



Tecnología Agroalimentaria

Boletín informativo del SERIDA

Número 17 - 2016

Injerto en arándano ■ Plagas de eucalipto sobre el manzano ■ Biomarcadores de estrés animal en la carne ■ Enfermedad de Lyme ■ Enriquecimiento nutricional de la magaya ■ Pastos permanentes



SUMARIO

Tecnología Agroalimentaria - SERIDA

Número 17 • 2016

Actualidad

2 El injerto en arándano. Operaciones y tiempos de ejecución para el cambio de variedad

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

Información agrícola

7 Presencia de dos plagas del eucalipto sobre el manzano

Marcos Miñarro Prado
Aitor Somoano García
Rocío Rosa García

13 Fichas de cultivos hortofrutícolas

Moisés M. Fernández de Sousa
Guillermo García González de Lena

Información forestal

21 Nuevos marcadores de calidad de madera en *Pinus pinaster*: Estrigolactonas y ramificación

Álvaro Calderón
Isabel Feito
Carolina de la Torre
Jesús Pascual
Francisco Javier Colinal
Luis Valledor
Juan Majada
Ana Rodríguez
María Jesús Cañal
Mónica Meijón

Información ganadera

28 Identificación en la carne de biomarcadores de estrés animal

Mamen Oliván
Fernando Díaz-Martínez
Yaiza Potes-Ochoa
Adrián Rubio-González
Ana Coto-Montes

34 Los pastos permanentes: importancia, dinámica y necesidades de actuación para su sostenibilidad

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

41 Enfermedad de Lyme en Asturias: ¿qué podemos aportar desde el SERIDA?

Alberto Espí Felgueroso
Ana del Cerro Arrieta

Tecnología de los alimentos

46 Enriquecimiento nutricional de la *magaya* con levaduras autóctonas

Roberto Rodríguez Madrera
Belén Suárez Valles

7



46



2

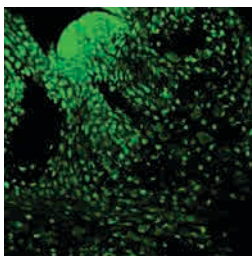


41



56

21



51



Congresos y reuniones

- 51** | **I Workshop Nacional de Investigación en Tuberculosis Animal**
Ana Balseiro Morales
M^a del Pilar Oro García

Jornadas

- 55** | **Jornada divulgativa sobre tuberculosis animal**
Ana Balseiro Morales
M^a del Pilar Oro García
- 56** | **Jornada de presentación de nuevas variedades de manzano seleccionadas por el SERIDA**
Enrique Dapena de la Fuente
M^a del Pilar Oro García
- 58** | **Presentación de los resultados del Plan de investigación y desarrollo tecnológico del cultivo de la vid y elaboración del Vino de Calidad de Cangas**
M^a Dolores Loureiro Rodríguez
M^a del Pilar Oro García
- 60** | **Jornada de poda y cuidados de invierno en plantaciones de manzano de sidra**
Enrique Dapena de la Fuente
M^a del Pilar Oro García

Actividades de transferencia

- 61** | **Exposición 'Variedades del Banco de Germoplasma de Manzano del SERIDA'**
Enrique Dapena de la Fuente
M^a del Pilar Oro García
- 62** | **Presentación del libro *El cultivo del kiwi***
M^a del Pilar Oro García
- 63** | **Muestra 'Colección de Semillas de Judía del SERIDA: diversidad genética conservada y variedades mejoradas'**
Juan José Ferreira
Ana Campa Negrillo
Guillermo García González de Lena
- 65** | **Cartera de proyectos**
- 66** | **Catálogo de convenios**
- 68** | **Tesis y Seminarios**



63



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

Consejo de redacción: Ramón Juste Jordán, Carmen Díez Monforte y M^a del Pilar Oro García

Coordinación editorial: M^a del Pilar Oro García

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

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

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

E-mail: pilaroro@serida.org

Imprime: Asturgraf, S.L.

D.L.: As.-2.617/1995

ISSN: 1135-6030

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

El injerto en arándano. Operaciones y tiempos de ejecución para el cambio de variedad

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

→
Planta 'Ivanhoe' de 19 años, antes del cambio de variedad.



El cultivo del arándano ha experimentado una notable transformación en los últimos años en lo referente a técnicas de cultivo, nuevas zonas geográficas de producción, así como en la aparición de nuevas variedades, que en la mayoría de los casos mejoran a las antiguas en aspectos como calidad de fruta, producción, mayor amplitud de adaptación climática etc.

A este respecto, las plantaciones realizadas en la década de los 80-90, en las que a las plantas aún les quedarían muchos años de vida productiva debido a la longevidad del arándano, conviven con variedades de aquellos años que hoy en día están claramente superadas en calidad de fruto e, incluso, en algunos casos, son rechazadas por el mercado en fresco.

Hasta la fecha, la única alternativa posible para el cambio varietal era la de arrancar y plantar de nuevo, con la consiguiente pérdida de producción y el coste económico que supone. Sin embargo, actualmente está comprobado que, frente al arranque y la nueva plantación, existe otra alternativa, técnicamente posible, económicamente viable y más ventajosa, que consiste en injertar las plantas ya existentes con la nueva variedad. Esta técnica del injerto es muy común en otras especies frutales de árbol, pero resulta más novedosa y compleja en arbustos frutales como el arándano, que no se cultiva en tronco único sino con varias ramas desde el suelo.

En el año 2009 se publicó un primer trabajo sobre el "Cambio de variedad en el cultivo del arándano mediante el injerto" (*Tecnología Agroalimentaria*. Boletín informativo del Serida Nº 6. 2009) que ya avanzaba las posibilidades de esta técnica. Como se decía entonces, la pérdida de producción es de un solo año, aquel en el que se realiza el injerto, e incluso, con algunas variedades, puede ser posible no perder ni un solo año de cosecha. Al año siguiente del injerto (segundo verde) se pueden superar las 10 t/ha, para llegar a un máximo de 30 t/ha en la cuarta cosecha y mantener una media de 24-25 t/ha los siguientes años.

El objeto de este trabajo es doble. Por un lado, el de presentar los datos obtenidos con una densidad de plantas más propia de la época, 2.200 pl/ha, mucho menor que la del trabajo anteriormente mencionado (3.000 pl/ha), y extrapolarlos a una ha; por otro lado, conocer, de la forma más ajustada posible, las necesidades (tiempos) de mano de obra para cada una de las distintas tareas que esta técnica conlleva, y poder realizar una estimación de costes para cada caso en particular.

Este trabajo se inició en el año 2008, injertándose 127 plantas de la variedad 'Ivanhoe', distribuidas en dos líneas de 94 y 96 m a un marco de 3 x 1,5 m, y que a fecha del injerto tenían una edad de 19 años.

La secuencia de las operaciones que comporta la técnica del injerto es la siguiente:

- 1.- Recogida del material vegetal. En el mes de diciembre del año anterior, 2007 en este caso, se recogen las varas de madera del año de la variedad a injertar, que se conservan en cámara frigorífica hasta el momento del injerto.
- 2.- En el mes de enero se procede a cortar las plantas de forma manual. Se seleccionan 8-9 ramas por planta para ser injertadas, se cortan a una altura del suelo de unos 50 cm y el resto se eliminan a ras de suelo. A continuación, se sellan todos los cortes.
- 3.- Inmediatamente después, también en enero, se procede a triturar toda la leña cortada, mediante dos pases de desbrozadora.
- 4.- A mediados del mes de marzo se realizan los injertos de púa sobre las ramas seleccionadas, mediante el sistema de hendidura, en este estudio con una media de 8,2 injertos por planta. El equipo humano lo formaron dos personas: un injertador, que se ocupó de la preparación de la púa y su colocación sobre el patrón, y un operario, que se encargó de la preparación de las plantas y el sellado posterior de los injertos.

↓
Planta una vez injertada.



→
Planta injertada, antes del primer deschuponado (izquierda) inmediatamente después (derecha).



5.- Una vez realizados los injertos y hasta la parada vegetativa, la labor más importante, tanto técnica como económica, es la eliminación de los rebrotes (deschuponado) de las plantas injertadas, siendo necesario realizar 4 pases en el primer año para eliminar estos rebrotes.

Un dato importante a tener en cuenta es el porcentaje de éxito de los injertos, que depende fundamentalmente de la ejecución y de la afinidad entre patrón y variedad. En este ensayo, prendió el 76% de los injertos, resultando a final del año una media de 6,2 injertos por planta.

Los tiempos empleados en cada una de estas operaciones pueden verse en la Tabla 1.

Durante el primer año, el tiempo total empleado en cada planta injertada, incluyendo el corte, sellado, injertado, más el tiempo empleado en el triturado de la leña y la eliminación de rebrotes, fue de 35 minutos por planta. Extrapolando a 1 ha, con una densidad de plantación de 2.200 plantas/ha, resultan unas 1.317 horas de trabajo.

En el segundo año de injerto y primero de cosecha, los gastos adicionales a los de una plantación tradicional, son los correspondientes a la eliminación de rebrotes desde la corona, que ya son muchos menos que en el año de injerto. En este caso se dieron un total 3 pases, en los meses de abril, junio y septiembre, empleando un tiempo total de poco más de 3 minutos por planta, lo que supuso unas 123 horas/ha.

→
Planta 5 meses después del injerto (izquierda).
Planta en el invierno siguiente al injerto (derecha).



Año	Operación	Fecha	Horas en el ensayo (*)	Horas/ha	Observaciones
1	Cortar plantas	Finales enero	14	243	6,5 minutos/planta
	Sellar cortes	Finales enero	3	42	Aprox. 20 segundos/corte
	Triturar leña (dos pases)	Finales enero	1	16	
	Injertar	Mediados marzo	24	416	1,5 minutos/injerto
	Preparar y sellar injerto	Mediados marzo	24	416	1,5 minutos/injerto
	Eliminación rebrotes	Mediados mayo	4	70	Aprox. 2 minutos/planta
		Mediados junio	2	35	Aprox. 1 minuto/planta
		Mediados julio	2	35	Aprox. 1 minuto/planta
		Mediados septiembre	2	35	Aprox. 1 minuto/planta
TOTAL AÑO 1			76	1.318	
2	Eliminación rebrotes	Mediados abril	4	70	Aprox. 2 minutos/planta
		Mediados junio	2	35	Aprox. 1 minuto/planta
		Mediados septiembre	1	18	Aprox. 0,5 minutos/planta
	TOTAL AÑO 2			7	123
3	Eliminación rebrotes	Mediados mayo	2	35	Aprox. 1 minuto/planta
		Mediados julio	1	18	Aprox. 0,5 minutos/planta
	TOTAL AÑO 3			3	53

También el tercer año es necesario repetir esta operación, aunque los rebrotes que emite la planta por debajo del injerto son mínimos, debido a que la planta ha alcanzado completamente el equilibrio entre la parte aérea y radicular. Se realizaron dos pases, en mayo y julio, empleando 1,5 minutos por planta en total, lo que equivale a unas 53 horas/ha.

En años sucesivos este gasto ya no es significativo, puesto que si se maneja adecuadamente el cultivo, los rebrotes

desde la corona o cerca de esta son mínimos, y ya no representan ninguna competencia para la producción, por lo que se pueden eliminar con la poda invernal.

Respecto al rendimiento, en el primer año de cosecha, 2009, se obtuvo una producción media de 5 kg/planta (0,83 kg/injerto), lo que representa unas 11 t/ha, cifra muy próxima a la que se consigue en una plantación adulta en plena producción, que se alcanza entre 6 y 7 años tras la plantación.

Tabla 1.-Operaciones y tiempo empleado en el injerto de arándano.

(*): 127 plantas, con 8,2 injertos de media por planta.



←
Planta al año siguiente del injerto, 1ª cosecha (izquierda).

Vista general del ensayo en 1ª cosecha (derecha).



↑
Plantas en el 8.º año tras el injerto, en 7ª cosecha.

Durante las 6 cosechas siguientes, los años 2010 a 2015, las producciones fueron de 25,7 t/ha, 24 t/ha, 31 t/ha, 23,7 t/ha, 24,4 t/ha y 26 t/ha, respectivamente.

En términos económicos, el coste del cambio de variedad mediante el injertado (que sería el correspondiente a 1.493 horas de mano de obra) está muy por debajo de lo que supondría arrancar el cultivo y establecer una nueva plantación. Además, habría que añadir un considerable aumento de los ingresos debido a la rápi-

→
Plantas de 3 años de *V. corymbosum* injertadas sobre *V. ashei* a tronco único.



da entrada en producción y a una eventual mejora de los rendimientos.

Conclusiones

El injerto, es una práctica viable para el cambio de variedad en arándano, tanto desde el punto de vista técnico como económico.

Esta novedosa técnica podría tener otras aplicaciones aún mucho más interesantes, que en un futuro no muy lejano podrían cambiar, de forma significativa, los sistemas actuales de cultivo.

Alguna de estas posibilidades puede ser la de realizar plantaciones con plantas injertadas desde vivero y sobre distintos patrones, buscando, por ejemplo, la posibilidad de cultivar en una mayor amplitud de tipos de suelo; una influencia positiva del patrón en la fenología o en la calidad del fruto; o incluso, la posibilidad de realizar el cultivo a tronco único. Esta última opción conllevaría la ventaja de facilitar la recolección mecánica, práctica que estamos seguros se convertirá en habitual para reducir los costes de la recogida, que es la operación más importante en términos económicos. No obstante, son necesarios más trabajos de investigación al respecto que nos permitan profundizar en todos estos aspectos. ■



Presencia de dos plagas del eucalipto sobre el manzano

MARCOS MIÑARRO PRADO. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Investigación en Fruticultura. SERIDA. mminarro@serida.org
AITOR SOMOANO GARCÍA. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Investigación en Fruticultura. SERIDA. aitors@serida.org
ROCÍO ROSA GARCÍA. Área de Sistemas de Producción Animal. SERIDA. rociior@serida.org

Recientemente se ha detectado la presencia sobre el manzano de dos insectos exóticos hasta ahora conocidos sólo en las plantaciones de eucalipto. En este artículo se describe dicho hallazgo y se discuten las implicaciones que podría tener para el cultivo del manzano.



←
Figura 1.-Las “escobas de bruja”, causadas por una hiperproliferación de brotes a partir de yemas auxiliares, es el síntoma más característico de la fitoplasmosis.

En el año 2011 el SERIDA comenzó un estudio para determinar la presencia de insectos vectores de la fitoplasmosis o proliferación del manzano, una enfermedad grave que se ha extendido en muchas zonas de cultivo de manzana europeas en las últimas décadas, incluidas las pomaradas de Asturias (Miñarro et al.,

2011) (Figura 1). El fitoplasma que causa la enfermedad es un parásito estricto obligado a vivir dentro de plantas o insectos. Las plantas actúan como reservorios de la enfermedad, donde el fitoplasma se multiplica, mientras que los insectos son los vectores que contribuyen a su dispersión de un manzano a otro. Se conocen



→

Figura 2.-Colonias sobre eucalipto de *Ctenarytaina spatulata* (derecha); (foto cortesía del Laboratorio de Sanidad Vegetal de Asturias) y *Ctenarytaina eucalypti* (izquierda). En ambos casos se observa un ejemplar adulto (alado) en el centro de la fotografía.



tres vectores de la enfermedad y nuestro estudio permitió confirmar la presencia en las pomaradas asturianas de los dos más importantes: *Cacopsylla melanoneura* y *Cacopsylla picta*, dos pequeños insectos la familia Psyllidae.

Durante el desarrollo de nuestro estudio detectamos la presencia continuada en las pomaradas de dos insectos exóticos procedentes de Australia y que viven sobre los eucaliptos (*Ctenarytaina spatulata* y *Ctenarytaina eucalypti*) (Rosa García et al., 2014) (Figura 2). Los primeros indicios de su presencia en España se remontan a 1972 para *C. eucalypti* y a 2003 para *C. spatulata*. En Asturias, el Laboratorio de Sanidad Vegetal del Gobierno del Principado de Asturias elaboró una ficha técnica para ambas especies en 2004 en la que se informaba sobre aspectos básicos de su biología y métodos de control en las plantaciones de eucalipto (Alzugaray et al., 2004).

Ambas especies se consideran monófagas de eucalipto y especies afines, pero no se ha demostrado que consigan completar su ciclo biológico en otras plantas distintas de las del género *Eucalyptus* (Queiroz et al., 2010). Numerosos autores han informado de sus daños en las plantaciones de eucalipto fuera de Australia y proporcionado resultados sobre sus ciclos de vida, sus enemigos naturales o los tratamientos más eficaces (en España: Azevedo y Figo, 1979; Pérez Otero et al., 2006). Sin embargo, su papel ecológico

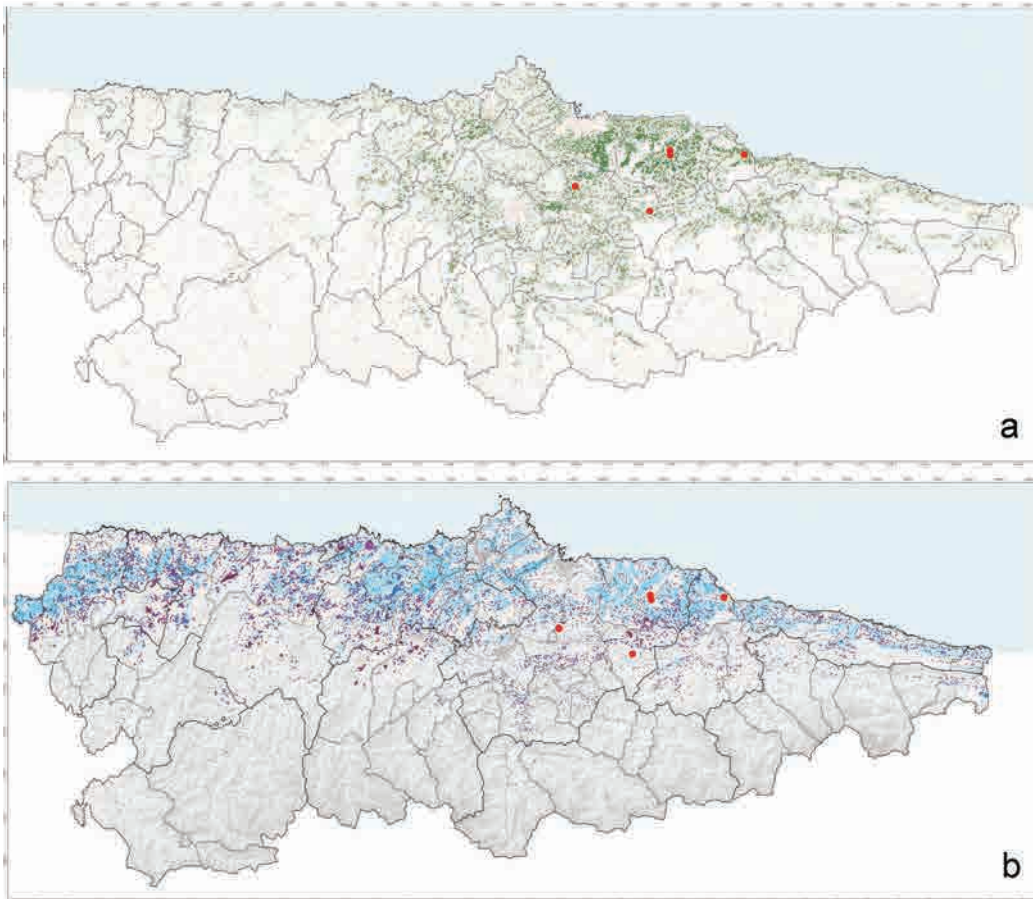
en nuevos hábitats sigue siendo incierto, por lo que nuestro hallazgo plantea varias preguntas sobre su papel en la región que se discuten a continuación.

¿Qué hicimos?

Se muestrearon cinco pomaradas de la Comarca de la Sidra (Colunga (1), Nava (1), Siero (1) y Villaviciosa (2)) desde febrero de 2011 hasta diciembre de 2012 (Figura 3). Se emplearon trampas amarillas pegajosas (200 x 250 mm) (Figura 4), que se colgaron en las copas de los manzanos y que se recambiaron semanalmente. Estas trampas resultan muy atractivas para este tipo de insectos voladores y permiten recolectar ejemplares adultos para su posterior identificación en laboratorio.

¿Qué encontramos?

A lo largo de los casi dos años se recogieron 2191 adultos de *C. spatulata* y 100 de *C. eucalypti*. Ambas especies se encontraron en todas las pomaradas. La especie más abundante, *C. spatulata*, fue más numerosa en las plantaciones más próximas a los eucaliptales, mientras que, curiosamente, *C. eucalypti* mostró una tendencia (no significativa) contraria: la pomarada más alejada de un eucaliptal fue la que presentó mayor abundancia de esta especie (Figura 5). *Ctenarytaina spatulata* fue detectada casi de manera continua a lo



←
Figura 3.-Distribución de
(a) plantaciones de
 manzano y
(b) eucaliptales en
 Asturias. Los puntos rojos
 indican la localización de
 las pomaradas
 muestreadas.

(Fuente: Cartografía del manzano en el Principado de Asturias y Cartografía digital sobre la ocupación de plantaciones de eucalipto en el Principado de Asturias).

largo de todo el año, aunque mostró tres picos poblacionales muy marcados, dos coincidiendo con la primavera y otro con uno de los otoños (Figura 6). A pesar de su baja densidad, para *C. eucalypti* también se observaron picos poblacionales en primavera y a finales de otoño (Figura 6).

Para poder confirmar la presencia del fitoplasma en estas especies se contó con la colaboración de investigadores del Instituto de Ciencias Agrarias-CSIC de Madrid, que analizaron 76 ejemplares de *C. spatulata* y 73 de *C. eucalypti*. La presencia del patógeno se confirmó en dos individuos de *C. spatulata* y uno de *C. eucalypti*.

¿Es la primera vez que se detectan sobre el manzano estos dos insectos exóticos?

Sí. Pocas o ninguna región europea tienen la particularidad de Asturias de

reunir en el mismo territorio el cultivo del manzano y el del eucalipto (Figura 3), lo que explica porqué ninguno de los estudios previos sobre la fauna de insectos psílidos en pomaradas de Europa cita alguna de estas dos especies propias del eucalipto.

¿Se puede considerar anecdótica su presencia en las pomaradas?

No. Por un lado, *C. spatulata* fue el psílido más abundante en los muestreos, sobrepasando incluso a especies propias del manzano, como *Cacopsylla mali*, *C. picta* o *C. melanoneura*. Por otro lado, las dos especies aparecen en las cinco plantaciones muestreadas, incluyendo una plantación que estaba a más de 3,5 km del eucaliptal más cercano. Esta ubicuidad y la distribución solapada de manzanos y eucaliptos en Asturias sugieren que los adultos de estas dos especies podrían encontrarse de forma habitual en las po-





→
Figura 4.-Trampa amarilla pegajosa utilizada en los muestreos.



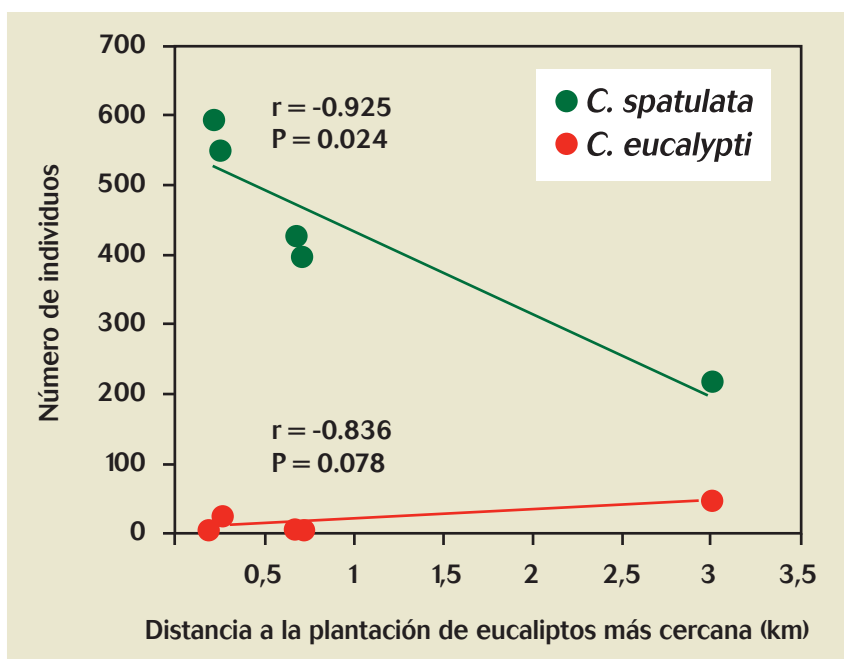
↓
Figura 5.-Correlación entre la abundancia de *Ctenarytaina spatulata* y *Ctenarytaina eucalypti* en cada pomarada y la distancia de esa pomarada a la plantación de eucaliptos más cercana.

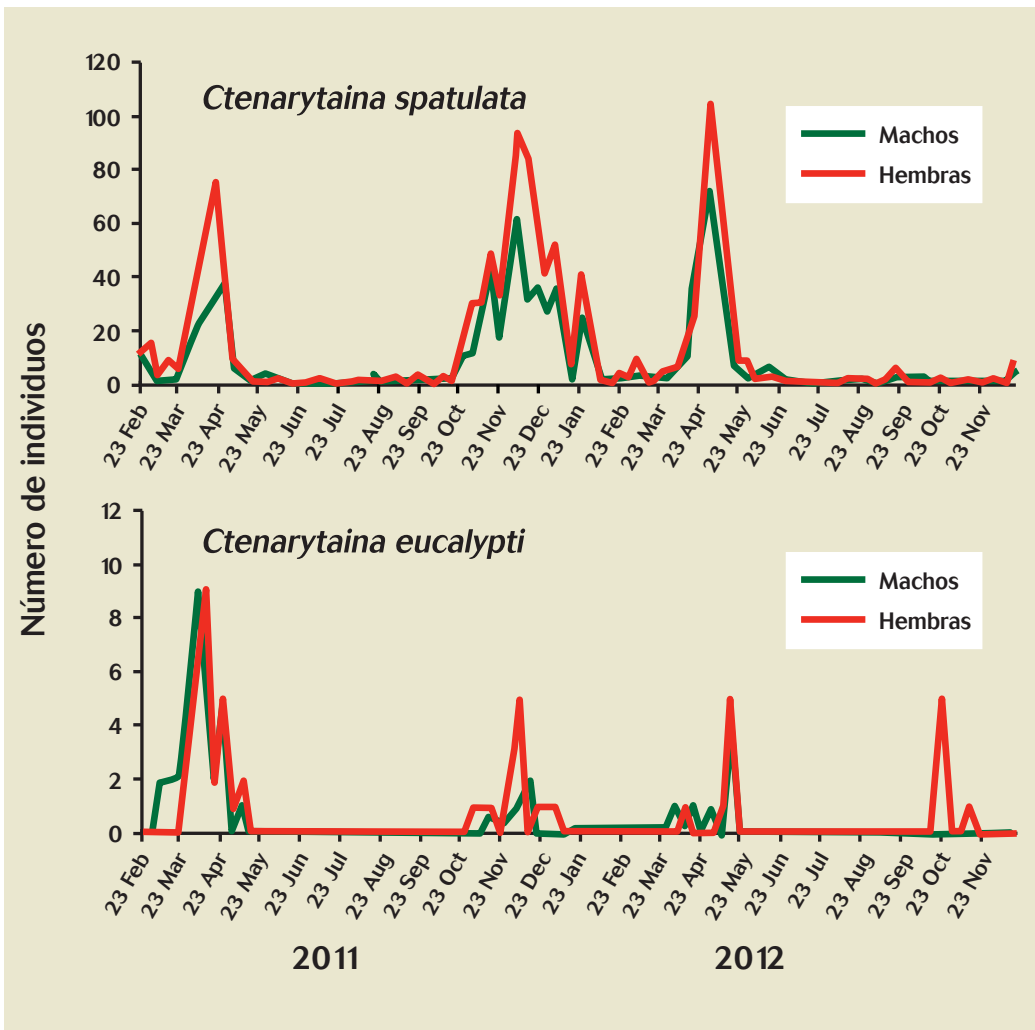
maradas de la región. Por último, la presencia del fitoplasma en ambas especies respalda el hecho de que estos insectos podrían alimentarse sobre los manzanos. El fitoplasma se puede transmitir a través del injerto de material infectado, de uniones a nivel radicular entre árboles contiguos o mediante insectos vectores que adquieren pasivamente el fitoplasma tras alimentarse del floema (vasos que con-

ducen la savia elaborada) de un árbol infectado. La duración estimada para que un insecto adquiriera una cantidad significativa de fitoplasma durante su alimentación puede variar de unos pocos minutos a horas (Weintraub y Beanland, 2006), por lo que se puede descartar que el fitoplasma se haya adquirido por una simple y breve picadura, y más bien se confirma que los insectos infectados se han alimentado de forma sostenida en los manzanos.

¿Por qué se encuentran en las pomaradas?

Cuando las poblaciones de estos psíidos aumentan notablemente o cuando su hospedador (el eucalipto) deja de emitir nuevos brotes y la calidad del alimento se resiente, los insectos se dispersan buscando nuevos eucaliptos en los que asentarse. En ese proceso de dispersión, que probablemente sea activo, pero también pasivo (viento), los insectos pueden alcanzar diferentes tipos de plantas en las proximidades de los eucaliptales, incluidos los manzanos. Esos periodos de dispersión podrían estar concentrados en determinados momentos, lo que explicaría los picos de captura observados en las pomaradas (Figura 6).





←
Figura 6.-Dinámica poblacional de *Ctenarytaina spatulata* y *Ctenarytaina eucalypti* en las pomaradas.

¿Están cambiando de hospedador: el manzano por el eucalipto?

Un cambio de hospedador implicaría no sólo que estos insectos se puedan alimentar sobre una nueva planta, sino que puedan completar todo su ciclo vital (reproducirse) sobre la misma. Hasta el momento sólo se ha constatado que estas especies completan su ciclo sobre el eucalipto. De hecho, algunos investigadores han fracasado en su intento de criarlas en plantas filogenéticamente próximas al eucalipto (Queiroz et al., 2010). Por tanto, en base al conocimiento disponible sobre la elevada especificidad de estos insectos, resulta improbable que puedan desarrollarse y completar su ciclo sobre el manzano. Lo que sí podemos confirmar es que ya se están alimentando en las po-

maradas y futuros experimentos deben aclarar si serían capaces de vivir sólo a expensas de los manzanos.

¿Se pueden considerar vectores del fitoplasma?

Nuestros resultados sugieren que ambas especies de *Ctenarytaina* pueden alcanzar el floema del manzano y adquirir el fitoplasma. Sin embargo, esta adquisición no significa necesariamente que el insecto pueda transmitir el fitoplasma. El tiempo mínimo desde que un insecto adquiere el fitoplasma hasta que es capaz de transmitirlo es de varios días. Durante ese periodo, llamado de latencia, el fitoplasma debe movilizarse dentro del cuerpo del insecto, multiplicarse y, finalmente, alcanzar las glándulas salivares, desde



donde podría ser transmitido al alimentarse sobre un nuevo árbol (Weintraub y Beanland, 2006). Todo ese largo y complejo proceso suele ser fruto de una coevolución entre el insecto vector, el fitoplasma y la planta. Dado que las interacciones entre un fitoplasma y su vector son complejas y variables (Weintraub y Beanland, 2006), se necesitan pruebas experimentales de transmisión para comprobar si estas especies son potenciales vectores del fitoplasma.

¿Qué riesgos supone este hallazgo para el manzano?

El riesgo como plaga se puede considerar bajo: se trata de insectos con un tipo de alimentación picador-chupador que clavan en la planta su aparato bucal para alcanzar y succionar la savia, lo que podría afectar negativamente a su hospedador. Existiría un riesgo para el manzano si:

- 1) pueden completar su ciclo vital en el manzano y alcanzar densidades poblacionales elevadas. Como ya se ha comentado, no sabemos aún si se reproducen en las pomaradas y aunque lo estuvieran haciendo, sus densidades actuales son bajas como para causar daño;
- 2) estos insectos fuesen vectores del fitoplasma, es decir, si pudiesen extender la fitoplasmosis, cuestión que, como se ha comentado, se desconoce.

¿Qué no sabemos y convendría saber?

- Qué factores determinan su distribución en los manzanos y eucaliptos de Asturias y qué densidades poblaciones hay sobre cada cultivo.
- Cuál es su ciclo de vida anual y su fenología en cada hábitat.
- Si son capaces de completar su ciclo biológico sobre el manzano.
- Si son capaces de transmitir el fitoplasma.
- Qué papel juegan como plagas del eucalipto.
- Qué enemigos naturales afectan a sus poblaciones y favorecen el control biológico de estas plagas.

Conclusiones

Ctenarytaina eucalypti y *Ctenarytaina spatulata* son dos plagas exóticas del eucalipto que se han establecido en Asturias y que pueden encontrarse en las pomaradas. Nuestros resultados sugieren que pueden alimentarse del manzano, aunque son necesarios nuevos estudios para entender cuál es el verdadero papel que pueden estar jugando en las pomaradas y así evaluar las implicaciones de su presencia sobre el cultivo.

Agradecimientos

A la Consejería de Educación y Ciencia del Principado de Asturias, FEDER, Caja Rural de Gijón, CADA E y AACOMASI, por la financiación (proyecto FICYT PC10-52). Al INDUROT por facilitarnos las Cartografías del manzano y el eucalipto. Y a los propietarios por permitirnos muestrear en sus pomaradas.

Referencias bibliográficas

- ALZUGARAY, R.; ANTUÑA, A.; BRAÑA, M. (2004). Los psílidos del eucalipto. Ficha Técnica Sanidad Vegetal 12/2004. Consejería de Medio Rural y Pesca. Gobierno del Principado de Asturias (disponible online: https://www.asturias.es/Asturias/descargas/PDF_TEMAS/Agricultura/sanidad%20vegetal/fichas_y_boletines/ficha_12_2004.pdf).
- AZEVEDO, F., FIGO, M. L. (1979). *Ctenarytaina eucalypti* Mask (Homoptera, Psyllidae). Boletín de Sanidad Vegetal: Plagas 5: 41-46.
- MIÑARRO, M.; DAPENA, E.; BLÁZQUEZ, M. D. (2011). Guía ilustrada de las enfermedades, las plagas y la fauna beneficiosa del cultivo del manzano. Ed. SERIDA. 211 pp. (disponible online: <http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=5019>).
- PÉREZ OTERO, R.; MANSILLA VÁZQUEZ, P.; MANSILLA SALINERO, P. (2006). Biología y posibilidades de control de *Ctenarytaina spatulata* Taylor, nueva plaga para Galicia. Boletín Sanidad Vegetal Plagas 32: 429-437.
- QUEIROZ, D. L.; ZANOL, K. M. R.; OLIVEIRA, E. B.; DOS ANJOS, N.; MAJER, J. (2010). Feeding and ovoposition preferences of *Ctenarytaina spatulata* Taylor (Hemiptera, Psyllidae) for *Eucalyptus* spp. and other Myrtaceae in Brazil. Revista Brasileira de Entomologia 54: 149-153.
- ROSA GARCÍA, R.; SOMOANO, A.; MORENO, A.; BURCKHARDT, D.; DE QUEIROZ, D. L.; MIÑARRO, M. (2014). The occurrence and abundance of two alien eucalypt psyllids in apple orchards. Pest Management Science 70: 1676-1683.
- WEINTRAUB, P. G.; BEANLAND, L. (2006). Insect vectors of phytoplasmas. Annual Review of Entomology 51: 91-111. ■



Cultivo de la cebolla

DESCRIPCIÓN

La cebolla es una planta bienal, del Género *Allium*, de la Familia de las *Liliaceas*, especie *Allium cepa*, cuya parte aprovechable es un bulbo.



REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

Requiere suelos de consistencia ligera a media, profundos, frescos, ricos en materia orgánica.

La temperatura de cultivo varía, según el estado vegetativo, entre los 13 y 24° C.

El pH del suelo más indicado está entre 6.0 y 7.0. Es poco tolerante a los contenidos de sal en el suelo.

MATERIAL VEGETAL Y VARIEDADES

Se distinguen tres grandes grupos de variedades comerciales – gigantes, normales y cebolletas. Las **VARIEDADES** más cultivadas en España son **BABOSA, BLANCA, AMARILLA, AZUFRE** y **GIGANTE**. En Europa la más cultivada es **SPRING**.

En Asturias se cultivan también **MAXIBOSA, ATALAYA, MONDEGO** y **PAJA VIRTUDES**, además de ciertas variedades locales.

CALENDARIO DE CULTIVO

Se realizan las siembras desde finales de verano hasta comienzo de invierno para las variedades más tardías.

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NVB	DCB
cebolla tardía						cebolla temprana					
	siembra						siembra				
	trasplante							trasplante			
recolección				recolección							



PREPARACIÓN DEL SUELO

Se hará una labor profunda al suelo. Se aprovechará el estiércol aplicado al cultivo anterior. A continuación se darán un par de labores de cultivador, grada o fresadora, aportando el abonado de fondo en alguna de esas labores.

La **SIEMBRA** directa, a golpes, está siendo sustituida progresivamente por la realización previa de **SEMILLEROS**, en tacos de turba de 3 x 3 x 3 cm, y posterior trasplante a campo transcurridos 50 a 60 días.



FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO

La cebolla demanda que el estiércol en el suelo esté muy maduro, aportado con la suficiente antelación, preferiblemente en el cultivo anterior.

ABONADO DE FONDO

Se recomienda aportar 80 UF/Ha de N, 50 UF/Ha de P_2O_5 , y 120 UF/Ha de K_2O .

ABONADO DE COBERTURA

Básicamente nitratos cálcicos, con la aplicación del agua para el riego, en cultivos bajo abrigo.



MARCO DE PLANTACIÓN

Las densidades son de 30 - 40 plantas/m², equivalente a marcos de 15 - 20 cm entre hilera y 14 - 15 cm entre plantas.

Es habitual el uso de **herbicidas de postemergencia** expresamente autorizados para esta fase de cultivo.

RIEGO

Es un cultivo que demanda presencia regular, aunque no en exceso, de humedad para manifestar todo su potencial de producción. En Asturias –al aire libre– no suele ser necesario el suministro de agua. Bajo abrigo, la implementación de un sistema de riego localizado, goteo o microaspersión, además de facilitar la aplicación de una manera racional, posibilita el suministro de minerales a lo largo del ciclo del cultivo.



Las **PLAGAS** más importantes de la cebolla son la mosca y la polilla de la cebolla.

Las **ENFERMEDADES** más habituales son el mildiu, la roya, la botritis, y el carbón.



La **RECOLECCIÓN** en Asturias se inicia cuando empiezan a secarse las hojas, momento en que se considera que ha alcanzado la madurez fisiológica.

El **RENDIMIENTO** se estima entre 30 y 40 Tn/Ha para las variedades tempranas, y hasta 60 - 80 Tn/Ha para las más tardías.

Cultivo de la patata

DESCRIPCIÓN

La patata es una planta herbácea vivaz, del Género *Solanum*, de la Familia de las *Solanaceas*, cuya especie más cultivada es la *Solanum tuberosum*, L.

REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

Prospera bien en los suelos ligeros y profundos, frescos y ricos en materia orgánica. La temperatura óptima para el cultivo está entre los 13 y 18° C. El pH del suelo más indicado está entre 5,5 y 6. Soporta ligeros contenidos de sal en el suelo.



MATERIAL VEGETAL Y VARIEDADES

La clasificación varietal se realiza según caracteres como precocidad, color y textura de la piel o de la "carne", el número de "ojos", productividad, facilidad de tuberización, resistencia a plagas y enfermedades, aptitudes culinarias, etc. El criterio agronómico más empleado en la clasificación de variedades es la duración del ciclo de cultivo.

VARIEDADES DE PATATAS CULTIVADAS EN ASTURIAS

DURACIÓN CICLO DE CULTIVO	CARNE BLANCA	CARNE AMARILLA
EXTRA-TEMPRANAS - Menos de 100 días		Jaerla, Monalisa, Carlita
TEMPRANAS - Entre 100 y 120 días	Arran-Banner, Kennebec	Agria, Spuntia, Caeser
SEMI TARDÍAS - Entre 120 y 150 días	Frisia	Desirée, Roja Riñon
TARDÍAS - Más de 150 días		Baraka

PREPARACIÓN DEL SUELO

En el otoño-invierno anterior, **subsolar** a una profundidad de 50-70 cm, si existiesen problemas de compactación o suela de labor. **Alzar**, a 20-30 cms, con arado de vertedera o grada de discos, para enterrar restos anteriores. **Desterronar** con dos pases cruzados de rotovator, a 15 cm de profundidad, el segundo justo antes de la siembra. Finalmente **asurcar** la superficie. El suelo debe quedar sin terrones, bien aireado y muy mullido.

CALENDARIO DE CULTIVO

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
	SIEMBRA					RECOLECCIÓN		

MATERIAL DE SIEMBRA: se utilizan tubérculos enteros con un peso aproximado de 30 grs. Los tubérculos grandes pueden trocearse en no más de dos partes de peso (30 grs) y número de "ojos" similar.



SIEMBRA

Puede realizarse manual o mecánicamente. Los tubérculos se colocan cada 0,3 ó 0,4 m sobre surcos separados entre 0,5 a 0,7 m, y profundidad de 7 ó 8 cm.

Las **siembras tempranas**, según el área geográfica donde se ubiquen, pueden verse afectadas por heladas.



FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO

La patata responde bien al estercolado con 25 a 50 Tn/ha, cuanto más maduro mejor, aportado con la suficiente antelación.

ABONADO DE FONDO

Se recomienda 80 UF/Ha de N, si se ha efectuado un estercolado previo. En caso contrario se debe elevar la cantidad hasta las 150 UF.

Asimismo debe suministrarse 70-100 UF/Ha de P₂O₅, 250-300 UF/Ha de K₂O, 150 UF/Ha de MgO y 40 UF/Ha de CaO. En **COBERTERA** se recomienda 40-60 UF de N/Ha, a continuación de la labor de aporcado.



La **PLAGA** más importante del cultivo es el escarabajo de la patata, si bien le pueden atacar otros insectos, como pulgones, pulguitas y gusanos de suelo principalmente.

También es susceptible al ataque de diversas **ENFERMEDADES**, siendo el mildiu o tizón la de mayor incidencia y efecto negativo.

Las condiciones ambientales adversas pueden provocar la aparición de las denominadas **fisiopatías**. El **enverdecimiento**, **asolanado**, **filosidad**, **deformidad** y otras, afectan a los tubérculos como consecuencia de la exposición excesiva a la luz solar, por cambios bruscos de temperatura, por variaciones de la humedad de suelo, etc. mermando su valor comercial.



La **RECOLECCIÓN** comienza una vez que las plantas se secan y tumban. Se realiza generalmente de forma mecanizada, con rendimiento de unas 3 Has/Hr. Tanto en la recolección como en el transporte se debe procurar no exponer las patatas innecesariamente al sol. La producción suele oscilar entre 25-35 Tn/Ha, alcanzando las 45 Tn/Ha las variedades más tardías.



Cultivo de la zanahoria

DESCRIPCIÓN

La zanahoria es una planta bianual, del Género *Daucus*, de la Familia de las *Umbilíferas*, especie *Daucus carota L*, siendo aprovechables sus raíces, de tipo napiforme, de diversos colores.



REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

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

La temperatura óptima de cultivo está entre los 16 y 18° C.

El pH de suelo más indicado está entre 5.8 y 7.0. No tolera la presencia de sal en el suelo.

MATERIAL VEGETAL Y VARIEDADES

La selección de variedades se realiza buscando principalmente la ausencia de cuello verde, piel lisa, fruto cilíndrico y regular, resistencia a la subida a flor, y precocidad.

Las **VARIEDADES** más cultivadas son **ANTARES, BOLERO, CARSON, RIGA, TEMPO**, entre otras muchas, tanto precoces como tardías.



CALENDARIO DE CULTIVO

Es un cultivo tradicionalmente realizado al aire libre, de siembra escalonada en casi cualquier época del año.



PREPARACIÓN DEL SUELO

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

La **SIEMBRA** es directa. En pequeños huertos se suele hacer a voleo con aclarado posterior, en surcos o bancales. Las plantaciones comerciales se suelen realizar en bancales separados, empleando sembradoras neumáticas.



FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO

La zanahoria responde bien al estercolado con 25 a 30 Tn/ha, bien descompuesto, aportado con la suficiente antelación.

ABONADO DE FONDO

Se recomienda 50-60 UF/Ha de N aplicadas en cobertera en 2 veces, 80 UF/Ha de P_2O_5 , y 60 UF/Ha de K_2O .

MARCO DE PLANTACIÓN

Se siembran en líneas separadas de 25 a 30 cm, o en bancales de 3 o más líneas de siembra separados unos de otros 40 ó 50 cm. La siembra al voleo en huertos pequeños, o familiares, implica un aclareo de las plantas nacidas a un marco final de 15 x 20 cm.



RIEGO

A pesar de su abundante superficie foliar la zanahoria no es muy exigente en agua. No obstante conviene el riego en épocas secas mediante riego localizado, preferiblemente por micro-aspersión, que además de facilitar el suministro del agua posibilita el aporte de minerales a lo largo de ciclo de cultivo.



Las **PLAGAS** más importantes son la mosca de la zanahoria, diversos pulgones, y los gusanos grises y de alambre.

Las **ENFERMEDADES** habituales de la zanahoria son el mildiu, el oídio y las podredumbres de suelo.



La **RECOLECCIÓN** comienza entre 90 a 200 días de la siembra, bajo condiciones ambientales favorables. Las zanahorias se cosechan manualmente en los pequeños huertos. En medianas y grandes parcelas de cultivo la recolección es semimecanizada o totalmente mecanizada y automatizada.

El **RENDIMIENTO** puede alcanzar las 50 TN/ha.



Cultivo del ajo

DESCRIPCIÓN

El ajo es una planta perenne, del Género *Allium*, de la Familia de las *Liliaceas*, especie *Allium sativum*, de la que aprovechamos su parte subterránea, el *bulbo*, compuesto por los comúnmente denominados *dientes*.



REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

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

La temperatura óptima de cultivo está entre los 14 y 18° C.

El pH de suelo más indicado es de 6.0 y 7.0, con adecuado contenido de cal y de potasio.

MATERIAL VEGETAL Y VARIEDADES

Existen fundamentalmente dos grupos varietales, ajos rosados y blancos, siendo estos últimos los más cultivados.

La **VARIEDAD** más cultivada es la **Blanca**, por su productividad y conservación, así como aroma y buen sabor. Su mayor consumo es en seco.

CALENDARIO DE CULTIVO

Aunque es un cultivo tradicionalmente realizado al aire libre, plantándose en **octubre/noviembre** para las siembras tempranas, y hasta principios de **enero** las siembras más tardías. Las siembras de primavera se realizan desde finales de **marzo** a mediados de **abril**.

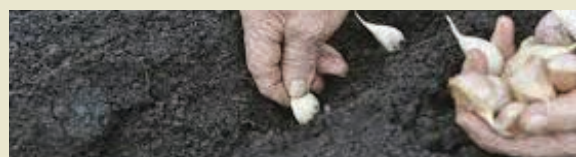
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NVB	DCB
									siembra tardía		
				recolección							
			siembra								
							recolección				



PREPARACIÓN DEL SUELO

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

La **SIEMBRA** es directa utilizando bulbillos o dientes de buen calibre que se enterrarán entre 3 y 5 cm, dependiendo del tamaño seleccionado.





FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO

El ajo responde bien al estercolado con 20 a 25 Tn/ha, bien descompuesto, aportado con la suficiente antelación.

ABONADO DE FONDO

Se recomienda 80 UF/ha de N (Sulfato amónico), 100 UF/ha de P_2O_5 (Superfosfato de cal o triple), y 200 UF/ha de K_2O (Sulfato de potasio).

ABONADO DE COBERTERA

80 UF/ha de nitrato cálcico o magnésico.

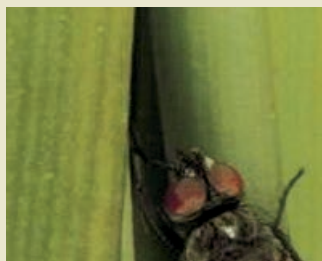


MARCO DE PLANTACIÓN

Tradicionalmente se hacen **caballones** separados 50 cm sobre los que se disponen líneas dobles separadas 20 a 25 cm, con los dientes colocados en las líneas cada 15 a 20 cm. En grandes superficies de cultivo se conforman **platabandas** de 2 a 3 m de ancho con una separación de 0,7 a 1 m, sobre la que se establecen líneas de cultivo separadas 20 a 30 cm y puestos los bulbillos a 15 ó 20 cm en la línea.

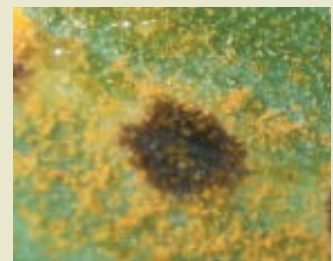
RIEGO

Dada la época de siembra, el ajo no es un cultivo que requiera el aporte extra de agua de riego, excepto que se presenten primaveras inusualmente secas y calurosas. En tal caso el método de riego más aconsejable es el de aspersión.



Las **PLAGAS** más importantes del ajo son la mosca de la cebolla y el gorgojo, entre otras.

Las **ENFERMEDADES** más habituales son el mildiu, la roya y la botrytis.



La **RECOLECCIÓN** en Asturias se inicia aproximadamente a los 240 días para ajos sembrados en otoño; para los de primavera el tiempo se reduce a 130 - 150 días. La cosecha se inicia después que las hojas estén completamente secas.

El **RENDIMIENTO** se estima en 10-12 Tn/ha.



Nuevos marcadores de calidad de madera en *Pinus pinaster*: Estrigolactonas y ramificación

ÁLVARO CALDERÓN. Universidad de Oviedo, Departamento Biología de Organismos y Sistemas, Área de Fisiología Vegetal
 ISABEL FEITO. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales, Programa Forestal. ifeito@serida.org
 CAROLINA DE LA TORRE. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales, Programa de Investigación Forestal
 JESÚS PASCUAL. Universidad de Oviedo, Departamento Biología de Organismos y Sistemas, Área de Fisiología Vegetal
 FRANCISCO JAVIER COLINA. Universidad de Oviedo, Departamento Biología de Organismos y Sistemas, Área de Fisiología Vegetal
 LUIS VALLEDOR. Universidad de Oviedo, Departamento Biología de Organismos y Sistemas, Área de Fisiología Vegetal
 JUAN MAJADA. Centro Tecnológico Forestal y de la Madera de Asturias, Programa de Investigación Forestal
 ANA RODRÍGUEZ. Universidad de Oviedo, Departamento Biología de Organismos y Sistemas, Área de Fisiología Vegetal
 MARÍA JESÚS CAÑAL. Universidad de Oviedo, Departamento Biología de Organismos y Sistemas, Área de Fisiología Vegetal
 MÓNICA MEIJÓN. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales, Programa Forestal. mmeijon@serida.org

Introducción

El consumo de madera y de subproductos de origen forestal ha experimentado un gran incremento durante los últimos años (basado en FAO 2008c), haciendo que los productos derivados de la explotación forestal tengan cada vez un mayor valor añadido. Estos materiales renovables se encuentran, tanto a nivel europeo como nacional, en el foco de diferentes planes de acción que se fundamentan en su potencial sostenibilidad en el marco de un clima cambiante y su posición de activo estratégico por las posibilidades que ofrece en la mejora de la autosuficiencia y disponibilidad estable de materiales más ecológicos. Por todo ello, se financia la investigación y mejora de la explotación en torno a este recurso, con distintos incentivos como por ejemplo el programa Horizonte 2020, "Raw Materials". Las coníferas, y en concreto el género *Pinus*, adquiere en este marco un claro protagonismo a nivel nacional, al constituir hoy en día el principal recurso de abastecimiento de la industria de aserrado en la Península Ibérica. Una de las singularidades que presentan la mayoría de las coníferas es su particular patrón de

crecimiento puesto que, al contrario de otras especies forestales, son capaces de dar lugar a la formación y elongación de más de una unidad de tallo en un mismo período anual (varios ciclos de crecimiento), siempre y cuando las condiciones ambientales sean favorables. Este comportamiento denominado policiclismo se produce en especies del género *Pinus*, como el *Pinus pinaster*, de gran interés no solo para la industria de primera y segunda transformación, sino también a nivel ecológico. Este interés se debe fundamentalmente a su amplia distribución natural en la Península Ibérica, a su capacidad de crecimiento en suelos pobres y bajo periodos de sequía prolongada (Alía y Martín. 2009) y a la gran diversidad genética de la especie, que da lugar a diferencias de comportamiento en función de la procedencia de la población. En España, es el género *Pinus* el que ocupa de forma natural la mayor superficie, y en Asturias llega a valores próximos al 10% del total de la superficie forestal.

La industria del aserrado es la actividad económica más importante en la transformación del *P. pinaster* no sólo por su elevado nivel de consumo de materia

prima (67% del total), sino también por su incidencia como fuente de abastecimiento de productos y subproductos destinados a otros subsectores. Algunos de estos sectores utilizan preferentemente madera de alto valor comercial, sin nudos y homogénea. Sin embargo, este tipo de madera no es fácil de obtener debido a la ausencia de gestión y la alta proclividad de esta especie a un modelo de crecimiento policíclico, lo que hace que los individuos muestren una gran ramificación y, por tanto, un gran número de nudos. Este carácter presenta una gran heredabilidad (Zas y Fernández-López, 2005); sin embargo, se desconocen por completo las bases moleculares que inducen su manifestación.

La ramificación del tallo está controlada por la formación y subsecuente crecimiento de yemas axilares, que son estructuras indeterminadas cuyo crecimiento se activa por señales endógenas o ambientales. Más de 70 años después de que se propusiera que la fitohormona auxina, sintetizada en la zona apical de las plantas, actuaba como un inhibidor de la ramificación (Thimann y Skoog 1933), y

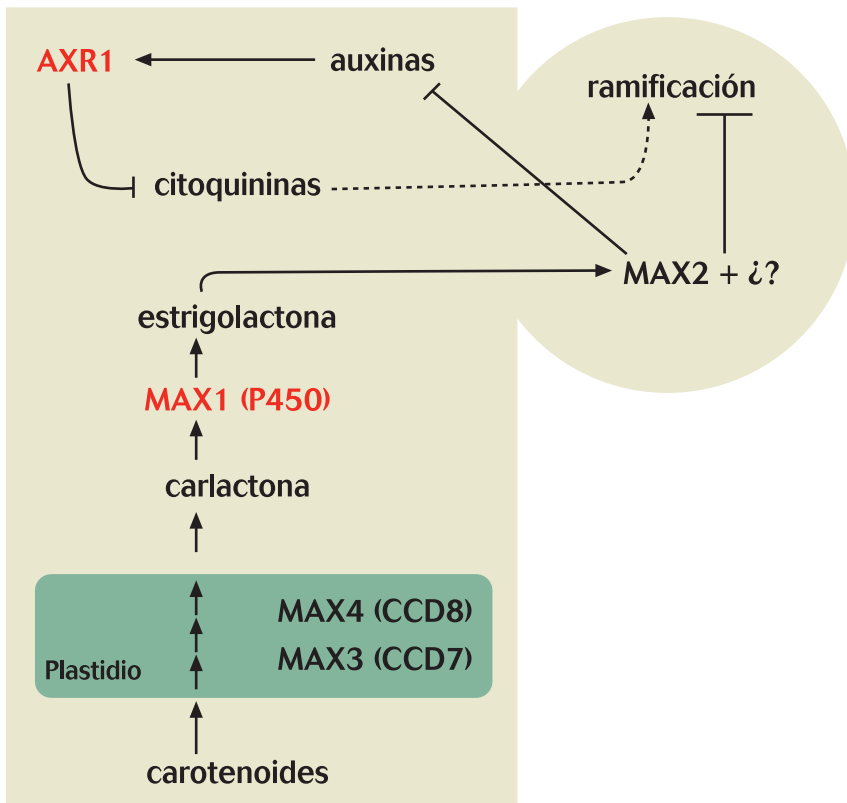
tras la teoría propuesta del segundo mensajero (Brewer et al., 2009), estudios recientes han descubierto que un grupo específico de lactonas terpenoides denominadas estrigolactonas pueden inhibir directa o indirectamente el crecimiento de la yema.

¿Qué son las estrigolactonas?

Las estrigolactonas son un nuevo grupo de hormonas vegetales cuyo papel era desconocido hasta hace poco. Desde mediados del siglo XX se sabía que dicha familia de compuestos se producía en las raíces de las plantas y se exudaba en la rizosfera para «atraer» hongos y facilitar el desarrollo de simbiosis endomicorrícica (Cook et al., 1972). Sin embargo, han tenido que transcurrir 50 años para que se localice la actividad endógena de estas hormonas dentro de las plantas (Beveridge y Hyozuka, 2010), relacionando su actividad con la inhibición de la ramificación. Este tipo de hormonas poseen ciertas características comunes al resto de las fitohormonas: su acción es muy específica, son activas en concentraciones muy bajas y pueden recorrer largas distancias en la planta. Trabajos realizados en la última década han hecho posible alcanzar un mayor conocimiento sobre la función de estas fitohormonas en la ramificación. Además, recientemente se han identificado nuevos genes implicados en la ramificación de los brotes y la biosíntesis de estrigolactonas en diversas especies modelo, como arabis, guisante, arroz y petunia (Brewer et al., 2009). No obstante, aún son escasos los trabajos en especies forestales relacionados con este campo.

A través de recientes estudios (Booker et al., 2005; Brewer et al., 2009; Domagalska and Leyser, 2011), se ha podido comprobar que la ruta de biosíntesis y señalización de estrigolactonas está ampliamente conservada entre distintas especies vegetales, especialmente la superfamilia *MAX* (*MORE AXILLARY GROWTH*). Según el modelo de inhibición de la ramificación vía estrigolactonas (Figura 1), la biosíntesis del precursor de estrigolactonas es mediada por dos *CAROTENOID CLEAVAGE DIOXYGENASES* (*CDD*) codifi-

↓
Figura 1.-Modelo simplificado de la inhibición de la ramificación de los brotes laterales vía estrigolactonas. *MAX*: *MORE AXILLARY GROWTH*; *CCD*: *CAROTENOID CLEAVAGE DIOXYGENASES*; *AXR1*: *AUXIN RESISTANT 1*; *P450*: citocromo *P450*; ¿? = otros factores desconocidos. En rojo los genes estudiados en este trabajo.





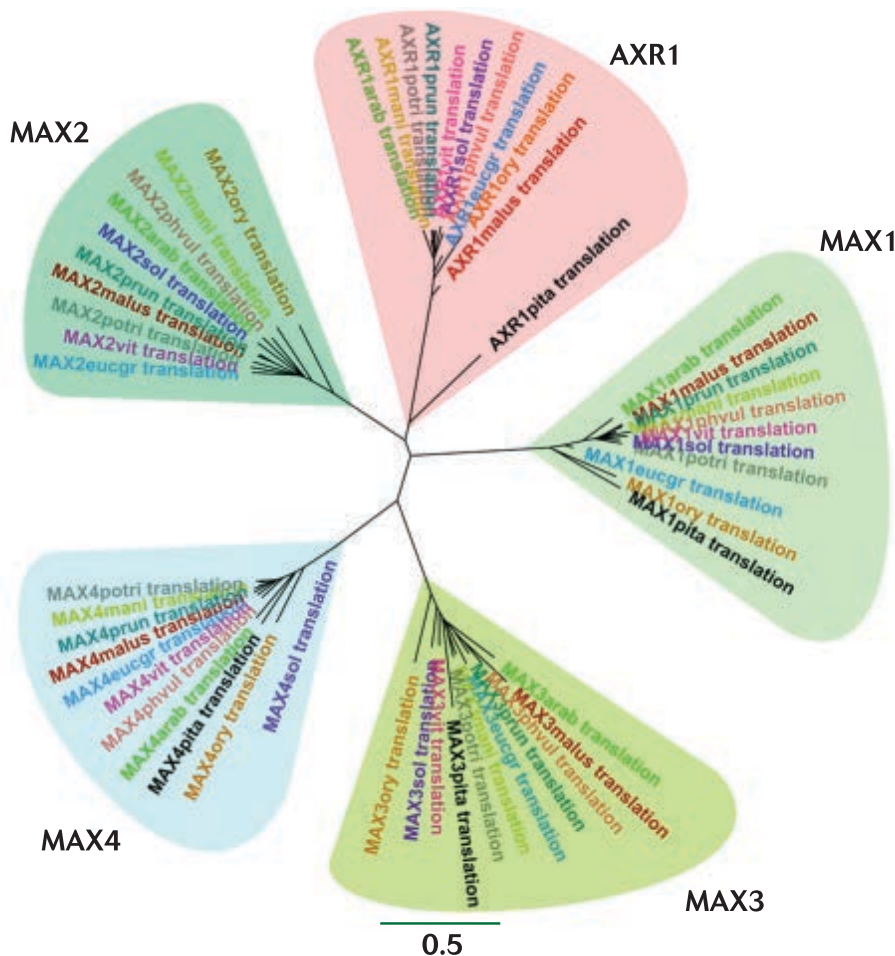
cadadas por *MAX3* (*CCD7*) y *MAX4* (*CCD8*). Tras esto, el precursor de estrigolactonas, la carlactona, es transformada bioquímicamente a través del citocromo P450 (*MAX1*) en una estrigolactona bioactiva móvil. A continuación, en la yema lateral, y mediante el receptor de la señalización de estrigolactonas (*MAX2*), se inhibe la activación del crecimiento de la yema lateral. Las auxinas juegan también un papel esencial en este entramado, ya que promueven en la biosíntesis de estrigolactonas mediante la vía de transducción de señales regulada por *AUXIN RESISTANT1* (*AXR1*). Por otro lado, además, *AXR1* inhibe la biosíntesis de citoquininas, suprimiendo, por consiguiente, la formación de nuevas yemas.

Primeras pistas del papel de *AXR1* y *MAX1* en *P. pinaster*

Son muy pocos los trabajos existentes hasta la fecha dirigidos al estudio del po-

sible papel de las estrigolactonas en la regulación de la ramificación y arquitectura de las especies forestales. Es por eso que inicialmente se decidió realizar un análisis filogenético de los principales genes implicados en la biosíntesis de estrigolactonas y su señalización en diez especies secuenciadas, incluyendo entre ellas varias especies forestales, para determinar el grado de conservación de esta ruta de señalización y establecer los genes diana más interesantes en nuestro trabajo, antes de analizar el papel específico de estas hormonas en el control de la ramificación de *P. pinaster*.

Mediante este estudio filogenético (Figura 2) se pudo observar que *AXR1* es el gen más variable entre las especies estudiadas, mientras que la superfamilia *MAX* se encuentra altamente conservada incluso entre especies tan distantes como *P. taeda* y *Arabidopsis thaliana*. Con esta información, y con la idea de avanzar en el conocimiento acerca de los factores en-



←
Figura 2.-Dendrograma de los principales genes relacionados con la biosíntesis y señalización de estrigolactonas mostrando las relaciones de similitud existentes entre las distintas especies secuenciadas seleccionadas. Abreviaturas de las especies utilizadas: arab, *Arabidopsis thaliana*; mani, *Manihot esculenta*; potri, *Populus trichocarpa*; prun, *Prunus persica*; vit, *Vitis vinifera*; sol, *Solanum tuberosum*; phvul, *Phaseolus vulgaris*; eucgr, *Eucalyptus grandis*; ory, *Oryza sativa*; malus, *Malus domestica*; pita, *Pinus taeda*. Ejemplo nomenclatura en el dendrograma: MAX4potri translation, proteína traducida de *MAX4* en la especie *Populus trichocarpa*.

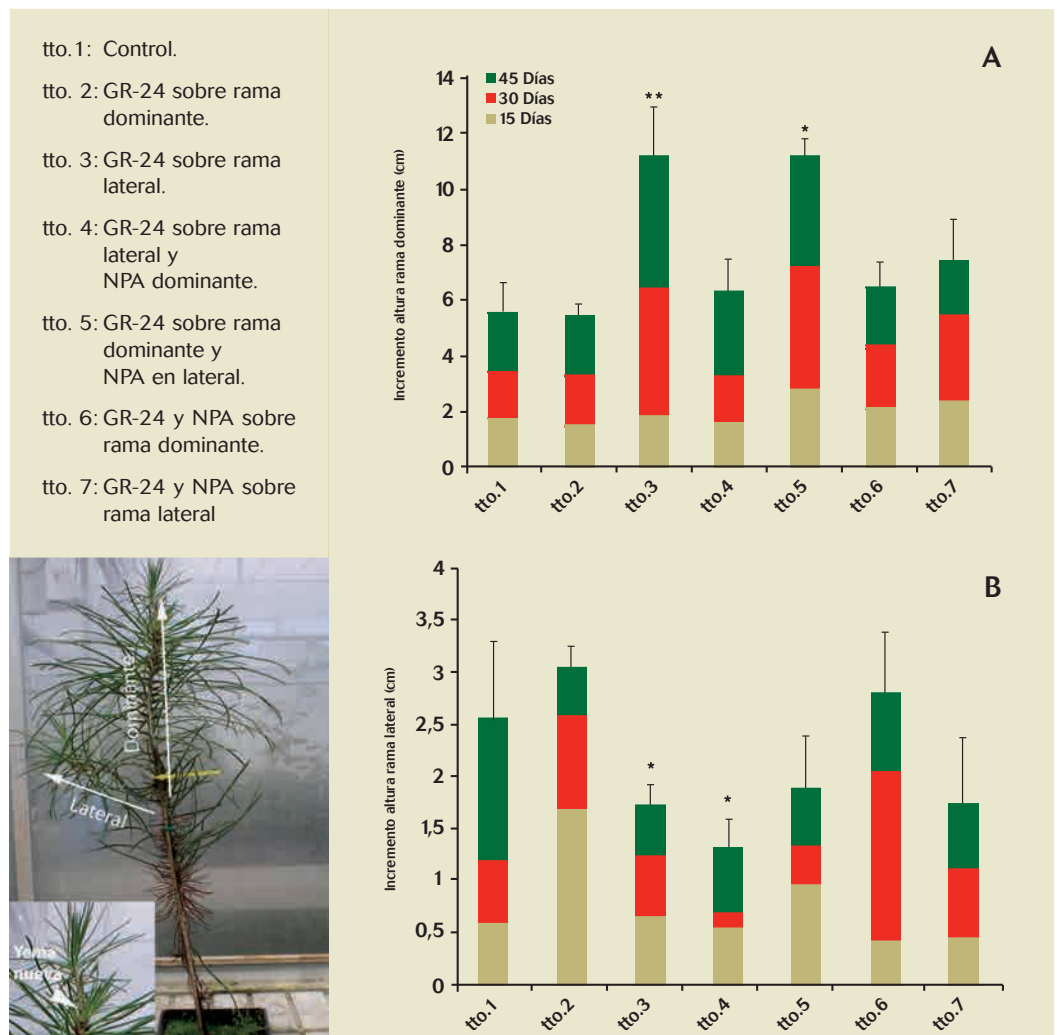


dógenos implicados en la regulación del policiclismo y ramificación en coníferas, se decidió estudiar el posible papel de los siguientes genes en la inhibición de la ramificación de *P. Pinaster*: *AXR1*, por ser el gen que mostró mayor variabilidad entre especies, y dentro de la familia *MAX*, altamente conservada, *MAX1*, por ser el gen de mayor relevancia en la ruta de biosíntesis de estrigolactonas, ya que su función es clave en la movilización y activación de las estrigolactonas. Partiendo de la información disponible sobre el genoma de *P. pinaster* (Canales et al., 2014) y *P. taeda* (Neale et al., 2014), y mediante el diseño de cebadores degenerados, fue posible obtener la secuencia homóloga de ambos genes en *P. pinaster*.

Con el objeto de establecer el papel fisiológico de estas fitohormonas en la inhibición del crecimiento policíclico, se lle-

varon a cabo varios ensayos empleando como material vegetal plántulas de *P. pinaster* de 2 años de edad bifurcadas (con sólo una rama lateral; Figura 3). En el primero de los ensayos se aplicaron los siguientes tratamientos en diferentes combinaciones: estrigolactona sintética (GR-24), un inhibidor del transporte de auxinas (ácido naftil-p-talámico, NPA), citoquininas (benziladenina, BA) y poda de rama dominante. Tras este primer estudio, se comprobó que los resultados más prometedores en el control de la ramificación se alcanzaban en aquellos tratamientos en los que se había aplicado GR-24 y/o NPA, por lo que se decidió realizar un segundo ensayo más restrictivo, en el que se aplicaron los dos compuestos sobre la rama lateral y/o la rama dominante en diferentes combinaciones (Figura 3). Los datos fenológicos muestran diferencias significativas entre los distintos trata-

→ **Figura 3.**-Columna izquierda, tratamientos aplicados y ejemplo de plántula de *Pinus pinaster* bifurcada sobre la que se marcan las ramas dominante y lateral. Columna derecha, datos de crecimiento de las plántulas bifurcadas. (A) Incremento en altura de la rama dominante a los 15, 30 y 45 días de la aplicación de los tratamientos. (B) Incremento en altura de la rama lateral a los 15, 30 y 45 días de la aplicación de los tratamientos. T-Student comparando cada uno de los tratamientos frente al control (tto.1). Los asteriscos indican diferencias significativas (** $p \leq 0,01$; * $p \leq 0,05$; $n = 10$). GR-24: Estrigolactona sintética; NPA = ácido naftil-p-talámico, inhibidor del transporte de auxinas; tto. Tratamiento.





mientos, observándose que las plántulas tratadas con GR-24 sobre la rama lateral (tto.3) son las que presentan mayor crecimiento en altura, además de una clara disminución del crecimiento en la rama lateral. Por otro lado, la aplicación del inhibidor del transporte de auxinas (NPA), independientemente de sobre qué rama se realice (dominante o lateral), provoca una disminución en el crecimiento de la rama lateral (ttos. 4, 5 y 7; figura 3). Tan sólo en el caso de la aplicación de NPA sobre la rama dominante, cuando se aplica además GR-24 sobre la misma rama (tto. 6), conlleva que se pierda el efecto de inhibición del crecimiento en la rama lateral provocado por este químico; sin embargo, en este caso no se aprecia un incremento significativo respecto al control en la altura de la rama dominante.

La obtención de las secuencias de los genes homólogos a *AXR1* y *MAX1* en *P. pinaster* (*PpAXR1* y *PpMAX1*), permitió realizar un análisis de expresión de ambos genes en los diferentes tratamientos, tanto en las yemas laterales como dominantes, lo que en último término nos permitirá determinar la funcionalidad de la ruta de señalización de las estrigolactonas en el control

de la inhibición de la ramificación en *P. pinaster*. Así, se observó que las yemas dominantes tratadas con el NPA muestran una inhibición de la expresión tanto de *PpAXR1* como de *PpMAX1*, mientras que las yemas laterales tratadas con GR-24 presentan los mayores niveles de expresión para ambos genes. A través de estos resultados se logra establecer por primera vez, una relación directa entre la actividad de ambos genes y la inhibición de la ramificación, puesto que estas plántulas, que experimentan un incremento en la expresión de estos genes, son las que experimentaron también el mayor incremento en altura de la rama dominante y el menor en la rama lateral (tto. 3). Además, se validaron estos resultados mediante hibridación *in situ* fluorescente, visualizándose la expresión de ambos genes en el tejido y revelando así la localización exacta de su actividad dentro de las plantas. De este modo, se apreció que, aunque la expresión de ambos genes se localiza principalmente en la yema lateral de los tratamientos con mayor inhibición de la ramificación (tto.3), *PpAXR1* presenta una expresión apical, mientras que la expresión de *PpMAX1* se localiza preferentemente en la parte basal de la yema (Figura 4).

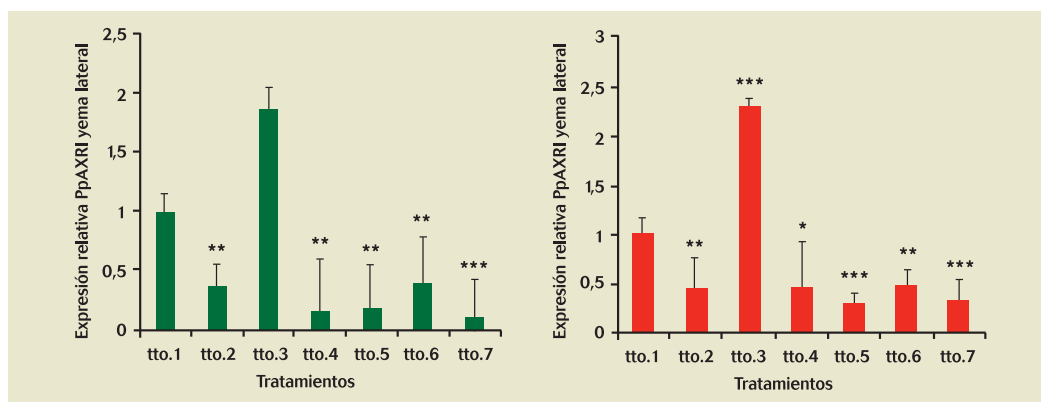
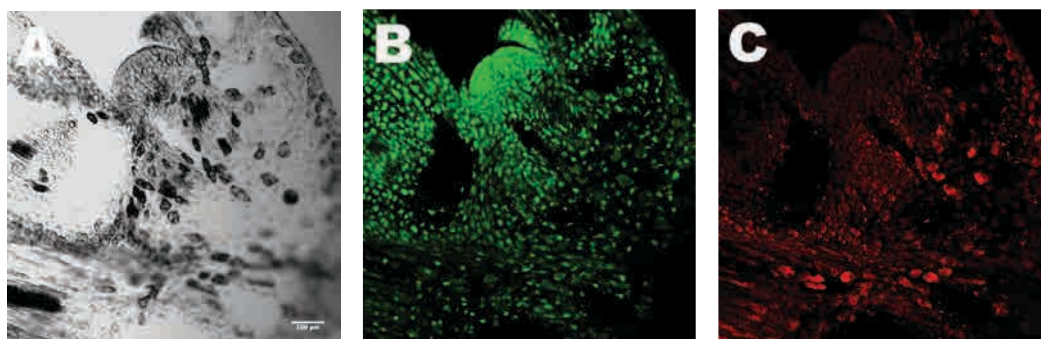


Figura 4.-Parte superior, FISH en yemas laterales de *Pinus pinaster* del tto. 3; **(A)** Microscopía de contraste por interferencia diferencial (DIC) con un objetivo de inmersión 20x en yemas laterales; **(B)** Expresión de *PpAXR1*; **(C)** Expresión de *PpMAX1*. Abreviaturas: tto. 3 = adición de GR-24 sobre la rama lateral. Parte inferior, expresión de *PpAXR1* y *PpMAX1* en yemas laterales de los distintos tratamientos 30 días después de su aplicación. Datos de expresión relativa normalizados frente al control (tto.1). T-Student comparando cada uno de los tratamientos frente al control (tto.1). Los asteriscos indican diferencias significativas (***) $p \leq 0,001$; ** $p \leq 0,01$; * $p \leq 0,05$; $n = 3$). tto. 1: control; tto. 2: GR-24 sobre la rama dominante; tto. 3: GR-24 sobre la rama lateral; tto. 4: GR-24 en rama lateral y NPA en rama dominante; tto. 5: GR-24 en rama dominante y NPA en rama lateral; tto. 6: GR-24 y NPA en rama dominante; tto. 7: GR-24 y NPA en rama lateral.



En base a estos resultados, se puede afirmar que la función de las estrigolactonas en la inhibición de la ramificación en *P. pinaster* se ejerce fundamentalmente a nivel de las yemas laterales, lo cual repercute en un mayor incremento en longitud de la rama dominante. Por otro lado, según los resultados del tratamiento con NPA, se puede deducir que las auxinas juegan también un papel decisivo en la regulación de la actividad de las estrigolactonas en la inhibición de la ramificación, ya que el tratamiento con estrigolactonas (GR-24) sobre yema lateral en plantas previamente tratadas con NPA (inhibidor del transporte de auxinas) no muestra diferencias significativas respecto al control, ni a nivel fenológico, ni a nivel de expresión de *PpAXR1* o *PpMAX1*.

Relevancia de la ruta de señalización de las estrigolactonas en el diseño de los nuevos programas de mejora forestal

En la parcela experimental de “La Mata”, en Grado, el SERIDA dispone de una colección clonal que presenta una estructura genética de procedencias-progenie de *P. pinaster*, la cual cubre toda la variación natural de la especie. En el seguimiento de la colección en campo se ha observado que las procedencias muestran diferente grado de policiclismo y, en consecuencia, distintos hábitos de ramificación en relación a su origen: Mediterráneo o Atlántico.

Partiendo de este material, y con la información adquirida en los ensayos des-

critos previamente, se decidió llevar a cabo la cuantificación de la expresión de *PpAXR1* y *PpMAX1* en dos procedencias de *P. pinaster* que presentan un crecimiento policíclico altamente contrastante: Tamrabta (Marruecos) y Cadavedo (Asturias-España) (Tabla 1). De este modo se observó que ambos genes presentan altos niveles de expresión en la procedencia Tamrabta, coincidiendo esto con el fenotipo de esta población, el cual muestra baja incidencia en crecimiento policíclico; mientras que la menor expresión, para ambos genes, se detectó en la procedencia Cadavedo (Asturias), la población que muestra el mayor grado de ramificación y policiclismo.

En este trabajo se ha demostrado, por primera vez la implicación de las estrigolactonas en la regulación de la ramificación de *P. pinaster*. Los ensayos establecidos, así como los resultados de expresión de los genes estudiados en los árboles de distintas procedencias, aportan la primera pista acerca de la relevancia de las estrigolactonas en la inhibición del policiclismo en esta especie. La implementación de estos resultados en los futuros programas de mejora de *P. pinaster* permitirá mejorar la calidad y la productividad de esta especie. El uso de las estrigolactonas como marcadores tempranos de desarrollo facilitará la identificación y posterior multiplicación clonal de aquellos individuos que posean características de interés: árboles que presenten una mayor ramificación para la producción de biomasa con fines energéticos, o árboles que presenten menor ramificación para la producción de madera sin nudos y de alto valor comercial.



Tabla 1.-Origen y detalles climáticos y de crecimiento de las procedencias incluidas en el estudio. Los datos climáticos fueron tomados de Sánchez-Gómez *et al.* (2010), los de irradiación de “European Climate Assessment & Dataset”, y los datos de crecimiento y policiclismo fueron adquiridos por el SERIDA en septiembre de 2013 en la colección clonal de *Pinus pinaster* establecida en la finca experimental “La Mata” (Grado).

Procedencia	Origen	Latitud y longitud	Pluviosidad anual (mm)	Índice de aridez	Irradianza directa (Wh/m ² /día)	Policiclismo (número de verticilos)	Crecimiento anual (cm)
Cadavedo	Asturias (España)	43° 32' N 6° 25' W	1316	0,8	3366,923	5,278	48,014
Tamrabta	Marruecos	33° 36' N 5° 01' W	763	67,9	5565,384	3,980	36,424

Agradecimientos

Este trabajo se ha podido realizar gracias a la colaboración entre el Área de Fisiología Vegetal de la Universidad de Oviedo y el Programa Forestal del SERIDA (Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario del Principado de Asturias). Este trabajo forma parte de los Proyectos Fin de Grado en Biología y Fin de Máster de Álvaro Calderón González, dentro del Máster en Biotecnología Aplicada a la Conservación y Gestión Sostenible de Recursos Vegetales, y se engloba dentro del Proyecto RTA 2013-00048-C03-02, Subprograma de Proyectos de Investigación Fundamental Orientada a los Recursos y Tecnologías Agrarias obtenido por el Programa de Investigación Forestal del SERIDA.

Referencias bibliográficas

- ALÍA, R.; MARTÍN, S. (2009). Guía técnica para la conservación genética y utilización del pino negral (*Pinus pinaster*) en España. Foresta. Madrid. España.
- BEVERIDGE, C. A.; HYOZUKA, J. (2010). New genes in the strigolactones-related shoot branching pathway. *Curr Opin Plant Biol.* 13, 34-39.
- BOOKER, J.; SIEBERER, T.; WRIGHT, W.; WILHAMSON, L.; WILLETT, B., et al. (2005). MAX1 encodes a cytochrome P450 family member that acts downstream of MAX3/4 to produce a carotenoid-derived branch-inhibiting hormone. *Dev Cell.* 8, 443-449.
- BREWER, P. B.; DUN, E. A.; FERGUSON, B. J.; RAMEAU, C.; BEVERIDGE, C. A. (2009). Strigolactone acts downstream of auxin to regulate bud outgrowth in pea and *Arabidopsis*. *Plant Physio.*, 150, 482-493.
- CANALES, J., BAUTISTA, R.; LABEL, P.; GÓMEZ-MALDONADO, J.; LESUR, I.; FERNÁNDEZ-POZO, N.; RUEDA-LÓPEZ, M., GUERRERO-FERNÁNDEZ, D., CASTRO-RODRIGUEZ, V., BENZEKRI, H.; CAÑAS, R. A.; GUEVARA, M. A.; RODRIGUES, A.; SEOANE, P.; TEYSSIER, C.; MOREL, A., EHRENMANN, F.; LE PROVOST, G.; LALANNE, C.; NOIROT, C.; KLOPP, C.; REYMOND, I.; GARCÍA-GUTIERREZ, A.; TRONTIN, J. F.; LELU-WALTER, M. A.; MIGUEL, C.; CERVERA, M. T.; CANTÓN, F. R.; PLOMION, C.; HARVENGT, L.; AVILA, C.; CLAROS, M. G.; CÁNOVAS, F. M. (2014). De novo assembly of maritime pine transcriptome: implications for forest breeding and biotechnology. *Plant Biotechnology Journal.*
- COOK, C. E.; WHICHARD, L. P.; WALL, M. E.; EGLEY, G. H.; COGGON, P.; LUHAN, P. A.; MCPHAIL, A. T. (1972). Germination stimulants. II. The structure of strigol: a potent seed germination stimulant for witchweed (*Striga lutea* Lour). *J. Am Chem Soc.*, 94, 6198-6199.
- DOMAGALSKA, M. A.; LEYSER, O. (2011). Signal integration in the control of shoot branching. *Nat Rev Mol Cell Biol.* 12, 211-221.
- GÓMEZ-ROLDAN, V.; FERMAS, S.; BREWER, P. B.; PUECH-PAGES, V.; DUN, E. A.; PILLOT, J. P.; LETISSE, F.; MATUSOVA, R.; DANOUN, S.; PORTAIS, J. C.; BOUWMEESTER, H.; BECARD, G.; BEVERIDGE, C. A.; RAMEAU, C.; ROCHANGE, S. F. (2008). Strigolactone inhibition of shoot branching. *Nature*, 455, 189-194.
- NEALE, D. B.; WEGRYN, J. L.; STEVENS, K. A.; ZIMIN, A. V.; PUIU, D.; CREPEAU, M. W.; CARDERO, C.; KORIABINE, M.; HOLTZ-MORRIS, A. E.; LIECHTY, J. D.; MARTÍNEZ-GARCÍA, P. J.; VASQUEZ-GROSS, H. A.; LIN, B. Y.; ZIEVE, J. J.; DOUGHERTY, W. M.; FUENTES-SORIANO, S.; WU, L. S.; GILBERT, D.; MARCAIS, G.; ROBERTS, M.; HOLT, C.; YANDELL, M.; DAVIS, J. M.; SMITH, K. E.; DEAN, J. F. D.; LORENZ, W. W.; WHETTEN, R. W.; SEDEROFF, R.; WHEELER, N.; MCGUIRE, P. E.; MAIN, D.; LOOPSTRA, C. A.; MOCKAITIS, K.; DEJONG, P. J.; YORKE, J. A.; SALZBERG, S. L.; LANGLEY, C. H. (2014). Decoding the massive genome of loblolly pine using haploid DNA and novel assembly strategies. *Genome Biology.*
- SÁNCHEZ-GÓMEZ, D.; MAJADA, J.; ALÍ, R.; FEITO, I.; ARANDA, I. (2010). Intraspecific variation in growth and allocation patterns in seedlings of *Pinus pinaster* Ait. submitted to contrasting watering regimes: can water availability explain regional variation? *Ann. For. Sci.* 67, 505.
- THIMANN, K.V.; SKOOG, F. (1933). Studies on the growth hormone of plants: III. The inhibiting action of the growth substance on bud development. *Proc. Natl Acad. Sci. U.S.A.*, 19, 714-716.
- ZAS, R.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. (2005). Juvenile genetic parameters and genotypic stability of pinus pinaster Ait. Open-pollinated families under different water and nutrient regimes. *Forest Science*, 51(2), 165-174(10). ■

Identificación en la carne de biomarcadores de estrés animal

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

FERNANDO DÍAZ-MARTÍNEZ. Área de Sistemas de Producción Animal. ferdm89@gmail.com

YAIZA POTES-OCHOA. Departamento de Morfología y Biología Celular. Universidad de Oviedo. yaizapoteschoa@gmail.com

ADRIÁN RUBIO-GONZÁLEZ. Departamento de Morfología y Biología Celular. Universidad de Oviedo. adrianrubiogonzalez@gmail.com

ANA COTO-MONTES. Departamento de Morfología y Biología Celular. Universidad de Oviedo. acoto@uniovi.es



Introducción

Los ciudadanos de los países desarrollados muestran una preocupación creciente por la necesidad de proteger el bienestar de los animales. En el caso de la producción animal, esta preocupación llega incluso a la cadena alimentaria, de modo que hay un número elevado de consumidores que demandan más información para poder tener en cuenta cuestiones relativas al bienestar animal en el momento de decidir sus compras.

Sin embargo, existe una limitación importante para la definición de criterios y medidas de control del estrés, que proviene del hecho de que medir el grado de bienestar o estrés animal es más complicado de lo que parece. Se han realizado grandes esfuerzos por incrementar los

conocimientos en este campo, especialmente en los animales de granja. Los expertos defienden la aplicación de sistemas de evaluación de múltiples criterios o "multi-criteria" (alojamiento, sanitarios, comportamiento) para valorar el nivel de bienestar en distintas especies (Velarde y Dalmau, 2012). No obstante, la mayor limitación de este tipo de medidas es que se basan principalmente en valoraciones en grupo, por lo que no tienen en cuenta la variabilidad individual en la susceptibilidad al estrés.

Hay que tener en cuenta que diversos factores ligados a la producción, junto con el propio proceso de sacrificio en el matadero, son factores estresantes para el animal, ocasionando en mayor o menor medida un estrés psicológico, que afecta a los procesos fisiológicos y tam-

bién al metabolismo post-mortem y por tanto al proceso de conversión del músculo en carne. No existe un estudio actualizado que cuantifique la magnitud del problema, pero de forma general se estima que a nivel mundial hay un 10% de carnes defectuosas por efecto del estrés, llamadas DFD (del inglés "dark, firm, dry", que en español significa "oscura, dura, seca"), lo cual supone pérdidas de hasta 20 millones de dólares en países como Australia y Gran Bretaña (Adzitey y Nurul, 2011).

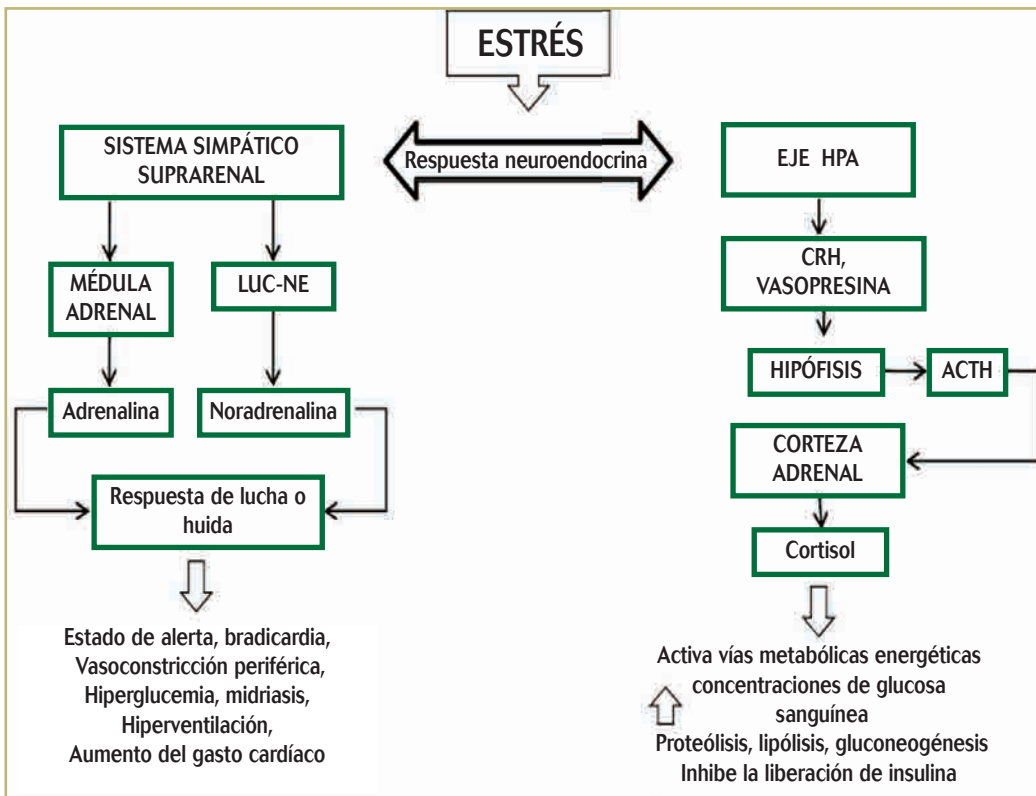
Por ese motivo, los científicos de la carne centran sus esfuerzos en la búsqueda de biomarcadores de estrés animal, especialmente en identificar aquellos que puedan aplicarse a nivel individual y que permitan detectar situaciones de estrés pre-sacrificio, que pueden tener efectos adversos sobre la calidad final del producto.

Cambios fisiológicos inducidos por el estrés

Durante el traslado desde la explotación al matadero, el ganado es expuesto con frecuencia a diferentes factores que

causan agotamiento físico y estrés psicológico, como son el proceso de ruptura de la jerarquía social debido a la mezcla de animales, interacción con humanos extraños, el manejo rudo o inquietante en el momento de carga y descarga del camión, cambios en las condiciones de temperatura y humedad, movimientos bruscos del camión, ruidos en el transporte y el matadero, sonidos de alerta producidos por otros animales, etc.

Se puede consultar una descripción detallada de las respuestas fisiológicas al estrés, en una revisión de este tema escrita por Romero et al. (2011). En resumen, se puede afirmar que el estrés altera la homeostasis interna de los animales induciendo cambios en la actividad del eje hipotálamo-pituitaria-adrenocortical (HPA) y el sistema simpático-adrenomedular. La activación endocrina promueve la liberación de determinadas hormonas, con importante carácter regulador, como las catecolaminas, especialmente adrenalina y noradrenalina, la hormona liberadora de corticotropina (CRH) y la hormona adrenocorticotrópica (ACTH), además de corticosteroides, principalmente el cortisol.



←
Figura 1.-Esquema general de la respuesta al estrés (Romero et al., 2011).

El cortisol incrementa la disponibilidad de energía y las concentraciones de glucosa en la sangre, porque estimula la proteólisis, la lipólisis y la gluconeogénesis en el hígado, aumentando la síntesis de enzimas implicadas en la conversión de aminoácidos, glicerol y lactato en glucosa, aumentando así la movilización de los aminoácidos desde el músculo (Muchenje et al., 2009). También disminuye el transporte y utilización de glucosa por las células, incrementando la concentración de glucosa sanguínea (Lay y Wilson, 2001; Trevisi y Bertoni, 2009). En esta compleja respuesta fisiológica se presenta, además, un proceso de retroalimentación negativa, permitiendo que el cortisol actúe sobre el hipotálamo y la hipófisis disminuyendo la producción de CRH y ACTH (Lay y Wilson, 2001). En esta etapa el organismo intenta adaptarse o afrontar la presencia de los factores que percibe como amenaza, en donde se presenta una normalización de los niveles de corticosteroides y, por tanto la desaparición del estado de estrés, etapa que se ha denominado de "relajación".

Hasta la fecha, la mayoría de los investigadores estudian el estrés animal a partir de distintos constituyentes sanguíneos, como el cortisol, el hematocrito, la concentración de glucosa, la actividad de la enzima creatinfosfoquinasa (CK) o las concentraciones de beta-hidroxibutirato y lactato (Averós et al. 2008, Dokmanovic et al., 2014, Oliván et al., 2014).

También se ha destacado el gran potencial de otras moléculas, como las proteínas de fase aguda (acute phase proteins, "APPs") como posibles biomarcadores de estrés, debido a su conocido papel como indicadores de situaciones de infección, inflamación o estrés. Diversos estudios han demostrado que los niveles de haptoglobina y de la proteína Major Acute-Phase "Pig-MAP" en plasma se incrementan en cerdos sometidos a situaciones que comprometen el bienestar, como es el manejo a densidades altas, el transporte largo, o la mezcla con animales extraños (Marco-Ramell et al., 2011; Piñeiro et al., 2007; Saco et al., 2003).

Un importante efecto del estrés psicológico, con claras repercusiones para

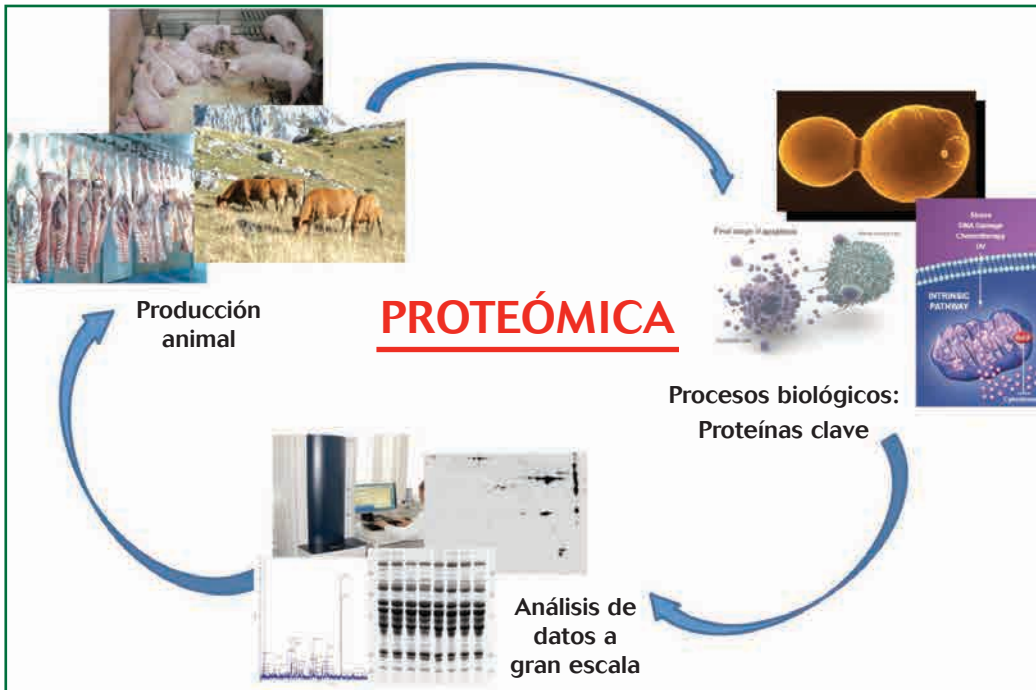
el individuo que lo sufre, es el incremento del estrés oxidativo en el organismo, que puede inducir disfunciones en muchos tejidos (Li et al., 2012). En general, el estrés ocasiona un incremento en la producción de radicales libres, lo cual provoca un desequilibrio entre las especies reactivas al oxígeno (reactive oxygen species, "ROS") y la capacidad del sistema para detoxificar y reparar el daño resultante (Lardone et al., 2006). Existen evidencias de que las situaciones estresantes en el manejo animal, como el transporte por carretera, el destete o el estrés térmico pueden causar cambios oxidativos (Burke et al., 2009; Pregel et al., 2005). Sin embargo, resulta difícil medir directamente las especies reactivas al oxígeno (ROS), por lo que se realizan medidas indirectas como el estudio del nivel de oxidación de las proteínas o de los daños de lípidos (Vega-Naredo et al., 2012).

La determinación de estos biomarcadores en sangre o suero es un método práctico para monitorizar el grado de estrés o bienestar animal en vivo, pero su uso está ligado al ámbito experimental, y por el momento no tiene aplicación práctica en mataderos o salas de despiece, en los que no es operativo aplicar protocolos que precisen una analítica de la sangre.

Identificación de biomarcadores de estrés en la carne

En la carne, el efecto del estrés sufrido por el animal en los momentos previos al sacrificio se puede valorar utilizando las medidas tradicionales de calidad físico-química (pH, color, capacidad de retención de agua, textura), así como las características sensoriales. Sin embargo, estos parámetros van siendo evidentes a medida que avanza la maduración de la carne, siendo preciso detectar indicadores que puedan medirse en las primeras horas post-mortem y que permitan una detección temprana de situaciones de estrés.

Entre los posibles indicadores de estrés destacan las proteínas, que juegan un papel esencial en los cambios post-



←
Figura 2.-Aplicación de la proteómica para estudiar biomarcadores de calidad en la carne.

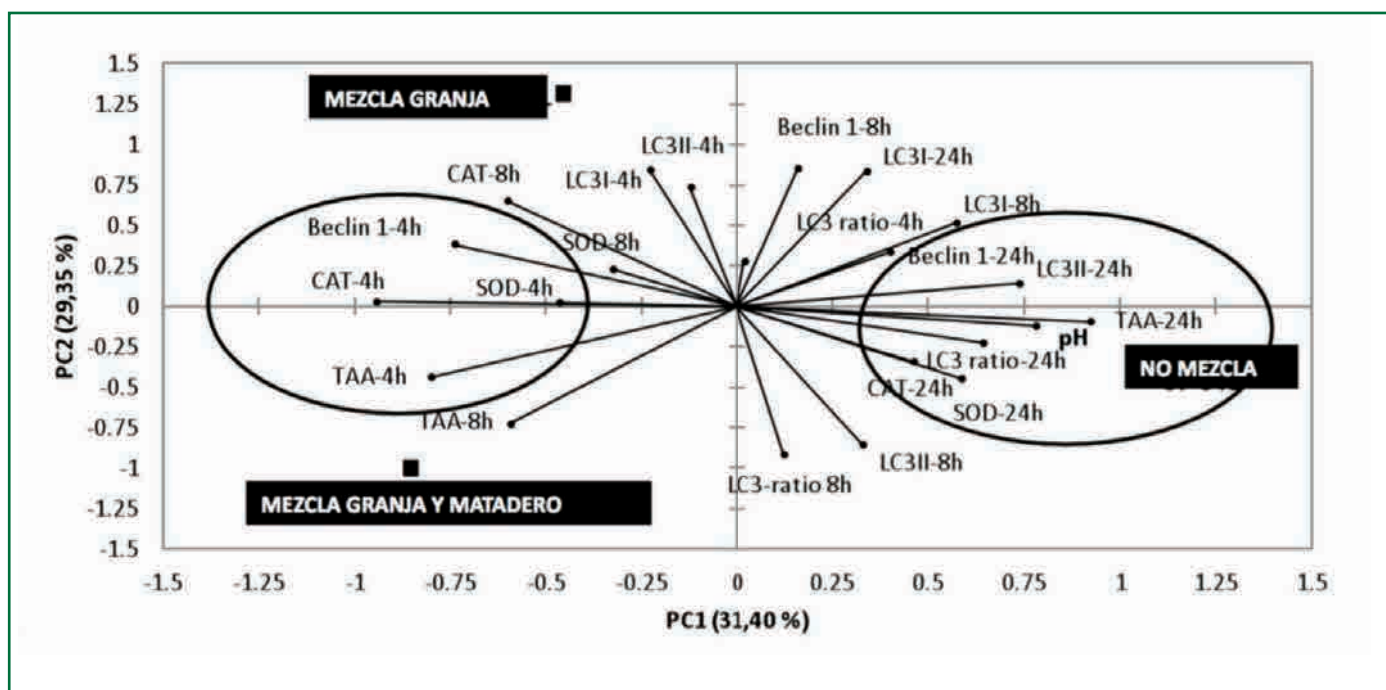
mortem del músculo, por su participación en los procesos glicolíticos, oxidativos y proteolíticos que determinan en gran medida la calidad final de la carne (Rowe et al., 2004; Sierra et al., 2012; Sierra y Oliván, 2013). Las proteínas participan en estas reacciones como enzimas, pero también como moléculas “diana” de las actividades oxidativas y proteolíticas. Por ese motivo, se hace esencial aplicar la proteómica, que permite un análisis completo del contenido proteico celular o proteoma del músculo, para obtener información de los cambios proteicos y entender el papel de determinadas proteínas en los procesos bioquímicos y celulares que ellas reflejan, y que ocurren ligados al proceso de transformación del músculo en carne (Hollung et al., 2007).

Esta información se completa con el análisis del grado de estrés oxidativo que sufre el tejido muscular tras la muerte del animal, que tiene un efecto importante sobre la maduración de la carne. Los estudios realizados por nuestro grupo (SERIDA-Universidad de Oviedo) en el marco del proyecto AGL2011-30598-C03-03, financiado por el Plan Nacional de I+D en el que colaboramos con investigadores del IRTA (Gerona) y la Universidad Autó-

noma de Barcelona, han permitido demostrar que las estrategias de manejo que causan estrés psicológico en los cerdos (sistema de manejo en granja, condiciones de transporte, mezcla con animales extraños, sesgo cognitivo y/o tipo de interacción humano-animal) incrementan el estrés oxidativo y desencadenan procesos de autofagia en el tejido muscular. La información obtenida hasta la fecha parece indicar que una monitorización de la presencia y evolución de los principales marcadores de autofagia (Beclin 1, LC3-II/LC3-I ratio) y/o de la defensa antioxidante muscular (Actividad Antioxidante Total “AAT”, Actividad de las enzimas Superóxido Dismutasa “SOD” y Catalasa “CAT”) en la carne en tiempos tempranos post-mortem puede servir para detectar situaciones de estrés animal, así como para predecir la calidad final del producto.

La investigación continúa y por el momento podemos afirmar que:

- La aplicación de las técnicas “ómicas” de análisis masivo, como es la proteómica, va produciendo listas de biomarcadores que podrían servir como indicadores de estrés en la carne



↑
Figura 3.-Análisis multivariante que muestra relaciones entre los indicadores de estrés (Beclin1, Catalasa "CAT", Superóxido Dismutasa "SOD", Actividad antioxidante total "TAA") medidos en la carne recogida de la canal a distintos tiempos post-mortem (4 h, 8 h, 24 h) y el manejo de los animales previo al sacrificio (no mezcla con animales extraños, mezcla en granja, mezcla en granja y matadero). Rubio-González et al., 2015).

- La información disponible no permite definir un único indicador, sino que posiblemente habrá que buscar una combinación adecuada de biomarcadores que den una visión completa del estado metabólico del músculo.
- La biología de sistemas (ciencia emergente que estudia los sistemas biológicos complejos teniendo en cuenta información multivariada, incluyendo genes, proteínas y rutas metabólicas) permitirá analizar toda la información de forma integrada, con el fin de formular modelos matemáticos que describan la estructura del sistema y su respuesta a distintos tipos de perturbaciones.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Ministerio de Economía y Competitividad la financiación del proyecto AGL2011-30598-C03-03 titulado "Identificación de biomarcadores de calidad en la carne relacionados con el estrés celular ante- y peri-sacrificio", lo cual ha permitido obtener la información mostrada en este artículo. También agradecen al INIA la financiación del proyecto RTA2014-00034-C04-01 titulado "Identificación de biomarcadores de estrés en

distintas razas autóctonas de vacuno (IBER-VAC) asociados con la calidad de la carne", que comienza en septiembre de 2015 y tendrá una duración de tres años, en los que continuaremos la investigación sobre biomarcadores de estrés, en nuevos estudios aplicados en el ganado vacuno.

Referencias bibliográficas

- ADZITEY, F.; NURUL, H. (2011): Pale soft exudative (PSE) and dark firm dry (DFD) meats: causes and measures to reduce these incidences-a mini review. *International Food Research Journal* 18: 11-20.
- AVERÓS, X.; MARTIN, S. M.; RILU, M.; SERRATOSA, J.; GOSALVEZ, L. F. (2008): Stress response of extensively reared young bulls being transported to growing-finishing farms under Spanish summer commercial conditions. *Livestock Science* 119: 174-182.
- BURKE, N. C.; SCAGLIA, G.; BOLAND, H. T.; SWECKER, W. S. (2009): Influence of two-stage weaning with subsequent transport on body weight, plasma lipid peroxidation, plasma selenium, and on leukocyte glutathione peroxidase and glutathione reductase activity in beef calves. *Veterinary Immunology and Immunopathology*. 127: 365-370.
- DOKMANOVIC, M.; VELARDE, A.; TOMOVIC, V.; GLAMOCLJICA, N.; MARKOVIC, R.; JANJIC, J.; BALTIC, M.

- Z. (2014): The effects of lairage time and handling procedure prior to slaughter on stress and meat quality parameters in pigs. *Meat Science* 98: 220-226.
- HOLLUNG, K.; VEISETH, E.; JIA, X.; FÆRGESTAD, E. M.; HILDRUM, K. I. (2007): Application of proteomics to understand the molecular mechanisms behind meat quality. *Meat Science* 77:97-104.
- LARDONE, P. J.; ÁLVAREZ-GARCÍA, O.; CARRILLO-VICO, A.; VEGA-NAREDO, I.; CABALLERO, B.; GUERRERO, J. M.; COTO-MONTES, A. (2006): Inverse correlation between endogenous melatonin levels and oxidative damage in some tissues of SAM P8 mice. *Journal of Pineal Research* 40: 153-157.
- LAY, D.; WILSON, M. (2001): Physiological indicators of stress in domestic livestock. Symposium on Concentrated Animal Feeding Operations Regarding Animal Behavior, Care, and Well-Being, Indiana; pp. 1-25.
- LI, Y.; ZHENG, Y.; QIAN, J.; CHEN, X.; SHEN, Z.; TAO, L.; LI, H.; QIN, H.; LI, M.; SHEN, H. (2012): Preventive effects of zinc against psychological stress-induced iron dyshomeostasis, erythropoiesis inhibition, and oxidative stress status in rats. *Biological Trace Element Research* 147: 285-291.
- MARCO-RAMELL, A.; PATO, R.; PEÑA, R.; SACO, Y.; MANTECA, X.; RUIZ DE LA TORRE, J. L.; BASSOLS A. (2011): Identification of serum stress biomarkers in pigs housed at different stocking densities. *Vet J.* 190:66-71.
- MUCHENJE, V.; DZAMA, K.; CHIMONYO, M.; STRYDOM, P. E.; RAATS, J. G. (2009): *Veterinary Journal*. Relationship between pre-slaughter stress responsiveness and beef quality in three cattle breeds. *Meat Science* 81:653-657.
- OLIVÁN, M.; GONZÁLEZ, J.; BASSOLS, A.; PANELLA, N.; CARRERAS, R.; VEGA-NAREDO, I.; MAINAU, E.; ARROYO, L.; PEÑA, R.; POTES, Y.; COTO-MONTES, A.; HOLLUNG, K.; MANTECA, X.; VELARDE, X. (2014): Effect of sex and genotype on stress biomarkers in pigs. *Proceedings of the 60th International Congress of Meat Science and Technology, Punta del Este, Uruguay*.
- PIÑEIRO, M.; PIÑEIRO, C.; CARPINTERO, R.; MORALES, J.; CAMPBELL, F. M.; ECKERSALL, P. D.; TOUSSAINT, M. J.; LAMPREAVE, F. (2007): Characterisation of the pig acute phase protein response to road transport. *Vet. J.* 173: 669-674.
- PREGEL, P.; BOLLO, E.; CANNIZZO, F. T.; BIOLATTI, B.; CONTATO, E.; BIOLATTI, P. G. (2005): *Veterinary Journal*. Antioxidant capacity as a reliable marker of stress in dairy calves transported by road. *Vet. Rec.* 156: 53-54
- ROMERO, M. H.; URIBE-VELÁSQUEZ, L. F.; SÁNCHEZ J. A. (2011): *Veterinary Record*. Biomarcadores de estrés como indicadores de bienestar animal en ganado de carne. *Biosalud* 10: 71-87.
- ROWE, L. J.; MADDOCK, K. R.; LONERGAN, S. M.; HUFF-LONERGAN, E. (2004): Influence of early postmortem protein oxidation on beef quality. *Journal of Animal Science* 82: 785-793.
- RUBIO-GONZÁLEZ, A.; POTES-OCHOA, Y.; ILLÁN-RODRÍGUEZ, D.; VEGA-NAREDO, I.; SIERRA, V.; CABALLERO, B.; FÁBREGA, E.; VELARDE, A.; DALMAU, A.; OLIVÁN, M.; COTO-MONTES, A. (2015): Effect of animal mixing as a stressor on biomarkers of autophagy and oxidative stress during pig muscle maturation. *Animal* 9: 1188-1194.
- SACO, Y.; DOCAMPO, M. J.; FÁBREGA, E.; MANTECA, X.; DIESTRE, A.; LAMPREAVE, F.; BASSOLS, A. (2003): Effect of transport stress on serum haptoglobin and pig-MAP in pigs. *Animal Welfare* 12: 403-409.
- SIERRA, V.; OLIVÁN, M. (2013): Role of Mitochondria on Muscle Cell Death and Meat Tenderization. *Recent Patents on Endocrine, Metabolic & Immune Drug Discovery* 7: 120-129.
- SIERRA, V.; FERNÁNDEZ-SUÁREZ, V.; CASTRO, P.; OSORO, K.; VEGA-NAREDO, I.; GARCÍA-MACIA, M.; RODRÍGUEZ-COLUNGA, M. J.; COTO-MONTES, A.; OLIVÁN, M. (2012): Identification of biomarkers of meat tenderisation and its use for early classification of Asturian beef into fast and late tenderising meat. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 92: 2727-2740.
- TREVISI, E.; BERTONI, G. (2009): Some physiological and biochemical methods for acute and chronic stress evaluation in dairy cows. *Italian Journal of Animal Science* 8 (Suppl.1): 265-286.
- VEGA-NAREDO, I.; CABALLERO, B.; SIERRA, V.; GARCÍA-MACIA, M.; DE GONZALO-CALVO, D.; OLIVEIRA, P. J.; RODRÍGUEZ-COLUNGA, M. J.; COTO-MONTES, A. (2012): Melatonin modulates autophagy through a redox-mediated action in female Syrian hamster Harderian gland controlling cell types and gland activity. *J Pineal Res.* 52: 80-92.
- VELARDE, A.; DALMAU, A. (2012): *Journal of Pineal Research*. Animal welfare assessment at slaughter in Europe: Moving from inputs to outputs. *Meat Science* 92: 244-251. ■



Los pastos permanentes: importancia, dinámica y necesidades de actuación para su sostenibilidad

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

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

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

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

ROCIO ROSA GARCÍA. Área de Sistemas de Producción Animal. rocior@serida.org

Los pastos permanentes suponen más de un tercio de la cobertura de la superficie agraria de la Unión Europea. No obstante, existen diferencias significativas entre países y sobre todo entre regiones agroclimáticas. Aquellas regiones con clima atlántico, y particularmente húmedo, como son las Islas Británicas y el propio Noroeste de la Península Ibérica, donde se encuentra Asturias, superan con creces dicha media europea.

La adecuada gestión de estos pastos permanentes, definidos por el Reglamento (U.E.) nº 1307/2013 como “*las tierras utilizadas para el cultivo de gramíneas u otros forrajes herbáceos naturales (espontáneos) o cultivados (sembrados) y*

que no hayan sido incluidas en la rotación de cultivos de la explotación durante cinco años o más; pueden incluir otras especies como arbustivas y/o arbóreas que pueden servir de pastos, siempre que las gramíneas y otros forrajes herbáceos sigan siendo predominantes, y, cuando los Estados miembros así lo decidan, pueden asimismo incluir tierras que sirvan para pastos y que formen parte de las prácticas locales establecidas, según las cuales las gramíneas y otros forrajes herbáceos no han predominado tradicionalmente en las superficies para pastos”, es de vital importancia para el desarrollo sostenible y biodiverso del medio natural y de la sociedad en general, por muy diversas razones:



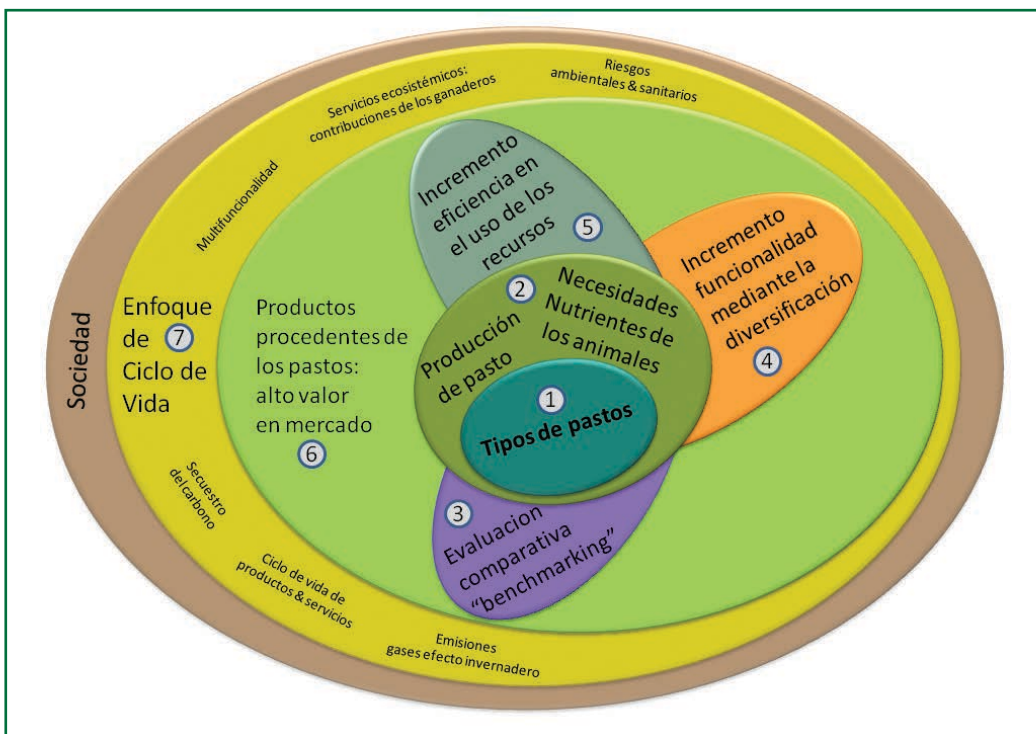
- **Gestión del territorio:** La gran superficie que ocupan 315.842 hectáreas son tierras para pastos permanentes en los que operan 21.539 explotaciones.
- **Económicas:** La producción de materias primas que se obtiene de los mismos y por la actividad y riqueza que genera la transformación de dichas materias primas en producto.
- **Genéticas:** Son la base que sustenta la conservación de Recursos Autóctonos, en especial las razas de herbívoros, además de especies vegetales.
- **Alimentarias:** Permiten producciones diferenciadas con DOP o IGP por sus características, modelo de producción ligado a un territorio y/o a una raza, e incluso son alimentos con presencia de componentes funcionales, derivados de la alimentación de los animales a base de recursos naturales pastables.
- **Ambientales:** Mantenimiento de altos índices de biodiversidad, secuestro de carbono, control de la acumulación de fitomasa combustible,

prevención de incendios, de la desertización ocasionada por estos, etc.

- **Socio-culturales:** Conservación de arte, cultura y tradiciones.

Esta multifuncionalidad conlleva integraciones multidisciplinares, abordando los diferentes factores y actores identificados como los principales en cuanto a sus repercusiones sobre la productividad y rentabilidad, si bien, aún no somos capaces de cuantificar económicamente todas aquellas externalidades o servicios ecosistémicos que derivan de la adecuada gestión de los pastos permanentes (Fig. 1) frente al abandono. Esta cuantificación resulta esencial para los pagos de la nueva Política Agraria Comunitaria (PAC) 2014 - 2020, relacionados con los servicios ecosistémicos que aporta la ganadería extensiva. Además, los beneficios son para TODOS, tanto para la población rural como para la urbana, y en muchos casos, su mantenimiento es una garantía de futuro para las próximas generaciones.

Con objeto de evaluar el estado actual de los pastos permanentes y analizar sus problemáticas, así como las posibles opciones para su conservación y fortalecimiento, en el invierno del año 2014 la Co-



←
Figura 1.-Relaciones e interacciones entre aspectos clave para el mantenimiento de los pastos permanentes.

misión Europea coordinó a través del EIP-AGRI la creación de un grupo multidisciplinar de expertos "Focus Group" liderado por el Dr. Koldo Osoro Otaduy. Los temas objeto de análisis se agruparon en torno a siete bloques temáticos, como queda reflejado en la **figura 1**.

Algunos puristas entienden que el ser humano no debería intervenir en la gestión del medio, para que éste evolucionase a su manera, de forma "natural". Sin embargo, la falta de gestión se ha demostrado altamente ineficaz y peligrosa en Asturias, y en otras partes del mundo, como tristemente queda demostrado cada vez que surge un incendio sobre las superficies abandonadas. Las consecuencias del abandono retroalimentan un círculo vicioso que impone aún más hándicaps que los naturales a la población local. Pero además, lo que pasa en el medio rural no se limita a un territorio en concreto, traspasa fronteras y a largo plazo tiene consecuencias para todos. El secuestro de carbono que ya no se daría en esas superficies quemadas, las emisiones no controladas, etc., empeoran silenciosamente la calidad de vida de todos.

Así, a pesar de los beneficios mencionados que se pueden obtener de los pastos permanentes y los costes económicos, ambientales en sociales de la falta de gestión en estos territorios, la realidad es que las superficies aprovechadas van a menos, ya que su dinámica es justo la opuesta al

discurso que la Unión Europea ha mantenido en las últimas décadas de diversificación y extensificación de los sistemas agrarios y búsqueda de la sostenibilidad.

La sostenibilidad de los sistemas agrarios se sitúa en una zona intermedia entre lo intensivo y el abandono. La nutrición es el factor principal en la eficiencia reproductiva, que condiciona la productividad y sostenibilidad de los ciclos biológicos. Por lo tanto, en el caso de los sistemas de producción animal en pastoreo, un factor clave sería la carga animal o la presión de pastoreo en los diferentes momentos del ciclo productivo.

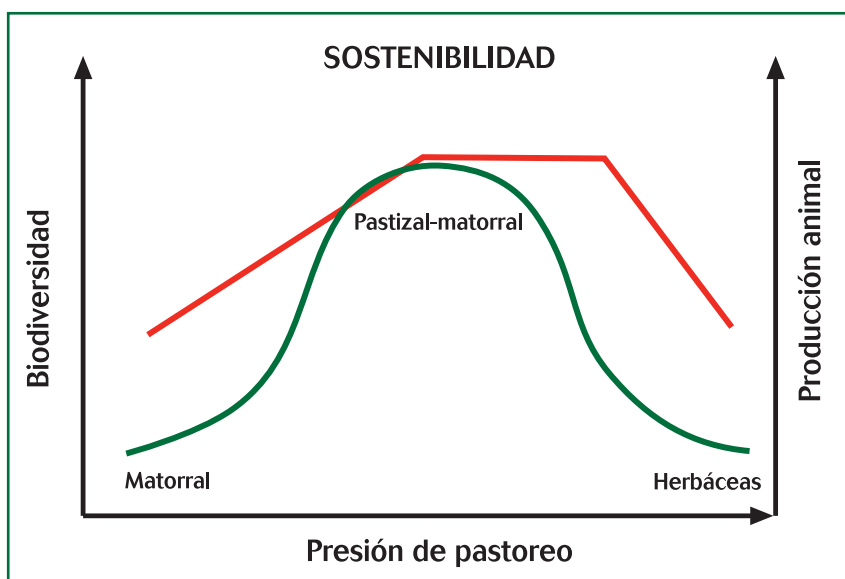
En la **figura 2** tratamos de representar gráficamente dicha zona o campo en el que la ganadería basada en el aprovechamiento de los recursos pastables sería sostenible.

La evolución actual es más próxima a aquella que demanda no tocar y dejar que evolucione de forma "natural", que al planteamiento de una gestión sostenible y acorde con los intereses de los habitantes del medio.

Ahora, pocos años después de tratar de promover la extensificación, se vislumbra un crecimiento significativo de la población mundial y con ello de la demanda de alimentos para atender las necesidades de dicho incremento, que debería ir acompañado de una mejora de las rentas, si se quiere salir del subdesarrollo. No obstante, hemos comprobado que cierta parte de la sociedad no se mueve por sensatez, sino por otros intereses contradictorios con el discurso teórico que mantiene.

Las superficies ocupadas por pastos permanentes, en lugar de incorporarlas a la producción sostenible, se han ido abandonando junto con la producción extensiva que se asentaba sobre las mismas. Solo aquellas superficies más favorables, con condiciones para una producción intensiva, se han incorporado al nuevo modelo que no sabemos si responderá a lo que ahora se quiere llamar "intensificación sostenible". Lo cierto es que las superficies abandonadas cada vez van a más y con ello los gastos en prevención y extinción de incendios y la

↓
Figura 2.-Evolución de la sostenibilidad.





erosión del territorio descontrolando los cursos de agua, etc.

En la **figura 3** tratamos de sintetizar aquellos aspectos que, desde el punto de vista del Focus Group, han fallado en la gestión de los pastos permanentes, así como los actores que deberían intervenir en la búsqueda y logro de la sostenibilidad de dichos pastos, desde los consumidores hasta los agricultores-ganaderos.

Por otra parte, deberían estar presentes los criterios establecidos por la nueva PAC, sobre el Coeficiente de Admisibilidad de los Pastos (CAP), que es rebatible (para más detalles consultar *Tecnología Agroalimentaria*, Boletín informativo del SERIDA nº 16 "Criterios a considerar para la admisibilidad de los pastos permanentes y su relevancia en el desarrollo rural"). No obstante, aquellos manejos que permiten el aprovechamiento sostenible de

los pastos permanentes se deben mantener o fomentar, poniendo en práctica los conocimientos nuevos y demostrando su papel en la gestión del territorio, fundamentalmente, el de los pequeños rumiantes. Son de todos conocidas las problemáticas de diversa índole con las que se enfrentan los pequeños rumiantes y los pastores en la sociedad actual, en la que repuntan algunas falacias.

Cualquier actuación que se emprenda en los pastos permanentes, por pequeña que sea, va a tener respuestas muy significativas, por el simple hecho de la superficie que representan y por sus efectos positivos en múltiples componentes que afectan al bienestar de la sociedad.

Actuaciones

Al igual que en los suelos urbanos y urbanizables se llevan a cabo planificacio-

↓
Figura 3.-Resumen de factores a mejorar para el desarrollo sostenible de los pastos permanentes (PP).



nes y ordenaciones, los pastos permanentes también requieren planes de ordenación y gestión, planes que por su envergadura deben de ser consensuados entre las partes implicadas. Evidentemente, deberían estar presentes y tener un papel destacado los agricultores y ganaderos, como núcleo central de los Grupos Operativos en los Planes de Desarrollo Rural, y conforme al planteamiento "bottom up" tan mencionado últimamente.

Todas las actuaciones deberían encajar en un Plan Integral y no llevarse de forma aislada como actuaciones anárquicas, fuera de contexto. Un ejemplo claro son los desbroces y también los cortafuegos que suelen ser insostenibles en el tiempo y, por lo tanto, inversiones poco eficientes. De poco sirve un desbroce, si detrás no hay una actuación programada sobre la superficie desbrozada, esto lo hemos cuantificado.

En pocos años la acumulación de matorral vuelve y con ello se reduce el alimento pastable a la vez que aumenta el riesgo de incendio (ver *Tecnología Agroalimentaria* nº 9 "la gestión del monte y la biodiversidad del Paraíso Natural"). Sin embargo, existen ideas innovadoras para poner en valor aquellas zonas especialmente sensibles (ver *Tecnología Agroalimentaria* nº 9 "Actuaciones complementarias a los desbroces y quemas controladas").

La contribución del establecimiento de pastos mejorados en aquellas zonas que posibilitan la mecanización, e incluso en las no mecanizables, es multifuncional por diversas razones:

- 1- Aportan especies vegetales de mayor digestibilidad y contenido energético-proteico, por lo que contribuyen a mejorar la ingesta de nutrientes y consiguiendo la producción de los animales, supliendo las carencias principales de las comunidades vegetales naturales.
- 2- Actúan de cortafuegos en el supuesto de producirse un incendio, por causas naturales (tormentas), que a veces se dan. Facilitan además la movilidad por estos territorios.

- 3- Incrementan la biodiversidad en flora y con ello también en fauna, aumentando asimismo el colorido y el atractivo del paisaje. El valor de la calidad y heterogeneidad del paisaje es un concepto apenas explorado en España, aunque en otros países como Gran Bretaña lo tienen perfectamente asumido.

Actuación programada, significa compromisos por todas las partes implicadas e interesadas en la gestión productiva y sostenible de ese espacio en el que se invierte.

Es conocido por todos el **art. 66 "Limitaciones de actividades"**, de la Ley del Principado de Asturias de Montes y Ordenación Forestal (BOPA nº 281 de 3 de diciembre de 2004), que en su apartado 2º dice "*La Consejería competente en materia forestal acotará al pastoreo los montes incendiados por un plazo mínimo de un año y máximo igual al necesario para la recuperación de las especies afectadas o para su restitución a la situación anterior al incendio. Para evitar el pastoreo no será necesario proceder al cercado de las zonas quemadas, correspondiendo al propietario de las reses velar para que éstas no invadan la zona acotada. La Consejería competente en materia forestal podrá levantar total o parcialmente los acotamientos en función de las características de la vegetación afectada.*" Este artículo, que presumiblemente se puso como una medida intimidatoria o coercitiva, no ha surtido ni el más mínimo efecto positivo. Ahí están los datos referidos al número de incendios, superficie afectada, antes de la Ley de Montes (2004), después de la Ley de Montes y después de la aplicación del art. 66, para quien quiera analizar y sacar sus propias conclusiones.

La verdad es que no tiene mucha lógica que si un monte se quema, tras el incendio tenga que volver al mismo estado. Habrá que plantearse que si un monte se quema es porque sus condiciones, en especial de fitomasa, favorecían que se produjera dicha catástrofe ambiental, independientemente de que su origen fuera intencionado o accidental, por causas o fenómenos atmosféricos.



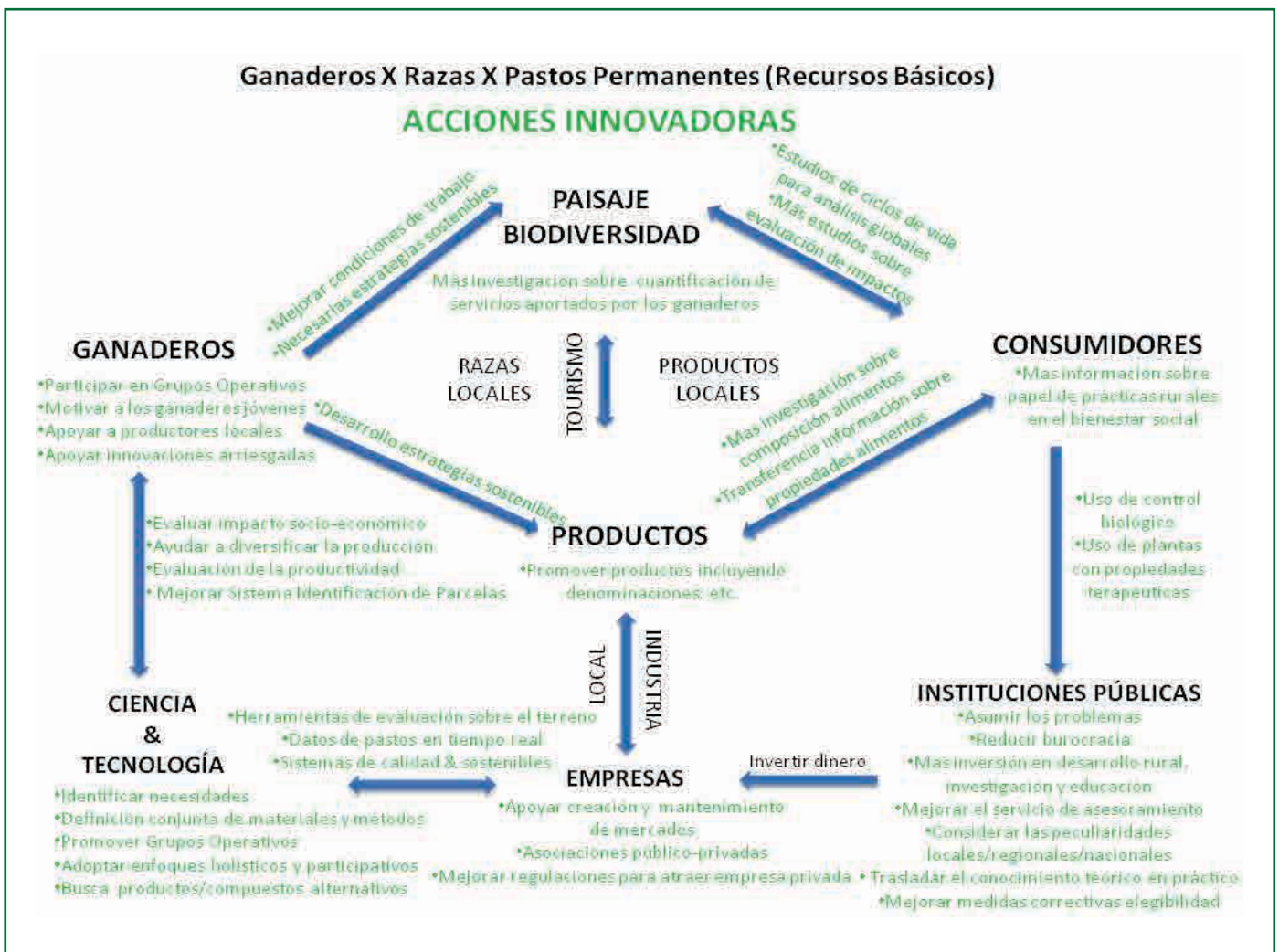
Conforme a los factores identificados como responsables de la falta de desarrollo sostenible de los pastos permanentes, que se mencionan en la **figura 3**, algunas iniciativas innovadoras que pudieran contribuir a un mejor desarrollo de la actividad en los pastos permanentes se ilustran en la **figura 4**.

La **figura 4** presenta aquellos aspectos que son imprescindibles abordar para el desarrollo de una ganadería sostenible basada en el aprovechamiento de pastos permanentes. Aún falta información sobre muchos aspectos clave, desde los que afectan a la productividad de los pastos y su variabilidad, pasando por su repercusión en las características, incluidas las funcionales, de los productos que se pueden obtener de los animales que aprovechan dichos pastos, la relación que existe entre la gestión del terri-

torio y el paisaje que observamos, la valorización del papel del mundo rural en la conservación de ese patrimonio, así como la cuantificación de los servicios ecosistémicos que generan y su valoración por la sociedad.

El esquema refleja que es necesario mejorar la comunicación entre los sectores implicados, la falta de figuras importantes como los asesores rurales o *extensionistas*, que en otros países (Advisors) ejercen una función clave de apoyo a los agricultores-ganaderos en la toma de decisiones, etc. Un aspecto clave tiene que ver con el apoyo a los jóvenes, a las acciones innovadoras y a la conformación de Grupos Operativos en los que los agricultores-ganaderos sean el motor fundamental, la fuente de ideas que identifique las problemáticas y se asocie a investigadores, etc. para el des-

↓
Figura 4.-Resumen de algunas acciones innovadoras para el desarrollo sostenible de los pastos permanentes.



arrollo de proyectos que den respuesta a necesidades concretas de espacios o modelos definidos.

Reflexión final

No obstante, la triste realidad es que la problemática que puedan tener los pastos permanentes, de momento, apenas interesa a nadie con poder económico, dada la complejidad de estos sistemas, su exposición a diversos factores climáticos, además de a los de mercado, que tienen grandes oscilaciones que condicionan seriamente la rentabilidad económica directa de dichos sistemas establecidos sobre pastos permanentes. Por lo tanto, debe de ser la administración y la sociedad en general la que debe hacer un análisis riguroso y ser consciente de la importancia de una gestión adecuada de esta gran extensión que representan los pastos permanentes, hoy bastante abandonados. Todo ello, pensando en el futuro del territorio y de sus habitantes, y en la sociedad en general.

Los avances en el conocimiento de opciones para el desarrollo de actividades sostenibles e innovadoras en estas zonas tan valiosas en varios países como Gran Bretaña, Alemania, etc. apuntan a que tenemos que dar un giro radical en nuestra percepción sobre los territorios marginales. Más que vastas superficies estériles, pueden ser fuentes de recursos de gran valor para el Desarrollo Rural Sostenible, desde bioenergía hasta medicamentos. Estas producciones pueden y deben contribuir a la conservación del medio y proporcionar con su ejecución otros beneficios intangibles pero fundamentales, como contribuir a asentar población en el medio rural y con ella patrimonio cultural, tradiciones, etc.

El gran reto es asumir el compromiso con el medio rural y para ello: apoyar la investigación en estas zonas, vincularla estrechamente a la población rural para que la pueda ponerla en práctica, intensificar la formación de los jóvenes como motor impulsor del cambio, incentivar a las empresas, reducir la carga burocrática, pero además comprometerse a mantener el apoyo a iniciativas integra-

das y por tanto multidisciplinarias, como garantía de futuro a largo plazo.

Conclusión

Las superficies ocupadas por pastos permanentes, incluidos los matorrales, tienen recursos naturales con enorme potencial biodiverso pero están totalmente infrautilizados cuando deberían constituir la base del Desarrollo Rural y del bienestar, no solo para el presente, sino como una garantía de futuro.

Agradecimientos

Al EIP-AGRI de la Unión Europea por el nombramiento de Koldo Osoro como Key expert del Focus Group de Pastos Permanentes. A los 20 expertos de los diferentes países de la UE que han formado parte de la comisión por su análisis crítico y constructivo del Starting Paper que elaboramos en el Área para la primera reunión del Focus Group. Quisiéramos tener un agradecimiento especial a Quico Onega (USC) así como Pilar Gumma y Remco Schreuder (miembros del EIP-AGRI). A Beatriz Puente, del Área de Sistemas de Producción Animal del SERIDA, por su continuo compromiso con el trabajo y el buen hacer.

Referencias bibliográficas

Los documentos del Focus Group para los Pastos Permanentes, así como de otros grupos de expertos relacionados, están accesibles en formato pdf en la página web del EIP-AGRI: <http://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/content/profitability-permanent-grassland>.

MARTÍNEZ MARTÍNEZ, A.; GARCÍA PRIETO, U.; GARCÍA PRIETO, V.; FERNANDES DE SOUSA, M. (2011). Actuaciones complementarias a los desbroces y quemas controladas. Tecnología Agroalimentaria, Boletín informativo del SERIDA nº 9, 25-30.

OSORO, K.; CELAYA, R.; ROSA GARCÍA, R.; GARCÍA, U.; MENDES FERREIRA, L. M. (2011). La gestión del monte y la biodiversidad del *Paraíso Natural*. Tecnología Agroalimentaria, Boletín informativo del SERIDA nº 9, 2-6.

OSORO, K.; CELAYA, R.; ROSA GARCÍA, R.; GARCÍA, U.; MARTÍNEZ, A. (2015). Criterios a considerar para la admisibilidad de los pastos permanentes y su relevancia en el Desarrollo Rural. Tecnología Agroalimentaria, Boletín informativo del SERIDA nº 16, 2-9. ■



Enfermedad de Lyme en Asturias: ¿qué podemos aportar desde el SERIDA?

ALBERTO ESPÍ FELGUEROSO. Área de Sanidad Animal. Centro de Biotecnología Animal. SERIDA - Deva. Gijón. aespi@serida.org
ANA DEL CERRO ARRIETA. Área de Sanidad Animal. Centro de Biotecnología Animal. SERIDA - Deva. Gijón. anadc@serida.org

Aspectos básicos para entender la enfermedad

¿Qué es?

La “Enfermedad de Lyme”, también denominada “Borreliosis de Lyme” es una enfermedad transmitida por garrapatas que afecta al hombre (y, en menor medida, a los animales) y se caracteriza por manifestaciones muy variadas principalmente cutáneas, reumáticas, neurológicas y cardíacas. Es la enfermedad transmitida por garrapatas más frecuentemente diagnosticada en el hemisferio norte.

¿Desde cuándo se conoce?

La enfermedad parece ser muy antigua y se han encontrado indicios de la misma en la famosa momia alpina Ötzi de

hace más de 3000 años. Las manifestaciones clínicas ya se conocían en Europa desde finales del siglo XIX y principios del XX, pero se desconocían sus causas. Pero, no fue hasta el año 1977, en una epidemia de artritis que afectó a varias ciudades cercanas al río Lyme en Estados Unidos, cuando se descubrió el papel de las garrapatas en la presentación de la enfermedad (Steere y col., 1977). Aunque se sospechaba que el agente causal era una bacteria, esta no se descubrió hasta 1981 (Burgdorfer y col., 1982).

¿En qué zonas se presenta

La enfermedad está presente en las zonas donde se encuentra su vector principal, la garrapata de la especie *Ixodes ricinus*. Como se trata de una especie adaptada a ambientes húmedos, la Cornisa Cantábrica es una de las zonas de Es-

↑
Imagen de la Sierra del Sueve.



paña en la que esta especie de garrapata es más abundante y consecuentemente donde la enfermedad humana es más frecuente. Asturias, junto con Cantabria, País Vasco, Norte de Castilla y León y La Rioja están consideradas zonas endémicas.

¿Cómo se diagnostica?

El diagnóstico clínico de la enfermedad no siempre resulta fácil debido a la gran variedad de manifestaciones clínicas que pueden presentarse y al hecho de que en muchos pacientes la picadura de la garrapata ha podido pasar desapercibida. Por otra parte, la prueba laboratorial más habitual (ELISA) no resulta fácil de interpretar al existir reacciones cruzadas con bacterias próximas. Si a estas dificultades añadimos que no es una enfermedad de declaración obligatoria, no resulta extraño que esta enfermedad esté infra-diagnosticada.

Una enfermedad muy ligada a la región: algunos aspectos históricos

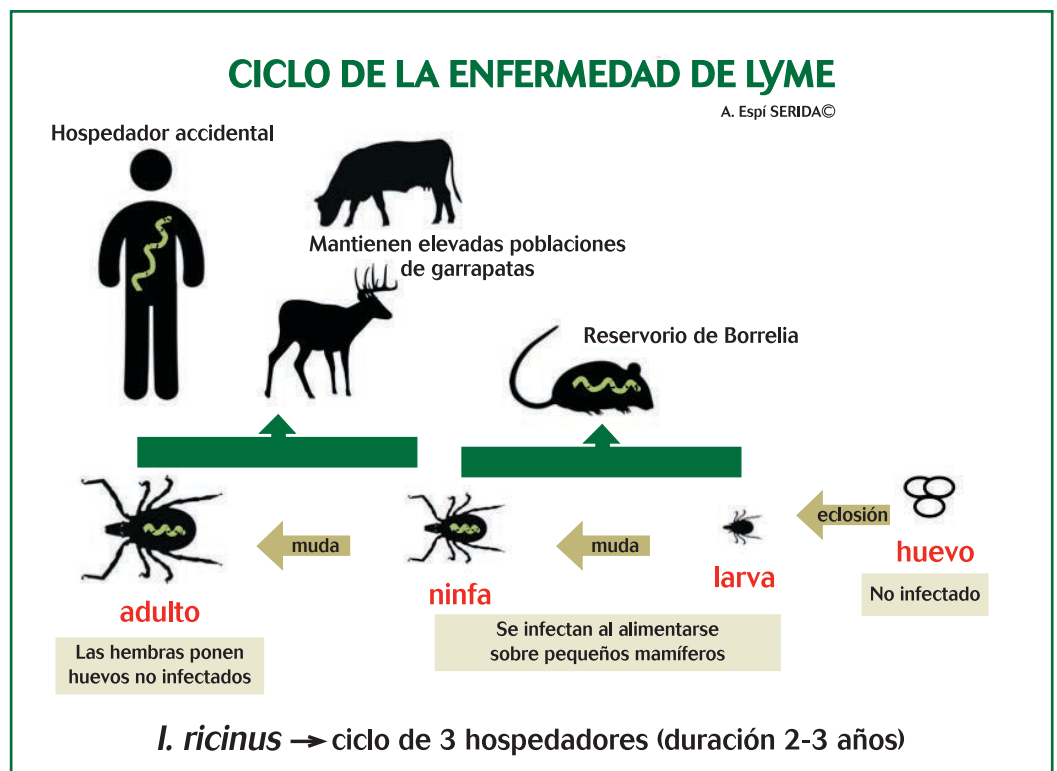
Aunque la primera descripción en España de la enfermedad se comunica en

1977, el primer caso ya bien documentado corresponde a un paciente asturiano con manifestaciones cutáneas y neurológicas, publicado en 1987 por médicos de las Secciones de Neurología y Neurofisiología de los Hospitales de Cabueñes y Valle del Nalón (D. F. Uría y colaboradores).

A esta descripción le seguirían otras, entre las que cabe destacar la tesis doctoral (1991), del neurólogo asturiano José M. Asensi titulada "Estudio epidemiológico de la Enfermedad de Lyme en Asturias" en que confirma la "Sierra del Suevo" como área endémica para esta enfermedad y determina que el número de casos entre los campesinos del Suevo era más elevado que el de otras zonas de Asturias.

Recientemente, en el año 2014 el Servicio de Vigilancia y Alertas Epidemiológicas del Principado de Asturias ha publicado un informe sobre las características clínico-epidemiológicas de la infección en nuestra región. En el mismo se constata una clara agregación de los casos en el Área Sanitaria II (Suroccidente) y que los síntomas más frecuentes son los neurológicos.

→
Ciclo de la Enfermedad de Lyme.



¿Por qué decidimos estudiarla en el SERIDA?

Dentro del SERIDA hay un **Área de Sanidad Animal**, disciplina en la que el estudio de aquellas enfermedades compartidas entre los animales (domésticos y silvestres) y el hombre tienen especial importancia.

La Enfermedad de Lyme es una enfermedad transmitida por **garrapatas**, parásitos externos que se alimentan de sangre y pueden transmitir gran variedad de enfermedades tanto a los animales como a las personas.

Asturias es una región en que se dan las condiciones idóneas para la presencia de elevadas poblaciones de garrapatas: climatología, tipo de vegetación, ganadería extensiva, fauna silvestre.

La Enfermedad de Lyme está considerada una **enfermedad profesional** de ganaderos, veterinarios, guardas y trabajadores forestales.

El control de la enfermedad no solo se aborda desde el ámbito médico asistencial (Centros de Salud y Hospitales), sino también desde el conocimiento de los factores y las áreas geográficas de riesgo.

¿Cuáles son los principales factores de riesgo?

El vector

En epidemiología se llama vector al organismo que transmite un agente infeccioso desde un individuo afectado a otro que todavía no lo está. La Enfermedad de Lyme se transmite por vectores que mayoritariamente son las garrapatas. Por esta razón, los principales factores de riesgo están ligados a:

- Densidades de las poblaciones de garrapatas.
- Porcentaje de las mismas que portan la bacteria causante de la enfermedad.
- Exposición de los potenciales pacientes humanos a la picadura de garrapatas.

De esta forma las personas que tienen contacto repetido con animales domésticos, las profesiones agroforestales y ganaderas y todas aquellas personas que desarrollen actividades al aire libre en los que está presente la garrapata vectora de la enfermedad tienen especial riesgo de sufrir la infección (Oteo, 1994).

Los reservorios

Se considera un reservorio de un agente infeccioso a un animal donde ese agente vive y se multiplica de forma que puede ser transmitido a un huésped susceptible. El conocimiento de los reservorios naturales de un agente infeccioso hace más sencillo el desarrollar programas de prevención y control.

El hecho de que las borrelias causantes de Enfermedad de Lyme persistan durante un largo periodo de tiempo en un reservorio hace que las garrapatas que se alimentan sobre ese animal tengan más posibilidades de infectarse y posteriormente transmitir la infección.

Todavía no se cuenta con suficiente información y hay bastante controversia sobre que especies domésticas y silvestres pueden actuar de reservorio de *Borrelia burgdorferi*. La identificación de los principales reservorios de la Enfermedad de Lyme en España se encuentra pendiente de determinar. No obstante, al igual que se ha demostrado en Estados Unidos con el ratoncillo blanco (*Peromyscus leucopus*), distintas especies de roedores e insectívoros muy abundantes en nuestra región son buenos candidatos a actuar de reservorios.



↑
Garrapata sobre la vegetación esperando el paso de un hospedador.



←
Garrapata adulta fijada a la piel de un zorro.



↑
Larvas de garrapatas en párpado y conjuntiva de una vaca.

Contribuciones del SERIDA al conocimiento de la enfermedad

El Área de Sanidad Animal del SERIDA, consciente de la importancia de las garrapatas como vectores de enfermedades y de las idóneas condiciones de Asturias para mantener elevadas poblaciones de estos parásitos, inició en 2010 una nueva línea de trabajo que abordaba su estudio.

En 2011, se presentó una propuesta en este sentido a la convocatoria de proyectos de investigación fundamental orientada del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) que fue aprobada y que permitió realizar un estudio durante los años 2012 a 2014. El título del proyecto fue "*Estudio de los factores ambientales que intervienen en la epidemiología de las enfermedades transmitidas por garrapatas de interés en salud animal (piroplasmosis y anaplasmosis) en dos zonas del Norte de España*".

Las conclusiones finales a las que se llegó, en lo referido a la Enfermedad de Lyme, fueron las siguientes:

- De las 39.386 garrapatas recogidas de la vegetación en la Sierra del Sueve entre 2012 y 2014, los "Índices de Abundancia" (número de garrapatas recogidas en transectos de

100 m²) fueron de 65,0 larvas, 48,9 ninfas y 1,2 adultos.

- Se identificaron 6 especies de garrapatas de los géneros *Ixodes*, *Haemaphysalis*, *Dermacentor* y *Rhipicephalus*. La especie *I. ricinus* (considerado el principal vector de la Enfermedad de Lyme) supuso el 59,6%, el 95,09% y el 86,67%, respectivamente, del total de los adultos, ninfas y larvas.
- *Borrelia burgdorferi sensu lato* (s.l.) se detectó, mediante una PCR anidada, en el 1,4% de las ninfas y en el 9,1% de los adultos de la garrapata *I. ricinus*.
- En el 12,9% pequeños mamíferos capturados en la Sierra del Sueve, mayoritariamente ratones de bosque (*Apodemus sylvaticus*), también se detectó *Borrelia burgdorferi* s.l.
- Se detectaron por secuenciación, tanto de muestras de garrapatas como de pequeños mamíferos, 4 genoespecies causantes de la borreliosis de Lyme: *B. afzelii*, *B. garinii*, *B. lusitaniae*, y *B. valaisiana*.
- La detección de *B. burgdorferi* s.l. en garrapatas de la vegetación y pequeños mamíferos de la Sierra del Sueve, así como la gran abundancia de garrapatas y la presencia de grandes poblaciones de animales silvestres y domésticos, son indicativos de que el riesgo de infección en este área es relevante.

El estudio que hemos realizado en el SERIDA es una primera aproximación al conocimiento de la epidemiológica de la Enfermedad de Lyme en Asturias. Deberían realizarse en el futuro nuevos estudios que permitan completar la información obtenida en la Sierra del Sueve, permitiendo conocer las peculiaridades de las diferentes áreas y ecosistemas de la región. Asimismo, consideramos de gran importancia abordar estos estudios de manera multidisciplinar, de manera que puedan compararse los resultados obtenidos en los estudios de campo con los de los centros hospitalarios.

Agradecimientos

Agradecemos al Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) y al Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA RTA2011-00008-C02-01) la financiación de este trabajo. Estamos agradecidos a los Doctores Ana Luisa García Pérez y Jesús Félix Barandika Iza del Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario (NEIKER) por transmitirnos su experiencia en el campo de las enfermedades transmitidas por garrapatas. Igualmente, agradecemos a los técnicos y guardas de la Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras (actualmente Consejería de Infraestructuras, Ordenación del Territorio y Medio Ambiente) que nos permitieran recoger muestras de animales silvestres. Finalmente, manifestar nuestra gratitud a los ganaderos del Suevo (Alfonso Artidiello, Ana Belén y la veterinaria Paula García) y al responsable del Centro de Interpretación de la Sierra del Suevo (Julio Fernández).

Referencias bibliográficas

ALONSO-VIGIL, P.; RODRÍGUEZ-SUÁREZ, L. Borreliosis de Lyme: Características clínico epidemiológicas de la infección en el Principado de Asturias, Servicio de Vigilancia y Alertas Epidemiológicas. 2014.

ASENSI-ÁLVAREZ, J. M.; MARTÍNEZ, A. M.; GUERRERO, A.; ASENSI, V.; ESCUDERO, R.; DE LA IGLESIA, P.; ARRIBAS, J. M. Epidemiologic study of Lyme disease in Asturias. *Enferm Infecc Microbiol Clin* 1993; 11: 420-423.

BURGDORFER, W.; BARBOUR, A. G.; HAYES, S. F.; BENACH, J. L.; GRUNWALDT, E.; DAVIS, J. P. Lyme disease-a tick-borne spirochetosis? *Science*. 1982; 216(4552): 1317-1319.

GERN, L.; HUMAIR, P. F. Ecology of *Borrelia burgdorferi sensu lato* in Europe. In: Gray J, Kahl O, Lane RS, Stanek G, editors. *Lyme Borreliosis: Biology, Epidemiology and Control*. CAB International; 2002. p. 149-174.

OTEO REVUELTA, J. A. *La Borreliosis de Lyme*. Consejería de Sanidad y Bienestar Social. Junta de Castilla y León, 1994.

PIESMAN, J.; GERN, L. Lyme borreliosis in Europe and North America. *Parasitology* 2004; 129 (Suppl): S191-S220.



PORTILLO, A.; SANTIBÁÑEZ, S.; OTEO, J. A. Enfermedad de Lyme. *Enferm. Infecc. Microbiol. Clin.* 2014; 32: 37-42.

STANEK, G.; WORMSER, G.P.; GRAY, J.; STRLE, F. Lyme borreliosis. *Lancet* 2012; 379: 461-73.

STEERE, A. C.; MALAWISTA, S. E.; SNYDMAN, D. R.; SHOPE, R. E.; ANDIMAN, W. A.; ROSS, M. R.; STEELE, F. M. Lyme arthritis: an epidemic of oligoarticular arthritis in children and adults in three connecticut communities. *Arthritis Rheum.* 1977; 20:7-17.

URÍA, D., CALATAYUD, M.; MONGELOS, J.; MIGUEL, M.; COBOS, A.; SUÁREZ, T. Meningopolineuritis como manifestación de la enfermedad de Lyme. *Med Clin (Barc)* 1987; 89: 381-383. ■

↑
Trampas utilizadas para la
captura de garrapatas.

↓
Recogida de garrapatas
de la vegetación median-
te el método de arrastre
de una tela.



Enriquecimiento nutricional de la *magaya* con levaduras autóctonas

ROBERTO RODRÍGUEZ MADRERA. Área de Tecnología de los Alimentos.

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

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



Fermentación de *magaya* en condiciones controladas.

Introducción

En Asturias desarrollan su actividad cerca de un centenar de *llagares* que se dedican casi de manera exclusiva a elaborar sidra natural. Este sector transforma

una media de 35 millones de kg/año de manzana de sidra y, como consecuencia de esta actividad, se origina una importante cantidad de residuos. Entre ellos destaca, con un volumen que se puede cifrar en unos 9 millones de Kg, la *magaya*: residuo sólido obtenido después del prensado, formado principalmente por pulpa, piel, pepitas y algunos pedúnculos.

Sin embargo, la *magaya*, lejos de ser calificada como un residuo debería ser considerada como un subproducto con alto valor añadido, por ser fuente de compuestos bioactivos con potencial para el diseño de aditivos naturales y alimentos saludables, entre otros. Por ello, diversos autores han sugerido posibles vías de interés para su utilización (May 1990; Hang y Woodams 1995; Berovic y Ostroversnik 1997; Schieber y col., 2003; Joshi y Devrajan, 2008; Kolodziejczyk y col., 2007; Rodríguez Madrera y col., 2015).

La *magaya* está compuesta principalmente por fibra alimentaria (lignina, celulosa, hemicelulosa y pectinas), lo que sin duda hace que esta materia prima pueda ser considerada como saludable. Es conocido que la fibra disminuye el riesgo de diabetes, enfermedades del corazón, obesidad y cáncer (Mann y Cummings, 2009). Igualmente, se ha descrito la presencia en la *magaya* de diferentes familias de compuestos fenólicos como flavonoles, flavanoles, procianidinas, dihidrocalconas y ácidos fenólicos (Schieber y col., 2003) y se han asociado con la actividad antioxidante *in vitro* (Foo y col., 1999), que ayuda a reducir el riesgo de



insuficiencia coronaria y actúa contra el cáncer (Hertog y col., 1993). Igualmente, cabe señalar que nuestro grupo de investigación pudo establecer importantes correlaciones positivas entre la composición fenólica de la *magaya* y la actividad antioxidante de sus extractos (Diñeiro y col., 2009). Asimismo, dichos extractos mostraron efecto inhibitor del virus del herpes simplex tipo 1 y tipo 2, siendo la quercitrina y la procianidina B2 los compuestos que exhibieron un papel más determinante en dicha inhibición (Suárez y col., 2010; Álvarez y col., 2012). Por el contrario, la *magaya* es un producto con bajo contenido en nutrientes como proteínas, vitaminas, minerales y lípidos.

Como es sabido, la fermentación es una de las aplicaciones biotecnológicas más antiguas que mejoran las características nutricionales y la biodisponibilidad de nutrientes mediante la producción de enzimas (Oboh y col., 2012). En este sentido, nuestro grupo de trabajo puso de manifiesto la buena capacidad de diversas especies de levaduras autóctonas para conducir la fermentación de la *magaya* como estrategia para la producción de aromas de origen natural (Rodríguez Mardera y col, 2015).

El objetivo del presente trabajo es evaluar, desde un punto de vista nutricional y funcional, los cambios producidos en la *magaya* fermentada con distintas especies de levaduras autóctonas.

Materiales y métodos

Diseño experimental

La *magaya* se obtuvo de una prensa industrial de 15.000 kg de capacidad transcurridas 36 h de prensado. Esta *magaya* húmeda (56,4 Kg) se secó (60 °C, 48 h) en una estufa con circulación de aire, obteniendo 13,6 kg de *magaya* seca que se homogenizó y se dispuso en lotes de 250 g. La *magaya* seca se mantuvo al resguardo de la luz y en atmósfera controlada de humedad hasta su utilización.

Cada lote de *magaya* seca se rehidrató con 700 mL de agua desionizada a la que se incorporó el correspondiente in-

óculo. Se utilizaron 11 cepas diferentes de levaduras, 10 de ellas pertenecientes a la Colección de Cultivos Tipo Autóctonos del SERIDA y una levadura vínica comercial (Tabla 1). Todas las fermentaciones se realizaron, por triplicado, en recipientes de polipropileno alimentario de 1 L de capacidad, a 25 °C y en condiciones anaeróbicas, durante 7 días.

Al cabo de este tiempo se tomó una alícuota para realizar los análisis microbiológicos y se determinaron los azúcares residuales y el grado alcohólico. El resto de la *magaya* fermentada se secó (60 °C, 48 h), se molió (tamaño de partícula 0,5 mm) y se conservó al resguardo de la luz y en atmósfera controlada de humedad, hasta el momento de realizar su análisis.

Análisis microbiológicos y químicos

Se realizaron recuentos de levaduras, bacterias lácticas y bacterias acéticas (Cabranes y col., 1996), y se determinó el grado de implantación de las levaduras inoculadas (Querol y col, 1992; Bujdosó y col., 2001).

Los análisis químicos consistieron en la determinación de la proteína total, materia seca y cenizas siguiendo los procedimientos de la AOAC (2005); el contenido en fibra alimentaria (fibra soluble, insoluble y total) mediante combinación de tratamientos enzimáticos, separación por diálisis y gravimetría en condiciones fisiológicas según Goñi y col. (2009); los

↓
Tabla 1.-Cepas de levaduras utilizadas en la fermentación de la *magaya*.

Referencia	Procedencia	Especie
32	Autóctona/SERIDA	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (S.c.)
3'	Autóctona/SERIDA	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (S.c.)
C6	Autóctona/SERIDA	<i>Saccharomyces bayanus</i> (S.b.)
180	Autóctona/SERIDA	<i>Saccharomyces ludwigii</i> (S.l.)
62	Autóctona/SERIDA	<i>Hanseniaspora uvarum</i> (H.u.)
283	Autóctona/SERIDA	<i>Hanseniaspora uvarum</i> (H.u.)
185	Autóctona/SERIDA	<i>Hanseniaspora valbyensis</i> (H.v.)
43	Autóctona/SERIDA	<i>Hanseniaspora valbyensis</i> (H.v.)
388	Autóctona/SERIDA	<i>Pichia guilliermondii</i> (P.g.)
302	Autóctona/SERIDA	<i>Metschnikowia pulcherrima</i> (M.p.)
Levuline	Comercial/Vínica	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (S.c.)



→
Tabla 2.-Recuentos microbiológicos (promedio de las 3 unidades experimentales).

Cepa	Inicio de fermentación (ufc/mL)			Final de fermentación (ufc/mL)		
	Levaduras	B. acéticas	B. lácticas	Levaduras	B. acéticas	B. lácticas
S.c. 32	4 10 ⁹	<10	<10	5 10 ⁷	8 10 ³	1 10 ⁵
S.c. 3'	7 10 ⁸	<10	<10	2 10 ⁷	2 10 ⁴	2 10 ⁵
S.b. C6	5 10 ⁸	<10	<10	3 10 ⁷	<100	2 10 ⁴
S.l. 180	3 10 ⁸	<10	<10	1 10 ⁶	1 10 ⁴	<100
H.u. 62	1 10 ⁸	<10	<10	3 10 ⁷	<100	1 10 ⁵
H.u. 283	2 10 ⁸	<10	<10	5 10 ⁶	<100	1 10 ⁶
H.v. 185	5 10 ⁸	<10	<10	4 10 ⁷	7 10 ³	2 10 ⁴
H.v. 43	2 10 ⁸	<10	<10	1 10 ⁷	2 10 ⁴	2 10 ⁵
P.g. 388	1 10 ⁹	<10	<10	4 10 ⁶	4 10 ³	2 10 ³
M.p. 302	3 10 ⁸	<10	<10	3 10 ⁷	<100	1 10 ⁶
S.c. Levuline	1 10 ⁸	<10	<10	1 10 ⁷	2 10 ⁴	3 10 ⁶

polifenoles totales por el método Folin, y la capacidad antioxidante por el método DPPH en extractos de acetona/agua (Diñeiro y col. 2009); el grado alcohólico y los azúcares en extractos acuosos según Rodríguez Madrera y col (2015).

Análisis estadístico

Las diferencias en los parámetros estudiados, entre cada una de las cepas estudiadas y la *magaya* sin fermentar, se evaluaron mediante una prueba t-Student.

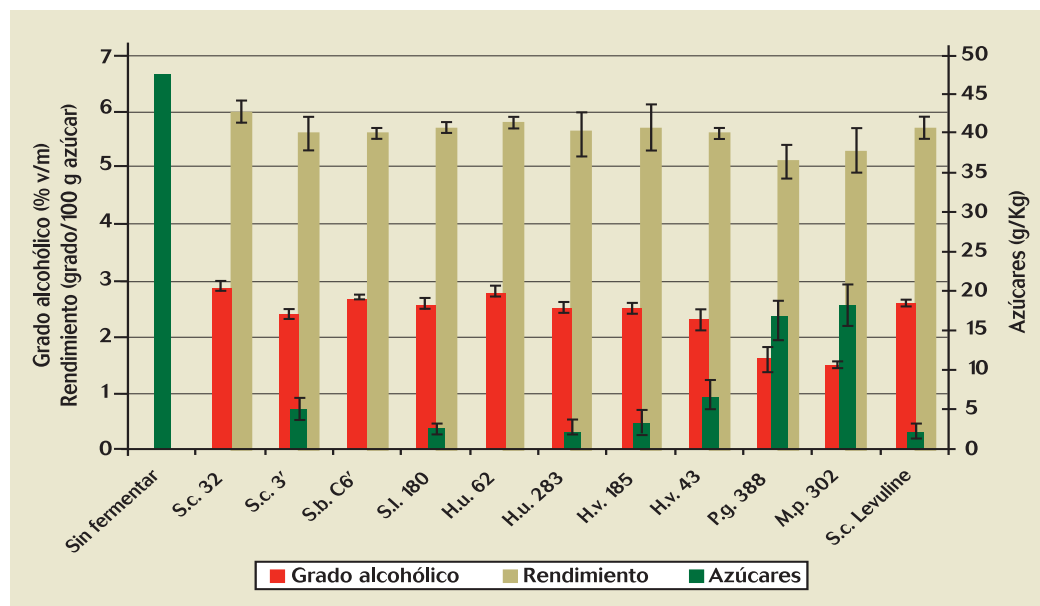
Las diferencias en la composición entre los fermentados se analizaron mediante un análisis de varianza para el factor cepa y separación de medias según el test de Duncan.

Resultados

El grado de imposición de las especies inoculadas fue igual o superior al 90% en todos los casos, con concentraciones de levaduras superiores a 10⁷ ufc/ml (Tabla 2).

Por otro lado, de las 11 cepas ensayadas solamente tres de ellas (S.c. 32, S.c. C6 y H.u. 62) consiguieron consumir completamente los azúcares en los 7 días del ensayo, si bien otras seis cepas consiguieron consumir hasta el 85% del los azúcares fermentables en este periodo (Figura 1); por el contrario las cepas de las especies *M. pulcherrima* y *P. guilliermondii* consumieron únicamente el 62 y

→
Figura 1.-Azúcares, grado alcohólico y rendimiento en alcohol en las inoculaciones de *magaya*.





el 66% de los azúcares al final del periodo estudiado. Del mismo modo, el rendimiento en alcohol de *M.p.* 302 y *P.g.* 388 fue menor, requiriendo más de 19 g azúcar por grado alcohólico generado, frente a los 16,6 g de azúcar consumidos por la cepa *S.c.* 32, que fue la que mejor rendimiento alcohólico presentó (Figura 1).

Por otra parte, hay que resaltar que la fermentación de *magaya* promovió cambios significativos en la composición de todas las variables nutricionales y funcionales estudiadas respecto a la *magaya* sin fermentar (Tabla 3).

Desde un punto de vista nutricional destacó, en todas las fermentaciones, el aumento significativo de la proteína respecto a la *magaya* sin fermentar, y se detectaron igualmente diferencias significativas en función de la cepa. El mayor incremento se observó en la fermentación con *H.v.* 185 (46%) y el menor con las cepas *M.p.* 302 y *P.g.* 388 (23%). Igualmente se detectó un incremento significativo del contenido de grasa en todas las inoculaciones, con un aumento medio del 25% respecto a la *magaya* sin fermentar

En el estudio se observó un aumento significativo del contenido total en fibra alimentaria en todas las *magayas* fermentadas, con incrementos que variaron entre el 30% para *M.p.* 302 y el 40% para

S.l. 180. El incremento medio de la fracción insoluble de la fibra alimentaria fue del 71%, mientras que la fracción soluble disminuyó el 14%.

Por otro lado, no se detectaron diferencias significativas en el contenido de polifenoles totales entre las distintas cepas ensayadas, si bien hay que señalar que en tres de los ensayos, se detectó un descenso significativo respecto a la *magaya* sin fermentar. En cualquier caso, los niveles de compuestos fenólicos detectados fueron muy superiores a los descritos en diferentes frutas y vegetales frescos (Cieslik y col., 2006; Dodevska y col., 2015), algunos de los cuales, como los arándanos, las espinacas o el brócoli, son considerados importantes fuentes de componentes fenólicos. Por su parte, la actividad antioxidante, estrechamente relacionada con el contenido en polifenoles de los alimentos, mostró un descenso significativo respecto a la *magaya* sin fermentar en siete de las 11 cepas inoculadas (Tabla 3), mientras que para las cepas *H.u.* 62, *H.v.* 43, *S.c.* 32 y *M.p.* 302 la actividad antioxidante detectada no mostró diferencias significativas respecto al valor obtenido antes de la fermentación.

En resumen, la fermentación de *magaya* con levaduras autóctonas incrementó el contenido en proteína, lípidos y fibra alimentaria. La elección de la cepa inoculada

↓
Tabla 3.-Composición nutricional y funcional de las *magayas* fermentadas. Promedio de 3 unidades experimentales ± desviación estándar.

Cepa	Proteína (% ms)	Grasa (% ms)	Fibra (% ms)			Polifenoles Totales*	Actividad antioxidante**
			Total	Insoluble	Soluble		
Sin fermentar	3,5	1,8	55,9	35,8	20,1	9,5	6,5
<i>S.c.</i> 32	4,9 ± 0,4 ^b	2,2 ± 0,3 ^a	79,1 ± 0,6 ^d	61,6 ± 0,2 ^c	17,5 ± 0,4 ^{bcd}	8,6 ± 0,7 ^{a+}	6,1 ± 0,7 ^{bc+}
<i>S.c.</i> 3'	5,0 ± 0,1 ^b	2,5 ± 0,1 ^a	78,1 ± 0,9 ^{cd}	61,5 ± 0,5 ^c	16,6 ± 0,4 ^a	8,6 ± 0,3 ^a	5,5 ± 0,1 ^a
<i>S.b.</i> C6	4,7 ± 0,4 ^{ab}	2,2 ± 0,3 ^a	78,9 ± 0,6 ^d	60,5 ± 0,4 ^c	18,3 ± 0,3 ^d	8,7 ± 0,4 ^{a+}	5,6 ± 0,1 ^{ab}
<i>S.l.</i> 180	4,8 ± 0,5 ^{ab}	2,3 ± 0,2 ^a	78,6 ± 1,4 ^d	61,4 ± 1,7 ^c	17,2 ± 0,5 ^{abc}	8,7 ± 0,3 ^{a+}	5,6 ± 0,3 ^{ab}
<i>H.u.</i> 62	4,9 ± 0,3 ^b	2,4 ± 0,3 ^a	74,6 ± 0,4 ^{ab}	57 ± 0,5 ^{ab}	17,5 ± 0,7 ^{bcd}	8,9 ± 0,5 ^{a+}	6,2 ± 0,2 ^{c+}
<i>H.u.</i> 283	4,9 ± 0,0 ^{ab}	2,2 ± 0,2 ^a	79,1 ± 0,9 ^d	61,3 ± 1,2 ^c	17,8 ± 0,4 ^{bcd}	8,8 ± 0,3 ^{a+}	5,9 ± 0,1 ^{abc}
<i>H.v.</i> 185	5,1 ± 0,5 ^b	2,4 ± 0,3 ^a	78,3 ± 0,9 ^{bcd}	60,7 ± 1,0 ^{bc}	17,7 ± 0,1 ^{bc}	8,1 ± 0,5 ^a	5,6 ± 0,3 ^{ab}
<i>H.v.</i> 43	4,5 ± 0,2 ^{ab}	2,1 ± 0,1 ^a	77,9 ± 1,4 ^{cd}	61 ± 1,2 ^c	16,9 ± 0,7 ^{ab}	8,4 ± 0,6 ^a	6,3 ± 0,7 ^{c+}
<i>P.g.</i> 388	4,3 ± 0,2 ^a	2,1 ± 0,1 ^a	73,4 ± 0,3 ^{bc}	55,7 ± 0,5 ^{ab}	17,7 ± 0,8 ^{cd}	8,6 ± 0,6 ^{a+}	5,5 ± 0,2 ^a
<i>M.p.</i> 302	4,3 ± 0,3 ^a	2,1 ± 0,1 ^a	72,5 ± 1,0 ^a	55 ± 0,9 ^a	17,6 ± 0,1 ^{bcd}	8,7 ± 0,3 ^{a+}	6,1 ± 0,3 ^{bc+}
<i>S.c.</i> Levuline	4,9 ± 0,1 ^b	2,3 ± 0,2 ^a	76,9 ± 1,3 ^{bcd}	59,1 ± 1,4 ^{bc}	17,8 ± 0,4 ^{bcd}	8,7 ± 0,2 ^{a+}	5,8 ± 0,0 ^{abc}

ms: materia seca; *g ac. tánico/kg (método Folin); **g ac. ascórbico/kg (método DPPH); +: no hay diferencia significativa con la *magaya* sin fermentar. Letras distintas indican diferencias significativas entre cepas (p<0,05).



para fermentar la *magaya* resulta fundamental para preservar sus actividades funcionales. Por tanto, la fermentación de la *magaya*, en estado sólido, con levaduras autóctonas se puede considerar una vía adecuada para mejorar las características nutricionales y funcionales de este subproducto de la industria agroalimentaria.

Agradecimientos

Información generada por el proyecto RTA-2013-00110-00-00 financiado por el INIA y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

Referencias bibliográficas

- ÁLVAREZ, A.; MELÓN, S.; DALTON, K.P.V NICIEZA, I.; ROQUE, A.; SUÁREZ, B.; PARRA, F. 2012 Apple pomace, a by-product from the Asturias cider industry, inhibits herpes simplex virus types 1 and 2 in vitro replication: Study of its mechanisms of action. *J Med Food* 15, 581-587.
- AOAC. Official Methods of Analysis 18th Edition. William Horwitz, George W. Latimer, Editors. Gaithersburg, Maryland: AOAC International, 2005.
- BEROVIC, M.; OSTROVERSNIK, H. 1997. Production of *Aspergillus niger* pectolytic enzymes by solid state bioprocessing of apple pomace. *J Biotechnol* 53, 47-53.
- BUJDOSÓ, G.; EGLI, C.M.; HENICK-KLING, T. 2001. Characterization of *Hanseniaspora (Kloeckera)* strains isolated in finger lakes wineries using physiological and molecular Techniques. *Food. Technol. Biotechnol.* 39, 83-91.
- CABRANES, C.; MANGAS, J. J.; BLANCO, D. 1996. Controlled production of cider by induction of alcoholic fermentation and malolactic conversion. *J. of the Institute of brewing.* 10, 103-109.
- CIESLIK, E.; GREDA, A.; ADAMUS, V. 2006. Contents of polyphenols in fruit and vegetables. *Food Chemistry*, 94, 135-142.
- DIÑEIRO GARCÍA, Y.; SUÁREZ VALLES, B.; PICINELLI LOBO, A. 2009. Phenolic and antioxidant composition of by-products from the cider industry: Apple pomace. *Food Chemistry* 117, 731-738.
- DODEVSKA, M.; SOBAJIC, S.; DJORDJEVIC, B. 2015. Fiber and polyphenols of selected fruits, nuts and green leafy vegetables used in Serbian diet. *J. Serb. Chem. Soc.*, 80, 21-33.
- FOO LY; LU Y. 1999. Isolation and identification of procyanidins in apple pomace. *Food Chemistry* 64, 511-518.
- GOÑI, I.; DÍAZ-RUBIO, M. E.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. 2009. Towards an update methodology for measurement of dietary fiber, including associated polyphenols, in food and beverages. *Food Research International* 42, 840-46.
- HANG, Y. D.; WOODAMS, E. E. 1995. Frucosyltransferase production by *Aspergillus niger* species from apple pomace. *Lebensm-Wiss U Technol* 28, 340-342.
- JOSHI, V. K.; DEVRAJAN, A. 2008. Ethanol recovery from solid state fermented apple pomace and evaluation of physico-chemical characteristics of the residue. *Natural Product Radiance*, 7, 127-132.
- KOŁODZIEJCZYK, K.; MARKOWSKI, J.; KOSMALA, M.; KRÓL, B.; PŁOCHARSKI, W. 2007. Apple pomace as a potential resource of nutraceutical products. *Pol. J. Food Nutr. Sci*, 57, 291-295.
- MANN, J.I.; CUMMINGS, J. H. 2009. Possible implications for health of the different definitions of dietary fibre. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 19, 226-29.
- MAY, C. D. 1990. Industrial pectins: Sources production and applications. *Carbohydrate Polymers* 12, 79-99.
- OBOH, G.; ADEMOSUN, A. O; LAJIDE, L. 2012. Improvement of the nutritive value and antioxidant properties of citrus peels through *Saccharomyces cerevisiae* solid substrate fermentation for utilization in livestock feed. *Livestock Research for Rural Development* 24.
- QUEROL, A.; BARRIO, E.; RAMÓN, D. 1992. A comparative study of different methods of yeast strain characterization. *Syst. Appl. Microbiol.* 15, 439-446.
- RODRÍGUEZ MADRERA, R.; PANDO BADRIÑANA, R.; SUÁREZ VALLES, B. 2015. Production and characterization of aroma compounds from apple pomace by solid-state fermentation with selected yeast. *LWT*, 64, 1342-1353.
- SCHIEBER, A.; HILT, P.; STREKER, P.; ENDREB, H.U.; RENTSCHLER, C.; CARLE, R. 2003. A new process for the combined recovery of pectin and phenolic compounds from apple pomace. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 4, 99-107.
- SUÁREZ, B.; ÁLVAREZ, A.; DIÑEIRO GARCÍA, Y.; DEL BARRIO, G.; PICINELLI LOBO, A.; PARRA, F. 2010. Phenolic profiles, antioxidant activity and in vitro antiviral properties of apple pomace. *Food Chem* 75,339-342. ■

I Workshop Nacional de Investigación en Tuberculosis Animal

ANA BALSEIRO MORALES. Área de Sanidad Animal. Centro de Biotecnología Animal. SERIDA-Deva. Gijón. abalseiro@serida.org
M.ª DEL PILAR ORO GARCÍA. Jefa del Área de Transferencia y Formación. pilaroro@serida.org



El Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario de Asturias (SERIDA) reunió en Gijón, durante los días 17 y 18 de septiembre a 80 investigadores, especialistas en tuberculosis animal, en unas jornadas en las que a través de la creación de diferentes mesas de trabajo se abordó la situación de esta enfermedad, una zoonosis presente en la cabaña ganadera bovina de casi todas las Comunidades Autónomas españolas, así como en la de otros países, y que plantea una difícil gestión técnica.

El encuentro celebrado en el Hotel Asturias, acogió a científicos de centros de investigación, universidades y empresas,

así como a otros agentes de la administración relacionados con el sector ganadero. El objetivo principal fue abordar los retos y perspectivas de la tuberculosis animal en investigación, desarrollo e innovación y favorecer la transferencia tecnológica y de conocimiento, con el fin último de plantear soluciones a la problemática que esta patología presenta a nivel regional, nacional e internacional.

El I Workshop Nacional en Tuberculosis Animal fue inaugurado por la consejera de Desarrollo Rural y Recursos Naturales, María Jesús Álvarez González, que estuvo acompañada por el director general de Ganadería Ibo Álvarez González, el

↑
De izquierda a derecha,
Marta García, investigadora
del INIA;
María Jesús Álvarez,
consejera de Desarrollo
Rural y Recursos Naturales;
Jesús Martínez, concejal
de Turismo del
Ayuntamiento de Gijón;
Ana Balseiro,
investigadora del SERIDA.



↑
Dr. Richard (Dez) Delahay, APHA (UK) durante la conferencia.

concejal Turismo y Deportes del Ayuntamiento de Gijón, Jesús Martínez Salvador, Ana Balseiro Morales, investigadora del Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), y la investigadora Marta García López del Instituto Nacional de Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA).

El Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario, a través del Área de Sanidad Animal, diseñó un programa que incluyó sesiones científicas, técnicas, y mesas redondas en las que se presentaron los resultados de los proyectos de investigación más destacados en el ámbito de esta enfermedad, a través del análisis y el debate entre los asistentes.

Algunas materias tratadas en las que trabajan actualmente los grupos de investigación, fueron el desarrollo de nuevas técnicas de diagnóstico, bioseguridad, vacunación, epidemiología, control de la enfermedad y transferencia de los resultados de investigación a las administraciones responsables de sanidad animal y a los sectores ganadero y cinegético.

El control de la enfermedad constituyó uno de los temas que recibió mayor número de propuestas por parte de los grupos científicos. Se presentaron un total de 21 propuestas relacionadas con este as-

pecto, y la mitad de ellas estaban relacionadas con la vacunación, lo que evidencia que ésta centra buena parte de las esperanzas de control de la tuberculosis, unida a otras estrategias como el establecimiento de programas de bioseguridad en explotaciones ganaderas extensivas, y el control poblacional de reservorios silvestres y las aplicaciones prácticas de los conocimientos genéticos a nivel hospedador y de patógeno.

La primera jornada se desarrolló en cuatro bloques con la participación de todos los grupos de investigación. Asimismo se presentaron tres ponencias:

– *Research at the interface between ecology and epidemiology: a long term study of bovine TB in a wild badger population.*

Dr. Richard (Dez) Delahay, APHA (UK).

– *Tuberculosis Bovina en Francia: ¿Es posible erradicar la tuberculosis bovina en un país con más de 10.000 años de historia de ganadería?*

Dra. Laura Boshiroli, ANSES (Francia).

– *Situación actual de la tuberculosis bovina en España.*

D. José Luis Sáez, Ministerio de Agricultura, Medio Ambiente y Alimentación (MAGRAMA).

Grupos de investigación participantes

- Grupo de Investigación. SERIDA:
Dra. Ana Balseiro
- Grupo de Investigación IREC:
Dr. Christian Gortázar
- Grupo de Investigación VISAVET:
Dra. Lucía de Juan
- Grupo de Investigación NEIKER:
Dr. Ramón Juste
- Grupo de Investigación CReSA:
Dr. Bernat Pérez del Val,
Dr. Alberto Allepuz
- SEFaS:
Dr. Gregorio Mentaberre
- Grupo de Investigación Universidad Córdoba:
Dr. Ignacio García-Bocanegra
- Grupo de Investigación Universidad de Extremadura:
Dr. Javier Hermoso de Mendoza
- Grupo de Investigación Universidad de Murcia:
Dr. José Antonio Navarro
- Grupo de Investigación Junta de Castilla y León:
Dra. Olga Mínguez
- Grupo de Investigación ISS Aragón/
CIBERES:
Dr. Jesús Gonzalo
- Grupo de Investigación INGENASA:
Dr. Ángel Venteo
- Grupo de Investigación ICVS/CIBIO:
Dr. Nuno Santos

Durante la segunda jornada se celebraron cuatro mesas redondas, en donde hubo lugar para las aportaciones desde otros sectores, representantes de asociaciones, empresas y administraciones.

Mesas

Mesa 1

Control: Desarrollo de Vacunas
Moderador: Joseba Garrido
Secretaria: Beatriz Romero

Mesa 2

Diagnóstico: Desarrollo y evaluación de técnicas diagnósticas

Moderadora: Lucía de Juan
Secretario: Ángel Venteo

Mesa 3

Epidemiología: Interfaz doméstico-silvestre

Moderador: Joaquín Vicente
Secretario: Ignacio García Bocanegra

Mesa 4

Epidemiología: Evolución y Genética

Moderadora: Sofía Samper
Secretario: Luis Royo

A las actividades desarrolladas durante la celebración del Workshop, se ha añadido la publicación de un libro divulgativo, que recoge el conocimiento aportado por los grupos científicos nacionales que trabajan en la investigación de la tuberculosis animal, con la participación de expertos de otros países (Reino Unido, Francia y Portugal), y que fue entregado a todos los asistentes.

Conclusiones

Genética y evolución

- En fauna silvestre y razas ganaderas existen evidencias que indican una relación entre la pérdida de variabilidad genética y susceptibilidad a tuberculosis generalizada, observación que puede ser relevante en relación con la gestión cinegética y la conservación de las razas domésticas rústicas.
- La genética de las bacterias del complejo tuberculosis se conoce cada vez mejor.
- En el programa español de control de la tuberculosis se cultivan sistemáticamente las muestras y se caracterizan molecularmente los aislados, generando una base de datos (MycoDB) muy valiosa para estudios epidemiológicos y para el seguimiento de las acciones de control.

↓
Participantes en el
Workshop.

Diagnóstico

- Es importante transmitir confianza en la eficacia de las herramientas de diagnóstico actuales, si bien se trabaja en el desarrollo de nuevas técnicas y en la continua mejora de la sensibilidad.
- En situaciones de baja prevalencia parece interesante combinar diagnóstico y epidemiología a la hora de interpretar resultados inesperados.
- La inspección en matadero es una herramienta fundamental para la detección de lesiones compatibles con tuberculosis y la toma de muestras.

Epidemiología

- La tuberculosis es una enfermedad multi-hospedador. Por consiguiente deben considerarse todas las especies implicadas y el medio ambiente para abordar el problema.
- Fuera de la unidad de rebaño, la transmisión de la tuberculosis es indirecta. Esto tiene implicaciones para el manejo ganadero y aplicación de programas de bioseguridad.
- Epidemiológicamente existen diferencias entre las regiones españolas de baja y alta prevalencia, debiéndose adoptar por tanto medidas de gestión diferentes.

Vacunación

- La vacunación aporta una herramienta más en el control de la enfermedad y formará parte de las futuras estrategias de control integrado de la tuberculosis.

- Existen vacunas inactivadas españolas con eficacia demostrada listas para formar parte de la lucha contra la tuberculosis en especies no sujetas a programas oficiales.
- En las vacunas vivas es necesario contar con diagnósticos DIVA.

Aspectos generales

- Es importante implicar al sector ganadero en el control de la tuberculosis, aumentando su complicidad en acciones como la mejora de la bioseguridad en sus explotaciones.
- Conviene aumentar la colaboración e intercambio de información entre los distintos compartimentos de las administraciones y a su vez con los sectores afectados: ganaderos, cazadores, etc.

Este encuentro supuso un punto de partida para continuar trabajando de forma coordinada desde diferentes ámbitos, con el objetivo común de erradicar la tuberculosis y resolver los problemas que esta enfermedad genera, tanto a nivel sanitario como económico.

Para la organización del “I Workshop Nacional de Investigación en Tuberculosis Animal”, el Serida contó con la financiación del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), y el Ayuntamiento de Gijón, así como con la colaboración de la Consejería de Desarrollo Rural y Recursos Naturales del Principado de Asturias, y de diversas empresas. ■



Jornada divulgativa sobre tuberculosis animal

ANA BALSEIRO MORALES. Área de Sanidad Animal. Centro de Biotecnología Animal. SERIDA-Deva. Gijón. abalseiro@serida.org
M^º DEL PILAR ORO GARCÍA. Área de Transferencia y Formación. pilaroro@serida.org

Con la finalidad de reforzar la participación del sector y potenciar la creación de sinergias entre la comunidad científica, productores y otros agentes de la actividad ganadera, el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario y la Consejería de Desarrollo Rural y Recursos Naturales organizaron una jornada divulgativa sobre tuberculosis animal, que se celebró el día 23 de septiembre en Oviedo (Salón de Actos, Edificio de Servicios Administrativos del Principado de Asturias).

La jornada inaugurada por el director general de Ganadería Ibo Álvarez González, contó con una amplia participación de ganaderos, veterinarios, técnicos del sector agro-ganadero asturiano y sindicatos agrarios.

Uno de los objetivos principales de esta convocatoria fue la presentación al sector de las conclusiones obtenidas sobre la enfermedad, en el "I Workshop Nacional sobre Tuberculosis Animal", celebrado los días 17 y 18 de septiembre en Gijón. La exposición corrió a cargo de la Dra. Ana Balseiro Morales (SERIDA).

El programa incluyó otros temas de gran interés y actualidad relacionados con la enfermedad, que fueron abordados por investigadores y especialistas desde diferentes perspectivas:

- *Programa Nacional de Erradicación de la Tuberculosis Bovina: actuaciones en el Principado de Asturias.*
Dña. M.^º Fernanda Fernández Barros
Servicio de Sanidad y Producción Animal del Principado de Asturias.
- *Situación actual de la tuberculosis bovina en Asturias.*
D. Manuel Antonio Queipo



Servicio de Sanidad y Producción Animal del Principado de Asturias.

- *Situación actual de la tuberculosis bovina en tejón y jabalí en Asturias.*
Dr. Miguel Prieto Martín. SERIDA
- *Aplicación del Programa Nacional de Erradicación de la tuberculosis en el laboratorio.*
Dña. María Francisca Copano
Laboratorio de Sanidad Animal del Principado de Asturias.
- *Evolución del control de la tuberculosis bovina en España.*
Dr. Ramón Juste Jordán
NEIKER, País Vasco.

La jornada finalizó con una mesa redonda, y debate donde participaron todos los sectores implicados en la erradicación de la enfermedad: administración, veterinarios, ganaderos, empresa y organizaciones agroganaderas. ■

↑
Asistentes a la jornada.

Jornada de presentación de nuevas variedades de manzano seleccionadas por el SERIDA

ENRIQUE DAPENA DE LA FUENTE. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Investigación en Fruticultura. edapena@serida.org
 M^o DEL PILAR ORO GARCÍA. Área de Transferencia y Formación. pilaroro@serida.org

→
 Asistentes a la jornada durante la exposición de Enrique Dapena.



El Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario y la Consejería de Desarrollo Rural y Recursos Naturales, organizaron una jornada de presentación de 'Nuevas Variedades de Manzano Seleccionadas por el SERIDA', que se celebró el 27 de octubre de 2015 en Villaviciosa.

El objetivo de este encuentro dirigido tanto a profesionales del sector como al público en general fue transferir los cono-

cimientos adquiridos a partir de diferentes proyectos de investigación sobre el desarrollo de nuevas variedades de manzano.

En 1995 el SERIDA incorpora a la colección del Banco de Germoplasma de Manzano 425 variedades locales, que se evaluaron en tres ubicaciones, destacando entre otros aspectos la respuesta a las enfermedades causadas por hongos, la capacidad productiva, así como el crecimiento de los árboles, época de floración



y maduración y características de sus frutos. De entre estas entradas, se preseleccionaron 22 variedades para completar su evaluación y seleccionar las de mayor interés.

De esta última selección caben destacar las variedades amargas de maduración tardía: 'Amariega', 'Corchu' y 'Lin', que por sus características servirán para completar el catálogo de variedades de manzana de sidra, incluidas en la Denominación de Origen Protegida "Sidra de Asturias". Asimismo, se continúa trabajando en la mejora genética para la incorporación de nuevas variedades, resistentes a enfermedades y hongos, y que garanticen una producción regular.

La actividad desarrollada por el equipo investigador del Programa de Fruticultura, comenzó en el Teatro Riera de Villaviciosa, con una exposición sobre nuevas variedades a cargo de los doctores Enrique Dapena y Marcos Miñarro. A continuación se realizó una visita a la exposición '*Variedades del Banco de Germoplasma del SERIDA*', ubicada en la Casa de los Hevia. La jornada finalizó acudiendo a las parcelas experimentales del SERIDA en Villaviciosa, para conocer *in situ* las variedades seleccionadas y las nuevas obtenciones.

En la presentación de los resultados de investigación estuvieron presentes el director gerente del SERIDA, Koldo Osoro, la teniente de alcalde de Villaviciosa, Lorena Villar, y José Antonio Migoya, responsable de Medio Rural de la Caja Rural de Gijón.

El evento contó con la colaboración de las siguientes entidades y asociaciones del sector. Ayuntamiento de Villaviciosa, Caja Rural de Gijón, D.O.P. "Sidra de Asturias", Copae, Campoastur y CADA E. ■



←
Finca experimental del
SERIDA (Villaviciosa).

←
Variedad 'Amariega'.



Presentación de los resultados del Plan de investigación y desarrollo tecnológico del cultivo de la vid y elaboración del Vino de Calidad de Cangas

M^a DOLORES LOUREIRO RODRÍGUEZ. Área de Tecnología de los Alimentos. mdolorlr@serida.org
 M^a DEL PILAR ORO GARCÍA. Área de Transferencia y Formación. pilaroro@serida.org

→
 Asistentes a la jornada.



El pasado 15 de enero el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario en colaboración con el Consejo Regulador “Denominación de Origen Protegida Cangas” y la Asociación de Productores y Elaboradores de Vino de Cangas, celebró en la Casa de Cultura de Cangas del Narcea una jornada de transferencia de los resultados del *Plan de investigación y desarrollo tecnológico del*

cultivo de la vid y elaboración del Vino de Calidad de Cangas.

En esta jornada se presentaron los resultados y conclusiones del proyecto de investigación desarrollado por el SERIDA desde el año 2003 en el ámbito de la vitivinicultura en Asturias. El Plan contempla la selección clonal para la obtención de material vitícola certificado, y el estu-



←
Viñedo en Cangas del Narcea.

dio de las condiciones de cultivo que mejor se adapten a las variedades y al territorio asturiano.

La presentación corrió a cargo de la doctora M^a Dolores Loureiro, investigadora del Área de Tecnología de los Alimentos y contó con la presencia del director gerente del SERIDA Ramón Juste, del presidente de la DOP Vino de Calidad de Cangas Juan Manuel Redondo y de Belén Suárez, jefa del Área de Tecnología de los Alimentos.

La investigación se llevó a cabo en tres parcelas experimentales en Cangas del Narcea. El trabajo se centró en tres aspectos principales: evaluación del efecto de diferentes portainjertos, tipos de poda y marcos de plantación en las características agronómicas y enológicas de las variedades acogidas a la denominación Vino de Calidad de Cangas. También se abordó el estado de la selección clonal de variedades de vid de Asturias.

Como resultados más sobresalientes, se habló de la obtención y mantenimiento en el Serida de clones seleccionados y libres de las virosis establecidas por la legislación vigente, de las variedades de vid de cultivo tradicional en Asturias: Albarín Tinto, Carrasquín, Verdejo Tinto, Mencía,

Albarín Blanco, Moscatel Blanco y Godello. Asimismo, se divulgó entre el sector la información técnica que permitirá mejorar las condiciones de cultivo de la vid, a través de la elección de los portainjertos y los tipos de poda y marcos de plantación más adecuados a cada variedad.

La jornada contó con una alta participación de productores vitivinícolas y entidades relacionadas con el sector del vino. Al final de la presentación se hizo entrega a los asistentes del libro *Ensayo de portainjertos en variedades de vid de Asturias*, editado por el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario. ■



←
Variedad Carrasquín.



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

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

El Servicio Regional de investigación y Desarrollo Agroalimentario y la Consejería de Desarrollo Rural y Recursos Naturales organizaron la "Jornada de poda y cuidados de invierno en plantaciones de manzano de sidra", que se celebró en Villaviciosa el pasado 17 de febrero.

El evento se inició con una presentación por parte del director gerente del Serida, Ramón Juste Jordán, que estuvo acompañado por la teniente de alcalde del Ayuntamiento de Villaviciosa; Lorena Villar, y Enrique Dapena, coordinador del Programa de Fruticultura.

El encuentro se dividió en dos partes: la primera; de carácter teórico, que tuvo lugar en el Teatro Riera con la intervención de los investigadores Enrique Dapena y Marcos Miñarro, que expusieron temas de interés para los productores de manzana. La segunda parte; de carácter práctico, consistió en la realización de prácticas de

poda en una de las parcelas experimentales del SERIDA en Villaviciosa.

Entre los temas tratados en la parte expositiva destacaron los siguientes:

Fertilización. Se trataron aspectos básicos como el tipo de abono y zonas de aplicación. Se proporcionaron ejemplos de cálculo de dosis de abono en sistemas de cultivo ecológico e integrado, así como los efectos en el crecimiento y la producción.

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

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

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

Esta jornada incluida en el Plan Formativo Rural 2016 de Consejería Desarrollo Rural y Recursos Naturales, reunió a más de 200 participantes y contó con la colaboración de diversas entidades y asociaciones relacionadas con el sector: Ayuntamiento de Villaviciosa, Caja Rural de Gijón, D.O.P. "Sidra de Asturias", COPAE, Campoastur y CADA. ■

↓
Prácticas de poda en la parcela experimental del SERIDA.



Exposición 'Variedades del Banco de Germoplasma de Manzano del SERIDA'

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

El Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario presentó, del 9 al 18 de octubre pasado en la Casa de los Hevia de Villaviciosa, la exposición Variedades del Banco de Germoplasma de Manzano del SERIDA, dentro de las actividades del XXX Festival de la Manzana de Villaviciosa, organizado por el Ayuntamiento.

El Banco de Germoplasma de Manzano del SERIDA –con 803 entradas–, reúne una alta diversidad genética de manzano de diversas procedencias y es la colección más importante de estas características a nivel nacional.

Se constituyó en el año 1990, y en función de su etapa de incorporación, se pueden separar en tres grupos: las provenientes de la antigua Estación Pomológica (245), las que se incorporaron paulatinamente desde el año 1987 hasta el año 1998 (132), y las que se incorporaron en los años 1998 y 1999, como resultado de una importante prospección de variedades locales (426). La colección incluye un total de 603 variedades de manzano de sidra (Asturianas de sidra, Vascas de sidra, Extranjeras de sidra) y 192 de mesa (Asturianas de mesa, Gallegas, Variedades de mesa del nordeste, Extranjeras de mesa), así como otras especies de Malus.

En el Banco de Germoplasma de Manzano se ha llevado a cabo una intensa labor investigadora, destinada a optimizar su aprovechamiento. Estos trabajos han permitido la evaluación agronómica y tecnológica de la mayor parte de los recur-



sos existentes. Las variedades seleccionadas por el Programa de Fruticultura del SERIDA son las que han sido incluidas como prioritarias en la Denominación de Origen Protegida Sidra de Asturias.

Esta actividad investigadora ha generado una información que contribuye a la caracterización de las variedades del Banco de Germoplasma y está siendo utilizada para su documentación, mediante la elaboración de fichas varietales, que aglutinan los resultados de evaluación agronómica y tecnológica, y los de caracterización morfológica y molecular.

La exposición ha permitido acercar al público esta importante colección a través de una muestra de 46 variedades de manzana con sus correspondientes fichas de caracterización morfológica. ■

↑
Exposición 'Variedades del Banco de Germoplasma del SERIDA'.

Presentación del libro *El cultivo del kiwi*

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

→
De izquierda a derecha
María Jesús Álvarez,
consejera de Desarrollo
Rural y Recursos
Naturales; David Álvarez,
alcalde de Pravia;
Antonio Martínez,
jefe del Departamento
Tecnológico y de
Servicios (SERIDA).



Pravia acogió el pasado 5 de diciembre, la presentación del libro *El cultivo del kiwi*, editado por el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario, con la colaboración de Caja Rural de Asturias. El acto contó con la intervención de la consejera de Desarrollo Rural y Recursos Naturales, María Jesús Álvarez González, y de los autores Marta Ciorda Ara, Juan Carlos García Rubio, Guillermo García González de Lena, investigadora y técnicos del SERIDA respectivamente.

El libro, estructurado en dieciocho capítulos, abarca todas las fases del cultivo del kiwi, desde la descripción de la especie, distribución geográfica y variedades, hasta la conservación, comercialización y

opciones de procesado. Asimismo actualiza y revisa todos los aspectos técnicos de su manejo.

La publicación tiene un enfoque divulgativo y práctico, sin descuidar el rigor científico y técnico, y supone una herramienta de consulta, para todos aquellos interesados en este cultivo, especialmente para los productores.

La presentación se celebró en el marco de una jornada dedicada al kiwi en la Feria Pravianea, organizada por el Ayuntamiento de Pravia; donde a su vez los investigadores del SERIDA Marcos Miñarro Prado y Rocío Rosa García ofrecieron la charla "Contribución de los insectos a la polinización del kiwi". ■



Muestra 'Colección de Semillas de Judía del SERIDA: diversidad genética conservada y variedades mejoradas'

JUAN JOSÉ FERREIRA. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Genética Vegetal. jferreira@serida.org
 ANA CAMPA NEGRILLO. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Genética Vegetal. acampa@serida.org
 GUILLERMO GARCÍA GONZÁLEZ DE LENA. Área de Experimentación y Demostración Agroforestal. ggarcia@serida.org



←
 Colección de Semillas de
 Judía del SERIDA.

El Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario mostró desde el 9 al 17 de abril en la Casa de los Hevia de Villaviciosa la exposición '*Colección de Semillas de Judía del SERIDA: diversidad genética conservada y variedades mejoradas*', en el marco de las "XXIII Xornaes Gastronómiques de les Fabes", organizadas por el Ayuntamiento de Villaviciosa.

El SERIDA lleva más de 30 años realizando prospecciones de especies de multiplicación por semilla tradicionalmente cultivadas en el medio rural asturiano, entre las que se incluyen las judías, también conocidas localmente como fabas o fréjoles (*Phaseolus vulgaris* L.). El material recogido se conserva a largo plazo en una colección de trabajo constituida con el objetivo de preservar las variedades lo-



→
 Variedades de judía:
 'Maximina', 'Xana' y
 'Maruxina'.



cales (diversidad genética local) y apoyar los programas de mejora genética para la obtención de nuevas variedades.

Actualmente la colección del SERIDA conserva 397 accesiones locales, en su mayor parte recogidas en Asturias. Además, la colección conserva las variedades de la clase comercial faba granja obtenidas vía mejora genética clásica en la institución (12 variedades), así como un amplio stock genético derivado de intercambios con otras instituciones o del trabajo del Grupo de Genética Vegetal (852 accesiones).

La exposición permitió mostrar la diversidad reunida en la 'Colección de Semillas de Judía del SERIDA', que recoge tres tipos de variedades de judía: *Variedades mejoradas de faba tipo "Faba Granja"*, donde se incluyen las obtenciones del SERIDA de este tipo varietal; *Variedades tradicionales de faba en Asturias*, en el que se muestra una selección de variedades locales asturianas, para las que se ha solicitado su inscripción en el "Registro de variedades de especies hortícolas desarrolladas para su cultivo en condiciones determinadas" dentro del Registro de Variedades Comerciales; y por último algunas *Judías españolas con marcas de calidad diferenciada*, donde se incluyen judías de otras zonas de España que cuentan con D.O., I.G.P., o con alguna marca propia de calidad. Asimismo, la exposición recogió la variación en tipos de semilla obtenida a través de cruzamientos dirigidos utilizados para la obtención de nuevas variedades.

La muestra contó con una amplia participación de público, que tuvo la oportunidad de conocer a través de diferentes elementos expositivos la diversidad de variedades de semilla de judía, y los proyectos de mejora genética desarrollados por el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario en este ámbito. ■

↓
 Exposición.



Nuevos proyectos de I+D+i

Área de Nutrición, Pastos y Forrajes

Rendimiento y costes de producción de los forrajes producidos en las explotaciones del Principado de Asturias, en las condiciones de diversificación de cultivos impuestas por la PAC 2015-2020, como primer eslabón en la alimentación de precisión del vacuno lechero (CROPFIT).

Entidad financiadora: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Referencia: 20150020003016.

Beneficiario: Central Lechera Asturiana, Sociedad Agraria de Transformación (CLAS).

Agente realizador: Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA).

Investigadora Principal: Dra. Adela Martínez Martínez.

Cantidad concedida: 54.680,93 €.

Duración: 2015-2017.

Descripción: La producción de leche en Asturias representa un 64% del sector agroalimentario de la región; sin embargo, el sector lácteo está inmerso en una crisis de rentabilidad, derivada entre otros factores de los elevados costes de la alimentación del ganado. Por ello es necesario establecer estrategias para reducir dichos costes, permitiendo producir leche a menor precio, sin comprometer la calidad.

El objetivo de este proyecto es determinar los rendimientos reales de los cultivos forrajeros producidos en las explotaciones y de sus correspondientes ensilados, y desarrollar una herramienta que permita determinar en cada caso los costes de producción, en las condiciones de diversificación de cultivos impuestas por la PAC 2015 - 2020, como primer eslabón en la alimentación de precisión de vacuno lechero. Se trata de proveer al animal de un correcto aporte de nutrientes producidos mayoritariamente en la explotación integrando el manejo de forrajes. Para ello se trabajará con 16 explotaciones de vacuno lechero asociadas a la Central Lechera Asturiana Sociedad Agraria de Transformación (CLAS), localizadas en las tres zonas de Asturias que agrupan más del 85% de la producción láctea de la región (zona costera occidental, zona interior central y zona costera central).

Los objetivos específicos del proyecto son:

- Establecer la superficie real de cultivo de cada explotación en base a sistemas de información geográfica.
- Diseñar protocolos de muestreo en campo para cada tipo de forraje y cultivo, que permitan realizar una estimación teórica de cosechas.
- Determinar rendimientos reales de cosecha de los cultivos forrajeros considerando superficie cosechada y peso total de la cosecha.
- Elaborar ensilados experimentales para poder establecer pérdidas reales de rendimiento durante el proceso de ensilado y almacenamiento previo al consumo.
- Determinar la calidad nutritiva y fermentativa de los ensilados resultantes para su integración en raciones unifeed destinadas a la alimentación del vacuno.
- Desarrollo de una herramienta que permita determinar en cada caso los costes de producción de materia seca, proteína y energía de los ensilados de los diferentes cultivos producidos en la explotación.

Área de Sanidad Animal

Nueva fuente de alimento para acuicultura, con alto contenido en pufas y proteínas, mediante cultivo industrial de *Nereis Diversicolor*, a partir de residuos de sistemas de recirculación de agua de gran tonelaje (RAS-GT).

Entidad financiadora: Ministerio de Economía y Competitividad.

Beneficiario: Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA).

Coordinador del proyecto: Impulso Industrial Alternativo, S.A.

Investigadora Principal: Dra. Isabel Márquez Llano-Ponte.

Cantidad concedida: 44.740 €.

Duración: 2015-2018.

Descripción: El uso de nuevas fuentes de nutrientes en acuicultura es una necesidad, teniendo en cuenta la situación de las pesquerías y el precio creciente de la harina de pescado. Asimismo, los sistemas de recirculación de agua para peces de gran tonelaje (RAS-GT) como lenguado o rodaballo se encuentran en la vanguardia tecnológica del cultivo intensivo, con un consumo moderado de agua y energía y un volumen reducido de residuos generados. Los residuos, excrementos y excedentes alimenticios, al pasar por filtros biológicos que disminuyen su carga amoniacal, dan lugar a lodos de alto valor nutritivo.

El objetivo del proyecto, que cuenta con la participación del Instituto Español de Oceanografía (IEO), es desarrollar un sistema de producción de nuevas fuentes de alimento para la acuicultura, al tiempo que se reduce el impacto ambiental. El proyecto centrará su desarrollo en el engorde industrial en ciclo cerrado de organismos detritívoros como *Nereis diversicolor* –gusano marino de la clase de Poliquetos–, capaz de sintetizar los residuos biológicos generados en el proceso de recirculación de las plantas de acuicultura utilizando lodos residuales como alimento, favoreciendo así un sistema multitrofico integrado.

Los objetivos específicos del proyecto se dividen en:

Técnicos

- Caracterizar el ciclo biológico de *N. diversicolor*.
- Conseguir el cultivo intensivo industrial de *N. diversicolor*.
- Diseñar y validar instalaciones adecuadas para el cultivo intensivo industrial de *N. diversicolor*.
- Determinación de las necesidades físicas para el procesado de *N. diversicolor* como fuente de alimentación.
- Diseño de una planta de mantenimiento y procesado de poliquetos asociada a un RAS.
- Evaluación del efecto sobre los peces planos, lenguado y rodaballo de la sustitución de harina de pescado por *N. diversicolor* como fuente de alimentación.

Ambientales

- Valorizar los residuos en forma de lodos producidos por los sistemas RAS instalados en plantas de cultivo de peces.
- Disminución de forma indirecta de la presión de la industria extractiva en las zonas de captura.



Nuevos convenios, contratos y acuerdos

Convenios

Convenio Marco de colaboración entre la Universidad de Santiago de Compostela y el SERIDA.

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

Duración: Indefinida, desde el 11 de noviembre de 2015.

Contratos

Contrato de licencia de multiplicación y explotación de la variedad de judía común "tipo granja asturiana" 'Maruxina' entre el SERIDA, INIA y Cooperativa de Agricultores y Consumidores del Concejo de Gijón.

Objeto: Otorgar licencia de explotación de la variedad de judía grano 'Maruxina' a la Cooperativa de Agricultores y Consumidores del Concejo de Gijón, a partir de la semilla adquirida al SERIDA con arreglo a las disponibilidades técnicas, tecnológicas y presupuestarias del organismo, que será el encargado del mantenimiento del material parental y de la producción de la semilla de base y prebase de la variedad objeto del contrato.

Duración: Desde el 28 de enero de 2015 hasta el 27 de enero de 2020.

Contrato de investigación entre el SERIDA y La Fundación General de la Universidad de la Laguna (FGULL).

Objeto: Realización por el SERIDA de las actividades de la estimación de los principios nutritivos, según técnicas de referencia y tec-

nología NIRS, para la caracterización nutritiva de especies forrajeras cultivadas en suelos altamente salinos y sódicos de la isla de Lanzarote.

Duración: Desde el 26 de octubre de 2015 hasta el 31 de diciembre de 2016.

Contrato de prestación de servicios entre el Ayuntamiento de Candamo y el SERIDA.

Objeto: Realización del proyecto de investigación, experimentación y divulgación sobre "Recuperación de variedades tradicionales de fresa de Candamo".

Duración: Desde el 19 de noviembre de 2015 hasta el 31 de diciembre de 2018.

Contrato de investigación entre el SERIDA y la Fundación Consejo Regulador de la Denominación de Origen Queso Manchego.

Objeto: La realización por parte del SERIDA de las actividades de investigación relacionadas con el "Mantenimiento de la acreditación de la tecnología NIRS como herramienta para el control de calidad en agroalimentación en el marco de la norma UNE-E ISO/IEC 17025 con un nuevo modelo de predicción".

Duración: Desde el 16 de mayo de 2015 al 31 de diciembre de 2016.

Contrato de prestación de servicios entre el SERIDA y Associació de Pagesos i Ramaders del Principat d'Andorra.

Objeto: Regular la transferencia tecnológica que tendrá como objetivo trasladar la experiencia del SERIDA en el cultivo del arándano, y colaborar con la APRA en el desarrollo del proyecto "Pla de Recerca sobre la Viabilitat del Cultiu de Nablus al Principat d'Andorra".

Duración: Desde el 20 de mayo de 2016 hasta el 31 de diciembre de 2019.



Acuerdos

Acuerdo de colaboración entre la Universidad de León y el SERIDA.

Objeto: Regular la colaboración para el desarrollo del proyecto "Patogenia y control de Flavivirus".

Duración: Desde el 17 de marzo de 2015 hasta el 1 de octubre de 2017.

Acuerdo de colaboración entre el SERIDA y la Universidad de León.

Objeto: Regular la colaboración entre el SERIDA, la Dirección General de Ganadería y Universidad de León para desarrollar el proyecto de investigación "Mantenimiento del Banco de Recursos Zoogenéticos de Razas Autóctonas en peligro de desaparición del Principado de Asturias".

Duración: Desde el 17 de marzo de 2015 hasta el 1 de octubre de 2017.

Acuerdo de colaboración entre SERIDA y Universidad Tras Os Montes, Alto Douro.

Objeto: Regular la colaboración entre el SERIDA y la Universidad de Tras Os Montes (Alto Douro, Portugal) para el desarrollo del proyecto de investigación "Manejo de la diversidad genética. Desarrollo de un programa operativo de mejora".

Duración: Desde el 17 de marzo de 2015 hasta el 1 de octubre de 2017.

Acuerdo de subcontratación de Servicios entre el SERIDA y la empresa CERTIFOOD S.L.

Objeto: Establecer las bases de subcontratación de los servicios que el SERIDA realizará para CERTIFOOD en relación a la certificación de productos agroalimentarios según normas UNE-EN ISO 17065 y UNE-EN ISO/IEC 17025.

Duración: Indefinida, desde el 6 de mayo de 2016.

Acuerdo de colaboración entre el SERIDA y la Confederación de Asociaciones de Frisona Española.

Objeto: Regular la colaboración entre el SERIDA y CONAFE para llevar a cabo el proyecto de investigación "Evaluación genómica de eficiencia energética en la raza bovina frisona".

Duración: Desde el 22 de abril de 2016 hasta finalización del proyecto.

Acuerdo de prestación de servicios entre el SERIDA, la Denominación de Origen Protegida Cangas y Asociación de Productores y Elaboradores de Vino de Cangas.

Objeto: Regular la colaboración entre las partes para la distribución y seguimiento del material de multiplicación base suministrado por el SERIDA.

Duración: Desde el 8 de abril de 2016 al 7 de abril de 2017.

Acuerdo de colaboración entre el SERIDA y el Vivero Vitis Navarra SAT 718 NA.

Objeto: Regular la colaboración entre las partes para la puesta en el mercado de material de vid certificado de los clones suministrados por el SERIDA.

Duración: Desde el 8 de abril de 2016 hasta el 7 de abril de 2017.

Acuerdo de prestación de servicios entre SERIDA y Consejo Regulador de la Denominación de Origen Protegida (CRDOP) CARIÑENA.

Objeto: Regular la subcontratación de servicios que la CRDOP demande al Laboratorio de Sidras y Derivados del SERIDA en relación con analítica de vinos sujetos a proceso de certificación.

Duración: Indefinida, desde el 12 de mayo de 2015.

Acuerdo de colaboración entre el SERIDA y la Diputación Foral de Vizcaya.

Objeto: Regular la colaboración en el desarrollo del proyecto "Prevención de la diseminación del chancro bacteriano del kiwi".

Duración: Desde el 20 de mayo de 2015 hasta el 31 de diciembre de 2017.

Acuerdo de colaboración entre la Universidad de León y el SERIDA.

Objeto: Realización de prácticas y/o Trabajos Fin de Grado, Máster o Doctorado de los estudiantes de La Universidad de León.

Duración: Desde el 20 de mayo de 2015 (curso académico prorrogable).

Acuerdo de colaboración entre la empresa Impulso Industrial Alternativo, S.A., Instituto Español de Oceanografía y SERIDA para el desarrollo de un proyecto de investigación.

Objeto: Regular los términos de colaboración entre las entidades firmantes como miembros de una agrupación para el desarrollo del proyecto de investigación "Nuevas fuentes de alimento para acuicultura con alto contenido en pufas y proteínas mediante cultivo industrial de *Nereis diversicolor* a partir de residuos generados en sistemas de recirculación de agua de gran tonelaje, RAS GT.

Duración: Desde el 1 de octubre de 2015 hasta el 31 de diciembre de 2018.



Tesis y Seminarios

Tesis doctorales

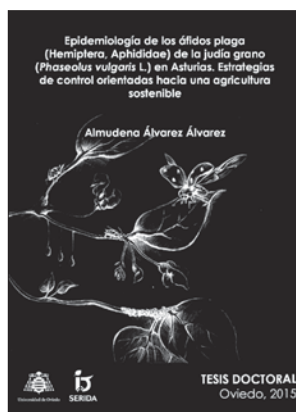
Epidemiología de los áfidos plaga (Hemiptera, Aphididae) de la judía grano (*Phaseolus vulgaris* L.) en Asturias. Estrategias de control orientadas hacia una agricultura sostenible

Autora: Almudena Álvarez Álvarez.

Directoras: Dra. M.^a Victoria Seco Fernández (Universidad de Oviedo), Dra. Isabel Feito Díaz (SERIDA).

Año: Diciembre, 2015.

Lugar de presentación: Universidad de Oviedo.



Varias plagas afectan al cultivo de la judía "faba granja" en Asturias, entre las que destacan los áfidos como una de las más frecuentes e importantes, tanto por los daños directos que causan como por los indirectos, principalmente por la transmisión de virus, que provocan una disminución en la producción del cultivo.

El desarrollo de estrategias sostenibles enfocadas al control de las plagas y la prevención de las enfermedades que transmiten, se basa en el conocimiento de su epidemiología y de los recursos disponibles para su control.

En un programa de Manejo Integrado de Plagas, deben primar los métodos de control biológicos y culturales para la lucha contra las mismas. En las estrategias de control biológico es indispensable el conocimiento de los grupos que actúan como enemigos naturales en la zona de cultivo, así como la determinación de su eficacia.

En el estudio se identificaron diversas especies de depredadores y de parasitoides como enemigos de *Aphis fabae* y *Aphis gossypii*

en la judía. Los sírfidos, coccinélidos, cecidómidos y crisopas llegaron simultáneamente al comienzo de la infestación y mostraron una respuesta numérica y temporal adecuada respecto a la dinámica poblacional de los áfidos en el cultivo. El carácter generalista de crisopas y antocóridos propició su permanencia en el cultivo una vez desaparecidos los áfidos, quedando disponibles como agentes de control ante posibles repuntes de la plaga. La acción de los parasitoides se puede considerar eficaz como complemento en el control de los áfidos, por su acoplamiento con el desarrollo de la plaga.

Como método cultural, la diversificación del agroecosistema mediante la asociación de cultivos es una de las principales estrategias para el control de las plagas e incluso, de las enfermedades víricas. La asociación de la judía "faba granja" con el maíz redujo la densidad poblacional de los áfidos de la leguminosa y adelantó su desaparición.

Otras estrategias culturales enfocadas sobre todo a la prevención de los daños indirectos causados por la infección vírica son el establecimiento de barreras físicas o físico-químicas que impidan la transmisión de los virus. El establecimiento de un cultivo barrera de maíz alrededor de las parcelas de judía reduce la infección vírica en la leguminosa, al actuar como sumidero de virus y, además, ejerce un efecto barrera físico sobre la entrada de áfidos alados en el cultivo protegido cuando su establecimiento se llevó a cabo con la antelación adecuada, 50 días.

La aplicación de aceite mineral sobre las judías fue totalmente eficiente en la prevención de la infección por virus. No causó toxicidad al cultivo ni a los depredadores a la dosis ensayada, pero sí mostró cierto efecto insecticida o repelente sobre *A. fabae*.

Los resultados de este trabajo muestran que la combinación de diversas estrategias serán una excelente opción en el control de virus no persistentes en la judía "faba granja"

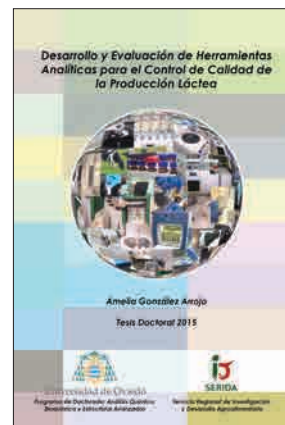
Desarrollo y Evaluación de Herramientas Analíticas para el Control de Calidad de la Producción Láctea

Autora: M^a Amelia González Arrojo.

Directoras: Dra. Ana Soldado Cabezuelo, Dra. Begoña de la Roza Delgado (SERIDA).

Año: Diciembre, 2015.

Lugar de presentación: Universidad de Oviedo.



Las conexiones entre alimento, salud animal, nutrición animal y productos animales saludables para consumo humano, como la leche, implican una investigación multidisciplinar, en ocasiones compleja.

La presencia de ciertos componentes de la leche como los ácidos grasos (AG), contenido mineral, etc., ha adquirido enorme interés dados sus efectos positivos en la salud humana. La leche es la principal fuente natural de ácido linoleico conjugado (CLA), al que se atribuyen como efectos positivos su acción hipocolesteromiante, acción antiaterogénica y anticancerígena, entre otras. La tendencia actual trata de incrementar en origen la composición en ingredientes funcionales de la leche, mediante suplementación de la dieta en vacas lecheras.

Existe amplia legislación sobre técnicas analíticas que garanticen la trazabilidad, control y etiquetado de todo tipo de alimentos, pero es necesario desarrollar metodologías capaces de analizar un gran número de muestras que potencien un control eficaz.

En los estudios Experimentales 1 y 2 de esta tesis doctoral, se han desarrollado diferentes procedimientos de extracción-metilación de AG en leche, utilizando distintas estrategias, tanto secuenciales como de un solo paso. Estableciendo además, el empleo del MW como herramienta robusta y eficaz en el pretratamiento de las muestras de leche, previo al análisis de AG por cromatografía de gases.

En el apartado Experimental 3, se ha puesto a punto la metodología analítica para la determinación de los oligoelementos Zn, Cu, Co y I en leche mediante ICP-Masas y se ha evaluado el efecto de la suplementación de vacuno lechero con otros metales presentes en liofilizados de levaduras de *Saccharomyces cerevisiae*, sobre el contenido en los oligoelementos estudiados.

Por otro lado, ante la corriente estratégica en la producción láctea, llamada ganadería de precisión o “*precision dairy farming*” y basada en la optimización de la gestión de la producción en ganaderías, surge la necesidad del control de manejo y de gestión, mediante el uso de sensores y tecnologías de la información, que permitan establecer un control de calidad “in-situ” y a tiempo real de las producciones lecheras a nivel de explotación.

Por ello, en la sección Experimental 4 se han desarrollado, evaluado y transferido modelos quimiométricos NIRS entre sensores MEMS-NIRS portátiles para la caracterización de la leche de vaca a pie de campo. La presente tesis doctoral puede considerarse un compendio de distintas estrategias analíticas que permiten caracterizar la leche, uno de los alimentos básicos en la dieta humana, que representa una importante parte en la dieta del hombre occidental, con la finalidad mejorar y controlar su calidad.

Sensores no destructivos NIRS como herramienta de calidad para la toma de decisiones en explotaciones ganaderas

Autora: M.^a del Sagrario Modroño Lozano.
Directores: Dra. Begoña de la Roza Delgado, Dra. Ana Soldado Cabezuelo (SERIDA).
Año: Enero, 2016.
Lugar de presentación: Universidad de Oviedo.



La implementación de tecnologías capaces de proporcionar información necesaria para optimizar la ración en las explotaciones ganaderas, facilitando el manejo e incrementando la productividad y calidad de las producciones, puede ayudar a favorecer la

migración hacia el uso racional de los recursos propios, ajustándolos a las necesidades de los animales. En este marco de actuación surge la espectroscopía en el infrarrojo cercano (NIRS), como herramienta de control de calidad de respuesta inmediata en la alimentación animal.

Esta tesis doctoral se planteó con el objetivo de desarrollar metodologías analíticas para el control de calidad y gestión de la alimentación animal, como estrategia de mejora en la toma de decisiones, basadas en el empleo de sensores NIRS portátiles con características ópticas y electrónicas diferenciadas, empleándose para ello tres equipamientos NIRS portátiles diferentes.

En los Ensayos Experimentales desarrollados en esta tesis doctoral, se evaluaron distintos planteamientos:

- 1.- Desarrollo de modelos quimiométricos NIRS para la predicción de parámetros nutritivos en alimentos en estado natural y energía en deyecciones animales.
- 2.- Transfencia de modelos NIRS desde equipos de laboratorio a instrumentos portátiles, para predicción de calidad nutritiva y/o fermentativa en alimentos en estado natural.

Los resultados obtenidos indican que, es factible implementar metodologías para el control de calidad en alimentación animal *in-situ*, haciendo uso de sensores NIRS portátiles, aunque la tipología de las muestras ensayadas resulte muy compleja, dada su heterogeneidad y en ocasiones su elevado contenido en agua. Adicionalmente, la tecnología NIRS se demuestra nuevamente como una herramienta capaz de mejorar la gestión de la alimentación animal, posibilitando una reducción de gastos que incrementen la rentabilidad de explotaciones.

Tuberculosis en la España atlántica: descripción de la enfermedad en determinados hospedadores domésticos y silvestres que participan en la epidemiología de la infección

Autora: Marta Muñoz Mendoza.
Directores: Dr. Christian Gortázar Schmidt, Instituto de Recursos Cinegéticos (IREC), Dra. Ana Balseiro Morales (SERIDA).
Año: Enero, 2016.
Lugar de presentación: Instituto de Recursos Cinegéticos. Ciudad Real.



El complejo *Mycobacterium tuberculosis* (MTC) incluye las especies del género *Mycobacterium* más relevantes desde el punto de vista sanitario. La erradicación de la tuberculosis en el ganado bovino es un objetivo sanitario prioritario en la Unión Europea, por el carácter zoonótico de la enfermedad y por la implicación sanitaria y económica que representa para el sector ganadero. Para conseguir la erradicación de la enfermedad, se precisa más información sobre la patogenia, el diagnóstico y la epidemiología de la infección, entre otras cuestiones.

En la España atlántica, los valores de prevalencia de tuberculosis en rebaños bovinos se mantienen próximos a la erradicación. Sin embargo, en la última década la progresión es lenta, por lo que se precisa profundizar en aspectos que directa o indirectamente pudiesen impulsar avances.

El estudio de la tuberculosis en la interfaz entre ganado doméstico, fauna silvestre y medio ambiente en la España atlántica presenta particularidades concretas e implica a una comunidad de hospedadores determinada, que incluye a especies no estudiadas en profundidad en esta área. En concreto, nos referimos a la especie ovina, que convive con un tercio de los rebaños bovinos de Galicia (por citar un área de referencia en la España atlántica); al jabalí (*Sus scrofa*), que se ha determinado como el principal hospedador silvestre de la tuberculosis en el centro-sur de la península ibérica, pero del que se desconoce su estatus sanitario en esta área; y al tejón (*Meles meles*), que presenta una prevalencia elevada de la infección en países europeos con características ecológicas y ambientales similares, pero del que existe escasa información sanitaria en la España atlántica.

Los objetivos globales de esta tesis doctoral, se orientan a estudiar si determinadas especies domésticas y silvestres pueden ser hospedadoras de tuberculosis en la España atlántica, evaluar en ellas la utilización de técnicas rutinarias para el diagnóstico de la enfermedad y profundizar en las relaciones epidemiológicas en la interfaz entre ganado doméstico, fauna silvestre y medio ambiente.



SERIDA

Servicio Regional de Investigación
y Desarrollo Agroalimentario

Estructura Territorial

Para desarrollar sus cometidos, el SERIDA dispone de varios centros, estaciones y fincas experimentales distribuidas en los municipios asturianos de Villaviciosa, Gijón, Grado, Illano y Quirós.



Serida Villaviciosa



Serida Deva.
Centro de Biotecnología Animal



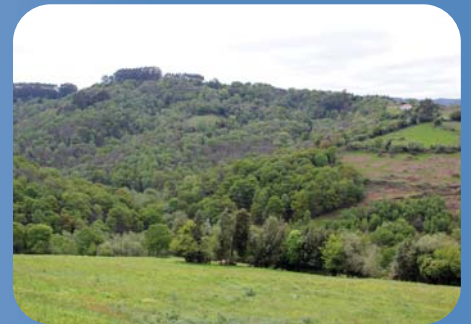
Estación experimental de
La Mata, Grado



Estación experimental de
"El Carbayal", Illano



Finca experimental
"Cueva Palacios", Quirós



Finca experimental
"Priesca", Villaviciosa



Investigación agropecuaria, alimentaria y forestal