

Procesamiento del semen porcino para su congelación

Las características especiales del semen porcino hacen que deban diseñarse protocolos de congelación específicos para esta especie. El éxito en la congelación seminal porcina depende del conocimiento de los factores y sus interacciones, que influyen en la capacidad del es-

↓
Procesamiento del semen para su congelación.



permatozoide para sobrevivir a la congelación y la descongelación. Estos factores pueden clasificarse en dos categorías: factores internos, inherentes a las características de los espermatozoides porcinos y las diferencias entre verracos y eyaculados y por otro lado, factores externos, como la composición del diluyente utilizado, el tipo y la concentración del crioprotector, las tasas de dilución del eyaculado, la velocidad de enfriamiento y el método de congelación y descongelación del semen. Los factores externos pueden ser manipulados o modificados para optimizar los protocolos de congelación, pero los internos, no.

Los diluyentes empleados en los procesos de congelación de semen porcino, están basados en la utilización de la yema de huevo y el glicerol como agentes crioprotectores, una elevada concentración de azúcares y la adición de un detergente (Orvus et Paste). La yema de huevo protege frente al shock por frío a las membranas de los espermatozoides de diferentes especies animales domésticas, pero en el caso del porcino, ocurre en menor medida. Afortunadamente, ese efecto protector puede incrementarse con la adición del mencionado detergente sintético Orvus et Paste (OEP) al diluyente. Hoy en día es conocido como Equex Stem (Nova Chemical, Estados Unidos) o Equex Paste (Minitub, Alemania). Parece que incrementa la función espermática en presencia de la yema de huevo, porque dispersa los conglomerados lipídicos de la misma formados tras la dilución del semen, más que por un efecto directo en la membrana plasmática (Pursel *et al.*, 1975).

Además, aunque se han probado diversos crioprotectores en la formulación de los diluyentes para congelación de semen porcino, el más eficaz sigue siendo el glicerol (Watson, 1995), pero aún usándolo a los niveles adecuados para una criopreservación óptima, los espermatozoides porcinos son más sensibles a él que los de otras especies.

En los últimos años, los protocolos de criopreservación e inseminación han sido mejorados sustancialmente, con el de-

sarrollo de nuevos sistemas de envasado y la optimización de los protocolos de congelación. Esto ha repercutido positivamente en una mejor calidad espermática tras la descongelación. Sin embargo, estos prometedores avances se ven empañados por la existencia de una elevada población de verracos cuyos espermatozoides muestran una permanente mala congelabilidad, que cuestiona su empleo efectivo en cualquier programa de conservación (Medrano *et al.*, 2002).

Una diferencia esencial entre la refrigeración y la congelación es que la mayoría de los eyaculados responden bien a la primera, pero de forma muy variable a la segunda. Esto último, es un hecho constatado en la especie porcina desde hace tiempo (Larsson *et al.*, 1976).

En nuestro trabajo con verracos del Gochu Asturcelta (ver tabla 1), los eyaculados se recogieron dos días por semana, con un descanso de tres entre ambos, mediante el método de la mano enguantada. Las fracciones ricas en espermatozoides se diluyeron (1:1, v / v) en Beltsville Thawing Solution (BTS) (Pursel y Johnson, 1975). Tras la recogida, se determinaron las características seminales (concentración espermática, motilidad subjetiva y objetiva, integridad del acrosoma y morfología espermática), mediante las técnicas laborales habituales (Martín-Rillo *et al.*, 1996). Se procesaron sólo los eyaculados con más de un 75 % de espermatozoides móviles progresivos y más de un 80 % de espermatozoides con los acrosomas normales.

Inmediatamente tras su evaluación, la fracción espermática diluida se enfrió lentamente hasta 17° C en un baño termostático programable durante 240 minutos. A continuación, se procedió a su centrifugación (Megafuge 1.0 R, Heraeus, Alemania) a 2400 × g durante 3 minutos, eliminándose posteriormente el sobrenadante.

El semen se congeló usando una modificación del procedimiento de congelación en pajuelas descrito por Westendorf *et al.* (1975) adaptado a las dosis seminales de 0,5 ml por Thurston *et al.*

→
Tabla 1.-Actividad realizada con destino al Banco de Recursos Zoogenéticos (BRZ) con donantes de raza Gochu Asturcelta.

Semental	Sesiones Totales	Sesiones Efectivas	Lotes Eliminados	Dosis en BRZs
NICER	10	10	1	1716
ARAMO	10	5	0	981
SIERO	5	0	0	0
CANDANU ACGA-092	44	41	2	941
ACGA-097	32	26	5	1367
ACGA-077	39	37	2	1848
ACGA-308	42	34	1	1577
ACGA-393	16	16	0	1753
ARAMO ACGA-073	19	19	0	1482
ACGA-302	15	15	0	1474
ACGA-2049	5	5	0	509
ACGA-0599	5	4	4	0
ACGA-2012	23	23	0	1341
ACGA-3223	15	15	0	1318
ACGA-907	18	17	1	1602
TOTAL	298	267	16	17909

(1999). Tras la centrifugación, los pellets de cada eyaculado se unieron y se diluyeron hasta una concentración de 1.500×10^6 espermatozoides / ml con un diluyente a base de lactosa y yema de huevo (LEY, del inglés lactose-egg yolk; con pH 6,2 y 330 ± 5 mOsmol / kg). Contiene un 80 % (v / v) de una solución de β -lactosa, 20 % (v / v) de yema de huevo y 100 mg / ml de sulfato de kanamicina. Tras un enfriamiento programado hasta 5° C durante 120 minutos, los espermatozoides diluidos se resuspendieron hasta una concentración final de 1.000×10^6 células / ml con un diluyente a base de LEY, glicerol y Orvus es Paste (LEYGO; con pH 6,2 y 1650 ± 15 mOsmol / kg). Contiene un 92,5 % (v / v) de LEY, 6% (v / v) de glicerol y 1,5% (v / v) de Equex STM (equivalente a Orvus es Paste; Graham *et al.*, 1971).

El semen diluido se envasó en las dosis seminales (0,5 ml; IMV Technologies, L'Aigle, Francia) a 5° C. La congelación se llevó a cabo en un biocongelador programable (Minidigitcool, IMV Technologies, L'Aigle, Francia) con descensos programados de temperatura de 5 a -8°

C a 20° C / minuto, de -8 a -120° C a 69° C / minuto y, finalmente, de -120° C a -140° C a 20° C / minuto (Purdy, 2008). Tras su congelación, quedaron almacenadas en nitrógeno líquido.

Para su descongelación, las dosis seminales se introdujeron en un baño de recirculación a 50° C durante 12 segundos (Thilmant, 1998) y se diluyeron en BTS a 37° C (1:1, vol / vol) para su valoración.

Producción de dosis seminales refrigeradas y/o congeladas/descongeladas para inseminación artificial

El semen de ocho de los verracos seleccionados para formar parte del BRZ ha sido utilizado mediante inseminación artificial, suministrándose dosis seminales refrigeradas a diferentes granjas, por petición de la Asociación de Criadores, para aprovechar la variabilidad genética que aportan los donantes. Por otra parte, con el objetivo de comprobar la eficacia y, fiabilidad del banco de germoplasma,

se realizaron inseminaciones experimentales con semen congelado / descongelado.

Hay dos factores principales que afectan la función espermática: la temperatura a la que se recoge el semen y se almacena tras su dilución y las condiciones del medio donde se diluye. Los espermatozoides se encuentran en el plasma seminal, que suministra los nutrientes necesarios para mantener una elevada actividad metabólica, necesaria para el proceso de transporte espermático a través del tracto genital femenino. Pero, en el eyaculado, esta actividad sólo puede mantenerse durante un periodo muy limitado de tiempo. Para poder conservar los espermatozoides durante periodos más prolongados, es necesario que se reduzca su actividad metabólica, mediante la dilución en un medio adecuado y la reducción de la temperatura.

Se entiende por diluyente la solución acuosa que permite aumentar el volumen del eyaculado para producir las dosis seminales, debiendo preservar las características funcionales de las células espermáticas y manteniendo el nivel de fertilidad adecuado. Para llevar a cabo su misión, el diluyente debe aportar los nutrientes necesarios para el mantenimiento metabólico del espermatozoide (glucosa), la protección frente al shock térmico por frío (albúmina sérica bovina, BSA), controlar el pH del medio (bicarbonato, TRIS y HEPES), la presión osmótica (sales como NaCl y KCl) y la inhibición del desarrollo microbiano (antibióticos).

Las características peculiares que presenta el espermatozoide porcino hace que sea muy sensible al shock por frío (Pursel *et al.*, 1973), debido a la composición lipídica de su membrana. En la práctica, dicha susceptibilidad supone que las muestras deban ser conservadas a 15 -17° C, pues una reducción en la temperatura de almacenamiento limita la viabilidad de las muestras seminales (Paulenz *et al.*, 2000). La conservación a esta temperatura limita la capacidad de almacenamiento, ya que no disminuye el metabolismo celular y no se pueden controlar las condiciones microbiológicas con la misma efectividad que a 5° C.



El enfriamiento rápido del semen desde la temperatura corporal a la que se eyacula hasta temperaturas inferiores a 15° C da lugar a una pérdida en la viabilidad espermática. Sin embargo, cuando las muestras seminales se mantienen durante varias horas por encima de 15° C, los espermatozoides adquieren una resistencia gradual al shock por frío.

↑
Inseminación artificial.

Con las dosis refrigeradas producidas en el CBA de Deva, destinadas a ganaderías de socios de ACGA de diferentes concejos del Principado, hasta el momento, han nacido 126 lechones en 16 partos.

La mejor prueba de la fiabilidad de las dosis seminales que han entrado a formar parte del BRZ, además de todas las determinaciones de calidad que se les realizan en el laboratorio, es comprobar su capacidad para gestar hembras. Para ello, dos hembras inscritas en el Libro Genealógico del Gochu Asturcelta se inseminaron con semen descongelado del BRZ, quedando ambas preñadas, con el nacimiento de 15 lechones. En este caso se utilizó semen de un ejemplar de enorme interés genético e imposibilitado para la monta natural, de modo que, la única forma de aportar a la raza su variabilidad genética pasaba por el uso de la inseminación artificial.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento al personal de campo actualmente adscrito al SERIDA de Deva, por la tarea tan eficiente que desempeñaron y a la Asociación de Criadores del Gochu Astur-Celta, sin la cual no hubiera sido posible realizar este trabajo.

Este trabajo ha sido financiado por la Consejería de Agroganadería y Recursos Autóctonos y por el proyecto INIA RZ2010-00010-00-00

Bibliografía

- GRAHAM E. F., RAJAMANNAN A. H. J., SCHMEHL M. K. L., MAKI-LAURILA M. y BOWER R. E. 1971. Preliminary report on procedure and rationale for freezing boar spermatozoa. *AI Digest.*;19: 12-14.
- LARSSON K. y EINARSSON S. 1976. Fertility of deep frozen boar spermatozoa: influence of thawing diluents and of boars. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 17: 43-62.
- MARTÍN-RILLO, S., GARCÍA ARTIGA E. M. y DE ALBA, C. 1996. Boar semen evaluation in practice. *Reproduction in Domestic Animals*, 31:519-526.
- MEDRANO A., WATSON P. F., HOLT W. V. 2002: Importance of cooling rate and animal variability for boar sperm cryopreservation: insights from the cryomicroscope. *Reproduction*, 123: 315-322.
- PAULENZ H., KOMISRUJ E., HOFMO P. O. 2000. Effect of long-term storage at different temperatures on the quality of liquid boar semen. *Reproduction in Domestic Animals*, 35, 83-85.
- PURDY P. H. 2008. Ubiquitination and its influence in boar sperm physiology and cryopreservation. *Theriogenology*, 70: 818-826.
- PURSEL V. G., JOHNSON L. A., SCHULMAN L. L. 1973. Fertilizing capacity of boar semen stored at 15°C *Journal of Animal Science*, 37: 532-535.
- PURSEL V. G. y JOHNSON L. A. 1975. Freezing of boar spermatozoa: fertilizing capacity with concentrated semen and a new thawing procedure. *Journal of Animal Science*, 40: 99-102.
- THILMANT, T. 1998. Cryopreservation of boar semen in 0.5 ml french straws. 10th Meeting of A.I., Bruges, Belgium, pp 1-15.
- THURSTON L. M., WATSON P. F., HOLT W. V. 1999. Sources of variation in the morphological characteristics of sperm sub-populations objectively assessed by a novel automated sperm morphology analysis system. *Journal of Reproduction and Fertility*, 117:271-280.
- WATSON, P. F. 1995. Recent developments and concepts in the cryopreservation of spermatozoa and the assessment of their post-thawing function. *Reproduction, Fertility and Development* 7: 871-891.
- WESTENDORF, P., RICHTER, L. y TREU, H. 1975. Zur tiefgefrierung von ebersperma laborund besamungsergebnisse mit dem hulsenberger pailletten-verfahren. *Dtsch. Tierarztl. schr.*, 82: 261-300. ■



Primeros lechones nacidos por I.A. con dosis seminales descongeladas del BRZ.





Recomendaciones para la elaboración de aguardiente de *magaya*

ROBERTO RODRÍGUEZ MADRERA. Área de Tecnología de los Alimentos. rrodriguez@serida.org

Muchos residuos generados por las industrias agroalimentarias son fuentes de productos de alto valor añadido y, por tanto, aprovechables por el propio sector alimentario y en la formulación de productos farmacéuticos y cosméticos de origen natural.

El mayor residuo que produce la industria sidrera es el sólido que resulta del prensado de la manzana para la obtención del zumo. Este sólido o *magaya*, formado por los restos de pulpa, piel y pepitas de la manzana, es una materia prima muy interesante

debido a la presencia de diferentes moléculas (ácidos, compuestos fenólicos, pectinas, azúcares, aromas, etc).

Una de las alternativas tradicionales para la reutilización de la *magaya* es la obtención de aguardiente. El aguardiente de *magaya* es un producto espirituoso de alta graduación alcohólica (superior al 40% vol) en cuya elaboración es preciso seguir una serie de etapas orientadas a favorecer una correcta transformación de los componentes de la *magaya* en alcohol etílico y otros compuestos aromáticos que confieren al producto su tipicidad.



Al ser la magaya un sólido, existen importantes diferencias respecto a la elaboración de otros destilados, como el aguardiente de sidra, que afectan al proceso de elaboración. A continuación se proponen algunas recomendaciones que se han de tener en cuenta en la elaboración de aguardiente de *magaya*.

Materia prima y fermentación

Para lograr un producto con una calidad adecuada resulta imprescindible emplear *magaya* en buenas condiciones higiénico-sanitarias y proceder a su ensilado inmediatamente después de finalizar el prensado. Por tanto, debe evitarse fermentar *magayas* que presenten claros defectos de contaminaciones microbianas como olores a humedad (*mugor*), vinagre, pegamento u otros. En este sentido hay que señalar que los largos periodos de prensado de la *magaya*, sobre todo en días calurosos, propicia el desarrollo en la *magaya* de microorganismos indeseables incluso antes de la extracción del zumo; en estos casos, es preferible desechar la *magaya* obtenida por los altos riesgos de contaminación que conlleva.

Los depósitos empleados para el ensilado de la *magaya* deben estar bien limpios y desinfectados, pudiendo utilizarse indistintamente varios tipos y materiales de calidad alimentaria, como depósitos de cemento recubiertos, acero

→
Evitar la presencia de bolsas de aire en la masa durante la fermentación mediante una correcta compactación y la adición de agua.



inoxidable, plástico o bolsas de nylon, dependiendo del volumen y los medios disponibles.

Por otro lado, para poder obtener aguardiente por destilación de *magaya*, es necesario fermentar previamente los azúcares transformándolos en alcohol etílico y en otros compuestos aromáticos minoritarios que le darán la tipicidad al producto final. La fermentación alcohólica de los azúcares de la *magaya* se produce espontáneamente por la acción de diferentes especies de microorganismos presentes en la manzana, entre las que cabe destacar especies de levaduras *Saccharomyces* y no-*Saccharomyces*.

↓
Evitar el empleo de *magaya* con prensados excesivamente prolongados.

Desde el punto de vista tecnológico, las levaduras *Saccharomyces* destacan por su buena capacidad de fermentación, formación de etanol y por no producir aromas indeseados. Para favorecer la actividad de las levaduras del género *Saccharomyces* frente a otras especies, la *magaya* ensilada debe estar bien compacta, evitando la existencia de bolsas de aire que podrían favorecer el desarrollo de organismos aerófilos, como las bacterias acéticas, y el picado de la masa, con la consiguiente aparición de fuertes olores a pegamento y/o vinagre, además de disminuir la producción de alcohol etílico. En este sentido, es una buena solución añadir agua sobre la *magaya* compactada para evitar las bolsas de aire que pudieran haber quedado durante su ensilado. Además, la incorporación de levaduras secas activas en esta agua favorecerá una rápida implantación de la microflora deseada, contribuyendo con ello al correcto desarrollo del proceso fermentativo.





←
Inocular levaduras secas seleccionadas para favorecer la fermentación alcohólica

→
Proteger el ensilado de elevadas temperaturas durante su fermentación y conservación para evitar alteraciones microbianas.



de la *magaya* (2-3% vol), deberían descartarse.

En cualquier caso, la carga de *magaya* no debe sobrepasar los $\frac{3}{4}$ de la capacidad del alambique. Por otra parte, la baja conductividad térmica de la *magaya* y del aire que queda en los huecos cuando ésta se deposita en el alambique impide un calentamiento regular durante la destilación y dificultan la correcta rectificación del destilado. Por este motivo, conviene cubrir la *magaya* con agua o sidra de buena calidad, sin llegar a sobrepasar los $\frac{3}{4}$ del alambique, lo que propiciará la transferencia de calor no solo por conducción sino también por convección, favoreciendo con ello un calentamiento más homogéneo y facilitando la marcha de la destilación. Es importante tener en cuenta que en el caso de emplear sidra para facilitar la destilación la recuperación de alcohol será mayor.

↓
Cubrir la *magaya* con agua o sidra durante la destilación para aumentar la conductividad térmica de la masa.

Las levaduras secas disponibles comercialmente son microorganismos seleccionados por sus buenas aptitudes para la fermentación alcohólica y por producir un buen perfil aromático. Son de origen vínico, pertenecen al género *Saccharomyces* y tras un corto periodo de rehidratación y aclimatación en agua (normalmente entre 20-30 min a 30-35° C y dosis de 20-30 g/hl) están listas para ser inoculadas y dirigir la fermentación alcohólica.

El tiempo de fermentación para lograr una conversión total de los azúcares en etanol y otros aromas se puede establecer en torno a 3-4 semanas. En ese momento, los cambios producidos en la *magaya* pueden ser percibidos sensorialmente, con un aroma intenso, en el que se aprecia la aparición de alcohol etílico y un olor característico a uvas pasas y fruta madura. Una vez fermentada la *magaya*, ésta debe destilarse en un periodo no superior a un mes para evitar el desarrollo de microorganismos indeseados que la deterioren.

Tanto la fermentación como la conservación deben realizarse en ambientes frescos (12-18° C), para evitar la proliferación de hongos y bacterias principalmente.

Destilación

Los alambiques mas apropiados para destilar la *magaya* son los alambiques Charentés y las columnas con arrastre de vapor (Rodríguez Madrera, 2008). Las alquitaras, por su poca capacidad de rectificación y el bajo contenido de alcohol





↑
Alambique con rejilla de cobre en el fondo para evitar el quemado de la magaya durante la destilación.

↓
Destilar lentamente para evitar un sobrecalentamiento de la magaya.

Cuando el equipo empleado para la destilación disponga de una fuente de calor directo (característico de los alambiques Charentés) es necesario colocar una rejilla en el fondo del mismo, lo que evitará quemar la *magaya*. De lo contrario, se pueden originar olores a “quemado” y “humo”, la aparición de un color amarillo pálido en el destilado y una desagradable sensación de picor en nariz.

Dependiendo del sistema de destilación elegido, la obtención del aguardiente se realizará en una o dos pasadas, siguiendo un procedimiento similar al descrito para la elaboración de aguar-

diente de sidra (Rodríguez Madrera, 2009). Así, en el caso de la doble destilación se realizará una primera pasada, para obtener unas flemas con un grado alcohólico aproximado del 22 % vol y seguidamente las flemas se redestilarán para obtener un aguardiente de magaya del 65 % vol, retirando en esta segunda pasada las cabezas y las colas. Por el contrario, en alambiques con columna de rectificación la destilación se realizará en una sola pasada, obteniendo igualmente las cabezas, los centros o aguardientes del 65% vol, y las colas.

En el caso concreto de los alambiques Charentés, debido al menor grado alcohólico y a la baja conductividad térmica de la materia prima, el control de la temperatura debe ser aún más riguroso para mantener un ritmo de destilación lento y constante que permita rectificar adecuadamente el aguardiente. En este sentido, el empleo de una o varias lentes de rectificación con alambiques Charentés facilita el trabajo.

Aunque el rendimiento del proceso está sujeto a varios factores como el grado de prensado de la *magaya*, la eficacia de la fermentación o el porcentaje de cabezas y colas retiradas, entre otros, se puede establecer un rendimiento aproximado de 1 litro de aguardiente de 40 % vol por cada 20 kg de *magaya*.

Bibliografía

- RODRÍGUEZ MADRERA, R. (2008). Elaboración artesana de aguardiente de sidra. I. Sistemas de destilación. En: *Tecnología Agroalimentaria*. N° 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° 6. Págs. 34-49. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario.

Agradecimientos

Información generada por el proyecto RTA2009-00113-00-00, financiado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). ■



¿A qué huele la sidra?

MARÍA JOSÉ ANTÓN DÍAZ. Área de Tecnología de los Alimentos. mjanton@serida.org

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

ANNA PICINELLI LOBO. Área de Tecnología de los Alimentos. apicinelli@serida.org



La calidad de una bebida es un concepto complejo, aunque en un producto como la sidra, cuyo consumo es hedónico, está fundamentalmente relacionada con sus propiedades sensoriales. En la sidra podemos hablar de aromas *varietales*, que dependen de las características de la mezcla de manzana utilizada en la elaboración; aromas *pre-fermentativos*, ligados a factores tecnológicos (sistemas de extracción, molienda, prensado, etc.); aromas *fermentativos*, debidos al metabolismo de levaduras y bacterias, y a las condiciones de fermentación (temperatura, aireación, turbidez de los mostos); y por último, aromas *post-fermentativos*, ligados a los procesos de maduración.

Para el estudio del aroma se utilizan distintos enfoques. Una vez abordado el análisis cuantitativo de la fracción volátil de la sidra (Tecnología Agroalimentaria nº 10, 2011), queda por determinar el

aspecto más importante: ¿a qué huele la sidra? Las técnicas que se utilizan para responder a esta cuestión son la *olfatometría* y el *análisis sensorial*.

Análisis olfatométrico

La olfatometría consiste en situar al final de una columna cromatográfica una nariz humana que actúa como detector, en paralelo al detector convencional utilizado. Estas personas describen y miden la intensidad de un olor a medida que sale del cromatógrafo. Los resultados obtenidos con esta técnica de análisis indican que no todos los componentes volátiles son sensorialmente relevantes.

En este trabajo se analizaron nueve sidras naturales de *nueva expresión*. Cada sidra fue analizada por un grupo de entre 6 y 8 jueces previamente entrenados para reconocer y cuantificar olores.

Copas preparadas para cata.

Los datos considerados fueron la frecuencia de citación (F), definida como el porcentaje con que se detecta un estímulo aromático, y la intensidad media (I), expresada como porcentaje de la intensidad máxima, combinados para obtener la frecuencia modificada (FM), de acuerdo con la relación:

$$FM (%) = \sqrt{F \times I}$$

En conjunto, fueron detectados 128 picos en el análisis olfatométrico, pero, en aras de la simplicidad, se eliminaron todos aquellos que no alcanzaron una frecuencia modificada del 30% en al menos una de las muestras, reduciéndose así el número de picos a 55. Considerando el valor promedio de la FM, se obtienen dos grandes grupos:

Por una parte, están aquellos compuestos cuya FM es igual o mayor a 50%, representados en la Figura 1. En este grupo se sitúan 20 odorantes con valores de frecuencia modificada comprendidos entre 50 y 78%, lo que indica que se perciben en TODAS las muestras con intensidades altas. Entre estos compuestos se incluyen productos típicos del metabolismo de levaduras, como el 2-feniletanol, asociado con fragancias florales, y los alcoholes amílicos, que aportan complejidad al aroma de la sidra. Se observan también en este grupo compuestos descritos con caracteres grasos, establo, a queso, rancio, que se corresponden con ácidos grasos (picos 10, 12, 16 y 20), así como diversos ésteres y alcoholes con perfiles frutales, florales y dulces. Por último, cabe destacar la presencia de fenoles volátiles, como el 4-etilguayacol y el 4-etilfenol, así como otros dos compuestos no identificados, con descriptores aromáticos típicamente fenólicos (Figura 1).

Por otra parte, se encuentran aquellos compuestos cuya FM es menor del 50%, representados en la Figura 2. Pertenecen a este grupo 35 olores, con valores de frecuencias modificadas muy dispares. De hecho, solamente los isómeros del hidroxibutirato de etilo (picos 33 y 41), están presentes en todas las sidras.

Se observa en esta categoría un cierto predominio de aromas descritos como

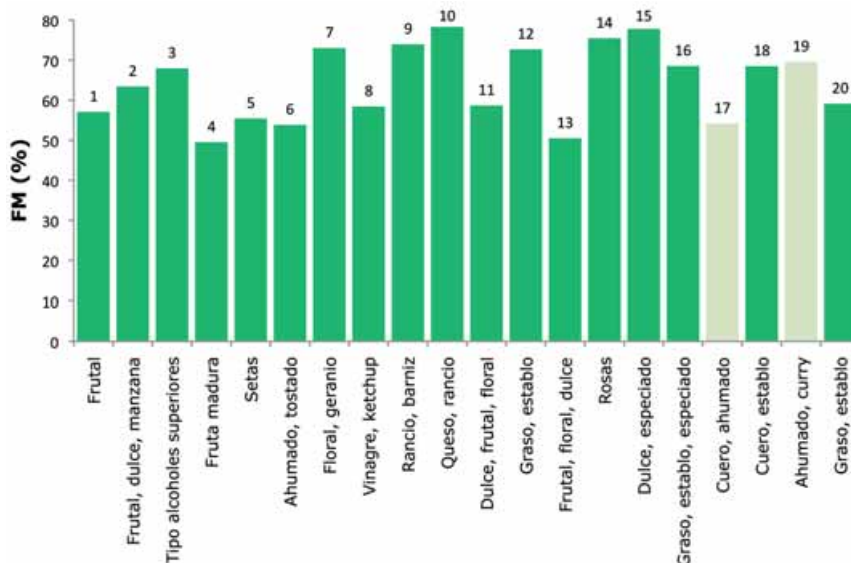


Figura 1.-Compuestos cuya FM ≥ 50%. 1: Acetato de propilo; 2: 2-metilbutirato de etilo; 3: Alcoholes amílicos; 4: Hexanoato de etilo; 5: 1-octen-3-ona; 6: 3-metil-2-butenol; 7: *t*-3-hexenol; 8: Metional; 9: γ -butirolactona; 10: Ácido 2-metilbutírico + succinato de dietilo; 11: Acetato de 2-feniletilo; 12: Ácido hexanoico; 13: Alcohol bencílico; 14: 2-feniletanol; 15: 4-etilguayacol; 16: Ácido octanoico; 17: no identificado; 18: 4-etilfenol; 19: no identificado; 20: Ácido decanoico.

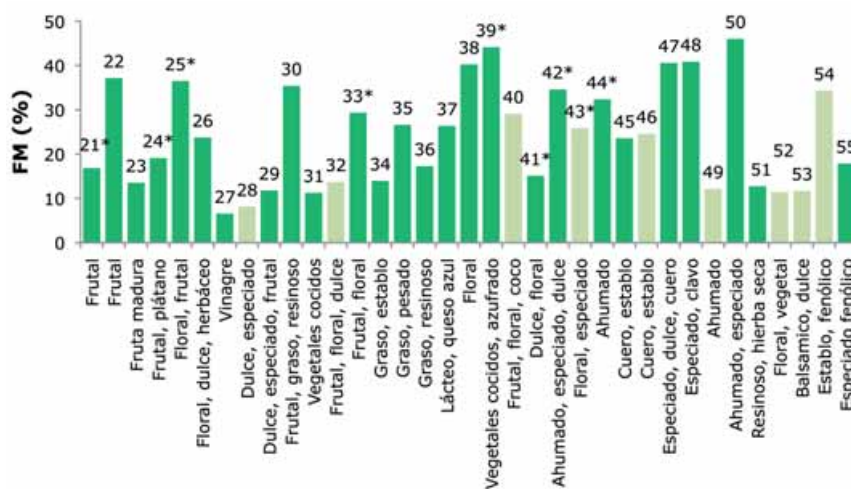


Figura 2.-Compuestos cuya FM < 50. 21: Propionato de etilo; 22: Butirato de etilo; 23: Acetato de butilo; 24: Acetato de isoamilo; 25: Hexanol; 26: *c*-3-hexenol; 27: Ácido acético; 28: ni; 29: 2-octanol; 30: Octanoato de etilo; 31: Óxido de *l*-linalool; 32: ni; 33: 3-hidroxibutirato de etilo; 34: Ácido propanoico; 35: Ácido *i*-butírico; 36: 1-octanol; 37: Ácido butanoico; 38: Fenilacetaldehído; 39: Metional; 40: ni; 41: 4-hidroxibutirato de etilo; 42: Guayacol; 43: ni; 44: *o*-cresol; 45: *m*-cresol; 46: ni; 47: γ -decalactona; 48: Eugenol; 49: ni; 50: 4-vinilguayacol; 51: Hexadecanoato de etilo; 52: ni; 53: ni; 54: ni; 55: Isoeugenol. ni: no identificado. Los picos marcados con (*) no son estadísticamente significativos.

↑
Figuras 1 y 2.-

frutales, originados por ésteres de etilo y acetato (picos 21-24, 30 y 33), y compuestos sin identificar (picos 32 y 40), así como aromas florales, aportados por alcoholes como el hexanol, el *c*-3-hexenol y el fenilacetaldehído. Las notas a

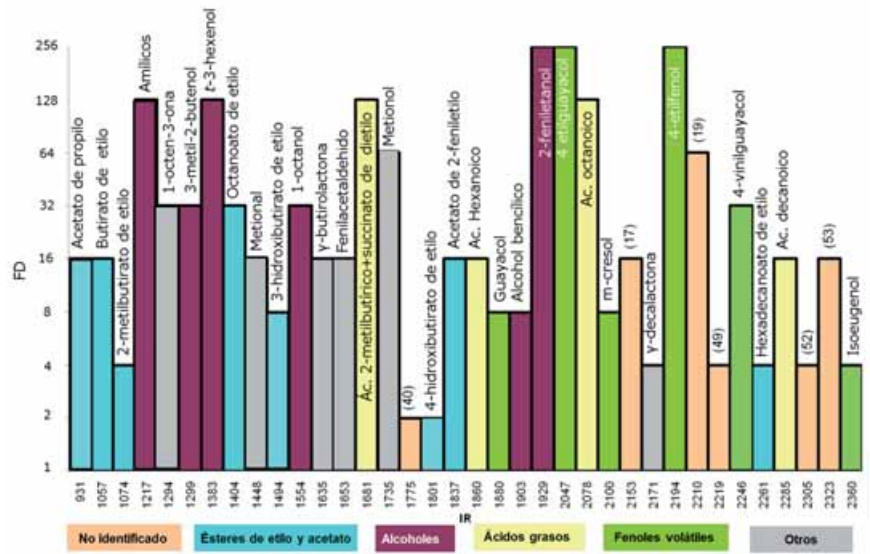
ahumado, establo, cuero, especiado, son también numerosas, y están asociadas fundamentalmente con fenoles volátiles, tales como cresoles, 4-vinilguayacol e isoeugenol (Figura 2).

Los odorantes incluidos en esta figura podrían ser importantes desde el punto de vista sensorial, ya que solo nueve de ellos no discriminan las muestras significativamente.

Para identificar los odorantes potencialmente relevantes para el aroma de la sidra se realiza un experimento denominado AEDA (Aroma Extract Dilution Analysis), consistente en analizar diluciones sucesivas de un extracto hasta que no se percibe olor alguno. Los resultados se expresan por el factor de dilución, que se define como $FD = 2^n$ ($n = 0 - 8$), siendo $n = 0$ el extracto sin diluir.

Como se muestra en la Figura 3, se obtienen 36 compuestos con factores de dilución entre 2 y 256. Entre ellos destacan claramente 4-etilguayacol, 4-etilfenol y 2-feniletanol, que se perciben en el extracto más diluido. También se identifican como odorantes potentes ácidos como el 2-metilbutírico y el octanoico, los alcoholes amílicos y el *t*-3-hexenol ($n = 7$; $FD = 128$). En el intervalo de los menores FD se incluyen, entre otros, tres ésteres de etilo que son el 2-metilbutirato, 4-hidroxbutirato y el hexadecanoato, así como alcohol bencílico, γ -decalactona, guayacol e isoeugenol. Cabe destacar la relevancia de la fracción fenólica en el aroma de esta bebida, no solo porque dos fenoles volátiles se encuentran entre los odorantes más potentes, sino también por la presencia de otros cuatro con factores de dilución variados.

Son singulares los resultados obtenidos en este ensayo para el *t*-3-hexenol, un alcohol que aun encontrándose en las muestras en una concentración promedio de apenas 35 $\mu\text{g/L}$ (Tecnología Agroalimentaria n° 10, 2011) presenta una potencia odorífera importante. Así mismo, podemos destacar compuestos como 1-octen-3-ona, fenilacetaldehido, isoeugenol, y los cresoles, que no han podido identificarse en la sidra con los detectores analíticos convencionales, lo



↑
Figura 3.- Compuestos detectados en el experimento AEDA. En abscisas, índices de retención cromatográfica; en ordenadas, factores de dilución. Los números entre paréntesis se corresponden con los picos de las Figuras 1 y 2.

que pone de manifiesto la gran sensibilidad de la nariz humana, y por ende, la capacidad de esta técnica olfatométrica para el análisis de aromas.

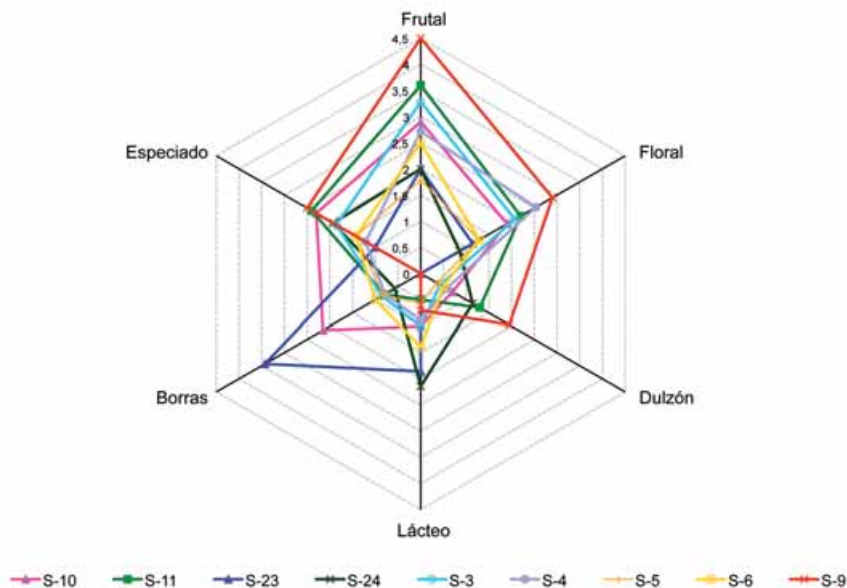
Análisis sensorial

Se define Análisis Sensorial como la evaluación objetiva de los atributos de un alimento o bebida utilizando como instrumentos de medida catadores específicamente seleccionados y/o entrenados para tal fin.

En este trabajo, las sidras fueron evaluadas en copas normalizadas (UNE 87-022-92), de acuerdo con la metodología desarrollada en el Área de Tecnología de los Alimentos, utilizando los siguientes atributos de olor y aroma: frutal, floral, dulzón, lácteo, vinagre, borras y especiado. Adicionalmente, se hace una valoración de calidad de olor, sabor y post-gusto. Se usan escalas de medida del 1 al 9.

Los resultados obtenidos con esta técnica analítica se resumen en la Figura 4, en la que se muestran las puntuaciones promedio de los atributos de olor para cada una de las nueve sidras estudiadas. Como se puede apreciar, las sidras 9, 11 y 3 fueron las más frutales, destacando la muestra número 9 también como la más floral, dulzona y especiada. La referencia 23 mostró la mayor puntuación del atributo borras, seguida de la muestra número 10. Por su lado, la sidra 24 presentó el

→
Figura 4.-Perfiles sensoriales de las sidras analizadas.



mayor carácter lácteo. El resto de las sidras estudiadas tienen perfiles neutros.

¿Cómo se traducen estos resultados en la valoración de la calidad sensorial?

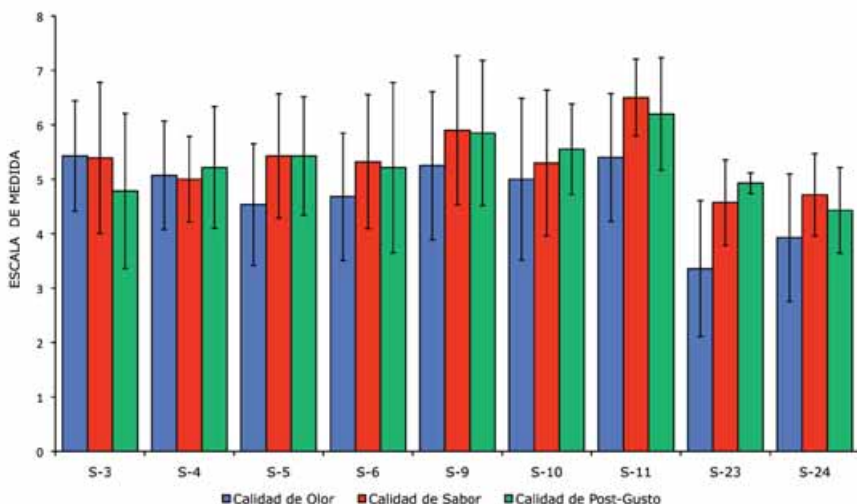
En la Figura 5 se recogen las puntuaciones promedio de calidad de olor, sabor y post-gusto de cada una de las sidras. Como se puede ver, cinco de estas muestras obtienen puntuaciones promedio mayor o igual a 5 en calidad de olor, siendo las referencias 3, 9 y 11 las más apreciadas. Con respecto a la calidad de sabor y post-gusto, destacan las sidras 11 y 9 como las mejor puntuadas. En el extremo contrario se encuentran las referencias 23 y 24.

Para determinar posibles relaciones entre variables olfativas y sensoriales

se realizó un análisis de correlación de Pearson, encontrándose correlaciones matemáticas positivas entre la valoración de calidad de olor y los atributos frutal (0,823, $p = 0,006$) y floral (0,897, $p = 0,002$), y negativas entre calidad de olor y la percepción de los caracteres lácteos (-0,733, $p = 0,025$) y borras (0,640, $p = 0,063$).

El análisis del aroma desde sus distintos enfoques pone de manifiesto la gran variedad de olores presentes en esta bebida. Podemos decir de manera general, que la sidra huele a fruta y a flores, pero también a especias, cuero, ahumados, e incluso a grasa, queso y rancio, olores menos esperados en esta bebida, pero que, combinados adecuadamente, dan como resultado el característico olor de la sidra natural asturiana.

↓
Figura 5.-Valoración hedónica de las sidras analizadas.



El siguiente paso será determinar qué papel juegan los distintos compuestos volátiles en el perfil sensorial de la sidra, y por tanto, en su calidad.

Nota

Estos resultados, forman parte del Trabajo de Investigación titulado “Descripción del aroma de Sidra Natural de Nueva Expresión por Cromatografía de Gases y Olfatometría”, defendido en la Universidad de Oviedo, en junio de 2011 por María José Antón Díaz y financiado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), con fondos ERDF y ESF (RTA 2009-00-111). ■

VI Congreso de Mejora Genética de Plantas

La genética cuantitativa en la mejora vegetal

JUAN JOSÉ FERREIRA FERNÁNDEZ. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Responsable del Programa de Genética Vegetal. jferreira@serida.org
M^º DEL PILAR ORO GARCÍA. Jefa del Área de Transferencia y Formación. pilaroro@serida.org

La mejora genética vegetal tiene entre sus principales objetivos desarrollar nuevas variedades de plantas con características que presenten ventajas frente a las previamente existentes. Estas ventajas pueden ser de naturaleza diferente como, producción, resistencia frente a enfermedades, adaptación a la mecanización o manejo industrial y adaptación a las demandas de mercado. La mejora genética de plantas es capaz de proporcionar diversidad de variedades adaptadas a muy diferentes ambientes y requerimientos medioambientales, por lo que tiene efectos tanto sobre la alimentación humana como en la conservación del medioambiente.

Desde el año 2002 las Secciones de Mejora Genética Vegetal de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas (SECH) y la Sociedad Española de Genética (SEG) promueven la organización del Congreso de Mejora Genética de Plantas, con el objetivo de ofrecer un marco de encuentro e intercambio de ideas en el campo de la genética, biotecnología y mejora genética de plantas.

La organización del VI Congreso de Mejora Genética de Plantas correspondió al Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), y se desarrolló entre los días 11 a 13 de septiembre de 2012, en la Laboral Ciudad de la Cultura (Gijón).

El Comité Organizador estuvo constituido por el equipo del Programa de Genética Vegetal del SERIDA, presidido por el Dr. Juan José Ferreira, actuando como secretaria la Dra. Elena Pérez-Vega,



y compuesto por la Dra. Ana Campa, Guillermo González y Noemí Trabanco.

El Comité Científico estuvo conformado por ocho científicos de reconocido prestigio en el campo de la genética y mejora genética vegetal, procedentes de universidades y centros de investigación.

El programa del congreso buscó favorecer la interacción entre los participantes, así como la ampliación y divulgación de conocimientos en el campo de la genética, biotecnología y mejora genética vegetal. Con esta finalidad se programaron siete sesiones temáticas:

Sesión 1: Genética y mejora genética de caracteres cuantitativos.

Sesión 2: Conservación y utilización de recursos fitogenéticos.

Sesión 3: Genética y mejora genética de resistencias.

Acto de inauguración del VI Congreso de Mejora Genética de Plantas.

De izquierda a derecha: Koldo Osoro, director gerente del SERIDA, M^º Jesús Álvarez, consejera de Agroganadería y Recursos Autóctonos y Juan José Ferreira, presidente del Comité Organizador.



↑
Asistentes al Congreso.

Sesión 4: Genética y mejora genética de especies hortícolas.

Sesión 5: Aplicación de las “ómicas” en la mejora genética.

Sesión 6: Genética y mejora genética de cereales y leguminosas.

Sesión 7: Mejora genética de especies leñosas, frutales y forestales.

Todas las comunicaciones enviadas al congreso fueron debatidas en las sesiones y aquellas seleccionadas por el Comité Científico se presentaron de forma oral.

Durante la primera sesión tuvo lugar la presentación del libro “La genética cuantitativa y la mejora vegetal del siglo XXI”, a cargo del Dr. Marcelino Pérez de la Vega y el Dr. Amando Ordás. En esta publicación, destacados especialistas

revisan el análisis y utilización de caracteres que tienen un comportamiento complejo al estar controlado por muchos genes y verse su expresión afectada por el ambiente.

También se desarrollaron dos sesiones de posters y dos conferencias impartidas por reconocidos especialistas internacionales en el estudio de caracteres cuantitativos y en la aplicación de las herramientas genómicas en genética y mejora vegetal: el profesor Fred van Eeuwijk, Wageningen, Holanda y el Profesor Phil McClean, North Dakota University, EEUU.

El congreso contó con 127 participantes y se presentaron un total de 99 comunicaciones por parte de diferentes grupos de investigación. Todas ellas fueron recogidas en el libro de Actas del VI Congreso

→
Descanso. Degustación de productos elaborados con escanda.





de Mejora Genética de Plantas, Actas de Horticultura nº 62.

Paralelamente al congreso se desarrollaron otras actividades como la exposición "Alimentos del Paraíso", en el hall del Teatro de la Laboral, degustación de productos elaborados con escanda asturiana y visita de un lagar en Gijón.

El congreso fue inaugurado por la consejera de Agroganadería y Recursos Autóctonos del Gobierno del Principado de Asturias, M^a Jesús Álvarez y finalizó con la entrega, en la Sala de Pinturas, de los Premios Nacionales de Genética a dos reconocidos docentes e investigadores; Profesor José Ignacio Cubero de la Universidad de Córdoba y Profesor Andrés Moya de la Universidad de Valencia.

Colaboraron en la organización del congreso, La Sociedad Española de Ge-

Entrega de los Premios Nacionales de Genética a los Profesores Andrés Moya y José Ignacio Cubero.

nética, Sociedad Española de Ciencias Hortícolas, Consejería de Agroganadería y Recursos Autóctonos del Principado de Asturias, y patrocinaron, Ayuntamiento de Gijón Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Alimentaria (INIA), Sociedad Española de Genética, Obra Social "la Caixa" y otras empresas como Pronadisa, CONDA, DISBIOTEC y ECOGEN.

Como conclusión, destacar el elevado nivel científico – técnico tanto de las conferencias invitadas como de las comunicaciones presentadas, que dieron lugar a debates muy esclarecedores de los diferentes temas tratados. Finalmente se acordó proponer al Grupo de Fruticultura del CITA, Zaragoza, la organización del VII Congreso de Mejora Genética de Plantas en 2014. ■



← Sesión de posters.



→ Conferencia de clausura: Profesor Phil Mc Clean.



Nuevos convenios, contratos y acuerdos

Convenios

Convenio Marco de Colaboración entre el SERIDA y la Universidad de Oviedo

Objeto: El desarrollo conjunto de actividades de investigación, innovación tecnológica y formación en el campo de la biotecnología agroalimentaria y la salud.

Duración: Del 23 de marzo de 2012 en adelante.

Contratos

Contrato de investigación entre Premium Ingredientes S.L. y el SERIDA

Objeto: La realización por parte del SERIDA de las actividades de investigación relacionadas con la "Aplicación de la Tecnología NIRS como herramienta para el control de calidad en agroalimentación".

Duración: Del 14 de febrero de 2012 hasta el 31 de diciembre de 2012, renovable en función de objetivos anuales.

Contrato para el acceso a la base de datos Web of Knowledge y entre el SERIDA y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT)

Objeto: Acceso a la base de datos Web of Knowledge y servicios inherentes a la misma.

Duración: Del 1 de enero de 2013 al 31 de diciembre de 2013.

Contrato de investigación entre el SERIDA y la Fundación Consejo Regulador de la Denominación de Origen "Queso Manchego" para la implantación de la tecnología NIRS, como herramienta para el control de calidad en agroalimentación, en el marco de la norma UNE-E ISO/IEC 17025

Objeto: La realización, por parte del SERIDA, de las actividades de investigación relacionadas con la "implantación de la tecnología NIRS como herramienta para el control de calidad en agroalimentación, en el marco de la norma UNE-E ISO/IEC 17025 etapa inicial", para la Fundación Consejo Regulador de la Denominación de Origen Queso Manchego.

Duración: Del 25 de enero de 2013 hasta el 31 de diciembre de 2014.

Acuerdos

Acuerdo de colaboración entre el SERIDA y D. José Domingo López Lastra

Objeto: Regular la colaboración de ambas partes, para llevar a cabo un ensayo de cebo y acababado de cerdos de raza Gochu Asturcelta, en un castañedo característico de Asturias.

Duración: Del 19 de junio de 2012 hasta el 31 de octubre de 2014.

Acuerdo de colaboración entre el SERIDA y ACUITEC S.L.

Objeto: La realización de una investigación sobre "nuevas aplicaciones de la biotecnología para caracterizar la respuesta inmune en acuicultura".

Duración: Del 13 de julio de 2012 hasta el 31 de diciembre de 2015.

Acuerdo de colaboración entre el SERIDA y Asturianberries S.L.

Objeto: La realización de actividades de investigación para la obtención de variedades de arándano, susceptibles de explotación comercial en el marco del programa INNFACTO del Ministerio de Economía y Competitividad.

Duración: Del 13 de julio de 2012 hasta el 31 de diciembre de 2015.

Acuerdo de colaboración entre el SERIDA y la Universidad de León

Objeto: La realización de prácticas curriculares y extracurriculares en el desarrollo del programa formativo de los estudios de grado, conducentes al título oficial de "Graduado en Biotecnología", al amparo de convenio marco de cooperación suscrito entre el SERIDA y la Universidad del León.

Duración: Del 4 de julio de 2012 hasta el 4 de julio de 2013.

Acuerdo de colaboración entre el SERIDA y la Universidad de León

Objeto: Participación del SERIDA en el programa doctorado de "Ingeniería de Biosistemas" de la Universidad de León, recibiendo alumnos para su formación así como participando en la dirección de tesis doctoral.

Duración: Del 12 de noviembre de 2012 en adelante.

Acuerdo de colaboración entre el SERIDA y la Universidad de León

Objeto: La realización de prácticas y/o trabajos de fin de grado o de máster por parte de estudiantes universitarios.

Duración: Curso académico 2012-2013.

Acuerdo de transferencia de material entre el SERIDA y la empresa Camelina Company España S.L.

Objeto: La empresa proporciona el material (500 gramos de semilla de *Camelina sativa L*) a la Entidad SERIDA, con el único y exclusivo propósito de realización de ensayos y/o evaluación interna.

Duración: Del 2 de noviembre de 2012 hasta el 2 de noviembre de 2013.

Acuerdo de colaboración entre el SERIDA y la Universidad de Oviedo

Objeto: Desarrollar el Máster Universitario en Biotecnología Aplicada a la Conservación y Gestión Sostenible de Recursos Vegetales.

Duración: Del 20 de febrero de 2013 al 20 de febrero de 2017.



Tesis y Seminarios

Proyectos Fin de Máster



Setos en manzanos ecológicos asturianos: floración y papel como reservorio de fauna auxiliar

Máster: Agricultura ecológica.

Autor: Eduardo Prida Barreiro.

Año: Octubre, 2012.

Director: Dr. Marcos Miñarro Prado (SERIDA).

Lugar de presentación: Universidad de Barcelona, Facultad de Biología (Barcelona).

Los setos vivos son formaciones vegetales con mezclas arbóreas, arbustivas y herbáceas que rodean las parcelas de cultivo y que realizan diversas funciones de gran valor. Las especies de plantas con flores pueden atraer insectos y jugar un papel en la conservación de la biodiversidad y en el funcionamiento del agrosistema. Dichas flores podrían proveer unos servicios al cultivo al ser fuente de polen y néctar para insectos beneficiosos, como los sírfidos que depredan sobre los pulgones que son plaga del manzano, o los insectos que participan en la polinización del manzano. Los objetivos del trabajo fueron (1) identificar las especies con flores que hay en los setos cercanos a las parcelas de manzano ecológico en Asturias, conocer su abundancia y su fenología de floración, y (2) cuantificar el papel de esas flores como atrayentes de insectos beneficiosos, como los enemigos naturales de las plagas o los polinizadores.

Los estudios se realizaron desde mediados de mayo hasta principios de septiembre de 2012 en los setos que rodeaban ocho plantaciones ecológicas de manzano en los concejos de Nava, Sariego y Villaviciosa. Se contaron 7555 flores pertenecientes a 62 especies de plantas. Las cinco especies más abundantes fueron: *Stellaria holostea* L. (14,1%), *Rubus ulmifolius* L. (13,8%), *Bellis perennis* L. (13,6%), *Veronica persica* Weber (8,8%) y *Geranium robertianum* L. (5,6%). Se encontraron flores durante todo el periodo muestreado, aunque su número dismi-

nuyó a medida que avanzó la temporada. No se encontraron diferencias entre parcelas ni en la abundancia de flores ni en el índice de diversidad de Shannon-Wiener ni en la riqueza específica.

La visita de insectos a las flores fue muestreada en 1089 flores de 22 especies de plantas, sobre las que se observaron 690 insectos. Entre los insectos beneficiosos destacaron por su abundancia las abejas silvestres (con el 27,1 % del total de insectos), los sírfidos depredadores (14,9 %) y los abejorros (5,5%) y las abejas melíferas (5,2 %). Hubo diferencias entre plantas en el número de insectos que las visitaron. Las tres especies de plantas más atractivas para sírfidos depredadores fueron: *Sambucus nigra* L., *Oenanthe crocata* L. y *Stellaria media* (L.) Vill., y las tres especies más atractivas para polinizadores fueron: *Potentilla reptans* L. (para abejas silvestres), *Rosa arvensis* Hundt (para abejas melíferas) y *Rubus ulmifolius* (para abejorros), siendo esta última especie la que más diversidad de insectos atrajo.

El trabajo ha permitido identificar los recursos florales de los setos que rodean las parcelas de manzano en Asturias y sus asociaciones con insectos beneficiosos, como los enemigos de las plagas y los polinizadores.



Emprego de indicios de actividade para estimar a abundancia de roedores perjudiciais para o manzano

Máster: Agricultura, ganadería y silvicultura ecológicas.

Autora: Cecilia Montiel Pantoja.

Año: Diciembre, 2011.

Directores: Dr. Marcos Miñarro Prado y Dr. Enrique Dapena de la Fuente (SERIDA).

Lugar de presentación: Universidad Internacional de Andalucía, sede Antonio Machado (Baeza).

Los roedores constituyen una de las principales amenazas para el cultivo del manzano. Los micrótidos son roedores de hábitos sub-

terráneos que roen el sistema radicular de los árboles reduciendo considerablemente su productividad o llegando, incluso, a causar su muerte, por lo que los daños económicos producidos son cuantiosos. Para realizar un control sostenible de esta plaga es necesario identificar su presencia y estimar su abundancia. Dado que son animales subterráneos, esto se podría hacer mediante índices de actividad superficial. El objetivo principal del trabajo fue establecer un índice de abundancia para las poblaciones de roedores en los cultivos de manzanos. En Asturias, los roedores más problemáticos son la rata topo (*Arvicola terrestris*) y el topillo lusitano (*Microtus lusitanicus*). Dada la dificultad de diferenciar los indicios de actividad (toperas) de la rata topo de los indicios de topo ibérico (*Talpa occidentalis*), insectívoro que no come las raíces de los árboles, se marcaron tres etapas de estudio para conseguir el objetivo principal del Proyecto:

- Diferenciar las toperas de rata topo de las de topo ibérico,
- Diferenciar los indicios recientes de topillo lusitano de los antiguos, y
- Examinar la relación entre la abundancia de los roedores y la de sus indicios superficiales.

Se examinaron un total de 316 toperas de rata topo y topo y se determinaron nueve variables que diferenciaban las toperas de rata topo de las de topo ibérico al 95% de fiabilidad. Tres de éstas resultan muy prácticas para los agricultores por su fácil identificación en campo: la no linealidad en la distribución de las toperas, la ausencia de caminos de tierra entre toperas y la ausencia de terrones compactos en la superficie de las toperas, características todas ellas propias de la rata topo. Además, se analizaron 85 agujeros de topillo lusitano, resultando que la redondez del agujero es la variable más estrechamente correlacionada con la presencia y la cantidad de topillo. Para establecer el índice de abundancia se realizaron 35 transectos lineales en siete parcelas de cultivo de manzanos; se hallaron correlaciones muy elevadas y significativas entre la abundancia de animales y la presencia de indicios de actividad tanto para rata topo como para topillo lusitano.

Este estudio muestra, por primera vez, la fiabilidad de la utilización de un índice de abundancia basado en la presencia de toperas y agujeros para evaluar las poblaciones de los roedores perjudiciales para el manzano en Asturias. Este método es fácil de aplicar y permitirá ahorrar tiempo y dinero a los agricultores a la hora de manejar y controlar los roedores perjudiciales y, por otro lado, facilitará el seguimiento de las poblaciones con fines de investigación.

Tesis Doctorales



Pseudomonas fitopatógenas en malas hierbas que acompañan al cultivo de la judía: Identificación, Tipificación y Patogenicidad

Autora: Ana M^a Fernández Sanz.

Año: 2013.

Directoras: Dra. Ana J. González Fernández (SERIDA), Dra. M^a del Rosario Rodicio Rodicio (Universidad de Oviedo).

Lugar de presentación: Universidad de Oviedo.

Las malas hierbas que, en ocasiones, acompañan a los cultivos pueden interferir y competir con la especie cultivada reduciendo su rendimiento, pero además pueden ser refugio de microorganismos patógenos perjudiciales para dichos cultivos. En esta Tesis se muestra la presencia de *Pseudomonas* patógenas en las malas hierbas asociadas al cultivo de la judía granja asturiana.

A partir de muestras de malas hierbas se identificaron las especies *P. viridiflava*, *P. syringae* pv. *phaseolicola* y *P. syringae* pv. *syringae*, siendo la más frecuente *P. viridiflava* que se aisló a partir de 12 especies distintas de malas hierbas.

El estudio fenotípico, molecular y filogenético de *P. viridiflava* reveló que se trataba de un grupo heterogéneo y que los aislamientos obtenidos de malas hierbas y judía eran muy similares. Más de la mitad de los aislamientos causaron daños en vainas de judía y todos presentaron una isla de patogenicidad (S-PAI o T-PAI).

P. syringae pv. *syringae* se aisló a partir de cinco especies de malas hierbas. Su caracterización fenotípica y genética reveló también una gran diversidad. El análisis filogenético permitió distinguir tres subpoblaciones: 2A, 2B y 2C, incluidas en el filogrupo 2 de *P. syringae*. El grupo 2B, formado por aislamientos de malas hierbas y judía fue el

más abundante y con mayor potencial patogénico, ya que todos sus aislamientos (excepto uno) contenían los genes responsables de la producción de toxinas y un 26,3% de ellos produjeron síntomas en los ensayos de patogenicidad en judía.

P. syringae pv. *phaseolicola* apareció en cinco especies de malas hierbas (*Fumaria* sp., *Mercurialis annua*, *Polygonum lapathifolium*, *Solanum nigrum* y *Sonchus oleraceus*) y se comprobó su supervivencia en *S. oleraceus*, al menos 11 semanas después de eliminado el cultivo de judía. Esta bacteria tiene un rango de hospedador restringido a las leguminosas y su presencia en las especies de malas hierbas mencionadas (excepto *S. nigrum*) no había sido descrita previamente.

Se identificó, además, una nueva especie de *Pseudomonas* a partir de tres cepas aisladas en 2001 de soja forrajera y dos obtenidas de malas hierbas, concretamente *Solanum nigrum* y *Rumex obtusifolius*.



Epidemiología y virulencia de Pseudomonas viridiflava atípica, un patógeno emergente que afecta a plantas de interés agronómico en el Principado de Asturias

Autor: Mateo San José García.

Año: 2013.

Directoras: Dra. M^a del Rosario Rodicio Rodicio (Universidad de Oviedo), Dra. Ana Jesús González Fernández (SERIDA).

Lugar de presentación: Universidad de Oviedo.

Pseudomonas viridiflava es una de las bacterias aisladas con frecuencia a partir de plantas sintomáticas en el Principado de Asturias. Esta especie, aunque puede cau-

sar daño, ha sido tradicionalmente considerada como un patógeno de debilidad. No obstante, a partir de 1999 se describió en Asturias la emergencia de aislamientos altamente virulentos, capaces de infectar hospedadores como la judía (*Phaseolus vulgaris* L.), el kiwi (*Actinidia deliciosa*), la lechuga (*Lactuca sativa* L.) y el hebe (*Hebe* sp.). Estos aislamientos mostraban un perfil LOPAT atípico [+v+] en vez de [-++], diferenciándose por la producción de exopolisacárido amarillento en medio hipersacrosado, y por una reacción pectinolítica variable.

En esta Tesis se caracterizaron 108 aislamientos de esta bacteria obtenidos de kiwi (56), judía (37), lechuga (9), arándano (2), grosella (1), hebe (2) y *Chaenomeles* sp. (1). Estos aislamientos mostraron una elevada variabilidad que pone de manifiesto la ausencia de clonalidad en esta especie, apoya la necesidad de redefinir los criterios de identificación de esta especie y podría explicar su amplio rango de hospedador.

Se comprobó además el mantenimiento del polimorfismo en la posesión de las islas de patogenicidad T-PAI/S-PAI, aunque con ligeras diferencias en su frecuencia respecto de la población típica previamente analizada.

La aplicación de ribotipia y MLSA permitió establecer clados y subclados en la población local de este patógeno. También se encontraron plásmidos en el 7,4% de los aislamientos, evidenciando la existencia de barreras a la adquisición y/o mantenimiento de ADN exógeno. Los plásmidos pPv1274 y pPv1206 fueron secuenciados y caracterizados, encontrando en ellos genes que confieren ventajas adaptativas bajo determinadas condiciones, como la exposición a la luz ultravioleta o a compuestos de cobre y genes relacionados con funciones metabólicas y funciones aún desconocidas. Estos plásmidos pertenecen a la familia plasmídica pPT23A de *P. syringae*, sugiriendo el potencial de transmisión y recombinación con plásmidos portadores de factores de virulencia de esta especie.

Mediante mutagénesis transposicional se descubrieron dos genes que parecen estar implicados en la virulencia de la bacteria cuya función aún no ha sido confirmada, pero las evidencias encontradas apuntan la posibilidad de que participen en la síntesis de algún tipo de toxina o en la manipulación de la respuesta defensiva de la planta mediante la oxidación de poliaminas.

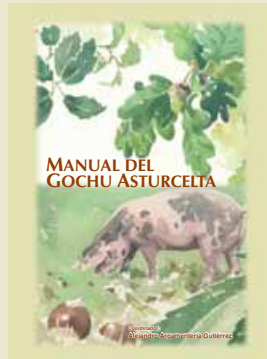
Por último, se investigó el papel de genes que confieren resistencia en *Arabidopsis thaliana* frente a *P. viridiflava* y se encontraron tres genes que parecen mediar la respuesta defensiva.

Publicaciones

Libros

Manual del Gochu Asturcelta

Alejandro Argumentería,
Begoña de la Roza,
M^a Antonia Cueto,
Carlos Olegario Hidalgo,
Carolina Tamargo,
Aida Rodríguez, Ángel Fernández,
M^a José Merino, Juan Menéndez
Depósito legal: AS. 514/2012
ISBN: 978-84-695-3049-8
Medidas: 17x24 cm
Páginas: 151



Es un libro dirigido a profesionales al servicio del sector agropecuario asturiano. Estructurado en nueve capítulos, contiene información acerca de:

- Los motivos que condujeron al actual Gochu Asturcelta al borde de la extinción y el interés por su recuperación.
- La Asociación de Criadores de Gochu Asturcelta (ACGA) y el reconocimiento oficial de la raza.
- Cómo se realizó el proceso de recuperación a partir de un núcleo fundacional mínimo, con la colaboración de especialistas del SERIDA en genética, reproducción y alimentación, mediante financiación de la Consejería.
- Las características productivas de la raza en régimen semiextensivo.
- La obtención de semen congelado y refrigerado, el control de su calidad y la inseminación artificial.
- Las características nutricionales de los piensos para Gochu Asturcelta en régimen semiextensivo.
- Cómo debe ser el control de calidad de los alimentos para Gochu Asturcelta.
- Recomendaciones acerca de sanidad e higiene en las ganaderías.
- El manejo general de las explotaciones de cerdos, tanto de reproductores como de animales para engorde.

La genética de los caracteres cuantitativos en la mejora vegetal del siglo XXI

Juan José Ferreira, Amando Ordás,
Marcelino Pérez de la Vega (Editores)
Depósito legal: AS. 2218-2012
ISBN: 978-84-695-4079-4
ISBN: 84-695-4079-3
Medidas: 17x24 cm.
Páginas: 302



En los últimos años ha habido notables cambios en el estudio e identificación del control genético de los caracteres cuantitativos en las plantas. Se han descrito diferentes métodos estadísticos y estrategias para identificar las regiones implicadas en el control genético de los caracteres cuantitativos.

Guía del Gochu Asturcelta

Alejandro Argumentería,
Begoña de la Roza,
M^a Antonia Cueto,
Carlos Olegario Hidalgo,
Carolina Tamargo, Juan Menéndez
Depósito legal: AS. 513/2012
ISBN: 978-84-695-3048-1
Medidas: 17x24 cm.
Páginas: 54



Está dirigida a los ganaderos que deseen criar esta raza.

Se estructura en siete capítulos destinados a informar sobre el manejo de los verracos, las cerdas reproductoras, los lechones en fase de cría, la recría de futuros reproductores y, las sucesivas fases de crecimiento, crecimiento-cebo, cebo y acabado en cerdos para engorde.

La guía incluye un **glosario en lengua asturiana** con los términos utilizados tradicionalmente en Asturias para la cría del cerdo y la obtención de productos cárnicos derivados del mismo. También contiene una **propuesta de vocablos asturianos** para designar y clasificar los productos cárnicos procedentes del Gochu Asturcelta.

La Guía y el Manual del Gochu Asturcelta proponen también herramientas agrosilvopastorales para gestionar con criterios de sostenibilidad, áreas de nuestro territorio en las que se puedan desarrollar explotaciones porcinas en régimen semiextensivo o extensivo que generen productos de alta calidad que la sociedad demanda.

En este sentido los bosques autóctonos de abedules, castaños, robles y hayas, constituyen espacios de un gran valor ambiental y económico en el medio rural, tradicionalmente aprovechados por el Gochu Asturcelta junto con otros espacios próximos a las aldeas y caserías tales como las campiñas con setos arbóreos, los cultivos y los matorrales donde crecen algunas plantas con bulbos superficiales. Por ello, revitalizar esos espacios de gran valor cultural y natural contribuirá a mejorar los servicios que nuestros ecosistemas proporcionan a la sociedad.

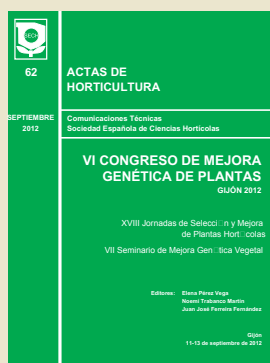
El objetivo fundamental de este libro, es revisar la situación actual de la genética cuantitativa orientada hacia la mejora genética de plantas.

Diferentes investigadores han contribuido a la publicación de esta obra, que aborda el estado actual del conocimiento y las nuevas herramientas, para un preciso análisis y estudio de los caracteres cuantitativos.

El libro se divide en nueve capítulos, y contempla temas como: herramientas estadísticas y análisis de experimentos en la mejora genética de plantas, métodos clásicos de análisis de caracteres cuantitativos, métodos clásicos en la mejora de caracteres cuantitativos en especies autógamas, conceptos básicos sobre la elaboración de mapas genéticos de ligamiento en plantas, análisis de QTLs para mejora genética vegetal, introducción al mapeo por asociación, utilización del etiquetado de genes mediante marcadores moleculares; y finalmente aborda las herramientas bioinformáticas para la mejora genética vegetal.

**Actas de Horticultura. Nº 62.
Comunicaciones Técnicas
Sociedad Española de Ciencias
Hortícolas**

Elena Pérez Vega, Noemí Trabanco Martín, Juan José Ferreira Fernández (Editores)
Depósito legal: AS. 2217-2012
ISBN: 978-84-695-3943-9
ISBN:84-695-4079-4
Medidas: 17x24 cm.
Páginas: 253



La Sociedad Española de Ciencias Hortícolas (SECH) y la Sociedad Española de Genética (SEG) promueven desde el año 2002, la organización del Congreso de Mejora Genética de Plantas, organizado en su VI edición por el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA).

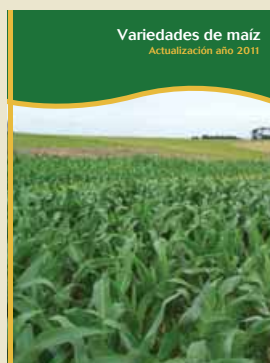
En cada edición se plantea un tema de actualidad e interés relacionado con la mejora genética vegetal. En el VI Congreso se eligió "La genética cuantitativa en la mejora vegetal".

En esta publicación se reúnen todas las comunicaciones presentadas al IV Congreso de Mejora Genética de Plantas. Las diferentes comunicaciones han sido agrupadas en siete capítulos atendiendo a diferentes áreas temáticas: genética y mejora genética de caracteres cuantitativos, conservación y utilización de recursos fitogenéticos, genética y mejora genética de resistencias a estreses, aplicación de las "ómicas" en la mejora genética, mejora genética de especies hortícolas, mejora genética de cereales y leguminosas y mejora genética de especies leñosas, frutales y forestales.

Folleto

**Variedades de maíz.
Actualización año 2011**

Alejandro Argamentaría, Alfonso Caballal, Antonio Martínez, Ana Soldado, Begoña de la Roza, Adela Martínez, José Damián del Valle, Jesús Alperi
Depósito legal: AS-510/12
Medidas: 15x21 cm.
Páginas: 33
Edita: SERIDA
Consejería de Agroganadería y Recursos Autóctonos



El SERIDA realiza anualmente ensayos 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 agrícola y ganadero, cooperativas, centros de compra etc. para argumentar técnicamente la decisión de la variedad a emplear.

Este folleto presenta los datos del estudio, actualizados a 2011; en él se describe el listado de variedades y los criterios recomendados para elegir las más adecuadas a la explotación.

Memoria de Actividades del SERIDA 2011

On line): <http://www.serida.org/memoria.php?anyo=2011>
Año: 2012
Edita: SERIDA



La Memoria SERIDA 2011 recoge información de los proyectos de I+D+i, de la labor contractual y relacional con otros organismos, agentes e instituciones, así como de las actividades científicas, técnicas, divulgativas, promocionales y formativas desarrolladas por la entidad durante el año 2011.

Aplicaciones informáticas en la web

Elección de variedades comerciales de maíz forrajero

SERIDA
INIA
Octubre, 2012

Como complemento a los listados de variedades de maíz para forraje, elaborados anualmente por el SERIDA, y con el objetivo de facilitar la elección de la variedad más apropiada a las condiciones de cultivo de cada ganadero, se ha elaborado una aplicación informática, accesible desde la página web del SERIDA: www.serida.org.

Para su utilización, el usuario debe elegir la zona edafoclimática de Asturias donde se va a sembrar y los días previstos de siembra y de recogida. Solamente se contemplarán las variedades que puedan conseguir el estado óptimo de cosecha en los días de cultivo previstos. También puede estimar el % de plantas caídas que se dan por pérdidas. Los resultados pueden ordenarse por producción de materia seca por ha, por producción de energía por ha o por contenido energético por kg de materia seca.

Este trabajo ha sido financiado por el INIA (AC-2011-00061-00).



Vídeos

Arreglo de pezuñas en pequeños rumiantes

Edita:
SERIDA
Consejería de Agroganadería y Recursos Autóctonos
[On line]: <http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=5160>
Año de edición 2011



Los pequeños rumiantes, cabras y ovejas se desplazan continuamente sobre superficies duras, pedregosas, zonas de terrenos encharcados y se confinan en zonas de resguardo donde se acumulan excrementos susceptibles de fermentación. Esto puede provocar anomalías en las patas de los animales, produciendo grietas, desgarros, infecciones y otras alteraciones en la salud de los animales. Por lo tanto es importante que el ganadero o el pastor conozca la problemática que envuelve la alteración del buen estado de las pezuñas de sus animales.

El objetivo de este video es mostrar los conocimientos, y medidas necesarias para prevenir la aparición de estas alteraciones y corregir sus efectos.

Construcción de cercas para el ganado

Edita:
SERIDA
Consejería de Agroganadería y Recursos Autóctonos
[On line]: <http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=5161>
Año de edición 2011



La construcción de cercas es el elemento fundamental para manejar el ganado en el pasto y proteger los cultivos y los rebaños. Su finalidad es limitar las parcelas perimetralmente e impedir la entrada de los animales ajenos a la explotación, además de cumplir su función de cierre.

Este video muestra los diferentes tipos de cercas y su construcción según el tipo de animales, orografía y morfología de los terrenos, así como la disponibilidad de materiales: soportes, postes intermedios, alambres, pequeño material y finalmente la normativa aplicable en la construcción de cercas.





Audiovisuales del **SERIDA**

www.serida.org



Toma de muestras de suelos



Construcción de cercas para el ganado



Cultivo de la faba tipo granja en Asturias



Primeros cuidados de corderos y cabritos



Objetivo: disponer de una colección de audiovisuales sobre diferentes productos y procesos productivos en su totalidad o en algún aspecto destacable de los mismos.

Base de la información: las experiencias, resultados y conocimientos derivados de los proyectos de investigación y desarrollo llevados a cabo por el SERIDA y grupos colaboradores en diferentes áreas de conocimiento.



SERVICIO REGIONAL DE INVESTIGACIÓN
Y DESARROLLO AGROALIMENTARIO

Investigación agropecuaria, alimentaria y forestal