



Tecnología Agroalimentaria

Boletín informativo del SERIDA

Número 27 - 2022

La producción de cordero ecológico ■ La sarna sarcóptica ■ Nuevo escenario de producción de arándano
Rendimiento cultivo del kiwi ■ El paisaje agrícola tradicional asturiano limita la expansión de plagas de roedores



SUMARIO

Tecnología Agroalimentaria - SERIDA

Número 27 • 2022

Actualidad

- 2** | Producción de cordero ecológico en praderas y en sistemas mixtos con frutales
Rafael Celaya Aguirre

Información ganadera

- 30** | La sarna sarcóptica en especies domésticas y silvestres del Principado de Asturias. Diagnóstico y vacunas
Rosa Casais Goyos

Información agrícola

- 10** | El rendimiento del cultivo de kiwi depende de una buena polinización por insectos
Marcos Miñarro Prado
Rocío Rosa García
Daniel García García
- 18** | Nuevo escenario para la producción de arándano en Asturias
Juan Carlos García Rubio
Guillermo García González de Lena
Marta Ciordia Ara
- 24** | El paisaje agrícola tradicional de Asturias limita la expansión de las plagas de roedores
Aitor Somoano García
Jacint Ventura Queijat
Marcos Miñarro Prado

Actividades de transferencia

- 39** | El SERIDA en el VII Festival del Arándano y Frutos Rojos de Asturias
Jornada Técnica
María del Pilar Oro García
Juan Carlos García Rubio
Guillermo García González de Lena
- 41** | El SERIDA participa en el proyecto de ciencia ciudadana "Un culete estratosférico"
Rosa Pando Bedriñana
Roberto Rodríguez Madrera
Ovidio Fernández García
Anna Picinelli Lobo
- 43** | El SERIDA participa en AGROPEC 2022
María del Pilar Oro García

10



39



2



30



44

18



41



44

Día internacional de la Manzana

Inés Gago Menéndez
Rosa Pando Bedriñana
Mercedes Fernández Ramos
Enrique Dapena de la Fuente

46

Workshop Vínculos entre genotipos y fenotipos relacionados con la fertilidad del ganado y la calidad de la carne

María del Pilar Oro García

48

Descubre el OpenLab "La Granja"

Inés Gago Menéndez
Adela Martínez Fernández
Fernando Vicente Mainar

50

II Edición de la Semana de la Ciencia

Inés Gago Menéndez

Cartera de proyectos

53

Nuevos proyectos de I+D+I

Catálogo de convenios

56

Nuevos convenios, contratos y acuerdos

Publicaciones

57

Libros y folletos



50



Tecnología Agroalimentaria es el boletín informativo del Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), organismo público de la Consejería de Medio Rural y Cohesión Territorial 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: M^a del Carmen Oliván García, Enrique Gómez Piñeiro 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: Ctra. AS-267 PK19, 33300 Villaviciosa, Asturias - España

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

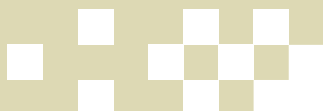
E-mail: pilaroro@serida.org

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.





Producción de cordero ecológico en praderas y en sistemas mixtos con frutales

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



Ovejas con sus corderos pastando en praderas con manzanos.

Introducción

La producción cárnica de ovino en Asturias es de mucha menor importancia que la de otras especies como la bovina o la porcina, siendo por tanto deficitaria a nivel regional. Según datos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (disponibles en la página web de la Sociedad Asturiana de Estudios Económicos e Industriales <https://www.sadei.es>), los sacrificios de ovino y caprino en la región han disminuido de un promedio de 850 toneladas anuales en la década de 1991-2000 a 475 en la de 2001-2010 y a 139

en la de 2011-2020, reduciéndose a 38,5 toneladas en el año 2021. El porcentaje del total de sacrificios ha disminuido del 2,2% a 1,1%, 0,5% y 0,2% en los mismos intervalos temporales. Asimismo, el censo ovino regional se ha visto reducido de una media de 86.100 cabezas en la última década del pasado siglo a 69.300 y 55.800 en las dos últimas décadas.

En el anterior número de Tecnología Agroalimentaria referíamos los problemas que afronta el sector cárnico ovino a nivel europeo y su actual declive en términos de mercado y sostenibilidad (Celaya y



Rosa García, 2022). Tal como se puso de manifiesto en el proyecto europeo EcoLamb en el que participó el SERIDA, la revalorización de la carne de cordero como un producto de calidad es fundamental para frenar dicho declive y mantener o fomentar las explotaciones ovinas de carne e incrementar su rentabilidad económica, a la vez que se satisfacen las demandas de los consumidores y se cumple con las directrices de la nueva Política Agraria Común. La producción ecológica de cordero podría ser una baza importante en este sentido, si bien este tipo de producción, respetuoso con el medio ambiente y cada vez más demandado socialmente, no acaba de cuajar en nuestra región. Según el Consejo de la Producción Agraria Ecológica del Principado de Asturias (COPAE), actualmente hay 25 explotaciones ecológicas de ovino de carne repartidas en 17 concejos, siendo Villaviciosa el que cuenta con mayor número de ellas (cinco).

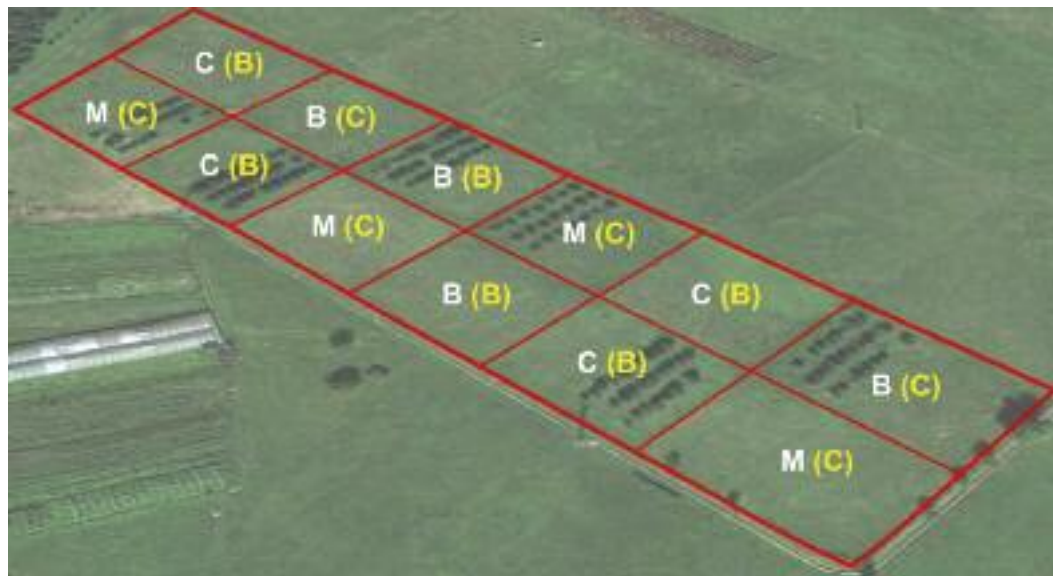
La producción de cordero ecológico se podría acometer en sistemas agropastorales, combinándola con cultivos de frutales como el de manzano de sidra, logrando así una diversificación de la producción y la obtención de ingresos en distintas épocas del año (Martínez *et al.*, 2010). Asturias cuenta con unas 4150 ha de pumaradas, siendo el cultivo ecológico de mayor superficie agrícola en la región, con un total de 136 productores inscritos en COPAE repartidos por 41 concejos (de nuevo es Villaviciosa -con 30- el concejo con más productores). La hierba que crece en las pumaradas, que ha de ser segada o desbrozada periódicamente, puede ser aprovechada por el ovino en pastoreo, reduciendo así los costes de mantenimiento. A su vez, la presencia de manzanos podría favorecer el bienestar y los rendimientos del ganado al proporcionar refugio y pasto de calidad. Sin embargo, las ovejas pueden mostrar un carácter ramoneador que las lleva a comer la corteza del tronco de los manzanos, dañándolos y mermando su potencial productivo. Esta conducta alimentaria podría ser consecuencia de algún desequilibrio nutricional (p.ej. carencia de minerales) o de algún tipo de automedicación para tratar de reducir ciertas infecciones por parásitos gastrointestinales.

En este trabajo se exponen algunos resultados obtenidos del proyecto EcoLamb en Asturias, donde se estudió la producción ecológica de cordero (rendimientos, sanidad y calidad de carne) comparando prados típicos frente a prados con manzanos, y con el aporte de distintos tipos de suplementación: pienso mineral (para suplir alguna deficiencia nutricional), brezos (para reducir parásitos internos gracias a los taninos que contienen) o ninguna de ellas (control). El presente artículo se centra en las características del pasto, las respuestas productivas de las ovejas y corderos en pastoreo y su estado sanitario con respecto a parasitosis internas.

El experimento EcoLamb a cargo del SERIDA

Las actividades experimentales se llevaron a cabo entre 2017 y 2019 en la estación experimental de La Mata (Grado) donde se disponía de 12 parcelas de pradera (la mitad de ellas con manzanos) de 0,2 ha cada una. En las parcelas con manzanos, estos ocupaban la mitad de la superficie en tres filas de 7-10 manzanos cada una. Las parcelas se manejaban en régimen ecológico, sin aportar ningún fertilizante de síntesis, aplicando estiércol en invierno. El diseño experimental en 2017 y 2018 consistió en dos tipos de pasto (con o sin manzanos) combinados con tres tipos de suplementación (mineral, brezo o control). Los bloques minerales aportaron magnesio, calcio, sodio y oligoelementos (zinc, manganeso, yodo, cobalto, cobre y selenio) para complementar la alimentación en pasto. Las plantas de brezo se cortaban en un monte cercano y se proporcionaban cada cierto tiempo en la parcela según su consumo y estado de marchitez. En estos dos años se manejaron tres ovejas con sus corderos por parcela. En 2019, tras una resiembra con raigrás inglés (*Lolium perenne*) y trébol blanco (*Trifolium repens*) de las parcelas (sin incluir las zonas arboladas) en el otoño anterior, el diseño experimental consistió en dos tipos de pasto y dos tipos de suplementación (brezo y control), aumentando el número de repeticiones (parcelas/rebaños) de dos a tres.

→
Figura 1.-Vista aérea de las parcelas experimentales del proyecto EcoLamb en la finca de La Mata (Grado). Dentro de cada tipo de pasto (con o sin manzanos) se estudiaron distintos tratamientos de suplementación, minerales (M), brezos (B) o control (C), en 2017-2018 (letras blancas) y en 2019 (letras amarillas).



↓
Figura 2.-Composición botánica de las praderas pastadas por ovino con o sin manzanos (medias de seis parcelas). a) Bajo el dosel arbóreo; b) Fuera del dosel arbóreo. En la foto de la derecha se expone el pasto dominado por trébol blanco en una de las parcelas sin manzanos tras la resiembra frente al pasto arbolado de una parcela con manzanos.

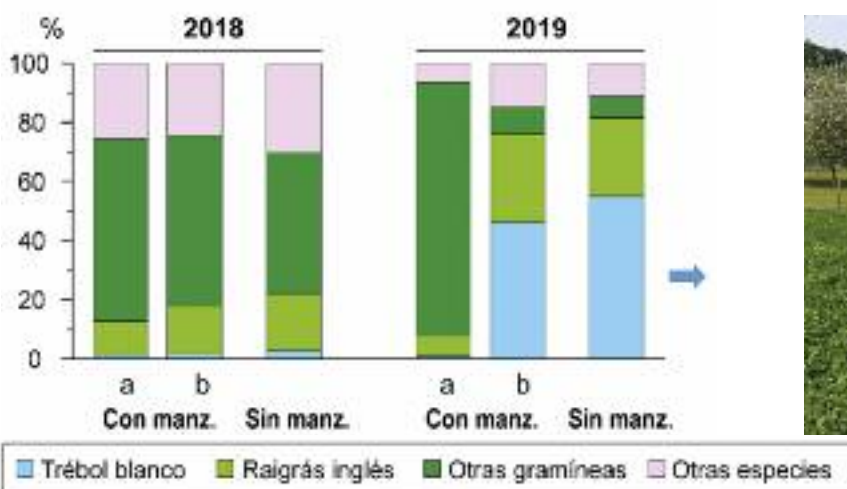
En este año se manejaron cinco ovejas con sus corderos por parcela, además de un lote extra de 12 corderos que fueron suplementados con pienso concentrado desde finales de abril.

En los tres años, las ovejas (mayoritariamente de raza Gallega) pastaron desde inicios de abril hasta mediados de otoño. Los corderos, nacidos en invierno, se criaron con sus madres hasta el destete y su posterior sacrificio a inicios del verano. Además de los muestreos del pasto (altura de hierba y composición botánica), se controlaron las variaciones de peso vivo (PV) de los animales y la condición corporal (CC) de las ovejas (puntuada en una escala de 1 a 5). La sanidad animal se examinó mediante la excreción fecal de huevos de parásitos gastrointestinales en

las ovejas, gracias a la colaboración con SALUVET (Universidad Complutense de Madrid). También se analizaron las canales y la calidad de la carne de los corderos en colaboración con otras entidades participantes en el proyecto EcoLamb, cuyos resultados se expondrán en un próximo número de Tecnología Agroalimentaria.

Efectos sobre el pasto disponible

Como indicador de la cantidad de pasto disponible, la altura media de hierba verde en el global de la estación de pastoreo difirió entre los tres años, sin que se notara ningún efecto significativo del tipo de pasto (presencia o ausencia de manzanos) o del tipo de suplementación, ni de ninguna interacción entre factores. No



obstante, promediando los tres años, la altura media de hierba se redujo de forma más acusada de la fase de lactación (abril-julio) al post-destete (julio-noviembre) en las parcelas sin manzanos (de 11,5 cm a 9,0 cm) que en las parcelas con manzanos (de 11,5 cm a 10,7 cm), sin que se observaran efectos significativos del tipo de suplementación. Esto indica que, a partir del verano, las parcelas con manzanos mantuvieron una mayor cantidad de hierba verde gracias a que el sombreado de las copas permite una mayor disponibilidad hídrica en el suelo, favoreciendo el crecimiento vegetal.

La composición botánica de los prados se vio afectada por la resiembra, con incrementos muy acusados en la cobertura del trébol blanco (de 2,2% en 2018 a 42,6% en 2019) y algo menores del rai-grás inglés (de 18,0% a 24,1%), mientras que los porcentajes de las especies no sembradas se redujeron considerablemente (Figura 2). La presencia de manzanos afectó al porcentaje de trébol en la cubierta, siendo mayor en las parcelas sin manzanos debido a su menor presencia en las zonas arboladas, ya que estas no se resembraron y estaban dominadas por gramíneas espontáneas.

Rendimientos de las ovejas

Los efectos del tipo de suplementación sobre los rendimientos animales en general fueron insignificantes. Ni los blo-

ques minerales ni las plantas de brezo mostraron ninguna influencia positiva en las variaciones de PV y CC de las ovejas. De hecho, las variaciones globales de PV de las ovejas durante el total de la estación de pastoreo tendieron a ser más favorables, aunque no significativamente, en el tratamiento de control que en las que disponían de minerales o de brezo (23, 14 y 7 g/día, respectivamente). Por tanto, estos resultados parecen indicar que las ovejas no presentaban ninguna deficiencia mineral pastando este tipo de praderas. En cuanto al brezo, apenas fue consumido por las ovejas, por lo que su efecto en los rendimientos debió ser prácticamente nulo. Las diferencias a favor del tratamiento control podrían ser debidas a ciertas diferencias en la composición botánica y de calidad entre las parcelas, aunque estas diferencias se atenuaron tras la resiembra.

En cuanto a la presencia de manzanos, sí que tuvo efectos positivos sobre los rendimientos de las ovejas en los dos primeros años previos a la resiembra de las praderas, pero no en los corderos. En la fase de lactación (de abril a julio), las ovejas presentaron ganancias medias de PV de 14 g/día, similares entre ambos tipos de pasto, si bien las recuperaciones de CC fueron mayores en las parcelas con manzanos frente a las praderas simples (0,35 vs. 0,15 puntos; Tabla 1). Tras el destete, las ovejas ganaron significativamente más peso y mantuvieron mejor condición cuando pastaban en presencia

↓

Tabla 1.-Variaciones de peso vivo (PV) y condición corporal (CC) de las ovejas pastando en praderas con o sin manzanos y suplementadas con brezo (B), mineral (M) o ninguno (C: control). Medias de dos años (2017-2018).
Tp: tipo de pasto.
S: tipo de suplemento.
A: año.
* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$;
*** $P < 0,001$;
ns: no significativo ($P > 0,05$).
Para todas las variables, las interacciones $Tp \times S$, $S \times A$ y $Tp \times S \times A$ no eran significativas.

Tipo de pasto (Tp)	Con manzanos			Sin manzanos			Efectos			
	B	M	C	B	M	C	Tp	S	A	Tp×A
Suplemento (S)										
PV inicial (kg)	39,7	43,4	40,0	41,7	40,1	42,4	ns	ns	***	ns
Variación PV (g/día)										
Lactación	-1	19	25	10	11	19	ns	ns	ns	ns
Post-destete	31	36	43	1	-6	13	**	ns	ns	ns
Global	13	25	33	1	2	12	**	ns	ns	ns
CC inicial (escala 1-5)	2,33	2,35	2,40	2,62	2,44	2,44	ns	ns	ns	ns
Variación CC										
Lactación	0,29	0,35	0,42	0,12	0,17	0,17	**	ns	***	ns
Post-destete	-0,08	0,15	0,02	-0,29	-0,29	-0,19	*	ns	ns	*
Global	0,21	0,50	0,44	-0,17	-0,12	-0,02	**	ns	ns	ns

de manzanos que en ausencia de ellos (36 vs. 2 g/día; 0,03 vs. -0,26 puntos CC). En el global de la estación de pastoreo, en estos dos primeros años las ovejas que pastaban en las parcelas con manzanos obtuvieron mayores ganancias de peso (24 vs. 5 g/día) y recuperaciones de CC (0,38 vs. -0,10) que las que pastaban en praderas sin manzanos.

Esta influencia positiva de la presencia de manzanos en los rendimientos de las ovejas resultó más notoria en la fase post-destete, lo cual probablemente se debió a la mayor cantidad de hierba verde disponible bajo el dosel arbóreo, manteniendo una calidad nutritiva mayor que la hierba más seca de las zonas sin manzanos. Además, la protección y sombra que brinda el arbolado en verano debió favorecer el bienestar de las ovejas, evitando un mayor estrés térmico en los días más calurosos.

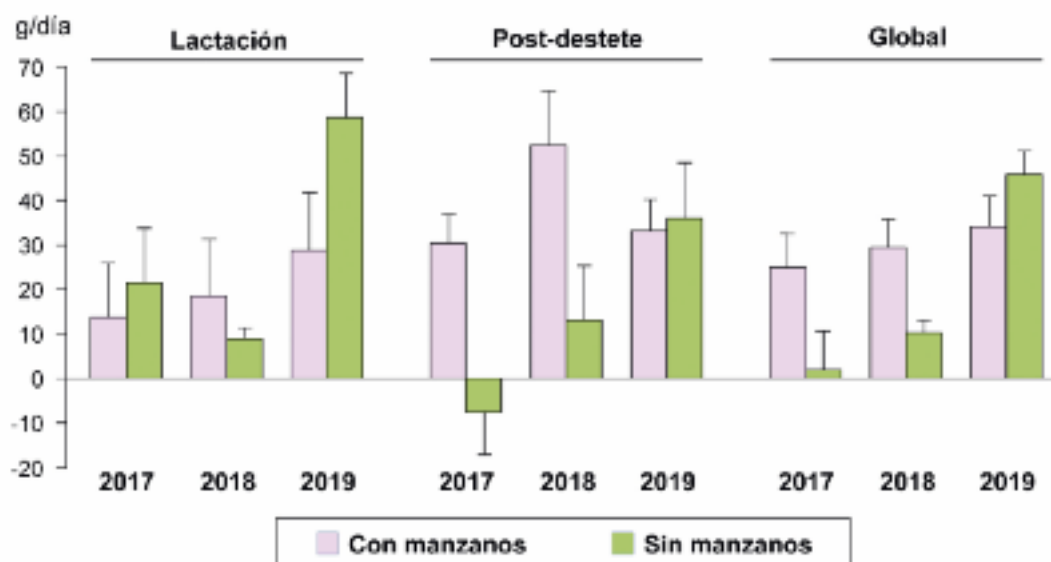
En 2019 las respuestas productivas de las ovejas se relacionaron sobre todo con la composición botánica del pasto, alterada tras la resiembra. Durante la fase de lactación de este año, las ovejas mostraron mayores aumentos de PV y CC en las parcelas sin manzanos (Figura 3) debido a que el contenido en trébol del pasto era mucho mayor en las zonas desarboladas. Es bien conocida la preferencia del ovino por el trébol blanco, de manera que sus rendimientos aumentan cuando se incrementa la disponibilidad de esta leguminosa en la cubierta. Así, al analizar

los tres años en su conjunto, no se observaron diferencias significativas entre los dos tipos de pasto en las variaciones de PV y CC durante la lactación, siendo dichas variaciones mucho más positivas en 2019 que en los dos años anteriores (38 vs. 11-12 g/día; 0,50 vs. 0,10-0,38 puntos CC). Aun así, el efecto positivo de la presencia de manzanos promediando los tres años seguía siendo significativo en la fase post-destete, tanto en términos de peso como de condición corporal (33 vs. 12 g/día; 0,04 vs. -0,22 puntos CC). Esto significa que las ovejas que pastaban en las parcelas con manzanos llegaron en mejor estado general al periodo de cubrición, en otoño, incrementando así las probabilidades de quedar gestantes y pudiéndose alargar más la estación de pastoreo, con el consiguiente ahorro en costes de alimentación.

Estado sanitario de las ovejas

Los conteos fecales de huevos de parásitos gastrointestinales no revelaron ningún efecto significativo de la suplementación con brezo en su abundancia. Como se mencionó más arriba, las ovejas apenas consumían las plantas cortadas de brezo, por lo que su efecto sobre las cargas parasitarias, al igual que sobre los rendimientos, fue insignificante. Al contrario que las ovejas, en otros estudios ya constatamos que las cabras utilizan de buen grado los brezos, repercutiendo po-

→ **Figura 3.**-Variaciones de peso vivo de las ovejas pastando en praderas con o sin manzanos en los tres años experimentales.





Año	2017 (nov.)		2018 (nov.)		2019 (julio)		Efectos	
	Con	Sin	Con	Sin	Con	Sin	Año	Tp
Estrongilados (huevos/g)	25	823	1126	397	17	56	**	ns
<i>Eimeria</i> (ooquistes/g)	-	-	40	165	122	144	ns	*

sitivamente sobre su estado sanitario y desempeño debido al efecto antihelmíntico de los taninos que contienen (Celaya *et al.*, 2016). En el presente experimento, los conteos de huevos y ooquistes presentaron una gran variabilidad entre años, parcelas e individuos. Los conteos de huevos de estrongilados (un tipo de nematodos) fueron mayores en 2018 que en 2017 y 2019, y marginalmente inferiores en las ovejas que pastaban en parcelas con manzanos respecto a las que pastaban en parcelas sin arbolado (389 vs. 425 huevos/g, diferencia no significativa). La excreción fecal de ooquistes de *Eimeria* (un género de parásito coccidio) resultó significativamente menor en las ovejas manejadas en praderas con manzanos que en las manejadas en praderas sin manzanos (81 vs. 155 ooquistes/g; Tabla 2).

En general estos resultados indican que la presencia de manzanos, además de mejorar los rendimientos de las ovejas, resultó beneficiosa para reducir la incidencia de parásitos gastrointestinales, aunque las causas de este descenso no resultan claras. La ingestión de la corteza de los manzanos pudo afectar al desarrollo de los parásitos en el tracto digestivo por algún compuesto fenólico o de otro

tipo, aunque las señales de ramoneo en los troncos solo se observaron en algunas de las parcelas. Por otro lado, no hay que olvidar que una buena condición corporal aumenta la resistencia frente a enfermedades parasitarias; y viceversa, un buen estado sanitario hace que las ovejas rindan más y mejor. Por tanto, la mayor disponibilidad de pasto de calidad en las parcelas con manzanos en verano-otoño mejoró la nutrición y estado corporal de las ovejas respecto a las que pastaban en ausencia de manzanos, lo que su vez pudo hacer que las cargas parasitarias fueran menores en las primeras. No obstante, esto no explicaría las mayores tasas de infección en las ovejas sin manzanos en julio de 2019, una vez efectuada la resiembra de las parcelas.

Rendimientos de los corderos

Las ganancias de peso de los corderos no se vieron afectadas ni por el tipo de suplementación ni por la presencia de los manzanos (Tabla 3). Por supuesto, los rendimientos de los corderos dependen sobre todo de la producción lechera de sus madres, si bien, a medida que van creciendo e incrementando la ingesta de hierba,

Tipo de pasto (Tp)	Con manzanos		Sin manzanos		Efectos			
	Sí	No	Sí	No	Tp	B	A	Tp×B
Brezo (B)					ns	*	***	ns
PV inicial (kg)	14,4	15,3	14,3	15,0	ns	*	***	ns
Variación PV (g/día)								
Periodo 1	152	168	150	157	ns	ns	***	ns
Periodo 2	79	68	86	93	ns	ns	**	ns
Global	117	129	119	127	ns	ns	***	ns
PV final (kg)	24,6	26,1	24,9	26,1	ns	ns	***	ns
Edad al sacrificio (días)	165	146	154	167	ns	ns	ns	*
Peso canal (kg)	11,5	12,3	12,3	12,2	ns	ns	***	ns
Rendimiento canal (%)	43,9	44,9	45,2	44,8	ns	ns	*	ns

←
Tabla 2.-Conteos fecales de huevos de estrongilados y de ooquistes de *Eimeria* en ovejas pastando en praderas con o sin manzanos.

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; ns: no-significativo ($P > 0,05$).

Los efectos de la suplementación de brezo y de todas las interacciones no eran significativas (análisis estadísticos realizados sobre variables transformadas logarítmicamente).

←
Tabla 3.-Ganancias de peso vivo (PV), PV final al destete y rendimientos al sacrificio de corderos criados con sus madres en praderas con o sin manzanos y suplementados o no con brezo. Medias de tres años (A: 2017-2019).

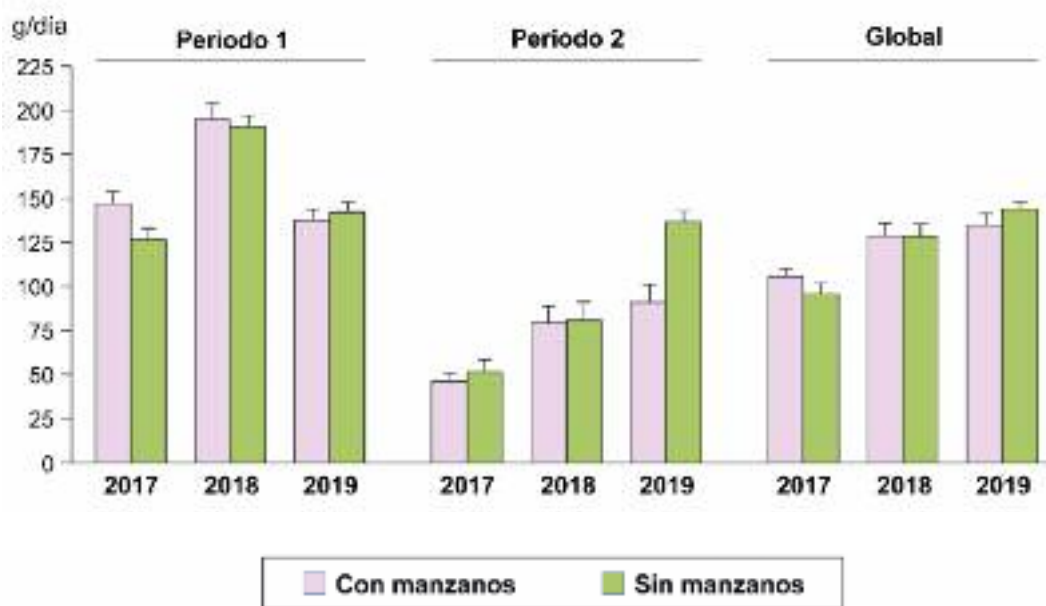
* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; ns: no significativo ($P > 0,05$).

Para todas las variables, las interacciones Tp×A, B×A y Tp×B×A no eran significativas.

Periodo 1: inicios de abril a final de mayo; Periodo 2: final de mayo hasta destete (julio).



→ **Figura 4.**-Ganancias de peso vivo de corderos criados con sus madres en praderas con o sin manzanos en los tres años experimentales. Periodo 1: desde inicios de abril a finales de mayo; Periodo 2: desde finales de mayo a destete (julio).



dependen cada vez más del estado del pasto en cantidad y calidad. Promediando los tres años experimentales, las ganancias medias de PV fueron mayores en el primer periodo tras la salida al pasto (desde inicios de abril hasta finales de mayo, 157 g/día) que en el periodo posterior (hasta el destete en julio, 81 g/día). En el global del pastoreo, las ganancias resultaron menores en 2017 (101 g/día) que en 2018 y 2019 (129 y 139 g/día, respectivamente; Figura 4). En correlación con dichas ganancias, el peso final al destete resultó superior en 2018 y 2019 (25,6 y 27,2 kg, respectivamente) que en 2017 (23,4 kg). Tras el sacrificio a una edad media similar de 158 días, se obtuvieron canales de mayor peso y un mayor rendimiento a la canal en 2019 que en 2018 (12,9 vs. 11,3 kg; 45,7% vs. 43,8%). Por tanto, los rendimientos finales de los corderos se vieron positivamente afectados por la resiembra, directa (por la mayor presencia de trébol y calidad nutritiva del pasto) o indirectamente (a través de la producción lechera de las ovejas).

En 2019, los rendimientos de los corderos en pastoreo en las 12 parcelas experimentales se compararon con un lote extra de 12 corderos suplementados con pienso de cebo. Las ganancias de PV no difirieron entre ambos sistemas, siendo mayores en machos que en hembras (159 vs. 128 g/día). Aunque el peso final resultó algo inferior en los corderos su-

plementados (26,1 vs. 27,7 kg en los no suplementados), fue en buena parte debido al periodo experimental más corto en los primeros, cuya fase de cebo comenzó un mes más tarde que la salida al pasto de los corderos no suplementados. Aun así, tras su sacrificio a una edad similar de 160 días, el peso medio de la canal resultó superior en los corderos no suplementados que en los suplementados (12,7 vs. 11,4 kg), al igual que el rendimiento a la canal (45,8% vs. 43,6%). En correspondencia con las ganancias de PV, los corderos machos presentaron mayores pesos medios al destete (28,6 vs. 25,3 kg) y de la canal (12,6 vs. 11,5 kg), si bien el rendimiento a la canal resultó numéricamente inferior al de las hembras (44,0% vs. 45,5%, diferencia estadísticamente no significativa). No se observó ninguna interacción significativa entre el sistema de alimentación y el sexo del cordero. En resumen, la suplementación con pienso no resultó en ventajas en los parámetros productivos de los corderos respecto a los que se obtuvieron en praderas de buena calidad. Más aún, tal suplementación supondría un incremento de costes sin ningún beneficio.

Consideraciones finales

En general, la presencia de manzanos fue beneficiosa para mejorar el rendimiento de las ovejas, sobre todo en vera-

no-otoño tras el destete de los corderos, además de reducir la incidencia de parásitos gastrointestinales. El aporte de bloques minerales o plantas de brezo no tuvo ningún efecto positivo en la producción ovina ecológica. Los daños en los troncos de los manzanos por el mordisqueo de la corteza solo se observaron en parcelas específicas en cada año, por lo que no cabe relacionarlos con los tratamientos de suplementación. Esto sugiere que las ovejas no comen la corteza por falta de minerales ni como intento de aliviar su carga parasitaria. Más bien parece que algunas ovejas aprenden y adoptan este comportamiento alimentario para complementar de alguna manera la dieta herbácea (p.ej. para regular la función digestiva o ruminal), aunque no conozcamos el beneficio concreto que les reporta. Para evitar estos daños en los manzanos habría que instalar protectores de algún tipo alrededor de los troncos, lo que supone un incremento de los costes. En un proyecto anterior hubo que instalar protectores cilíndricos de malla metálica con abertura en embudo en la parte superior para impedir el acceso de las ovejas al tronco y a los brotes de manzanos jóvenes (Martínez *et al.*, 2010). Otra opción sería retirar a tiempo las ovejas que muestren tendencia a comer la corteza de los troncos de los manzanos.

A pesar del inconveniente anterior, el pastoreo de ovino puede favorecer la producción de manzana por otras vías. Uno de los aspectos positivos que presenta este sistema mixto de ovino y manzano es sobre el control de poblaciones de roedores, que pueden producir graves daños al sistema radicular de los frutales. Aunque no se ha investigado en este proyecto, en estudios anteriores se observó que la presencia y actividad del topillo lusitano (*Microtus lusitanicus*) era menor en presencia de ganado ovino que en pumaradas no sometidas a pastoreo (Somoano *et al.*, 2013).

Para concluir, podemos decir que los sistemas mixtos agropastorales de ovino y manzano de sidra representan una alternativa interesante en la producción ecológica. Además de diversificar la producción, se ahorraría en costes de fertilización, maquinaria, combustibles y tra-

tamientos rodenticidas para el buen mantenimiento de las pumaradas, si bien se ha de procurar en todo momento que las ovejas no afecten negativamente a los manzanos. Además de por la presencia de manzanos, la producción de ovino de carne se vio beneficiada por la adecuada composición botánica del pasto en términos de presencia de leguminosas como el trébol blanco, y por tanto de la buena calidad nutritiva del mismo. El aporte de pienso durante dos meses no supuso ninguna ventaja en los rendimientos de los corderos. En un próximo artículo se expondrán diversos aspectos de la calidad de la carne de estos corderos ecológicos.

Agradecimientos

El proyecto EcoLamb fue financiado por la Red del Espacio Europeo de Investigación sobre la Producción Animal Sostenible (ERA-Net SusAn, PCIN-2017-111), a través del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). El autor forma parte del grupo de investigación NySA (Nutrición y Sanidad Animal) del SERIDA, financiado por el Gobierno del Principado de Asturias (PCTI 2021-2023, GRUPIN: IDI2021-000102) y FEDER.

Referencias bibliográficas

- CELAYA, R.; GARCÍA PRIETO, U.; MARTÍNEZ MARTÍNEZ, A.; OSORO, K. (2016). El brezo como planta medicinal antiparasitaria para el ganado caprino. *Tecnología Agroalimentaria*, 18: 34-41.
<http://www.serida.org/pdfs/6730.pdf>
- CELAYA, R.; ROSA GARCÍA, R. (2022). El consorcio EcoLamb para la producción sostenible de carne de cordero en Europa. *Tecnología Agroalimentaria*, 26: 20-24.
<http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=8392>
- MARTÍNEZ, A.; CELAYA, R.; OLIVÁN, C.; CASTRO, P.; OSORO, K. (2010). Producción ecológica agro-ganadera y alternativas de diversificación. Monografía 71 pp. SERIDA, Consejería de Medio Rural y Pesca, Gobierno del Principado de Asturias.
<http://www.serida.org/pdfs/4451.pdf>
- SOMOANO, A.; MIÑARRO, M.; CELAYA, R. (2013). Pastoreo con ovejas en plantaciones de manzano: ¿una estrategia para controlar roedores plaga? *XI Congreso de la Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos*. SECEM, Avilés, Asturias. ■



El rendimiento del cultivo de kiwi depende de una buena polinización por insectos

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

ROCÍO ROSA GARCÍA. Área de Nutrición, Pastos y Forrajes. rocior@serida.org

DANIEL GARCÍA GARCÍA. Departamento de Biología de Organismos y Sistemas, Universidad de Oviedo. Instituto Mixto de Investigación en Biodiversidad (CSIC-Universidad de Oviedo-Principado de Asturias). danielgarcia@uniovi.es

La rentabilidad del cultivo de kiwi depende tanto de la cantidad (número) como de la calidad (tamaño) de los frutos producidos, para lo cual estos frutos deben cuajar tras la indispensable polinización de las flores. La polinización del kiwi tiene requerimientos particulares relacionados con su propia biología reproductiva. En primer lugar, el kiwi es una especie dioica, con flores masculinas y femeninas en distintos árboles (Figura 1), lo que obliga al polen a viajar una distancia mayor que en especies con flores masculinas y femeninas en la misma planta. En segundo lugar, el tamaño de un kiwi depende en gran medida del número de semillas que contiene, que a su vez depende del número de granos de polen que llegan y fecundan los óvulos. Por tanto, las flores

de kiwi necesitan recibir notables cantidades de polen para producir frutos de buen tamaño. Los insectos polinizadores son el principal vehículo de transporte de este polen entre las flores masculinas y las femeninas y los responsables de los buenos tamaños de fruto (Miñarro y García, 2016). Conscientes de ello, gran parte de los kiwicultores introducen en sus cultivos colmenas de polinizadores. Sin embargo, estos polinizadores prefieren a menudo visitar las flores de otras plantas que las del kiwi porque estas últimas no producen néctar, una fuente de azúcar vital para estos insectos. Por todo ello, el cultivo del kiwi presenta en ocasiones limitaciones de polen, lo que significa que sus flores no reciben todo el polen que necesitan para obtener las mejores producciones.





←
Figura 1.-Flor femenina (A) y flor masculina (B). La flor femenina tiene un ovario bien desarrollado en el centro con estigmas largos que recogen el polen para la fecundación y un anillo de estambres que producen polen estéril, no funcional. La flor masculina tiene numerosos estambres que producen polen fértil, funcional.

Ante este escenario, realizamos un estudio de polinización para responder a estas preguntas:

1) ¿Qué insectos están polinizando los kiwis en Asturias y cuáles son más eficaces?

2) ¿Sufre el kiwi limitaciones de polinización que afecten al rendimiento del cultivo?

3) ¿Depende el rendimiento del cultivo de las comunidades de polinizadores?

4) A su vez, ¿afectan el manejo de colmenas y el paisaje circundante a dichas comunidades?

veces entre la de mayor y la de menor densidad.

El paisaje circundante en el radio de 1 km alrededor de las plantaciones estuvo dominado por prados, con un 46% de la superficie, seguido de hábitats leñosos seminaturales (bosques, *sebes* y brezales; 26%), plantaciones de eucalipto (10%), suelo urbanizado (8%), plantaciones frutales (7%) y otros hábitats como ríos o roquederos (3%). No obstante, hubo mucha variación entre sitios. Por ejemplo, la cobertura de prados alrededor de las plantaciones osciló entre el 20% y el 69%.

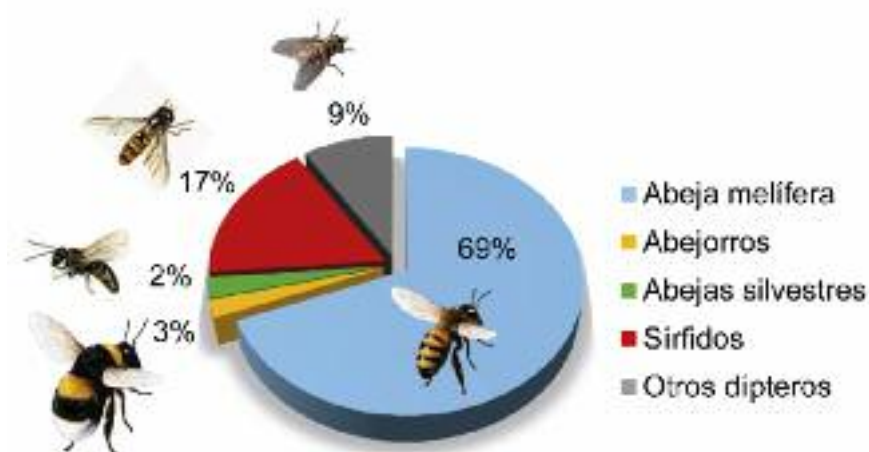
La abeja melífera es el polinizador más abundante

Cada plantación fue visitada una vez al año durante la floración, y durante esa visita se muestreó la actividad de los polinizadores a tres horas diferentes (12, 14 y 16 horas) para cubrir un amplio rango de actividad de los polinizadores. En cada muestreo registramos el número de visitas de insectos a las flores del kiwi durante 5 minutos en un área de 1 m de diámetro de la copa de 5 árboles distintos. Las observaciones en cada plantación supusieron 75 minutos de observación cada año (3 censos * 5 árboles * 5 min).

Después de 2273 observaciones de insectos visitando flores podemos concluir, en primer lugar, que las flores del kiwi son visitadas por una **comunidad de**

Las plantaciones de estudio

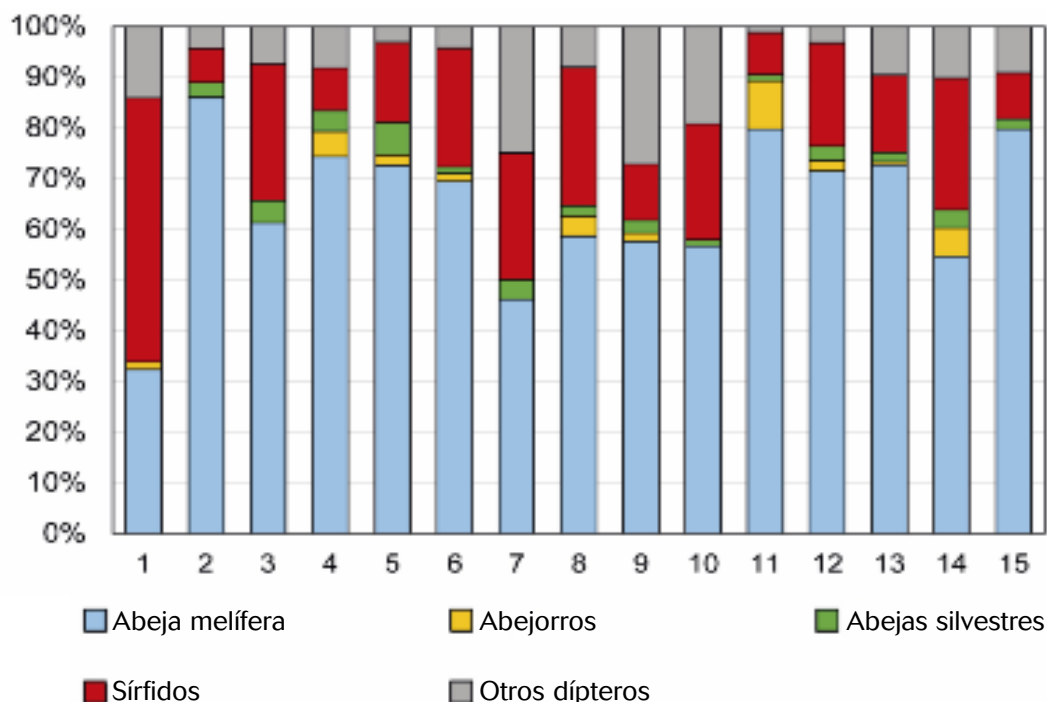
En 2015 y 2016 cuantificamos la abundancia y el número de especies de polinizadores en 15 y 14 plantaciones de kiwi asturianas, respectivamente. Todos los árboles hembra fueron de la variedad "Hayward", mientras que los árboles macho fueron de diferentes variedades, incluso en una misma plantación. La proporción macho:hembra en cada plantación osciló entre 1:10 y 1:3. El 73% (2015) y el 66% (2016) de las plantaciones tuvieron colmenas de abeja doméstica o melífera (*Apis mellifera*) y/o de abejorros comerciales (*Bombus terrestris*) para fomentar la polinización. El número de colmenas en estas plantaciones fue muy variable, con diferencias de hasta 10



↑
Figura 2.-Composición de la comunidad de insectos polinizadores del kiwi en Asturias. Datos de 2 años en 15 plantaciones.

polinizadores diversa, compuesta por al menos 51 especies de insectos. Entre ellas, registramos 21 especies de sírfidos, 18 especies de abejas (la melífera más 17 especies silvestres) o 4 especies de abejorros. En segundo lugar, concluimos que **la abeja melífera**, con el 69% de las visitas, es el polinizador más abundante en el cultivo del kiwi en Asturias (Figura 2). Esta abeja fue el polinizador dominante en todas las plantaciones menos en una (Figura 3). Los dípteros, sobre todo sírfidos, fueron el segundo polinizador más abundante, con el 26% de las visitas. Las abejas silvestres (3%) y los abejorros (2%) completaron la comunidad de polinizadores.

→
Figura 3.-Composición de la comunidad de insectos polinizadores del kiwi en cada una de las 15 plantaciones.



Pero los abejorros son mejores polinizadores que la abeja de la miel

Para evaluar qué insecto es mejor polinizador del kiwi comparamos la eficacia polinizadora de la abeja melífera frente al abejorro *B. terrestris*, evaluando el efecto de una única visita a las flores sobre el cuajado (porcentaje de flores que dan lugar a fruto) y el peso de los frutos (Miñarro y Twizell, 2014). Para ello, envolvimos flores femeninas aún cerradas con una redcilla que impedía el paso a los insectos. Una vez que una flor se abría exponiendo sus órganos reproductores retiramos la redcilla y esperamos a que recibiera una primera visita, bien de una abeja o bien de un abejorro. Tras esa visita volvimos a cubrir la flor y, una vez caídos los pétalos, cuando la flor ya no era receptiva, retiramos la redcilla. Durante la cosecha se comprobó si la flor había cuajado dando lugar a un fruto, en cuyo caso, se recogía y se pesaba. De este modo determinamos la eficacia de cada polinizador tras una única visita. Estos resultados fueron comparados con los de flores que estuvieron siempre cubiertas, de modo que no recibieron visitas de ningún insecto.

De manera complementaria, estudiamos el comportamiento de alimentación

de abejas melíferas, abejorros y sírfidos registrando la tasa de visita (el número de flores visitadas por minuto) y la legitimidad de las visitas (si en la visita a una flor femenina el insecto contacta con los estigmas la visita es considerada legítima pues el insecto puede transferir polen a la flor).

Los abejorros son polinizadores más eficaces que la abeja melífera en la medida en que el 100% de las flores que recibieron su visita dieron frutos (frente al 91% en el caso de las abejas; Figura 4A) y en que esos frutos resultaron un 34% más pesados (79,7 g frente a 59,4 g) (Figura 4B). En ambos casos los pesos fueron inferiores a los de un kiwi comercial estándar, lo que puede deberse en parte a que una única visita no es suficiente para una polinización del todo satisfactoria y en parte a que la plantación del estudio no fue regada, lo que limitó el engorde de los frutos. Es necesario señalar que el cuajado (44%) y el peso del fruto (35,8 g) en las flores que no recibieron visitas de insectos fueron aún menores, lo que confirma la **importancia de los insectos para la polinización** de este cultivo (Figura 4A y B).

Las abejas fueron polinizadores más rápidos que los abejorros, visitando 4,5 flores por minuto (frente a 3,1; Figura 3C). Sin embargo, los abejorros mostraron un comportamiento polinizador más eficiente porque contactaron con los órganos reproductores femeninos con más frecuencia (86,3% de los casos) que las abejas melíferas (67,5 %) y que los sírfidos (34,2%) (Figura 3D). Esto concuerda con los mejores resultados en términos de cuajado y peso del fruto en las visitas de abejorros, pues el aumento de la frecuencia de los contactos con los estigmas de la flor contribuye a una mejor polinización.

Hay margen para mejorar la polinización

Para valorar los efectos de la polinización en el rendimiento del cultivo, comparamos el cuajado y el peso de los frutos obtenidos de flores "normales", accesibles a los polinizadores, con los de flores que además de las visitas de los insectos recibieron un suplemento de polen que aportamos manualmente. Para ello, cada flor femenina fue rozada con

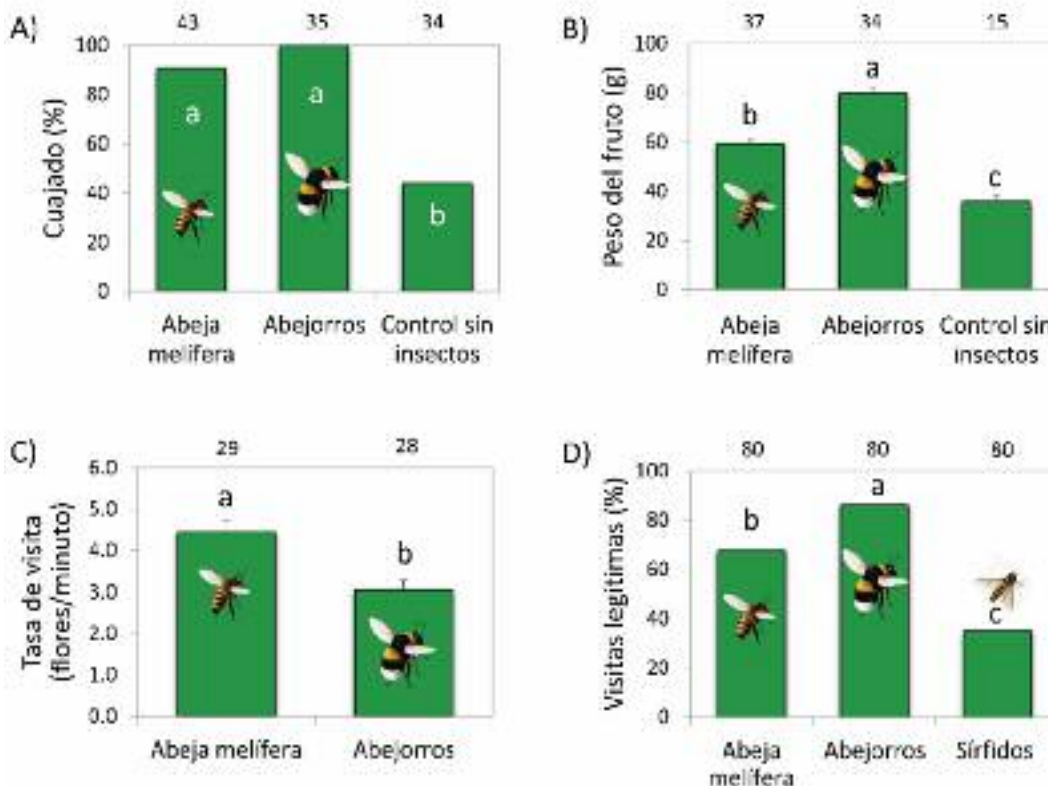


Figura 4.-Eficacia polinizadora y comportamiento alimenticio de diferentes polinizadores. (A) Cuajado de frutos (porcentaje de flores que dan lugar a frutos) y (B) peso medio de los mismos tras una única visita de un polinizador a las flores del kiwi y comparación con flores que no recibieron visitas de insectos. (C) Tasa promedio de visita (número medio de flores visitadas por minuto) y (D) visitas legítimas (contacto con órganos reproductores de la flor). Los números en la parte superior de cada columna indican el tamaño de muestra. Para cada gráfica, diferentes letras indican diferencia estadística entre especies y/o el control. Las barras sobre las columnas en B) y C) indican el error estándar.



Figura 5.-Producción de kiwis en flores que recibieron (izquierda) y que no recibieron (derecha) un suplemento manual de polen. Se puede apreciar un mayor cuajado (20 frutos en 20 flores) y un tamaño mayor y más homogéneo con el suplemento de polen. Esto es señal de que en esta plantación había una limitación de polinización.

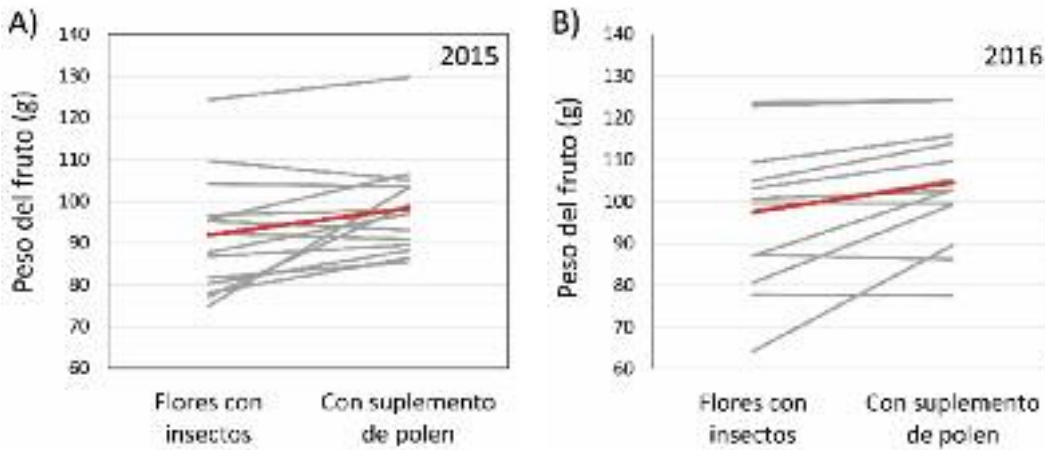
tres flores masculinas cortadas de árboles de la propia plantación. Si no encontráramos diferencias en el cuajado o el peso de los frutos entre flores “normales” y “suplementadas” podríamos concluir que las flores, en condiciones normales, están recibiendo el aporte de polen correcto y necesario para maximizar la producción. Sin embargo, si al suplementar con polen encontramos incrementos en el cuajado o el peso de los frutos, concluiríamos que las plantas, en condiciones normales, sufren una limitación de polinización; dicho de otro modo, si recibiesen más polen darían más y/o mayores frutos.

El nivel de cuajado del kiwi fue muy alto y no hubo diferencias entre tratamientos: el 95,8% y el 95,4% de las flores con y sin suplemento de polen, respectivamente, dieron lugar a frutos. Sin embargo, sí encontramos evidencias de limitaciones de polinización en el peso de los frutos, que, considerando los dos años y el global de plantaciones, resultaron un 7,2% más pesados cuando se añadió polen manualmente (100,9 g y 94,1 g de

media con y sin suplemento de polen, respectivamente; Figuras 5 y 6). La limitación del polen no fue uniforme en todas las plantaciones, en algunas de las cuales el peso de los frutos fue similar entre tratamientos. Por el contrario, en otras plantaciones los frutos resultaron hasta un 40% más pesados con el suplemento de polen (Figura 5).

Estos resultados muestran que, en términos globales, **el cultivo de kiwi en Asturias sufre limitaciones de polinización y que en algunas plantaciones la polinización es mejorable**. Una gestión adecuada de la polinización podría aumentar el peso de los frutos (y el rendimiento y el valor económico asociados) hasta un 40%. El peso del fruto de un kiwi depende en gran medida del número de semillas, que a su vez depende del número de granos de polen que fecundaron los óvulos. Una flor contiene hasta 1500 óvulos y un kiwi de 100 g tiene alrededor de 1200 semillas, lo que significa que la flor recibió al menos 1200 granos de polen compatible. Por lo tanto, la diferencia de peso del fruto refleja que las flores femeninas reciben





←
Figura 6.-Comparación del peso de los frutos obtenidos de flores con acceso a insectos polinizadores con los de flores que además de las visitas de los insectos recibieron un suplemento de polen, en los dos años de estudio. Cada línea gris representa una plantación y la línea roja la media del total de plantaciones.

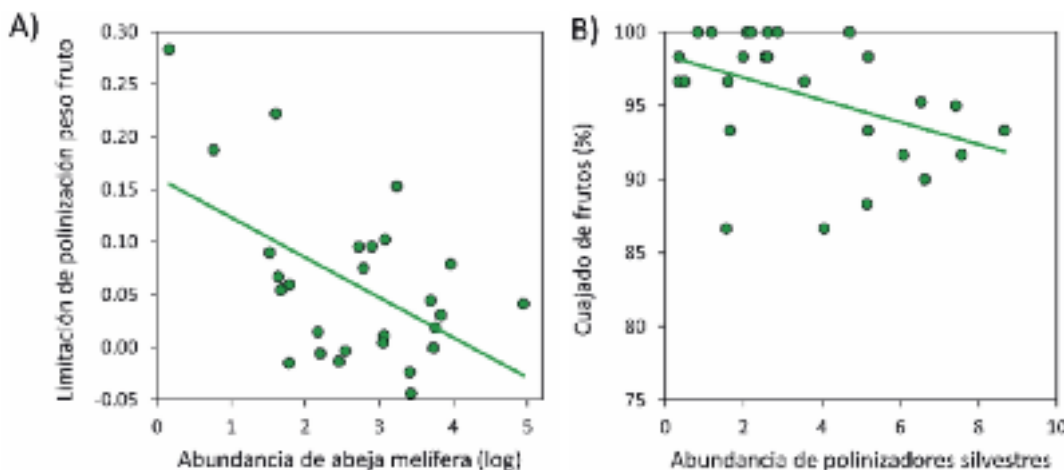
una cantidad insuficiente de polen masculino compatible. Esto podría ser el resultado de la escasez de polinizadores para transferir el polen de las flores masculinas a las femeninas, de una baja disponibilidad de polen en las plantaciones debido a la baja proporción de árboles masculinos o, incluso, de la falta de compatibilidad o sincronización de floración entre las flores masculinas y femeninas.

A más abejas, menos limitación de polinización

La cosecha de kiwis se vio afectada por la abundancia local de polinizadores. Por un lado, **la limitación de la polinización en el peso de los frutos disminuyó cuando aumentó la abundancia de abejas melíferas** (Figura 7A). Es decir, las plantaciones con más visitas de abejas obtuvieron frutos con un peso similar a los obtenidos con el suplemento de po-

len. Esto sugiere que la gran abundancia de este polinizador puede compensar su baja eficacia en términos de visitas legítimas y eficacia polinizadora (Figura 4).

Por otro lado, la abundancia de polinizadores silvestres se relacionó negativamente tanto con el cuajado de frutos como con su peso (Figura 7B). Dado el elevado número de granos de polen necesarios para obtener un fruto comercial, es probable que el rendimiento de este cultivo esté más relacionado con la contribución particular del polinizador más abundante (la abeja melífera) que con la contribución global de los polinizadores silvestres, al contrario de lo que ocurre por ejemplo en el manzano (Miñarro et al., 2018a) o en el arándano (Miñarro y García, 2022). Hay que tener en cuenta que el 57% de las especies de polinizadores en el presente estudio fueron dípteros, que representaron el 26% de las visitas (Figura 2). Estas especies aumen-



←
Figura 7.-Ejemplo de los efectos de la abundancia de polinizadores sobre la producción del kiwi de acuerdo a los modelos estadísticos.
 (A) Incrementos de la abundancia de abeja melífera suponen una reducción de la limitación de polinización observada en el peso del fruto.
 (B) Incrementos en la abundancia de polinizadores silvestres suponen una disminución del porcentaje de cuajado de frutos.

↓
Figura 8.-Efectos de la densidad de colmenas en el cultivo y de la estructura del paisaje sobre la abundancia de polinizadores de acuerdo a los modelos estadísticos.
 (A) Abundancia de abeja melífera y polinizadores silvestres en función de la densidad de colmenas en el cultivo. Se puede observar que la abundancia no aumenta con la densidad de colmenas, lo que indica que la abundancia de polinizadores es independiente del uso de colmenas en el cultivo.
 (B) Disminución de la abundancia de abeja melífera con el incremento de la cobertura de prados alrededor del cultivo.
 (C) Incremento de la abundancia de polinizadores silvestres con el incremento de la cobertura de hábitat leñoso seminatural (bosques, sebes, matorral).

taron notablemente la abundancia de polinizadores silvestres en ciertas plantaciones (Figura 3), pero probablemente contribuyeron poco a la polinización del kiwi debido a su comportamiento polinizador muy pasivo y a las bajas tasas de visitas legítimas (Figura 4D).

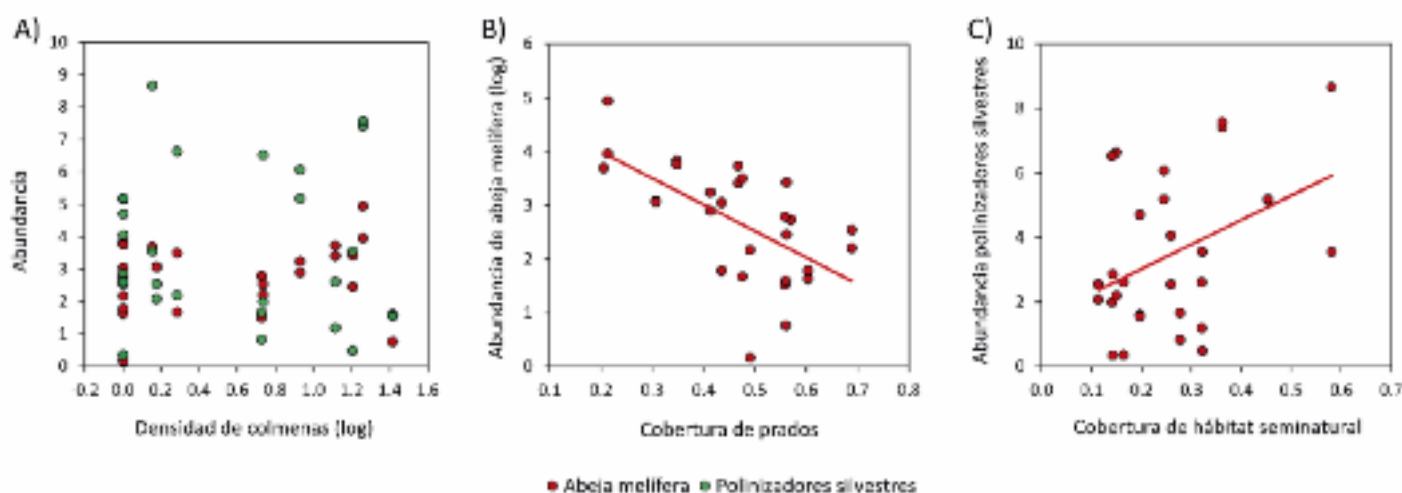
En nuestros análisis también incluimos la proporción de árboles macho y árboles hembra en las plantaciones como factor susceptible de influir en el cuajado y el peso de los frutos, pero no encontramos ningún efecto, lo que indica que las proporciones de sexos empleadas en las plantaciones de Asturias son en general apropiadas.

La composición del paisaje, más que la introducción de colmenas, afecta a las visitas de polinizadores al cultivo

El manejo de colmenas de abejas melíferas y/o abejorros no tuvo ningún efecto significativo sobre las visitas de polinizadores a las flores del kiwi, es decir, que las **plantaciones con más colmenas no recibieron necesariamente más visitas de los insectos ‘domésticos’** que otras con menos e incluso sin éstas. (Figura 8A). Esto sugiere que, en gran medida, los individuos del principal responsable de la polinización del kiwi, la abeja melífera, aparecen en las plantaciones de forma espontánea atraídos desde las zonas circundantes por la floración masiva del kiwi, enmascarando así el efecto espera-

do de las colonias introducidas intencionadamente. Esta circunstancia no es exclusiva de este cultivo, pues ya hemos detectado ese mismo patrón en los cultivos de arándano y manzano (Miñarro et al., 2018a; Miñarro y García, 2022). Por ejemplo, en un estudio de polinización en 26 plantaciones de manzano, encontramos que la abeja melífera fue el polinizador predominante tanto global (61% de abundancia) como localmente (en 21 de las 26 plantaciones) a pesar de que sólo 3 de las 26 tenían colmenas de abejas (Miñarro et al., 2018a). Estas abejas melíferas podrían proceder de los pequeños y profusos colmenares domésticos del paisaje circundante, de las colocadas en otras plantaciones frutales próximas, e incluso de poblaciones asilvestradas.

Al contrario que el uso de colmenas, **la estructura del paisaje que rodea las plantaciones de kiwi sí contribuyó a explicar la variabilidad local de las comunidades de polinizadores.** Hay que tener en cuenta que las abejas melíferas y los abejorros son insectos capaces de desplazarse varios kilómetros en busca de una fuente de alimento. Por tanto, un paisaje con abundantes recursos florales o de nidificación puede albergar poblaciones de polinizadores con mayor número de individuos que luego se desplazan al cultivo atraídos por su floración. Pero también puede ocurrir que las plantas circundantes coincidan con el cultivo en el momento de floración y que, si son más atractivas que el propio cultivo, resten po-



linizadores al mismo. Esto parece haber ocurrido en nuestro estudio, donde la abundancia de abejas melíferas visitando el kiwi fue menor en plantaciones con mayor cobertura de prados a su alrededor (Figura 8B). Como las flores de kiwi carecen de néctar, las abejas melíferas tienen que buscar fuentes alternativas de alimento azucarado, probablemente en las flores de los prados que rodean los cultivos. Por el contrario, las visitas de los polinizadores silvestres se vieron favorecidas por una mayor cobertura de hábitat seminatural (bosques, sebes, matorral; Figura 8C), quizás porque estos hábitats son ricos en recursos de anidación, alimentación y refugio (Miñarro et al., 2018b).

Recomendaciones de manejo para fomentar las visitas de polinizadores al kiwi

La abeja melífera es el principal polinizador del kiwi en Asturias, por lo que los kiwicultores deberían fomentar sus poblaciones, máxime cuando la producción depende de la abundancia de las poblaciones locales de estos insectos. Al mismo tiempo, los productores de kiwis deberían reducir la competencia por los polinizadores con otras plantas de floración simultánea, por ejemplo mediante desbrozado. No obstante, hay que tener en cuenta que esta competencia sucede a escala de paisaje, donde el productor tiene normalmente limitado su radio de acción. En cualquier caso, se deberían **explorar nuevos enfoques en la gestión de las colmenas**, como rociar los árboles de kiwi con fragancias atrayentes o jarabe de azúcar para aumentar la permanencia de las abejas melíferas en el cultivo (De Piano et al., 2022; Meroi Arcerito et al., 2021). Además, distribuir las colmenas uniformemente por la plantación conlleva mejores niveles de fructificación que colocarlas todas juntas en un solo lugar (Li et al., 2022).

Agradecimientos

Al proyecto INIA E-RTA2013-00072-C03 (MinECo y FEDER) por la financiación. A los productores por dejarnos investigar en sus plantaciones. A Alejandro Núñez, David Luna y Rodrigo Martínez por su colaboración en la toma de datos. Y a Alejandro Núñez también por su contribución a la identificación de los polinizadores.

Bibliografía

- DE PIANO, F.G.; MEROI-ARCERITO, F. R.; DE FEUDIS, L.; BASILIO, A. M.; GALETTO, L.; EGUARAS, M. J., & MAGGI, M. D. (2021). Food supply in honeybee colonies improved kiwifruit (*Actinidia deliciosa* Liang & Ferguson) (Actinidiaceae: Theales) pollination services. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 80: 31-36.
- LI, J.; BROUSSARD, M.; TOMER, N.; JOCHYM, M.; FONSEKA, D.; PEACE, A.; ... & PATTEMORE, D. (2022). Honey bee (*Apis mellifera*) hive placement is more influential than orchard layout on the fruit set of a dioecious crop. *Ecological Modelling* 472: 110074.
- MEROI ARCERITO, F. R.; DE FEUDIS, L. L.; AMARILLA, L. D.; GALETTO, L.; MITTON, G.; FERNÁNDEZ, N., ... & MAGGI, M. (2021). Fragrance addition improves visitation by honeybees and fruit quality in kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 101: 5082-5088.
- MIÑARRO, M.; GARCÍA, D. (2016). Manzana, kiwi y arándano: sin insectos no hay frutos ni beneficios. *Tecnología Agroalimentaria* 18: 4-8.
- MIÑARRO, M.; GARCÍA, D. (2022). Los abejorros son imprescindibles para la polinización del arándano. *Tecnología Agroalimentaria* 26: 2-9.
- MIÑARRO, M.; TWIZELL, K.W. (2015). Pollination services provided by wild insects to kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *Apidologie* 46: 276-285.
- MIÑARRO, M.; GARCÍA, D.; MARTÍNEZ-SASTRE, R. (2018a). Biodiversidad de polinizadores en el manzano de sidra. *Tecnología Agroalimentaria* 21: 17-24.
- MIÑARRO, M.; GARCÍA, D.; MARTÍNEZ-SASTRE, R. (2018b). Los insectos polinizadores en la agricultura: importancia y gestión de su biodiversidad. *Ecosistemas* 72: 81-90. ■



Nuevo escenario para la producción de arándano en Asturias

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



Foto 1.-Nueva plantación de arándanos en su primer año.

El arándano está experimentado un espectacular crecimiento a nivel mundial en los últimos 20 años, tanto en el campo de la producción como en el del consumo.

Si bien este cultivo se inició en Norteamérica, actualmente el arándano se está expandiendo por nuevas áreas geográficas tanto del hemisferio norte como del hemisferio sur, abarcando diversas climatologías, desde zonas frías y húmedas hasta secas y cálidas. En estas últimas, destacan países como México, Perú, Marruecos o Sudáfrica, en los que el

arándano era totalmente inexistente hace dos décadas.

Esta nueva situación ha sido posible gracias a la llegada de soluciones para los tres obstáculos principales a los que se enfrentaba este cultivo para su desarrollo a nivel global: el climático, el edáfico y la calidad del agua de riego.

El clima representaba, hasta ahora, un hándicap muy importante, dado que solo existían variedades con requerimiento de altas y medias necesidades de reposo invernal (horas frío). Sin embargo, la mejora





genética ha hecho posible la creación de nuevas variedades con necesidades muy bajas en horas frío, incluso de cero horas frío, que se adaptan perfectamente para su cultivo en latitudes muy bajas, como es el caso, por ejemplo, de Perú, Ecuador o Sudáfrica.

El cultivo del arándano requiere suelos con un pH ácido, ligeros y buen drenaje. La posibilidad de cultivar en suelos no aptos se ha resuelto con el desarrollo del cultivo en sustrato fuera de suelo. Hoy día existen en todo el mundo miles de hectáreas de arándano con este sistema de cultivo.

La calidad del agua en el riego del arándano es otro factor clave de su cultivo, ya que no tolera bien la salinidad ni el exceso de algunos iones específicos, situación que daría valores elevados de la conductividad eléctrica (CE), que es el indicador que permite conocer la salinidad del agua que se está empleando. La implementación de equipos de ósmosis inversa, o proceso mediante el cual los iones disueltos se eliminan del agua, permitirían disminuir la CE. No obstante, el empleo de esta herramienta difícilmente podría ser viable económicamente en la actualidad.

Gracias a la aparición de estas nuevas variedades y técnicas de cultivo, el sector ha experimentado cambios muy relevantes en todas las etapas de la cadena de valor, desde el campo a la comercialización, pero de forma muy significativa en la producción y, específicamente, en la presencia estacional del producto.

Hasta hace poco más de una década, el arándano era un fruto de temporada, con nichos de mercado muy concretos sin apenas oferta y, por lo tanto, precios muy elevados, como ocurría en los meses de septiembre y octubre. No obstante, hoy en día ya se puede afirmar que la temporada natural del arándano se ha alargado y está presente en la mayoría de los supermercados los 12 meses del año, manteniendo un precio estable como ocurre con la mayoría de las frutas más consumidas (naranjas, manzanas, plátanos, peras, ...). Además, la mejora en la logística de transporte y la conservación

de los frutos permite encontrar arándanos frescos en cualquier supermercado durante todo el año y en cualquier parte del mundo.

Nuevos retos para la expansión del cultivo en Asturias

En Asturias, el nuevo escenario productivo mundial obliga a plantear los siguientes desafíos en el cultivo:

1. Replanteamiento de las fechas de cosecha más interesantes.
2. Recambio varietal.
3. Control de riesgos climáticos y mejora de la calidad del fruto.
4. Minimizar el periodo improductivo y maximizar la productividad.

1. Replanteamiento de las fechas de cosecha más interesantes

La expansión del cultivo del arándano en Asturias se inició, de manera importante, hace algo más de 15 años. En aquel momento se apostaba, principalmente, por variedades de cosecha muy tardía (septiembre-octubre), ya que era el periodo estacional en el que se conseguían los mejores precios en el mercado. Actualmente, la situación ha dado un giro radical al entrar en juego nuevas zonas de producción, previamente mencionadas, y con producciones de fruta de muy superior calidad.

Entre las variedades tardías de nueva genética que se recomendaban en aquellos años destacan 'Aurora', variedad de tipo *Highbush* seleccionada por su productividad y fruto de tamaño grande, pero de sabor bastante ácido por lo que la mayoría de mercados no la aceptan, sobre todo cuando hay opciones de mayor calidad; y 'Ochlockonee', variedad de tipo *Rabitley*, muy tardía, muy productiva, pero con fruto de poca calidad principalmente por su bajo calibre para las exigencias del mercado actual.

La rentabilidad de estas explotaciones se ha visto seriamente comprometida



con la llegada al mercado, en las mismas fechas, de fruta de mayor calidad y a precios muy competitivos.

En septiembre y octubre nuestra competencia vendría marcada principalmente por países del hemisferio sur como Perú, Argentina o Sudáfrica, y del hemisferio norte como México. En los meses de inicio del verano la oferta ya es inexistente, por lo que estos dos meses, **junio y julio, supondrían una de las mejores ventanas productivas para nuestra región.**

Por otra parte, la producción de arándanos en el hemisferio norte en los meses de junio y julio tampoco es elevada, ya que las producciones de invierno-primavera, tanto de Marruecos como de España (Huelva), finalizan en junio. Desde esta fecha, hasta finales de julio, este nicho de mercado de principios de verano está mucho menos cubierto, ya que las principales producciones proceden del centro-norte de Portugal, norte de España, Croacia, Serbia, Rumania y Georgia principalmente, este último enfocado mayoritariamente

al mercado ruso. Aun siendo varios países, el sumatorio de su producción en este periodo representa una menor oferta que la de los países más al norte, como Polonia, Ucrania, Alemania, Holanda etc., que centran su cosecha desde mitad de julio a septiembre.

Este panorama productivo favorece, actualmente, que los mejores precios de mercado se alcancen desde finales de mayo a finales de julio.

A la ventaja económica marcada por el mayor precio de la fruta en este periodo, hay que añadir otras dos más. Por una parte, al producir en estos meses, la inversión económica puede reducirse al no ser tan imprescindible la cubierta para la lluvia. No obstante, resulta aconsejable cubrir, al menos una parte de la superficie ocupada por las variedades que producen en esta fecha, para mejorar la logística de la recogida y asegurar la calidad de la fruta. Y, por otra parte, en junio-julio la calidad del fruto no se ve comprometida por la *Drosophila suzukii*, principal plaga del arándano hoy día en nuestra región, ya que el impacto negativo de esta especie invasora ocurre, hasta ahora, principalmente a partir de agosto.

2. Recambio varietal

Muchas de las variedades que conforman las plantaciones asturianas realizadas desde el año 2000 tienen, a día de hoy, serias dificultades de producción y, sobre todo, de calidad de fruto, lo que genera problemas en la comercialización.

En un escenario de demanda creciente de arándanos y con mayores exigencias del mercado en cuanto a calidad del fruto se refiere, la mayoría de las variedades cultivadas actualmente están sufriendo un rechazo, tanto por la distribución como por el consumidor final. Estos problemas en la comercialización vienen dados por dos cuestiones principales, la textura del fruto en algunos casos y, la alta acidez en otros.

En consecuencia, resulta imprescindible una renovación varietal del cultivo, sobre todo para la época de cosecha en media estación y tardía.

↓
Foto 2.-Variedad de cosecha temprana, Alixblue.



Actualmente, existen nuevas variedades en el mercado con gran potencial productivo y de calidad de fruto, tanto de la especie *Vaccinium corymbosum*, también conocida comúnmente como *Highbush del Norte* y tradicionalmente mejor adaptada a nuestro tipo de cultivo al aire libre, como variedades híbridas (*V. corymbosum* x *V. darrowi*) o *Highbush del Sur*, con una mejor calidad de fruto que las anteriores, pero más apropiadas para cultivo protegido.

3. Control de riesgos climáticos y mejora de la calidad del fruto

A la hora de cultivar arándanos en nuestra región debemos tener presente las peculiaridades climáticas.

La climatología asturiana, en la mayoría de los años, destaca por los elevados valores de la humedad relativa durante la primavera-verano y por las lluvias frecuentes durante la cosecha que dificultan la logística del personal en el cultivo al aire libre. A esta climatología adversa, que ocasiona serios problemas incidiendo negativamente sobre la producción y la calidad organoléptica del fruto, hay que añadir la presencia de la plaga *D. suzukii*, que aproximadamente a partir del ecuador del verano, incide también negativamente en el éxito del cultivo. Por ello, es evidente la necesidad de buscar soluciones que contribuyan a minimizar las pérdidas económicas.

Desde el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario del Principado de Asturias (SERIDA) se lleva años recomendando a los agricultores que, para poder afrontar este cultivo con garantías, reduciendo los riesgos generados por fenómenos meteorológicos adversos (precipitaciones, alta humedad, granizo cada vez más frecuente, etc.), así como para mejorar las condiciones sanitarias del cultivo, con atención especial al problema de la *D. suzukii*, es **aconsejable cubrir los cultivos con estructuras ligeras**, a modo de paraguas. La colocación de estas coberturas debe realizarse, principalmente, durante el periodo de cosecha, siendo imprescindible su uso para las variedades tardías, de producción desde finales de julio en adelante.

En las campañas de los años 2017 y 2018, posiblemente las peores desde el año 2000, con lluvias fuertes y continuadas, temperaturas muy bajas y muy pocos días de sol durante toda la primavera-verano, los escasos productores que tenían cobertura en sus explotaciones pudieron salvar la cosecha. Por el contrario, el resto no sólo la perdió prácticamente toda, debido mayormente a la elevada incidencia de plagas y enfermedades, sino que la calidad de los escasos frutos recolectados fue bajísima.

Esto ha hecho al sector tomar conciencia de la importancia de la instalación de estas cubiertas, que cada vez son más habituales en las explotaciones profesionales asturianas, principalmente para producciones de cosecha tardía.

Además de ganar en seguridad y calidad de fruto para las variedades tradicionales de zonas frías y húmedas, como las que se cultivan en toda la cornisa cantábrica, el uso de estas cubiertas amplía en gran medida el catálogo de variedades que sería posible cultivar en nuestra región, añadiendo a la lista algunas híbridas, o de media y bajas necesidades en horas frío, como las ya mencionadas. Estas nuevas variedades, que debido a su precocidad en floración y menor tolerancia al frío invernal deben cultivarse necesariamente bajo cubierta, es decir, desde floración a final de cosecha, poseen una mayor productividad y una mayor calidad de fruto, entendiendo como tal el tamaño, textura y dulzor.

4. Minimizar el periodo improductivo y maximizar la productividad

El ajuste y bajada de precios al agricultor, unido a la subida de todos los costes de producción, obligan a optimizar las técnicas agronómicas para recoger la primera cosecha antes de los tres años de cultivo establecidos.

Hoy día, a la hora de realizar una nueva plantación de arándano es totalmente imprescindible, para conseguir un buen desarrollo del cultivo, realizar todas las labores de preparación del suelo con la mayor precisión y rigor posibles, tanto

para la parte física como la que se refiere a la fertilidad del suelo. También es una exigencia utilizar la máxima calidad de planta posible, ya que de ello dependerá la rápida y abundante entrada en producción.

Por otro lado, muchos suelos son poco o nada aptos para el cultivo del arándano, por las exigencias que requiere. El "cultivo fuera de suelo" o en "contenedor" permite solventar estos problemas estableciendo el cultivo en cualquier tipo de suelo, incluso en superficies sin suelo vegetal o con problemas fitosanitarios.

El cultivo sobre sustrato en contenedor es una técnica emergente cada vez más utilizada para la producción de arán-

dano a nivel mundial y se está extendiendo a todos los *berries*. Aunque, si bien es cierto que precisa de una mayor inversión por superficie, también lo es que la misma se recupera de una manera más rápida.

El cultivo del arándano en contenedor se basa en un sustrato preparado a la carta para cada especie, variedad o tipo de clima, que utiliza principalmente fibra de coco, turba, corteza pino y perlita, en distintas mezclas y proporciones, según cada caso.

Cultivo en sustrato

Estos sustratos poseen una alta porosidad que proporciona mucha oxigenación

→
Foto 3.-Cultivo de arándanos protegido bajo túnel tipo minicapilla.





←
Foto 4.-Variedad Camellia, en cultivo en sustrato y bajo túnel tipo minicapilla, al año siguiente de plantación.

al sistema radicular, lo que, unido a la fertirrigación ajustada a cada caso, se traduce en un mayor y más rápido crecimiento y producción. Si, además, consideramos la alta densidad de plantación que se utiliza, entre 8.000-10.000 plantas/ha, que se traduce en un aumento de las producciones por unidad de superficie, la reducción del periodo improductivo con posibilidad de acortar a la mitad el tiempo de espera para la entrada y plena producción de las plantas, este sistema productivo cobra especial interés.

A modo de ejemplo, el cultivo en contenedor de variedades híbridas permite obtener producciones de 1-3 kg/planta, según variedades, al año siguiente de plantación.

El Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario de Asturias (SERIDA) ha iniciado un ensayo con una representación de estas nuevas variedades a fin de evaluar su comportamiento productivo, fitosanitario y calidad de fruto. Se han incluido variedades del tipo *High-bush del Sur*, como 'Alixblue', 'New Hanover', 'Miss Alice' o 'Camellia', de bajas y medias necesidades en horas frío, gran calidad de fruto y con inicio de la cosecha a finales de mayo, pero recomendadas para cultivo bajo plástico, variedades del tipo *V. corymbosum* como 'Megasblue' y 'Titanium', para cosecha en media estación; así como 'Velluto Blue', variedad muy tardía y de buena calidad de fruto, del grupo de arándanos conocidos como *Rabbiteye (V. ashei)*. ■





El paisaje agrícola tradicional de Asturias limita la expansión de las plagas de roedores

AITOR SOMOANO GARCÍA. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Investigación en Fruticultura. SERIDA. aitors@serida.org
JACINT VENTURA QUEIJA. Departament de Biologia Animal, de Biologia Vegetal i d'Ecologia, Facultat de Biociències, Universitat Autònoma de Barcelona. Àrea de Recerca en Petits Mamífers, Museu de Ciències Naturals de Granollers. jacint.ventura.queija@uab.cat
MARCOS MIÑARRO PRADO. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Investigación en Fruticultura. SERIDA. mminarro@serida.org

↑
Típico paisaje rural asturiano, con pequeños parches de plantaciones frutales, prados y otros cultivos rodeados de setos y bosquetes.

La tendencia general a la intensificación de la agricultura desde mediados del siglo pasado ha provocado una disminución de la heterogeneidad del hábitat y un incremento de la presencia y la gravedad de los daños producidos por roedores perjudiciales para la agricultura, como el topillo campesino, *Microtus arvalis*, o la rata topera, *Arvicola scherman* (Figura 1) (Luque-Larena *et al.* 2013, Halliez *et al.* 2015). La rata topera está ampliamente extendida en Asturias, donde encuentra su hábitat idóneo en prados y plantaciones de frutales. Este roedor causa importantes pérdidas agrícolas al alimentarse de los cultivos y generar montones de tierra en superficie debido a su actividad ex-

cavadora. Se tiene constancia de que la rata topera es una especie perjudicial en esta región desde al menos el siglo XVII, cuando ya se señala su presencia en las llanuras de Villaviciosa y sus efectos dañinos en frutales y otros cultivos (Somoano 2020). Resultados recientes indican que, al menos en las zonas bajas de Asturias, la rata topera puede reproducirse durante todo el año mostrando un alto potencial reproductivo: una hembra puede llegar a producir hasta 28 crías en un solo año (Somoano *et al.* 2018).

La densidad de las poblaciones de rata topera experimenta oscilaciones muy notables, con años de elevada abundancia



←
Figura 1.-Ejemplar de rata
topera, *Arvicola
scherman*.

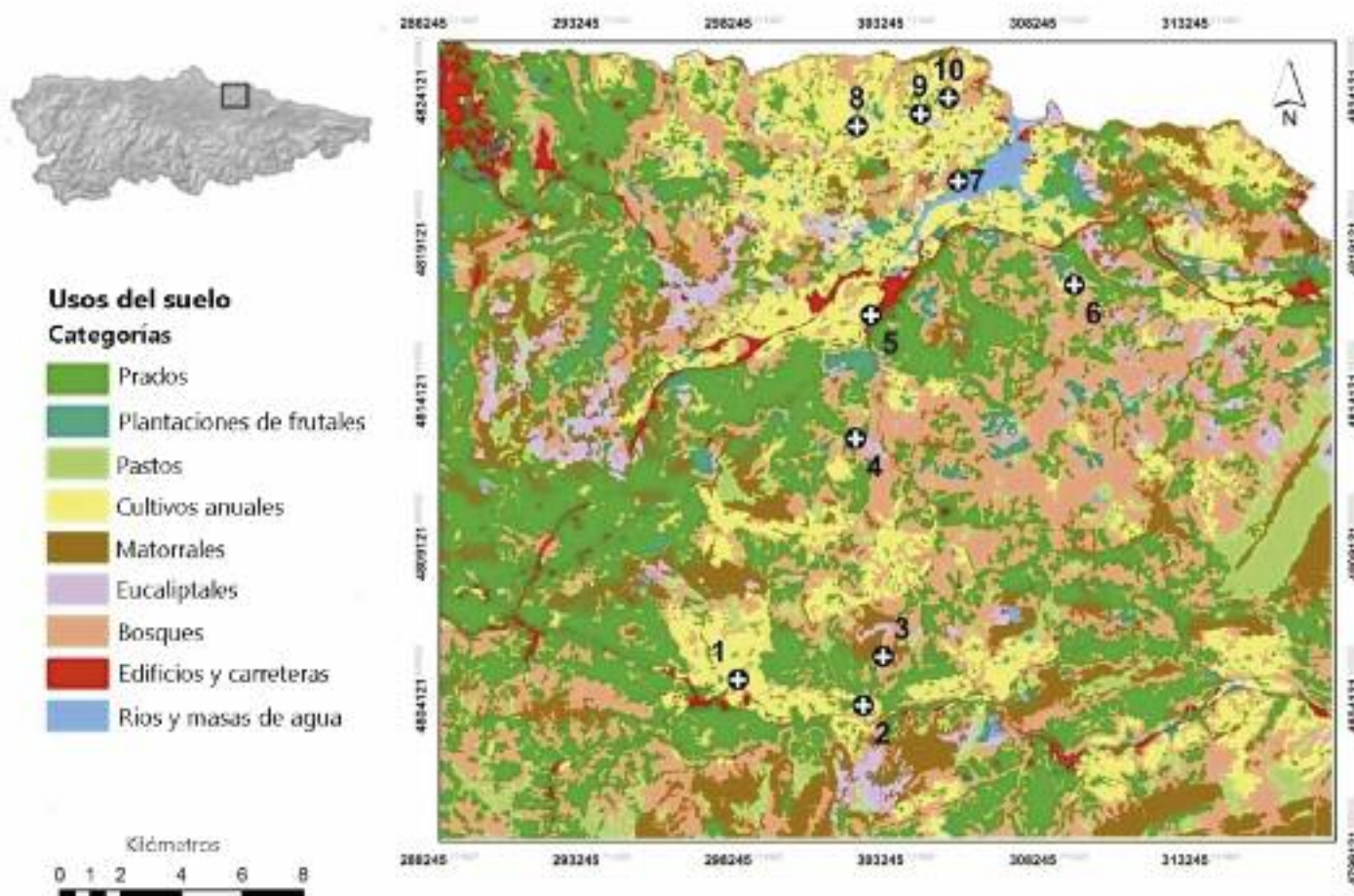
de individuos e importantes daños agrícolas asociados, seguidos de otros con densidades y perjuicios considerablemente menores. Cuando ocurren las explosiones demográficas (picos de población), estos roedores pueden dispersarse fácilmente en paisajes dominados por hábitats favorables, posibilitando que estos incrementos de densidad poblacional sucedan a gran escala. Es el caso de muchas regiones montañosas europeas dominadas por prados, donde esta especie puede extenderse en el territorio a medida que aumentan sus poblaciones (Halliez *et al.* 2015). El caso opuesto podría ser el paisaje agrícola asturiano, conformado por un mosaico de parcelas con diferentes usos del suelo separadas por setos o muros, y donde las manchas forestales son relativamente frecuentes. Se supone que una baja proporción de hábitats favorables compromete la dispersión y la colonización de nuevos hábitats. Para comprobar esta hipótesis hemos utilizado un enfoque que combina la genética de poblaciones y el estudio del

paisaje a escala local en la Comarca de la Sidra, una zona tradicionalmente afectada por esta plaga. Según este planteamiento, si poblaciones relativamente próximas en el espacio son muy diferentes genéticamente es porque el paisaje está dificultando el contacto entre ellas. Y, al contrario, poblaciones en estrecho contacto serán genéticamente muy parecidas. El objetivo de este estudio fue determinar en qué medida el paisaje en mosaico asturiano afecta a la capacidad de dispersión de la rata topera y minimiza la escala a la que suceden las explosiones demográficas.

Descripción del estudio

Se seleccionaron 10 plantaciones de manzano en los concejos de Villaviciosa y Nava, con una distancia entre sitios que osciló entre 1,1 y 20,5 km. En cada plantación se capturaron entre 11 y 18 ejemplares de rata topera (137 en total) para evaluar la variación genética a nivel de población y de individuo. Los análisis





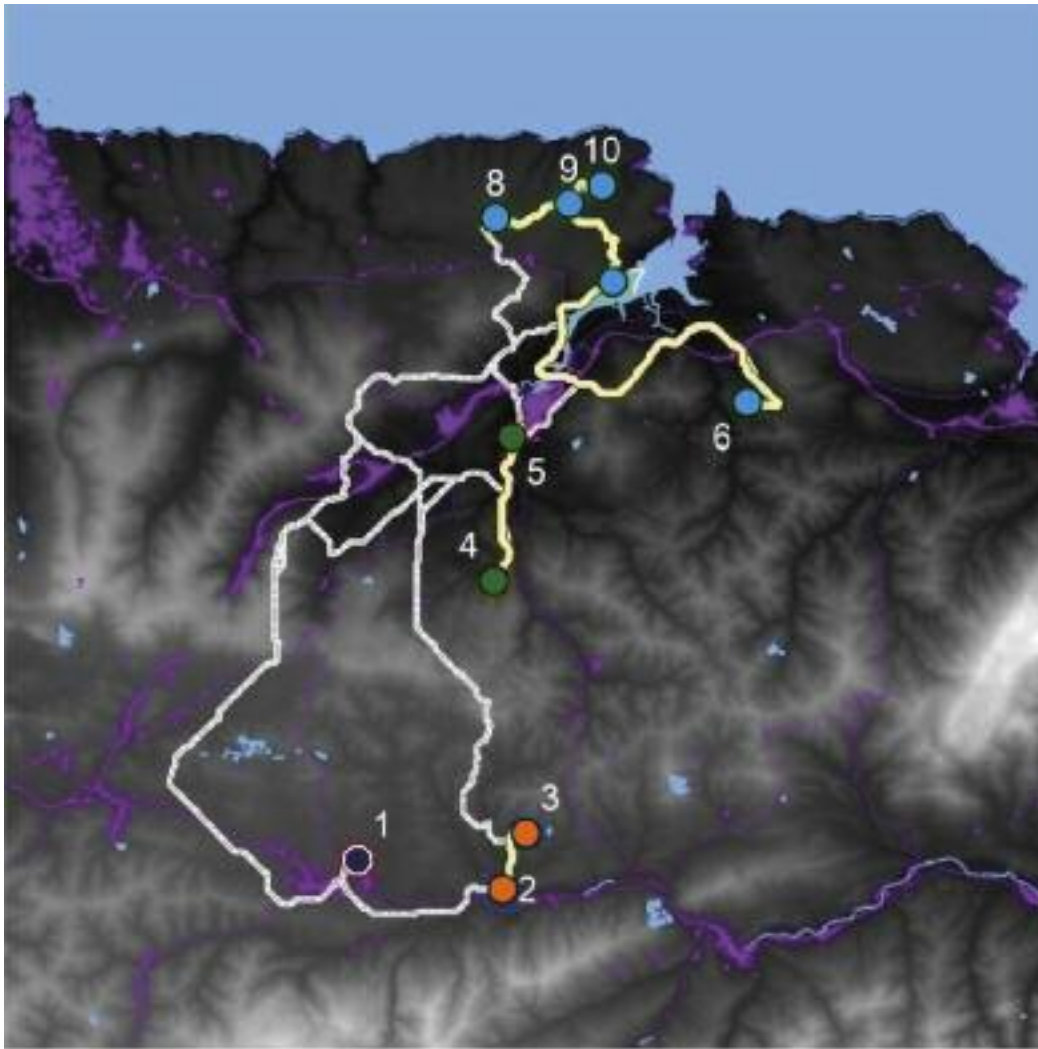
↑
Figura 2.-Localización de la zona de estudio en Asturias, enmarcada por un cuadrado negro, y mapa de usos del suelo (información obtenida del Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España, SIOSE) en la zona. Las plantaciones muestreadas se indican con números: 1, Vegadali; 2, Ceceda; 3, Fresnadiello; 4, Poreño; 5, Villaviciosa; 6, Priesca; 7, Rozada; 8, Oles; 9, Teleña; 10, Marina.

genéticos se realizaron a partir del ADN genómico. Cada muestra se analizó mediante amplificación por PCR de 12 loci microsatélites divididos en dos paneles multiplex (para más detalle metodológico ver Somoano *et al.* 2022). Tras evaluar los genotipos resultantes, se determinaron las diferencias genéticas entre individuos y la estructura genética poblacional en este territorio agrícola. Es decir, se estudió cuál era el grado de parentesco entre los individuos y su representación en el terreno. A su vez, se caracterizaron la cobertura y el uso del suelo en el área de estudio mediante sistemas de información geográfica y se desarrolló un modelo de resistencia a la dispersión según la habitabilidad y la permeabilidad de los hábitats para la rata topera (hábitats favorables: prados, plantaciones de frutales, pastos; hábitats desfavorables: matorrales, eucaliptales, bosques, carreteras) (Figura 2). De esta manera, además de las distancias en línea recta (llamadas distancias euclidianas) se obtuvieron unas distancias que tienen en cuenta la dificultad



que ofrece cada hábitat a ser atravesado por la especie y que se conocen como distancias de resistencia. Por último, también se tuvo en cuenta la idoneidad del paisaje que separaba las poblaciones, que se calculó como la proporción de hábitats favorables para la rata topera respecto al total.

Estructura genética: ¿cómo están relacionadas las poblaciones?

La estimación total de la distancia genética mostró un valor medio de 0,168 (rango: 0,128 - 0,219), lo que refleja una alta diferenciación genética o, lo que es lo mismo, un bajo grado de parentesco entre las poblaciones analizadas. El número de agrupaciones genéticas entre individuos (K), teniendo en cuenta las distancias (software Geneland), dio como resultado más probable K = 4 en todas las repeticiones, con una distribución de



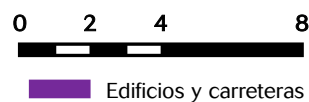
Rutas de mínimo coste

-  Dentro de agrupamiento
-  Entre agrupamientos

Elevación

-  1160 m
-  0 m

Kilómetros



las poblaciones en dirección norte-sur (Figura 3). Según esto, se distinguirían 4 grupos de poblaciones distintas (representadas por diferentes colores en la Figura 3). Sin tener en cuenta la distancia espacial (software Structure), el análisis indicó la máxima probabilidad para $K = 3$ (Figura 4a) y $K = 8$ (Figura 4c). Ambas aproximaciones coinciden en una distribución significativa de los individuos en 4 grupos ($K = 4$, Figura 3b). No obstante, $K = 8$ reflejó también una agrupación altamente consistente, donde se observa una subdivisión de los grupos poblacionales mayores en grupos más pequeños. Estos resultados indican que en la zona de es-

tudio podrían distinguirse, según la metodología empleada, desde 3 hasta 8 agrupaciones de rata topera con contacto limitado entre sí.

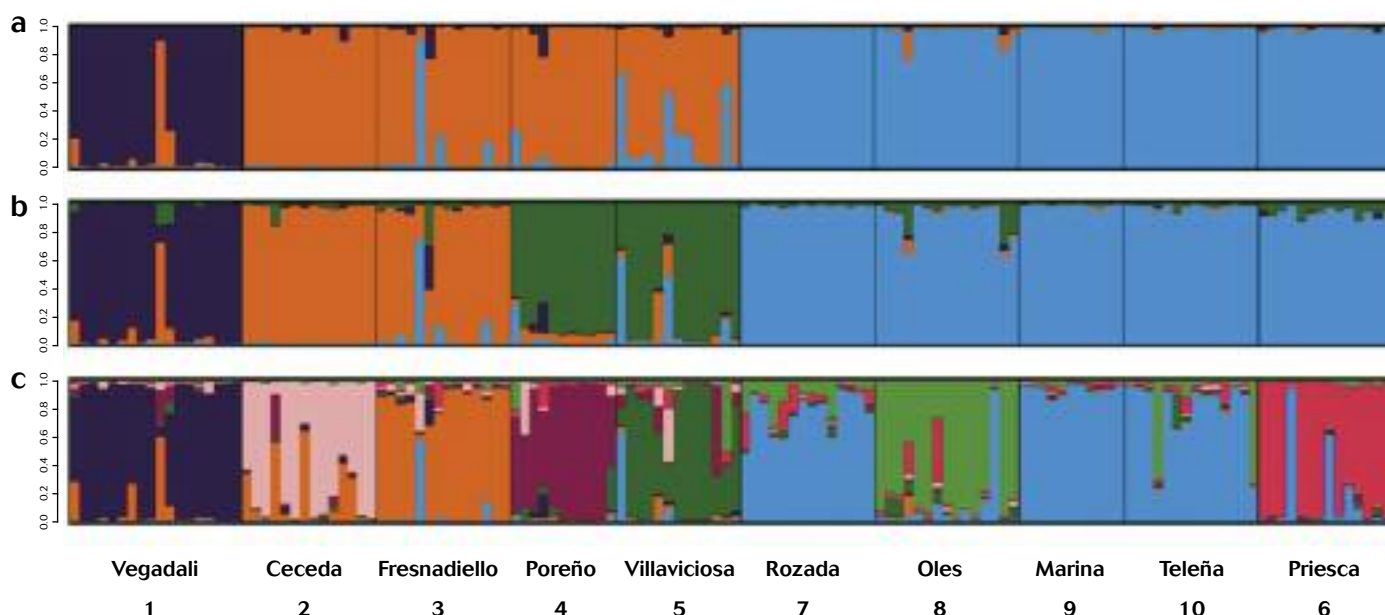
El paisaje influye en la estructura genética

La relación entre la distancia euclidiana entre poblaciones y su diferenciación genética fue positiva y altamente significativa, lo que demuestra un fuerte patrón de aislamiento por distancia (Figura 5a), que corresponde a una elevada acumulación de variación genética asociada a una



Figura 3.-Poblaciones de rata topera estudiadas: 1, Vegadali; 2, Ceceda; 3, Fresnadiello; 4, Poreño; 5, Villaviciosa; 6, Priesca; 7, Rozada; 8, Oles; 9, Teleña; 10, Marina. Cada color indica la pertenencia a un agrupamiento estimado teniendo en cuenta las distancias geográficas (Geneland) y sin tener éstas en cuenta (Structure) para $K = 4$. Las rutas de mínimo coste se representan dentro y entre las agrupaciones genéticas (líneas amarillas y blancas, respectivamente). También se muestran las principales características del relieve, las edificaciones y las carreteras de la zona de estudio.





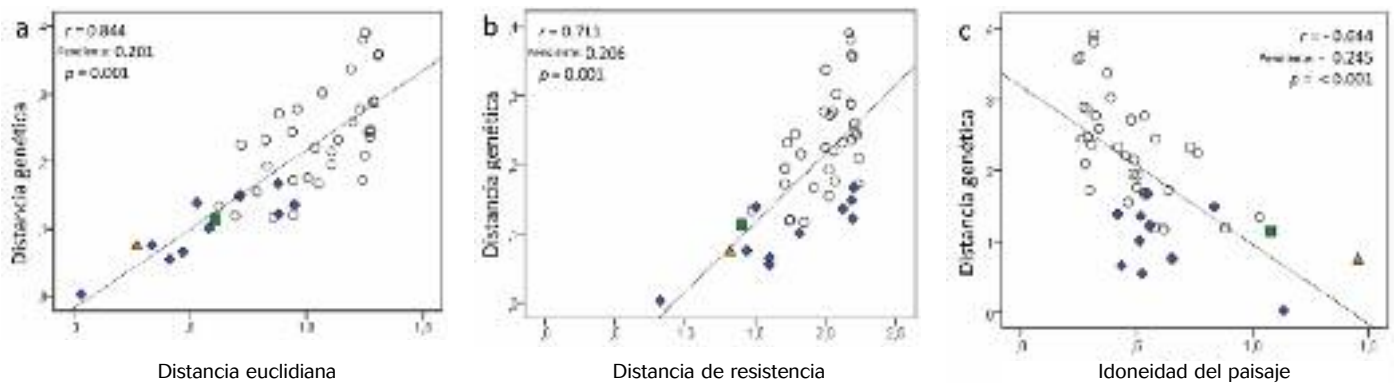
↑ **Figura 4.**—Coeficientes de parentesco de los individuos de las diez poblaciones de rata topera inferidos utilizando el software Structure para agrupamientos K = 3 (a), K = 4 (b) y K = 8 (c). Cada línea vertical representa un individuo, y el color mayoritario en cada caso refleja la pertenencia más probable a un agrupamiento estimado. Por ejemplo, en (a) se intuyen tres agrupamientos, cada uno con un color diferente y que corresponden a las poblaciones indicadas bajo la figura.

dispersión limitada. Cuando se consideraron las distancias de resistencia a la dispersión, también hubo una relación positiva altamente significativa y, por tanto, un patrón de aislamiento debido a esa resistencia (Figura 5b). Todos estos resultados indican que cuanto más separadas en el espacio estén las poblaciones de ratas toperas y más dificultades tengan éstas para atravesar los distintos hábitats, mayor será el aislamiento y mayores las diferencias genéticas entre poblaciones. Asimismo, se observó un porcentaje relativamente bajo de hábitats favorables para la especie en el área de estudio ($31,6\% \pm 10,0$ desviación estándar), incluso dentro de los agrupamientos (idoneidad del paisaje: 24,4; 49,0 y 53,4% respectivamente en las agrupaciones de norte a sur para K = 3). De hecho, los datos de idoneidad del paisaje mostraron una relación inversa significativa con la diferenciación genética entre poblaciones (Figura 5c), es decir, el aislamiento entre estas fue mayor cuanto menos favorable era el paisaje que las separaba. Esto demuestra que un paisaje en mosaico, con abundancia de hábitats desfavorables para la rata topera, supone un obstáculo para su dispersión y es coherente con la observación de que los individuos dentro de las agrupaciones estaban más emparentados entre sí que cuando se consideraban individuos de cualquier población escogidos al azar.

Esta relación de parentesco se mantuvo sólo hasta 2800 m de distancia, a diferencia de lo que ocurre en paisajes homogéneos, donde el parentesco se mantiene hasta los 30 km (Somoano *et al.* 2022).

Conclusiones

Con un enfoque de genética de poblaciones se ha probado la hipótesis de que paisajes heterogéneos comprometen la colonización de nuevos hábitats por parte de las plagas de roedores, lo que se refleja aquí en la estructura genética de la rata topera a escala local. La alta diferenciación genética entre poblaciones indicó un patrón jerárquico de hasta ocho agrupamientos potencialmente relevantes, independientemente de la distancia a la que se encontrasen dichas poblaciones. De acuerdo con nuestra hipótesis, la configuración del paisaje agrícola tradicional de Asturias puede considerarse un factor clave para limitar el avance de las poblaciones de la rata topera. La baja conectividad entre hábitats adecuados y la relativa baja proporción de estos hacen que este paisaje sea poco permeable a la este roedor y que la colonización de nuevos territorios se vea limitada por dificultades de dispersión y el aumento de la mortalidad asociada a la depredación (Somoano *et al.* 2022).



Implicaciones para el control poblacional de la plaga

La variación genética observada parece indicar que la dinámica poblacional de la rata topera consiste en un conjunto de subpoblaciones (aquí agrupamientos) separadas en el espacio que mantienen solo un cierto grado de interacción; se trataría de una metapoblación. Los agrupamientos determinados en el presente estudio pueden considerarse, por tanto, unidades demográficas en gran medida independientes, cuyo tamaño depende principalmente de las tasas locales de natalidad y mortalidad, más que del intercambio de individuos entre poblaciones próximas. En paisajes agrícolas homogéneos las explosiones demográficas de rata topera se producen a escala regional debido a la dispersión sin obstáculos, y por tanto el manejo de esta plaga debe abordarse a gran escala. En cambio, la estructura genética de esta especie en el paisaje agrícola heterogéneo de Asturias indica que sus explosiones demográficas pueden tener lugar a escala de subpoblación y el manejo, por tanto, puede abordarse a una escala menor y de manera independiente del de zonas relativamente próximas. Así, una proporción global de hábitats favorables por debajo del 35% podría ser una limitación para la dispersión de las ratas toperas más allá de los 2,8 km. Nuestros resultados apoyan empíricamente el valor intrínseco de los paisajes complejos para modular las densidades poblacionales de especies que dependen de las características del hábitat, como son los roedores perjudiciales para la agricultura.

Agradecimientos

A los propietarios que nos permitieron capturar roedores en sus pomaradas. Esta investigación ha sido financiada por los proyectos FICYT PC10-52 (Gobierno del Principado de Asturias, FEDER, Caja Rural de Gijón, CADAE y AACOMASI), RTA2013-00039-C03-01 y RTA2017-00051-C02-01 (INIA, Ministerio de Economía y Competitividad y FEDER), PCTI 2021-2023 (GRUPIN: IDI-2021-000102, Gobierno del Principado de Asturias y FEDER), y el programa PTA2020-AEI (AS).

Referencias bibliográficas

- HALLIEZ, G., RENAULT, F., VANNARD, E., FARNY, G., LAVOREL, S., GIRAUDOUX, P. 2015. Historical agricultural changes and the expansion of a water vole population in an Alpine valley. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 212: 198–206.
- LIQUE-LARENA, J. J., MOUGEOT, F., VINUELA, J., JAREÑO, D., ARROYO, L., LAMBIN, X., ARROYO, B. 2013. Recent large-scale range expansion and outbreaks of the common vole (*Microtus arvalis*) in NW Spain. *Basic and Applied Ecology*. 14: 432-441.
- SOMOANO, A., VENTURA, J., MIÑARRO, M. 2018. Reproducción continua de la rata topera en pomaradas asturianas. *Tecnología Agroalimentaria*. 20: 22 - 27.
- SOMOANO, A. 2020. El papel de la rata topera (*Arvicola scherman*) como plaga agrícola en el noroeste de España: ¿desde cuándo? *Galemys* 32: 61–63.
- SOMOANO, A., BASTOS-SILVEIRA, C., VENTURA, J., MIÑARRO, M., HECKEL, G. 2022. Bocage landscape restricts the gene flow of pest vole populations. *Life* 12: 800. ■

↑
Figura 5.—Aislamiento por distancia (a), aislamiento por resistencia (b), y relación entre la idoneidad del paisaje y la distancia genética (c) en las poblaciones estudiadas. Los gráficos muestran la distancia genética frente al logaritmo de la distancia euclidiana, al logaritmo de la distancia de resistencia y al logaritmo de la idoneidad del paisaje para todos los pares de poblaciones. Las comparaciones (para K = 4) dentro del mismo agrupamiento se muestran de la siguiente forma: triángulo naranja, Fresnadiello y Ceceda; cuadrado verde, Poreño y Villaviciosa; rombo azul, Priesca, Rozada, Oles, Teleña y Marina.





La sarna sarcóptica en especies domésticas y silvestres del Principado de Asturias. Diagnóstico y vacunas

ROSA CASAS Goyos. Área de Sanidad Animal. Centro de Biotecnología Animal. rosacg@serida.org

→
Figura 1.-Imagen del
ácaro *Sarcoptes scabiei*.



La sarna sarcóptica es una ectoparasitosis de distribución mundial causada por el ácaro *Sarcoptes scabiei* (artrópodo miembro de la clase *Arácnida*, subclase *Acari*, orden *Astigmata* y familia *Sarcoptidae*) (Figura 1). Se trata de una patología de la piel altamente contagiosa, de gran relevancia económica, ecológica y sanitaria en poblaciones humanas, de ganado

doméstico y fauna silvestre. Es una zoonosis, una enfermedad infecciosa que se transmite de forma natural de animales al hombre, afectando a más de 300 millones de personas en el mundo (WHO, 2001). La sarna humana prevalece sobre todo entre las clases socioeconómicas pobres, malnutridas y con condiciones higiénicas inadecuadas. La enfermedad es



endémica entre los miembros de algunas comunidades aborígenes de la zona norte y central de Australia, en las cuales el 50% de los niños pueden estar infectados con *S. scabiei* (Hamural y col. 2003). Además, la enfermedad afecta a un amplio rango de mamíferos domésticos y silvestres (Elgart, 1990; Zahler y col., 1999). En el ganado, el intenso prurito asociado con la enfermedad interfiere con la producción de leche, la ganancia de peso y la calidad de los cueros, lo que, junto con los costes ocasionados por el uso continuado de acaricidas en los rebaños afectados, ocasiona importantes pérdidas económicas (Rehbein, 2003). Asimismo, la sarna sarcóptica juega un papel importante en la dinámica de varias especies silvestres, alcanzando nivel epizootico en algunas poblaciones (Pence y Ueckermann, 2002). En especies amenazadas, esta enfermedad tiene gran relevancia ya que puede diezmar poblaciones aisladas contribuyendo incluso a su desaparición.

Existe una elevada especificidad parásito-hospedador entre el ácaro y las diferentes especies a las que parasita, de tal modo que algunos autores llegan a describir diferentes variedades (*hominis*, *bovis*, *ovis*, *caprae*, *cervi*, *canis*) morfológicamente indistinguibles. Las distintas variedades de *S. scabiei* (var. *suis*, *hominis* y *canis*) están relacionadas antigénicamente, aunque también se han descrito epítomos específicos de cada variedad (Arlan *et al.*, 1996).

En especies animales la enfermedad se transmite por contacto directo con animales enfermos, o indirecto a través de zonas comunes de refugio y rascaderos. El ácaro *S. scabiei* excava túneles en la epidermis del hospedador depositando material antigénico que ocasiona irritación y una fuerte respuesta inflamatoria que dan lugar a lesiones cutáneas características. Los efectos que la enfermedad produce en cada animal están modulados por factores individuales (especie hospedadora, sexo, edad, condición física y estado inmunitario) y ambientales (densidad de hospedadores, uso de zonas comunes de rascado y reposo, presencia de individuos u otras especies hospedadoras que actúan como reservo-

rio). Las formas clínicas agudas producen prurito, eritema, pápulas, seborrea y alopecia mientras que en los casos crónicos se observan costras, hiperqueratosis, engrosamiento y grietas en la piel que pueden provocar deshidratación, emaciación y eventualmente la muerte del animal.

La sarna puede manifestarse patológicamente de dos formas diferentes, la paraqueratótica, compatible con una respuesta de hipersensibilidad tipo I (inmediata) y la forma alopécica relacionada con una respuesta de hipersensibilidad tipo IV (retardada) (Skerratt, 2003). Oleaga y col. (2012) realizaron un estudio patológico e inmunohistoquímico comparativo de la sarna sarcóptica en cinco especies simpátricas (rebeco, ciervo, corzo, lobo y zorro) del norte de España. El lobo es la única especie en la que se observó un predominio de una respuesta de hipersensibilidad tipo IV (alopecia) frente a la forma hiperqueratótica observada en ungulados y zorros.

En España, la sarna ha sido descrita en la mayoría de las especies de animales domésticos. Es una enfermedad endémica de la producción porcina, es la ectoparasitosis más importante que afecta a esta especie provocando importantes pérdidas económicas (Zimmermann y Kircher, 1998), entre el 50-90% de las explotaciones están afectadas (Cargill *et al.*, 1997). Igualmente, ha sido descrita en un alto número de especies silvestres, tales como la cabra pirenaica (*Capra pyrenaica*), el ciervo (*Cervus elaphus*) y el corzo (*Capreolus capreolus*) (Fernández Morán y col., 1997; González-Candela y col., 2004; Oleaga y col., 2008a). La epizootia de sarna de mayor magnitud sobre poblaciones de animales silvestres es la que afecta a la cabra montesa (*Capra pyrenaica hispánica*) del Parque Natural de Cazorla, Segura y las Villas (Jaén) (León-Vizcaíno y col., 1999) desde 1988 que provocó la muerte de más del 90% de la población y que se ha extendido a otras zonas geográficas ocupadas por la especie.

En Asturias, la enfermedad alcanzó especial relevancia debido a la epidemia de sarna que afecta al rebeco cantábrico (*Rupicapra pyrenaica parva*) desde 1993

→

Figura 2.-Rebeco afectado por sarna sarcóptica observándose lesiones en la zona del cuello.



(Figura 2). El primer brote de la enfermedad en esta especie emblemática de Asturias se detectó en la Reserva Regional de Caza de Aller, en las inmediaciones del Pico Torres. Desde allí se extendió lentamente hasta afectar a la mayor parte del Parque de Redes (Caso) y llegó hasta el municipio de Lillo (León), convirtiéndose en la epizootia de sarna más importante que se ha descrito en nuestra región (González Quirós y col., 2002a). En años posteriores, el número de rebecos con sarna en la zona ha seguido una tendencia decreciente (González-Quirós y col., 2002b), sin embargo, la enfermedad se ha detectado también en el Parque Nacional de los Picos de Europa. En el año 2006 la población de rebecos represen-

taba el 35,9% de la existente en 1995 (Fernández-Morán y col., 1997; González-Quirós y col., 2002a, b). En Asturias la sarna ha sido diagnosticada también en otras especies de ungulados silvestres (ciervos, corzos), zorros, lobos y en animales domésticos (cabras).

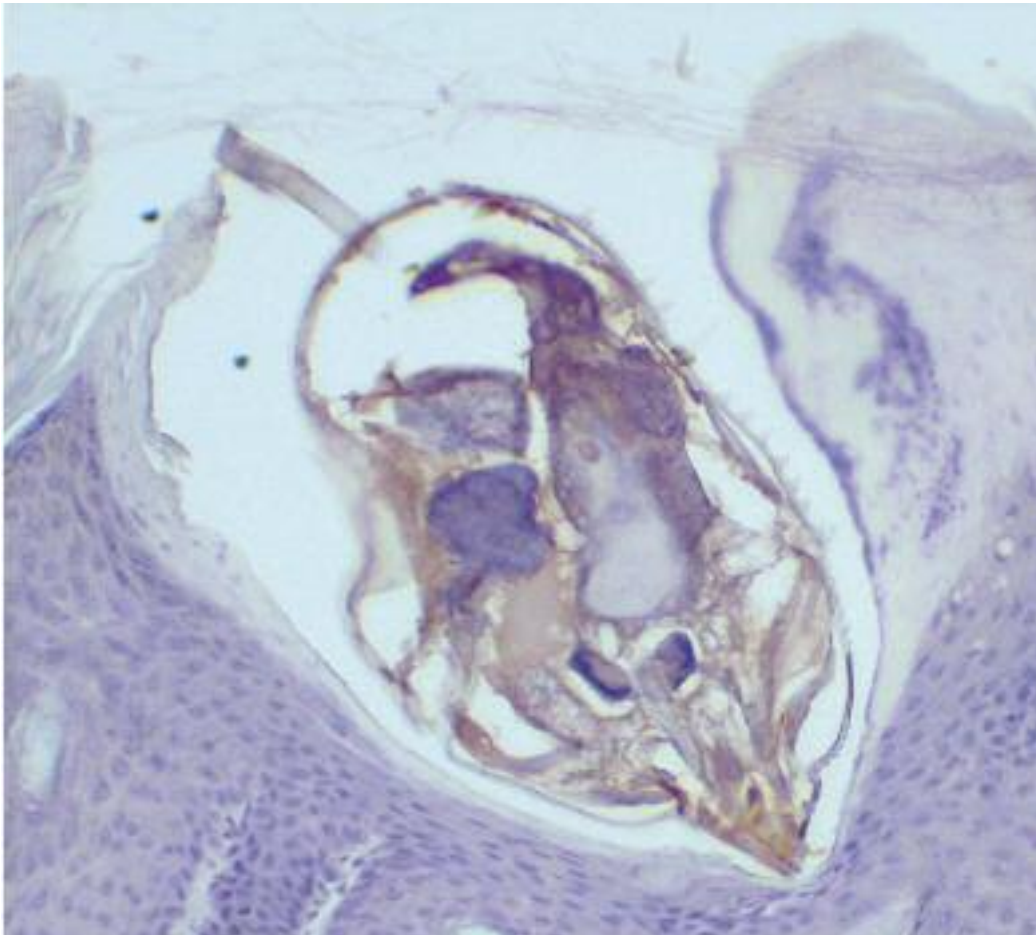
La cabra es, sin duda, en nuestra región el rumiante doméstico en el que se han diagnosticado un mayor número de brotes de sarna. De hecho, se ha sugerido que la epidemia de sarna en el rebeco tuvo su origen en cabras domésticas que compartían el hábitat con la especie silvestre y estaban infectadas por *S. scabiei*, (Lavín, 1998; Lavín y col., 2000).

Diagnóstico

El diagnóstico clínico de la sarna se basa en la observación de los signos clínicos, el comportamiento (raspados y sacudidas) y las lesiones que presenta el animal. Sin embargo, para realizar un diagnóstico definitivo de la enfermedad es necesario aislar el parásito, mediante raspados o biopsias de piel. No obstante, el aislamiento de ácaros resulta a menudo infructuoso. Así, en cánidos solamente se encuentran parásitos en el 20-30% de los animales afectados (Arlian y col., 1995). En ganado porcino, la enfermedad puede cursar de forma subclínica sin aparición de lesiones evidentes en la piel de forma que la presencia de ácaros no es fácil de determinar (Matthes y col., 1990). De la misma forma, en animales silvestres abatidos durante las cacerías, las pequeñas lesiones específicas de sarna pasan a menudo desapercibidas. Por lo tanto, es importante resaltar la necesidad de nuevos

métodos de diagnóstico para monitorizar, analizar y posiblemente predecir la expansión y los efectos de la sarna en el ámbito de cada población.

Una alternativa al diagnóstico clásico de la sarna es la detección de anticuerpos contra *S. scabiei* en el suero de los animales infectados mediante un test serológico. Los ácaros de *S. scabiei* inducen una respuesta inmunológica específica frente al parásito en los animales parasitados, la cual puede ser detectada mediante un ensayo inmunológico tipo ELISA (Bornstein y Wallgren, 1997; Van der Heijden y col., 2000; Lower y col., 2001; Rambozzi y col., 2004). En este sentido, se han desarrollado ELISAs basados en preparados totales de antígeno crudo derivado de ácaros de distintas variedades de *S. scabiei* (Curtis, 2001). Sin embargo, la sensibilidad varía enormemente entre los distintos ELISAs e incluso entre los distintos lotes de un mismo ensayo (Kessler y col., 2003).



←
Figura 3.-
 Inmunolocalización del
 antígeno (Ssλ.20ΔB3)
 (color marrón) en cortes
 histológicos de piel de
 zorro.

En el año 2006, con el fin de evitar los problemas derivados del uso de esos preparados antigénicos complejos, el SERIDA y la Universidad de Oviedo, desarrollaron un ensayo tipo ELISA indirecto basado en la detección de anticuerpos específicos frente al antígeno (Ssλ.20ΔB3). Se utilizaron técnicas de Biología Molecular para identificar, aislar y expresar el gen codificador de un antígeno específico (Ssλ.20ΔB3) de *S. scabiei* en la bacteria *Escherichia coli*, (Casais y col., 2007). La figura 3 muestra la localización de este antígeno en el ácaro. El uso de antígeno recombinante evita la necesidad de recurrir a ácaros de animales infectados —portadores del antígeno natural— lo que abarata los costes de producción y podría permitir un diagnóstico más precoz de esta parasitosis.

Este ensayo ha sido utilizado, adaptado y validado para el diagnóstico de esta zoonosis en varias especies domésticas y silvestres en las que la enfermedad tiene gran repercusión (Tabla 1).

Este ELISA constituye una herramienta diagnóstica que nos permite realizar la vigilancia epidemiológica de la enfermedad en distintas poblaciones. El rebeco cantábrico comparte su hábitat con otros ungulados silvestres y domésticos, y puede, por lo tanto, tener relevancia en la epidemiología de agentes patógenos

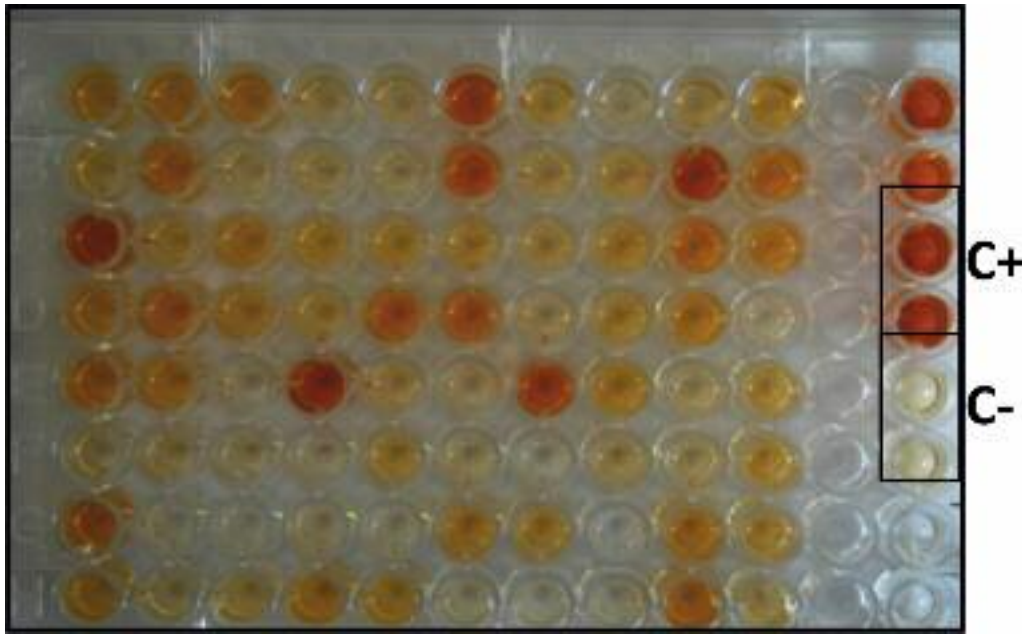
compartidos. Por ejemplo, en Asturias desde el comienzo de la epizootia en rebeco en 1993 y 2008 se registraron 80 ciervos con sarna. Por ello, se realizó un estudio serológico que combinado con datos de campo y de necropsias permitió concluir que la sarna sarcóptica no era una enfermedad emergente en el ciervo en la región (Oleaga y col, 2008b). En un estudio posterior realizado con muestras de 236 rebecos recogidas entre 2005-2008, se investigó si la cabra doméstica representaba una amenaza para el estado sanitario del rebeco cantábrico (Falconi y col, 2010). Se detectó una seroprevalencia media del 11,9% en rebeco y del 12,8% en la cabra y se comprobó que en Asturias había zonas con una prevalencia elevada de sarna en cabras (Figura 4). Se concluyó que la monitorización y detección temprana de cabras infectadas en zonas donde la población de rebecos no ha estado nunca en contacto con el ácaro puede ser crucial para el control de la enfermedad en esta especie.

Este ELISA también ha sido utilizado para estudiar la sarna sarcóptica en cánidos silvestres del Principado de Asturias (Oleaga y col., 2011, 2015). En lobo ibérico (*Canis lupus*) se analizaron sueros de 88 animales y se detectó una seroprevalencia del 20%. Estos resultados junto con los datos de necropsias (alopecia), el efecto limitado del ácaro en la condición

↓
Tabla 1.-Rendimiento diagnóstico del ELISA basado en el antígeno (Ssλ.20ΔB3) del ácaro *Sarcoptes scabiei* para el diagnóstico de la sarna sarcóptica en distintas especies domésticas y silvestres.

Especie	N	PC (%)	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)	Artículos
Rebeco Cantábrico	40	16	100	97	Casais y cols. (2007)
Ciervo	41	43	75	97	Casais y cols. (2007)
Ciervo	418	43	75	100 ^a y 98,77 ^b	Oleaga y cols. (2008)
Lobo	15	8,9	75	87,5	Oleaga y cols. (2011)
Cabra montés	117	10,4	58,1	78,4	Ráez-Bravo y cols. (2016)
Conejo silvestre	78	6,7	100	90,54	Casais y cols. (2015)
Cerdas reproductoras	432	7,20	62	83	Casais y cols. (2013)
Cerdas engorde	225	0,20	40	86	Casais y cols. (2013)
Conejo doméstico (exp.)	12	3	100	100	Casais y cols. (2015)
Conejo doméstico (granja)	83	3	95,12	97,62	Casais y cols. (2015)

PC, indica el punto de corte del ELISA para esa especie ((porcentaje de densidad óptica relativa por encima del cual los animales se consideran positivos); N, indica el número total de animales utilizados en la validación de la técnica; ^a, se refiere a zonas no afectadas por la sarna sarcóptica; ^b, se refiere a zonas afectadas por la enfermedad; Exp., se refiere a animales de experimentación.



←
Figura 4.-Placa de resultados de 80 sueros de cabra procedentes de Pola de Laviana (Asturias) analizados mediante el ELISA basado en el antígeno Ssλ.20ΔB3. C+, suero control positivo; C-, suero control negativo. El 21% de los sueros analizados resultaron positivos indicando que las cabras estaban infectadas o habían estado en contacto con el ácaro, lo cual supone una amenaza potencial para especies simpátricas.

corporal y las conclusiones de un estudio de fototrampeo mostraron una situación aparentemente estable de la enfermedad en Asturias. En el zorro (*Vulpes vulpes*) la sarna es endémica.

En el año 2010 se describió, por primera vez, un brote de sarna sarcóptica en conejo silvestre europeo en Mallorca. Este hallazgo generó preocupación en conservacionistas y gestores de caza, dado que un brote de sarna tras una translocación tendría consecuencias catastróficas para poblaciones "ingenuas" en otras partes de España. Por esta razón, se realizó un estudio serológico retrospectivo de 966 muestras recogidas entre 1993 y 2010 en la Península Ibérica, para determinar las tasas de contacto de estos conejos con *S. scabiei*. Se detectó un 13% de animales positivos en un 60% de las áreas examinadas, en 16 de las 17 provincias e islas estudiadas, detectándose positivos en todos los años analizados (Millán y col., 2012).

Vacunas

La sarna sarcóptica es una patología de gran relevancia que persiste en todo el mundo a pesar de la disponibilidad de acaricidas para controlarla (Warner and Wendlberger, 2000; Voyvoda y col., 2005; Kurdete y col., 2007). El desarrollo de una vacuna frente a la sarna se consi-

dera una alternativa factible al control químico de la enfermedad (Nisbet y Huntley, 2006). Los posibles beneficios del uso de vacunas para tratar las enfermedades producidas por ectoparásitos frente al uso de insecticidas y acaricidas son numerosos: no producen contaminación medioambiental ni residuos en comestibles, evitan la exposición a químicos tóxicos de los manipuladores de animales, no requieren periodos de abstinencia tras el tratamiento, el coste de producción es bajo y la administración fácil (Shryock, 2004). Sin embargo, y a pesar del esfuerzo puesto durante años en la investigación y desarrollo de posibles vacunas frente a ectoparásitos, solo se ha logrado comercializar tres vacunas frente al parásito *Boophilus microplus* (la garrapata del ganado en zonas tropicales) (Willadsen y col., 1995). El desarrollo de vacunas frente a ectoparásitos se ha enfocado principalmente en dos tipos de candidatos o antígenos: los expuestos que se secretan en la saliva durante la alimentación del parásito y los ocultos que normalmente se expresan en su intestino y pueden estar involucrados en la digestión (McNair y col., 2010).

Se conoce poco sobre la inmunidad adquirida en hospedadores infectados con *S. scabiei*. Cabrera y col. (1993) demostraron que los antígenos de *S. scabiei* inducen en humanos la producción de anticuerpos específicos (respuesta inmu-





↑
Figura 5.-Lesiones típicas de la sarna sarcóptica en conejos de la raza New Zealand White.

ne humoral) y una respuesta inmune celular. Sin embargo, no se sabe si esa respuesta inmune es capaz de eliminar o prevenir la multiplicación de los ácaros en la piel. Mellanby (1994) demostró que los humanos expuestos al ácaro desarrollaban una memoria inmunológica capaz de inducir resistencia a la reinfección. En cerdos se ha visto que la infección da lugar a la producción de anticuerpos específicos (Bornstein y Walgren, 1997). Por su parte, Tarigan (2003 a, b) demostró que cabras infectadas y posteriormente expuestas a sarcoptes eran resistentes a la reinfección, observándose en esos animales reacciones inflamatorias en la piel y la producción de niveles altos de anticuerpos (IgGs e IgEs) en suero frente a antígenos de sarcoptes. Un estudio más reciente concluyó que la respuesta inmune inflamatoria Th2 (T helper cell type 2) y las IgEs juegan un papel importante en la inmunidad adquirida en este hospedador (Tarigan y Huntley, 2005).

En el SERIDA se puso a punto un modelo animal de la enfermedad en conejo y hemos realizado infecciones experimentales de conejos de la raza New Zealand White utilizando ácaros de *S. scabiei* var. *cuniculi* procedentes de conejos silvestres de Mallorca infectados de forma natural (Figura 5). Este modelo se utilizó para estudiar: 1) los mecanismos de respuesta inmune (humoral y celular) y la patogenia de la enfermedad; 2) la adquisición de resistencia mediada por el sistema inmune tras una primera exposición al ácaro (Casais y col., 2014); y 3) el potencial vacunal de distintos combinados antigénicos preparados en nuestro

laboratorio (Casais y col., 2016). Estos estudios indican que la vacunación de conejos con una combinación de antígenos inmunodominantes de sarcoptes induce niveles altos de IgGs (respuesta inmune humoral) y de citoquinas proinflamatorias, sin embargo, confiere una protección limitada frente a la infección.

Conclusión

El desarrollo de nuevos métodos de diagnóstico y vacunas eficaces permite establecer programas de vigilancia que aportan datos fundamentales para la gestión y control de las especies afectadas por este parásito, evitando la propagación de la enfermedad y la transmisión a los humanos, mejorando la rentabilidad de las explotaciones y optimizando el seguimiento de las epidemias de sarna en los animales silvestres.

Agradecimientos

Me gustaría expresar mi agradecimiento a los operarios, técnicos e investigadores que han participado en todos los trabajos revisados en este artículo.

Bibliografía

- ARLIAN, L. G.; RAPP, C. M.; MORGAN, M. S. (1995). Resistance and immune response in scabies-infested hosts immunized with Dermatophagoides mites. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 52(6):539-545.
- ARLIAN, L. G.; MORGAN, M. S.; and J. J. ARENDS. (1996). Immunologic cross-reactivity among various strains of *Sarcoptes scabiei*. *J Parasitol.* 82:66-72.
- BORNSTEIN, S.; WALLGREN P. (1997). Serodiagnosis of sarcoptic mange in pigs. *Vet. Rec.* 141:8-12.
- CABRERA, R.; ARAR, A.; DAHL, M. V. (1993). The immunology of scabies. *Sem Dermatol.* 12:15-21.
- CASAI, R.; PRIETO, M.; BALSEIRO, A.; SOLANO, P.; PARRA, F.; MARTÍN ALONSO J. M. (2007). Identification and heterologous expresión of a *Sarcoptes scabiei* cDNA encoding a structural antigen with immunodiagnostic potential. *Vet. Res.* 38:435-450.
- CASAI, R.; GOYENA, E.; MARTÍNEZ-CARRASCO, C.; RUIZ DE YBÁÑEZ, R.; ALONSO DE VEGA, F.; RA-

- MIS, G.; PRIETO, J. M.; BERRIATUA, E. (2013). Variable performance of a human derived *Sarcoptes scabiei* recombinant antigen ELISA in swine mange diagnosis. *Vet Parasitol.* 197(1-2), 397-403.
- CASAS, R.; DALTON, K. P.; MILLÁN, J.; BALSEIRO, A.; OLEAGA, A.; SOLANO, P.; GOYACHE, F.; PRIETO, J. M.; PARRA, F. (2014). Primary and secondary experimental infestation of rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) with *Sarcoptes scabiei* from a wild rabbit: factors determining resistance to reinfestation. *Vet. Parasitol.* 203(1-2): 173-183.
- CASAS, R.; MILLÁN, J.; ROSELL, J. M.; DALTON, K. P.; PRIETO, J. M. (2015). Evaluation of an ELISA using recombinant antigen for the serological diagnosis of *Sarcoptes scabiei* infestation in domestic and wild rabbits. *Vet Parasitol.* 214(3-4), 315-321.
- CASAS, R.; GRANDA, V.; BALSEIRO, A.; DEL CERRO, A.; DALTON, K. P.; GONZÁLEZ, R.; BRAVO, P.; PRIETO, J. M. and MONTOYA, M. (2016). Vaccination of rabbits with immunodominant antigens from *Sarcoptes scabiei* induced high levels of humoral responses and pro-inflammatory cytokines but confers limited protection. *Parasites & Vectors.* 9, 435.
- CARGILL, C. F.; POINTON, A. M.; DAVIES, P. R. and GARCÍA, R. (1997). Using slaughter inspections to evaluate sarcoptic mange infestation of finishing swine. *Vet Parasitol.* 70:191-200.
- CURTIS, C. F. (2001). Evaluation of a commercially available enzyme-linked immunosorbent assay for the diagnosis of canine sarcoptic mange. *Vet Rec.* 148(8):238-9.
- ELGART, M. L. (1990). Scabies. *Dermatol. Clin.* 8: 253-263.
- FALCONI, C.; OLEAGA, A.; LÓPEZ-OLVERA, J.; CASAS, R.; PRIETO, M.; GORTÁZAR, C. (2010). Prevalence of antibodies against selected agents shared between Cantabrian chamois (*Rupicapra rupicapra parva*) and domestic goats. *Eur. J. Wild Res.* 56:319-325.
- FERNÁNDEZ-MORÁN, J.; GÓMEZ, S.; BALLESTEROS, F.; QUIRÓS, P.; BENITO, J. L.; FELIU, C.; NIETO, J. M. (1997). Epizootiology of sarcoptic mange in a population of Cantabrian chamois (*Rupicapra pyrenaica parva*) in Northwest Spain. *Vet. Parasitol.* 73: 163-171.
- GONZÁLEZ-QUIRÓS, P.; SILVA MARZANO, P. y SOLANO RODRÍGUEZ, S. (2002a). Demographic patterns during an epizootic of sarcoptic mange in a Cantabrian chamois (*Rupicapra pyrenaica parva*) population. *Pirineos* 157:191-200.
- GONZÁLEZ-QUIRÓS, P.; SILVA MARZANO, P. y SOLANO RODRÍGUEZ, S. (2002b). Population evolution of cantabrian chamois (*Rupicapra pyrenaica parva*) with sarcoptic mange (*Sarcoptes scabiei*) in centre-eastern Asturias (Northwest Spain). *Pirineos* 157:201-209.
- GONZÁLEZ-CANDELA, M.; LEÓN-VIZCAÍNO, L.; CUBERO-PABLO, M. J. .J. (2004). Population effects of sarcoptic mange in Barbary sheep (*Ammotragus lervia*) from Sierra Espuña Regional Park, Spain. *Wildl Dis.* 40(3):456-465.
- HAMURAL, P.; MORGAN, M.; WALTON, S. F.; HOLT, D. C.; RODE, J.; ARLIAN, L. G.; CURRIE, B. J. and KEMP, D. J. (2003). Identification of a homologue of a house dust mite allergen in a cDNA library from *Sarcoptes scabiei* var. *hominis* and evaluation of its vaccine potential in a rabbit/*S. scabiei* var. *canis* model. *Am J Trop Med Hyg.* 68: 54-60.
- Kessler, E.; Matthes, H. F.; Schein, E.; Wendt, M. (2003). Detection of antibodies in sera of weaned pigs after contact infection with *Sarcoptes scabiei* var. *suis* and after treatment with an antiparasitic agent by three different indirect ELISAs. *Vet Parasitol.* 114(1):63-73.
- KURTDEDE, A.; KARAER, Z.; ACAR, A.; GUZEL, M.; CINGI, C. C.; URAL, K.; ICA, A. (2007). Use of selamectin for the treatment of psoroptic and sarcoptic mite infestation in rabbits. *Vet. Dermatol.* 18(1): 18-22.
- LAVIN, S.; VIÑAS, L.; MARCO, I. y RUIZ, M. (1998). Informe: Estudio experimental de la sarna en el rebeco (*Rupicapra pyrenaica*). Servicio de ecopatología de fauna silvestre de la Universidad Autónoma de Barcelona.
- LAVÍN, S.; RUIZ-BASCARÁN, M.; MARCO, I.; FONDEVILLA, D. and RAMIS, T. (2000). Experimental infection of chamois (*Rupicapra pyrenaica parva*) with *Sarcoptes scabiei* derived from naturally infected goats. *J. Vet. Med. B.* 47:693-639.
- LEÓN-VIZCAÍNO, L.; RUIZ DE YBAÑEZ, M. R.; CUBERO, M. J.; ORTIZ, J. M.; ESPINOSA, J.; PÉREZ, L.; SIMÓN, M. A. (1999). Sarcoptic mange in Spanish ibex from Spain. *Journal of Wildlife Diseases*, 35:647-659.
- LOWER, K. S.; MEDLEAU, L. M.; HNILICA, K.; BIGLER, B. (2001). Evaluation of an enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for the serological diagnosis of sarcoptic mange in dogs. *Vet Dermatol.* 12(6):315-20.
- MATTHES, H. F.; NOCKLER, K. and HIEPE, T. (1990). Klinischer Verlauf spontaner und experimenteller *Sarcoptes suis*-Infektionen beim Schwein. *Mh. Ve.-Med.* 45:706-709.
- McNAIR, C. M.; BILLINGSLEY, P. F.; NISBET, A. J.; KNOX, D. P. (2010). Feeding-associated gene expression in sheep scab mites (*Psoroptes ovis*). *Vet. Res.* 41:16-23.

- MELLANBY, K. (1944). The development of symptoms, parasitic infection and immunity in human scabies. *Parasitology* 35:197-206
- MILLÁN, J.; CASAIS, R.; DELIBES-MATEOS, M.; CALVETE, C.; ROUCO, C.; CASTRO, F.; COLOMAR, V.; CASAS-DÍAZA, E.; RAMÍREZ, E.; MORENO, S.; PRIETO, J. M.; VILLAFUERTE, R. (2012). Widespread exposure to *Sarcoptes scabiei* in wild european rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) in Spain. *Vet. Parasitol.* 183(3-4): 323-329.
- NISBET, A. J.; HUNTLEY, J. F. (2006). Progress and opportunities in the development of vaccines against mites, fleas and myiasis-causing flies of veterinary importance. *Par. Immunol.* 28:165-172.
- OLEAGA, A.; BALSEIRO, A.; GORTÁZAR, C. (2008a). Sarcoptic mange in two roe deer (*Capreolus capreolus*) from northern Spain. *Eur J Wildl Res* 54: 134–137
- OLEAGA, A.; CASAIS, R.; GONZÁLEZ-QUIRÓS, P.; PRIETO, M.; GORTÁZAR, C. (2008b). Sarcoptic mange in red deer from Spain: improved surveillance or disease emergence? *Vet. Parasitol.* 154: 103-113.
- OLEAGA, A.; CASAIS, R.; BALSEIRO, A.; ESPÍ, A.; LLANEZ, L.; HARTASÁNCHEZ, A.; GORTÁZAR, C. (2011). "New techniques for an old disease: sarcoptic mange in the iberian wolf". *Vet Parasitol.* 181(2-4): 255-266.
- OLEAGA, A.; CASAIS, R.; PRIETO, J. M.; GORTÁZAR, C.; BALSEIRO, A. (2012). Comparative pathological and immunohistochemical features of Sarcoptic mange in five sympatric wildlife species in northern Spain. *European Journal of Wildlife Research.* 58(6), 997-1000. Oleaga, A., Vicente, J., Ferroglio, E., Pegoraro de Macedo, M.R., Casais, R., del Cerro, A., Espí, A., García, E.J., Gortázar, C. (2015). Concomitance and interactions of pathogens in the Iberian wolf (*Canis lupus*). *Res Vet Sci.* 101: 22-27.
- PENCE, D. and UECKERMANN, E. (2002). Sarcoptic mange in wildlife. *Rev Sci Tech.* 21:385-398.
- RÁEZ-BRAVO, A.; GRANADOS, J. E.; SERRANO, E.; DELLAMARIA, D.; CASAIS, R.; ROSSI, L.; PUIGDEMONT, A.; CANO-MANUEL, F. J.; FANDOS, P.; PÉREZ, J. M.; ESPINOSA, J.; SORIGUER R. C.; CITTERIO, C.; LÓPEZ-OLVERA, R. (2016). Evaluation of three enzyme-linked immunosorbent assays for sarcoptic mange diagnosis and assessment in the Iberian ibex, *Capra pirenaica*. *Parasites & Vectors* (2016) 9:558.
- RAMBOZZI, L.; MENZANO, A.; LAVIN, S.; ROSSI, L. (2004). Biotin-avidin amplified ELISA for detection of antibodies to *Sarcoptes scabiei* in chamois (*Rupicapra* spp.). *Vet Res.* 35(6):701-8.
- REHBEIN, S.; VISSER, M.; WINTER, R.; TROMMER, B.; MATTHES, H. F.; MACIEL, A. E.; MARLEY, S. E. (2003). Productivity effects of bovine mange and control with ivermectin. *Vet Parasitol.* 114:267-284.
- SHRYOCK, T. R. (2004). The future of anti-infective products in animal health. *Nat. Rev. Microbiol.* 2:425-430.
- SKERRATT, L. F. (2003). Clinical response of captive common wombats (*Wombatus urisnus*) infected with *Sarcoptes scabiei* var. *wombati*. *J. Wildl. Dis.* 39:179-192.
- TARIGAN, S. (2003a). Dermatopathology of caprine scabies and protective immunity in sensitised goats against *Sarcoptes scabiei* infestation. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 7:265-271.
- TARIGAN, S. (2003b). Histopathological changes in naive and sensitised goats caused by *Sarcoptes scabiei*. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 8:114-121.
- TARIGAN, S.; HUNTLEY, J. F. (2005). Failure to protect goats following vaccination with soluble proteins of *Sarcoptes scabiei*: Evidence for a role for IgE antibody in protection. *Vet. Parasitol.* 133:101-109.
- VAN DER HEIJDEN, H. M.; RAMBAGS, P. G.; ELBERS, A. R.; VAN MAANEN, C.; HUNNEMAN, W. A. (2000). Validation of ELISAs for the detection of antibodies to *Sarcoptes scabiei* in pigs. *Vet Parasitol.* 89(1-2):95-107.
- VOYVODA, H.; ULLUTAS, B.; EREN, H.; KARAGENC, T.; BAYRAMLI, G. (2005). Use of doramectin for treatment of sarcoptic mange in five Angora rabbits. *Vet. Dermatol* 16:285-288.
- WARNER, R.; WENDLBERGER, U. (2000). Field efficacy of moxidectin in dogs and rabbits naturally infested with *Sarcoptes* spp., *Demodex* spp. and *Psoroptes* spp. *Mites. Vet. Parasitol.* 93(2):149-158.
- WHO (World Health Organisation), 2001. http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/scabies/en/
- WILLADSEN, P.; BIRD, P.; COBON, G. S.; HUNGERFORD, J. (1995). Commercialisation of a recombinant vaccine against *Boophilus microplus*. *Parasitology.* 110:S43-S50.
- ZÄHLER, M.; ESSIG, A.; GÖTHE, R.; RINDER, H. (1999). Molecular analyses suggest monospecificity of the genus *Sarcoptes* (Acari: Sarcoptidae). *Int. J. Parasitol.* 29: 759-766.
- ZIMMERMANN, W.; KIRCHER, P. (1998). Continuous serologic study and sanitation inspection of *Sarcoptes scabiei* var. *suis* infection: preliminary results. *Schweiz Arch Tierheilkd.* 140(12):513-7 ■



El SERIDA en el VII Festival del Arándano y Frutos Rojos de Asturias

Jornada Técnica

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

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

Villaviciosa acogió desde el 29 al 31 de julio la VII edición del Festival del Arándano y Frutos Rojos de Asturias, organizado por el Ayuntamiento. En el marco de este Festival, el viernes 29 tuvo lugar una Jornada Técnica, a cargo del SERIDA en el Ateneo Obrero, con la finalidad de presentar al sector las últimas novedades y avances en el cultivo de los frutos rojos.

La apertura de la jornada corrió a cargo de Alejandro Vega, alcalde de Villaviciosa, Begoña López, directora general de Desarrollo Rural y Agroalimentación y Valentín Bueres, jefe del Área de Gestión

Presupuestaria, Contratación y Personal, en representación del SERIDA. Seguidamente comenzaron las intervenciones, Juan Carlos García, técnico del SERIDA, presentó la ponencia "Principales resultados sobre ensayos de nuevas variedades de arándano y zarzamora, en cultivo fuera de suelo". A continuación, Francisco García de la empresa Idai Nature, Agrichem y Agrotecnología habló sobre residuo cero en el cultivo del arándano y control de plagas y enfermedades. Oussama Hamza, director de la empresa Originalius expuso los sustratos más utilizados para el cultivo fuera de suelo en arándano. Finalmente, Natalia Fernández, técnico de la

↑
Acto de inauguración.
De izquierda a derecha
Begoña López, Alejandro
Vega y Valentín Bueres.



↑
Juan Carlos García,
técnico del SERIDA
durante su intervención.

Asociación Asturiana de Productores de Pequeños Frutos ofreció la charla "Fertilización en el arándano".

Asimismo, en el transcurso de la jornada se celebró un encuentro de negocios entre empresas, productores, entidades y promotores, que sirvió para

exponer y relacionar las iniciativas desarrolladas en torno a la investigación, producción y comercialización de los frutos rojos desde diferentes ámbitos.

Por otro lado, la organización Acción contra el Hambre realizó un conversatorio de experiencias de negocio en este sector, donde emprendedores y empresarios contaron sus novedades desde diversas perspectivas, estableciéndose un coloquio con la intervención del público asistente.

Como colofón, los participantes tuvieron la oportunidad de realizar una visita guiada las instalaciones del SERIDA en Villaviciosa, donde se llevan a cabo los ensayos de nuevas variedades de arándano.

Además, durante el fin de semana tuvo lugar el tradicional "Mercado del Arándano y Frutos Rojos", en el Parque Ballina, donde el SERIDA estuvo presente con un stand y una muestra de cultivo de berries. ■

→
Visita al ensayo de nuevas
variedades de arándano.



El SERIDA participa en el proyecto de ciencia ciudadana “Un culete estratosférico”

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

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

OVIDIO FERNÁNDEZ GARCÍA. Área de Tecnología de los Alimentos. ovidiofg@serida.org

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

El Área de Tecnología de los Alimentos del SERIDA participó en el proyecto “Un culete estratosférico” que formó parte de la “Misión SERVET VI” desarrollado por el alumnado de 2º de bachillerato de ciencias del IES Peñamayor (Nava, Asturias).

El proyecto SERVET es una iniciativa científica y ciudadana que reúne distintas disciplinas científicas en torno al lanzamiento a la estratosfera de grandes globos de helio. En su sexta edición, los proyectos científico-divulgativos estuvieron destinados a centros escolares o asociaciones de estudiantes matriculados en institutos de entre 14 y 19 años. Los participantes realizaron todas las fases de un proyecto: elegir objetivos, diseñar el experimento, analizar e interpretar los resultados.

La propuesta seleccionada del IES Peñamayor consistió en enviar a la estratosfera sidra y una cepa de levadura autóctona de sidra con el objetivo de estudiar las variaciones que ambas muestras podrían sufrir al ser sometidas a bajas presiones y temperaturas, y altos niveles de radiación ultravioleta. La cápsula contenía un sistema electrónico capaz de medir magnitudes físicas (temperatura, presión, humedad, radiación UV), registrar datos y capturar imágenes.

Las dos sidras seleccionadas para el vuelo, con Denominación de Origen “Sidra de Asturias”, viajaron al espacio en el exterior de la cápsula, como se muestra en la Figura 1. Debido a la limitación de



peso impuesta por la organización, los volúmenes lanzados de cada sidra fueron dos tubos de 10mL. El Área de Tecnología de los Alimentos colaboró en este experimento analizando en las sidras las concentraciones de azúcares, polialcoholes, etanol, ácidos orgánicos, polifenoles y aromas, así como la concentración de microorganismos viables (levaduras y bacterias) mediante recuentos microbianos. Los resultados se compararon con los obtenidos para las mismas sidras que

↑
Figura 1. Detalle de cápsula diseñada por el IES Peñamayor momentos antes de su lanzamiento a la estratosfera.

no habían viajado al espacio (muestras control).

Por su parte, una cepa de levadura *Saccharomyces bayanus* integrante de la Colección de Cultivos Autóctonos del SERIDA (CCAS) fue seleccionada para evaluar su capacidad fermentativa tras realizar un viaje hasta la estratosfera. Dos tubos conteniendo esta cepa disuelta en un agente crioprotector para favorecer la vitrificación del agua se situaron también en el exterior de la cápsula.

El lanzamiento del globo sonda con el proyecto "Un culete estratosférico" se realizó el 14 de mayo de 2022, en San Mateo de Gállego (Zaragoza). El vuelo de las muestras duró 2 h 10 min, alcanzaron una altura máxima de 32.730 metros, con una velocidad media de ascenso de 7m/s y el aterrizaje se produjo a las afueras de Huesca, a unos 50 Km del punto de lanzamiento. Los registros de presión, temperatura y humedad relativa indican que la cápsula estuvo sometida a una presión mínima de 10,7 hPa y una humedad relativa del 10%. La temperatura exterior fluctuó acorde a las capas de la atmósfera terrestre siendo la temperatura mínima recogida de -47°C. Los registros de radiación ultravioleta mostraron una mayor dispersión durante el ascenso que en el descenso, con una tendencia creciente en el nivel de radiación a medida que el globo se encontraba a mayor altitud.

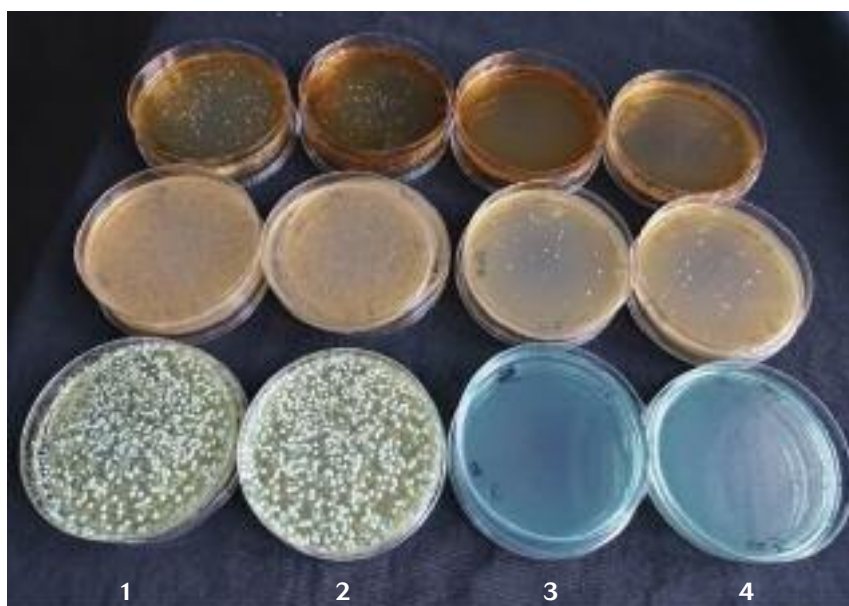
Los resultados obtenidos mostraron una disminución de los contenidos del alcohol 1-decanol y de los ésteres octanoato, decanoato y tetradecanoato de etilo, compuestos asociados con aromas herbáceos, florales y frutales, en las sidras que viajaron a la estratosfera con respecto a las muestras control. Las sidras "viajeras" se caracterizaron, además, por presentar una menor concentración de microorganismos, hecho lógico si consideramos las condiciones extremas (presión, temperatura) a las que estuvieron sometidas durante el vuelo las células de levaduras y bacterias (Figura 2).

La capacidad fermentativa de la levadura *S. bayanus* fue evaluada por el alumnado de química del IES de Peñamayor. Las fermentaciones inducidas de mosto estéril de manzana fueron seguidas mediante pesada, para evaluar el anhídrido carbónico producido por diferencia de peso. Los resultados obtenidos muestran similar poder fermentativo, con independencia de que la cepa haya subido o no a la estratosfera, ya que en todas las fermentaciones se estimaron porcentajes de etanol similares. Sin embargo, sí se apreciaron diferencias en la cinética fermentativa, las muestras control presentaron cinéticas homogéneas entre ellas, mientras que entre las muestras que volaron se observaron diferencias en la fase de latencia y en la velocidad máxima de fermentación.

El proyecto ha tenido una gran repercusión mediática en los medios de comunicación, y ha sido presentado a la sociedad en la I Feria de la Ciencia y la Innovación de Asturias el pasado 17 de noviembre, coincidiendo con la Semana de la Ciencia y la Innovación 2022.

El Área de Tecnología de los Alimentos del SERIDA agradece al IES Peñamayor de Nava la oportunidad de colaborar en este proyecto de ciencia ciudadana. ■

↓
Figura 2. Crecimiento microbiológico de sidra acogida a la DOP "Sidra de Asturias".
 1-2 sidra control,
 3-4 sidra lanzada a la estratosfera.





El SERIDA participa en AGROPEC 2022

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

El SERIDA participó en la 36 edición de la Feria del Campo y de las Industrias Agrícolas Ganaderas, Forestales y Pesqueras (AGROPEC), que se celebró en el Recinto Ferial Luis Adaro de Gijón, desde el 23 al 25 de septiembre.

En esta edición los visitantes pudieron contemplar dos exposiciones: "Colección de Semillas de Judía del SERIDA", ubicada en el pabellón dedicado a "Alimentos del Paraíso", que permitió al público conocer a través de diferentes elementos expositivos la diversidad de semillas de judía y los proyectos de mejora genética desarrollados por el Programa de Genética Vegetal. Por otra parte, el stand de Caja Rural de Asturias acogió la exposición "Los Recursos Genéticos: la conservación de nuestra biodiversidad y el futuro del campo". En ella se mostró mediante paneles explicativos, vídeos y reproducciones de "minibancos" los diferentes tipos de recursos genéticos, cómo se obtienen y se conservan, así como las actividades de caracterización y evaluación, tipos de bancos/colecciones.

El SERIDA también estuvo presente en el espacio de Caja Rural de Gijón, con la divulgación del proyecto FORESCelta, en el cual participa la entidad junto con otras instituciones y asociaciones de Galicia y Asturias. En este proyecto se abordan mejoras en los aspectos productivos del ganado porcino autóctono del tronco celta y bosque caducifolio.

Además, dentro de las actividades que se desarrollaron durante el certamen, en el marco de la XVIII Feria Internacional de Avicultura de Razas, el sábado 24 de septiembre, los investigadores Rocío Rosa y Luis J. Royo del Área de Nutrición, Pastos y Forrajes, acompañados por integrantes



del grupo multidisciplinar de investigación NySA presentaron al sector avícola el proyecto ADVAGROMED, que desarrollan junto con otros socios europeos y cuyo objetivo es la introducción de prácticas agrícolas sostenibles. La presentación llevaba por título: "Estrategias alternativas del proyecto ADVAGROMED. ¿Qué papel puede jugar la pita pinta asturiana en los nuevos modelos de economía circular?"

Asimismo, los técnicos del SERIDA, Guillermo García y Moisés Fernandes, participaron como miembros del jurado en el 49 Concurso Exposición de la Huerta Asturiana, que reúne en cada edición un destacado número de expositores para mostrar la calidad de sus productos. ■

↑
Visita de Alejandro Calvo, consejero de Medio Rural y Cohesión Territorial a la exposición "Los Recursos Genéticos: la conservación de nuestra biodiversidad y el futuro del campo".



Día Internacional de la Manzana

INÉS GAGO MENÉNDEZ. Área de Transferencia y Formación. inesgm@serida.org

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

MERCEDES FERNÁNDEZ RAMOS. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Fruticultura. mercedfr@serida.org

ENRIQUE DAPENA DE LA FUENTE. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Fruticultura. edapena@serida.org

→

Inauguración. De izda. a dcha. Mamen Oliván, directora gerente del SERIDA, Rocío Vega, segunda teniente de alcalde del Ayuntamiento de Villaviciosa, Enrique Dapena, investigador del SERIDA y Daniel Ruiz, gerente de la DOP "Sidra de Asturias".



El SERIDA celebró, a finales del mes de octubre, el Día Internacional de la Manzana, ya que el estudio de este fruto es de gran relevancia para la investigación. Se hizo con dos actividades: por un lado, el responsable del programa de Fruticultura Enrique Dapena impartió una ponencia sobre la "Innovación sobre las variedades de manzana y su cultivo en Asturias" en las Jornadas Formativas organizadas por Sidraturismo Asturias y el Ayuntamiento de Villaviciosa, y, por otro, también en el marco del programa del Día Internacional de la manzana organizado por el Ayuntamiento de Villaviciosa, las investigadoras Mercedes Fernández del Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales y Rosa Pando y Raquel Lorenzo (técnico de laboratorio), del Área de Tecnología de los Alimentos organizaron una

cata sensorial de mosto y manzanas para los alumnos de 6º de Primaria de los Colegios Rurales Asociados de La Marina, y el colegio San Rafael.

"Innovación sobre las variedades de manzana y su cultivo"

En la primera parte de la presentación Enrique Dapena expuso las principales investigaciones llevadas a cabo sobre conservación, evaluación, mejora y selección de variedades de manzano, abordando en mayor profundidad las líneas del programa de mejora de variedades locales, desarrollado desde el año 1989, y los principales logros en la obtención

de variedades de manzana de sidra de elevada resistencia a hongos a pulgón ceniciento y baja sensibilidad al fuego bacteriano; la obtención de variedades de producción regular y con baja sensibilidad a hongos; la obtención de nuevas variedades amargas de maduración tardía y la obtención de algunas variedades de manzana de mesa resistentes y de producción regular.

En la segunda parte de su intervención mostró algunos de las investigaciones llevadas a cabo sobre mejora del sistema de cultivo del manzano, en particular sobre: sistemas de formación eficaces que permitan una producción suficientemente precoz; los resultados obtenidos en cuanto a la evolución del crecimiento y la producción en ensayos en los que se estudia la combinación de dos variedades con portainjertos de diferente vigor, en ensayos en el que se compararon dos tipos de mantenimiento de la línea y tres tipos de fertilización. Por último, mostró una panorámica de las investigaciones destinadas al control de algunas plagas y enfermedades del manzano y mencionó la importancia de los trabajos llevados a cabo sobre servicios ecosistémicos relacionados con el control biológico y la polinización.

Cata sensorial de manzana y mosto

La cata sensorial de manzana y mosto, organizada por las investigadoras Mercedes Fernández del Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales y Rosa Pando y Raquel Lorenzo (técnico de laboratorio), del Área de Tecnología de los Alimentos, se realizó en dos sesiones.

La primera, con los alumnos de 6º de Primaria de los Colegios Rurales Asociados de La Marina tuvo lugar a las 10 h. En ella, tras una breve exposición de las investigadoras sobre la importancia de los paneles de cata, los estudiantes pudieron oler y probar distintos sabores. Primero, hubo un pequeño entrenamiento de los sentidos. Y a continuación, degustaron la manzana y el mosto y le hicieron una pequeña valoración, como si estuvieran en una sala de catas profesional.



La segunda sesión, con los alumnos del colegio San Rafael, comenzó a las 12 horas y tuvo la misma dinámica de la anterior: primero una explicación, luego un pequeño entrenamiento de los sentidos y finalmente la cata y valoración, como si fueran catadores y jueces de manzanas y mostos.

Al finalizar, hubo valoración por parte de los alumnos: lo que más les gustó fueron los mostos más dulces. Entre las manzanas, el criterio fue más dispar. Solo hubo un consenso: no les gusta la manzana amarga. ■

↑
Cata de mostos.

↓
Cata sensorial de manzana y mosto.





Workshop Vínculos entre genotipos y fenotipos relacionados con la fertilidad del ganado y la calidad de la carne

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

↑
Asistentes al Workshop.

El pasado 28 de octubre se celebró en La Laboral Ciudad de la Cultura de Gijón, el Workshop “Vínculos entre genotipos y fenotipos relacionados con la fertilidad del ganado y la calidad de la carne”. Este Workshop se enmarca dentro del proyecto europeo GLOMICAVE (Glomic Omic Data Integration on Animal, Vegetal and Environment Sectors) en el que participa el SERIDA, dentro de un consorcio formado por 14 entidades de seis países europeos y coordinado por la Fundación Eurecat.

El proyecto presentado, está financiado con 6,3 millones de euros a través del Programa HORIZON 2020 de la Unión Europea y tiene como objetivo principal, el desarrollo de una plataforma digital capaz de relacionar fenotipos con genotipos, a través de la integración de datos ómicos generados de modo experimental, con datos disponibles en repositorios públicos y en textos científicos mediante el uso de tecnologías de *big data* e inteligencia artificial. Esta plataforma supondrá un avance significativo en la identificación



de metabolitos y de rutas metabólicas que intervienen en los procesos reproductivos.

El encuentro organizado por el SERIDA, la Asociación de Española de Criadores de Ganado Vacuno Selecto de la Raza Asturiana de los Valles (ASEAVA) y la Asociación de Industrias Cárnicas (ASINCAR), integrantes del proyecto, contó con la participación de unos 40 asistentes: veterinarios, agroganaderos y profesionales del sector alimentario y cárnico, que pudieron conocer los procesos liderados por el SERIDA y ASINCAR dentro del proyecto.

La apertura del Workshop corrió a cargo de Enrique Gómez, jefe del Departamento de Investigación y Servicios Tecnológicos del SERIDA, que a su vez también impartió dos ponencias *Embriones congelados, vitrificados y frescos, y sus terneros* y *Proyecto GLOMICAVE-Presentación del caso de uso liderado por el SERIDA*. A continuación Germán Espín de la empresa Tree Technology, experta en inteligencia artificial y *big data* realizó la presentación general del proyecto. Por su

parte, Isabel Gimeno, investigadora predoctoral del Área de Genética y Reproducción Animal del SERIDA presentó la ponencia *Marcadores de fertilidad para selección de embriones y receptoras*. Natalie Sevane, de la Universidad Complutense de Madrid intervino con las conferencias *Aniversario de la miostatina: 25 años después de la identificación de la causa genética del culón* y *Técnicas ómicas en ganadería*. Otros trabajos presentados a lo largo de la jornada fueron *El laboratorio de producción de embriones in vitro* a cargo de Alejandro Vázquez, director técnico de AsturBiotech, *ET: terapia para vacas repetidoras* de Gúmer de la Riera, Centro Veterinario de la Espina, *Proyecto GLOMICAVE- presentación del caso liderado por ASEAVA*, a cargo de Armando Menéndez, director de proyectos de ASINCAR. Finalmente Natalia Fidalgo, responsable de Calidad y Área Físico Química de ASINCAR habló sobre la determinación analítica de fenotipos relacionados con la calidad de carne. La reunión concluyó con un debate abierto al público con la participación de todos los ponentes. ■



←
Ponentes durante el
Workshop.

Food. Está dotado con un presupuesto de 79.111 euros, de los cuales 46.719 euros provienen del Principado de Asturias. Tiene un plazo de ejecución de dos años, desde 2021 hasta 2023.

En la jornada, intervinieron varios investigadores. El primero fue Fernando Vicente, del Área de Nutrición, Pastos y Forrajes: "El Open Lab "La Granja" persigue desarrollar conocimientos de manejo de las reses, suelos y cultivos para la mejora sostenible y competitiva de la producción de leche", indicó. Es una estrategia en "tres niveles" de mejora, completó Adela Martínez, investigadora de la misma área: en la salud del suelo reutilizando residuos agroganaderos y reduciendo la fertilización química; en la biodiversidad potenciando la rotación de cultivos y diversificando, y en la producción animal, optimizando la ración y reducir así las emisiones de carbono.

Después de mostrar los avances del proyecto, tuvo lugar un pequeño colo-

quio de la mano de Rubén Hidalgo, director de Corporate Venturing CAPSA Food y Alejandro Vergara, director de Carbon Harvesters, una start-up agrotecnológica irlandesa, con la que se está trabajando en este proyecto. El objetivo de esta cooperación es crear una plataforma que permita a los ganaderos cuantificar sus emisiones, facilitar estrategias de descarbonización y certificar su mitigación. Fue un encuentro en el que ambos conversaron acerca de cómo la tecnología empleada por Carbon Harvesters ofrece una solución óptima para la transferencia de conocimiento. Ambos hablaron sobre las tendencias en explotaciones agroganaderas sostenibles en Europa, la introducción de tecnologías digitales en las mismas y cómo éstas puedan ayudar a mejorar la productividad y la huella de carbono. Además, hicieron un llamamiento a la colaboración dentro del sector y destacaron la importancia de trasladar todos estos conocimientos. ■

↓
Miembros del Consorcio
OpenLab "La Granja".



II Edición de la Semana de la Ciencia del SERIDA

INÉS GAGO MENÉNDEZ. Área de Transferencia y Formación. inesgm@serida.org

→
Inauguración de la
Semana de la Ciencia



“Fue la mejor excursión que hice desde que empecé el instituto (estoy en bachiller)”, “ha sido interesante, pero estaría bien ir a la granja experimental”, “me han gustado mucho estos talleres y me parece interesante para conocer las posibles carreras que vamos a estudiar”, “experiencia inolvidable, salgo lleno de conocimientos”. Estas son algunas de las impresiones que plasmaron en un “muro analógico” los estudiantes que visitaron el centro de Biotecnología Animal de Deva por la II Edición de la Semana de la Ciencia en el SERIDA. Y también, el mejor resumen de cómo fue experiencia que vivieron los alumnos: “inolvidable”.

El SERIDA organizó, por segundo año consecutivo, la Semana de la Ciencia. Comenzó el pasado 14 de noviembre, y terminó el día 30. Aunque las jornadas más intensas fueron del 14 al 18 de noviembre, donde los investigadores, operarios y técnicos se volcaron en que los estudiantes entendieran cómo se trabaja en el SERIDA y vieran las carreras científicas co-

mo una posible vocación de futuro. Les acercaron a la realidad científica de la investigación, “pipeteando”, aprendiendo a distinguir la anatomía de una vaca o conociendo la diversidad de razas autóctonas asturianas, entre otras muchas otras cosas.

En esta edición, hubo actividades de distinta naturaleza en tres sedes: Villaviciosa, Deva y Grado. En el Centro de Biotecnología Animal de Deva, hicieron una jornada de puertas abiertas. A lo largo de una semana, acogieron a estudiantes de toda Asturias; vinieron desde 11 centros educativos y los investigadores, técnicos y operarios de Deva fueron un ejemplo de coordinación y colaboración interna: se estructuraron en turnos, con diferentes roles asignados, y cuando alguien necesitaba ayuda para un taller, no dudaba en pedírselo a un compañero. “La excursión que más me gustó; aprendes mucho llevándolo a la práctica y lo hace mucho más entretenido”, les calificaron los estudiantes que participaron.



←
Talleres desarrollados en
el SERIDA - Deva.

En Villaviciosa, siguiendo con la estela del año pasado, fueron los propios investigadores quienes se desplazaron a los colegios rurales del concejo. En dos días, lunes y martes, cargaron sus “bártulos”, instrumentos científicos y resto de menesteres en coches y furgonetas y visitaron a los alumnos de Peón, Argüero, Castiello, Oles y Tazones para contarles y que conocieran de primera mano algunas de las investigaciones del SERIDA. Aprendieron a distinguir, igual que en un laboratorio, entre una manzana verde y otra madura, descubrieron la importancia de los bichos en la naturaleza y muchos de los entresijos de la ternera asturiana y de la raza asturiana de los valles en los talleres que realizaron.

En Grado, donde están gran parte de los investigadores del Programa Forestal, tampoco se quedaron atrás en su programación. Hicieron actividades para alumnos, como una charla sobre el proyecto “ReCEPA” en el IES César Rodríguez y, fuera del ámbito escolar, organizaron una exposición fotográfica con las imágenes de la I Edición del Concurso de Fotografía Online del Serida, en la Casa de Cultura del concejo. Además, también sobre el

proyecto “ReCEPA”, impartieron una charla, con coloquio posterior, para todos los públicos.

I Feria de la Ciencia y la Innovación del Principado de Asturias

Un brazo robótico controlado mediante tecnología 5G, un túnel de viento o sondas con sidra lanzadas a la estratosfera. Esos fueron algunos de los proyectos que se presentaron a la I Feria de la Ciencia y la Innovación del Principado de Asturias, organizada por la Consejería de Ciencia, donde hubo 60 expositores y pasaron 1.600 estudiantes. El SERIDA también quiso participar, y nuestros investigadores prepararon tres stands: uno donde se explicaba cómo se utiliza la tecnología NIRS (de infrarrojo cercano), que los propios alumnos podían emplear para distinguir fraudes alimenticios; uno para primaria donde se descubría el apasionante mundo de los bichos de las cacas y otro, en conjunto con Cogersa y Nealgae, que era un ejemplo vivo de la economía circular.



Charla sobre el Banco de Recursos Zoogenéticos del Principado de Asturias

Otra de las sedes a las que el SERIDA extendió su Semana de la Ciencia fue a la Junta General del Principado de Asturias, invitados por la propia institución. La investigadora del Área de Selección y Reproducción Animal Carolina Tamargo explicó a diputados, miembros de la Junta y algunos de sus compañeros del SERIDA qué trabajo desarrollaban en el Banco de Recursos Zoogenéticos, que reside en el Centro de Biotecnología Animal de Deva. Eso les permitió conocer la naturaleza del Banco. Además, también resaltó la importancia de la conservación del “patrimonio vivo”, las razas autóctonas, que existen en el Principado de Asturias.

MeetLab: Conoce el Laboratorio

El SERIDA concluyó su Semana de la Ciencia con la participación en “MeetLab: Conoce el laboratorio”, dentro del programa “Gijón ConCiencia”. En esta jornada, tres de nuestros investigadores impartieron una charla divulgativa en el Centro de Cultura Antiguo Instituto, abierta al público.

Comenzó la investigadora del Área de Nutrición, Pastos y Forrajes Rocío Rosa, con un breve viaje al mundo de los bichos de las cacas (los escarabajos peloteros). Explicó, de forma amena, su importancia dentro del ecosistema, la situación que atraviesan y qué estudios se están llevando a cabo al respecto.

A continuación, la investigadora del Área de Selección y Reproducción Animal, Carolina Tamargo, puso el foco en las razas autóctonas asturianas. Después de una pequeña introducción, explicó en qué situación se encuentra Asturias en esta materia y qué trabajos se están haciendo para su conservación en el Banco de Recursos Zoogenéticos del Principado de Asturias.

Finalmente, el último en hablar fue el investigador predoctoral del Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales José Javier Jiménez, que se encuentra realizando su doctorado en el Programa de Fruticultura, bajo la dirección de Marcos Miñarro. Su charla recibía el título de “Si no quieres gusanos en tus manzanas, deja entrar aves y murciélagos en las pumaradas”, y explicaba los diferentes servicios y diservicios ecosistémicos que hacen estos animales, recalcando la importancia de mantener la biodiversidad para lograr un cultivo sostenible. ■

→ Feria de la Ciencia y la Innovación.



Nuevos proyectos de I+D+i

PROGRAMA AGROALNEXT

Entidad financiadora: Ministerio de Ciencia e Innovación y Principado de Asturias

Financiación: 913.586 €

Duración: 2022-2025

Coordinadora científica: Mamen Oliván García

Descripción: El programa AGROALNEXT tiene como objetivo contribuir a la transformación del sector agroalimentario en un escenario más verde, sostenible, saludable y digital, superando la brecha entre los descubrimientos científicos, el desarrollo de tecnología y su implementación. Y, para cumplirlo, el SERIDA está creando una red de Granjas Demostrativas o "living labs". De esta forma, se aumentará el grado de madurez tecnológica de las estrategias orientadas a optimizar el manejo de los suelos, los cultivos y los rebaños característicos de la zona, para alcanzar los objetivos del Pacto Verde Europeo y la neutralidad en las emisiones de carbono.

Además, la implementación del programa AGROALNEXT en el SERIDA también pone el foco en asegurar la sostenibilidad de las producciones, mediante la conservación de recursos genéticos de razas autóctonas, con estrategias de adaptación al cambio climático y fomentando el manejo agroecológico, la ganadería sostenible y el bienestar animal.

Finalmente, también potenciará la reutilización y revitalización de las zonas de abandono de la minería de carbón. Para ello, se pondrán en marcha cultivos subterráneos de forma energéticamente sostenible, aprovechando las galerías abandonadas.

En este Programa participan otras seis CCAA: Gobierno de Navarra (coordinador), Gobierno de la Rioja, Generalitat Valenciana, Región de Murcia, Gobierno de Aragón y Junta de Extremadura.



MISIONES CIENTÍFICAS

CONSORCIO AGROALIMENTACIÓN 0 EMISIONES

Área de Nutrición, Pastos y Forrajes Área de Tecnología de los Alimentos

Entidad financiadora: Principado de Asturias. Consejería de Ciencia, Innovación y Universidad. Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación

Referencia: Agroalimentación 0 Emisiones AYUD/2022/24227

Financiación total: 239.332,61 €

Financiación SERIDA: 24.564 €

Duración: 2022-2023

Coordinadora: Carmen Díez Monforte

Descripción: El proyecto "Agroalimentación 0 Emisiones" busca reducir las emisiones y los gases de efecto invernadero, el aprovechamiento de residuos generados en la cadena de valor agroalimentaria, la valorización de los subproductos, el aumento de las capacidades de absorción de carbono y otros servicios ecosistémicos. Está centrado en tres sectores: lácteo, sidrero y forestal. Esta elección se debe al potencial para el desarrollo de la economía circular que tienen estos sectores, así como el impacto que pueden tener en la reducción de emisiones y la importancia de la cadena de valor en la creación de riqueza, empleo y en el equilibrio territorial en el Principado de Asturias.

La propuesta realizada tiene tres ejes de intervención: reforzar la circularidad de la cadena agroalimentaria, reducir emisiones de efecto invernadero y hacer más sostenibles y resilientes los sistemas agroalimentarios y forestales. Para ello, hay tres niveles de actuación, con varias acciones dentro de cada uno. El primer nivel consistirá en el "fortalecimiento del ecosistema de investigación e innovación" creado como resultado de la convocatoria previa de Misiones Científicas 1, con la actualización de la agenda científica del consorcio y la propuesta de nuevas líneas de investigación en distintas áreas, la consolidación de las estructuras y procesos de colaboración, y la transferencia y vigilancia tecnológica permanentes.

En el segundo nivel se plantea la elevación de los niveles de madurez tecnológica (TRL) de la investigación y la demostración de estrategias prácticas sobre la reducción de las emisiones, la circularidad en la cadena de valor agroalimentaria y el aumento de secuestro de carbono y otros servicios ecosistémicos, a través de la creación de una granja, un bosque y un llagar modelo. Finalmente, el tercer nivel se basará en el desarrollo de instrumentos de transferencia participativos. Se abordará el concepto de "living-lab" en torno a las investigaciones y retos tecnológicos propuestos para fomentar la implicación de los destinatarios finales y añadir valor al proceso de innovación.

El consorcio está coordinado por el grupo Desarrollo de Estrategias Exteriores S.A (DEX), e integrado por el Instituto de Productos Lácteos de Asturias (IPLA-CSIC), Instituto de Ciencia y Tecnología de Carbono (INCAR-CSIC), Central Lechera Asturiana SAT, Capsa, Cogersa, Cetemas, Asincar, Universidad de Oviedo, Neoalgae, Campoastur, Gonvarri, Consejo Regulador de Denominación de Origen Protegida "Sidra de Asturias" y Maderas Siero S.A.



CONSORCIO COMENSAL. SOSTENIBILIDAD ALIMENTARIA

Área de Nutrición, Pastos y Forrajes Área de Sistemas de Producción Animal

Entidad financiadora: Principado de Asturias. Consejería de Ciencia, Innovación y Universidad. Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación

Referencia: Comensal AYUD/2022/24230

Financiación total: 86.431,61 €

Financiación SERIDA: 33.308 €

Duración: 2022-2023

Coordinadora: Mamen Oliván García

Descripción: El proyecto “Comensal” –acrónimo que proviene CONsorcio Misiones Científicas Sostenibilidad ALiMENTaria: por un entorno alimentario SALudable, sostenible y justo para Asturias– persigue dar los primeros pasos de la transición ecológica hacia la sostenibilidad alimentaria. De ahí que la principal pregunta que tiene que responder esta misión es: “¿Está la sociedad asturiana preparada para la sostenibilidad alimentaria?”.

Para contestarla, esta investigación implicará a cada uno de los agentes que participan en la cadena “de la granja a la mesa”. Se hará, por un lado, con la elaboración de guías de alimentación sostenible para los diferentes sectores (el sector productivo, la industria, la distribución, la restauración y los hogares), donde intervendrá un equipo multidisciplinar, y, por otro, mediante la difusión de buenas prácticas a través de empresas y entidades colaboradoras.

El SERIDA se encargará de analizar animales procedentes de explotaciones comerciales de vacuno de producción cárnica y lechera sometidos a tres sistemas de producción diferenciados: intensivo, extensivo y ecológico. En estos animales se analizarán muestras de sangre, carne y leche, lo que permitirá conocer la influencia de los diferentes sistemas productivos en el grado de bienestar animal y en la calidad final del alimento. También colaborará en los debates de los talleres participativos orientados a la elaboración de las guías de sostenibilidad alimentaria.

Los integrantes del consorcio son: Myomics S.L., Universidad de Oviedo con cinco grupos de investigación, Asincar y Cogersa.

Como socios colaboradores figuran: IGP Ternera Asturiana, Capsa Food, COPAE, la Unión de Consumidores, asociaciones del Principado que atienden a colectivos vulnerables, La Red Asturiana de Desarrollo Rural (READER), masymas, RTPA, Club de las Guisanderas y Agrecoastur.

Área de Genética y Reproducción Animal Área de Nutrición, Pastos y Forrajes Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa Forestal

Circular innovative tEchnologies for tRansformation and rESilience of agrifood Sector (CERES)

Tecnologías circulares innovadoras para la transformación y la resiliencia del sector agroalimentario (CERES)

Entidad Financiadora: Agencia Estatal de Investigación

Financiación total: 947.412 €

Financiación SERIDA: 105.099 €

Duración: 2022-2024

Coordinadora SERIDA: Carmen Díez Monforte

Descripción: En la cadena de valor agroalimentaria hay muchos elementos que son subutilizados y que suponen, por un lado, un problema ambiental y, por otro, una pérdida de valor económico. El proyecto CERES busca dar solución a la necesidad de las empresas participantes de aumentar la eficiencia de la gestión de subproductos y residuos procedentes de su actividad (purines, leche desnatada, lactosuero y permeados, fracción orgánica de la bolsa negra de residuos urbanos), ya sea por los problemas ambientales derivados de su generación, como por los costes económicos y ambientales que conlleva su eliminación. Para ello, estos subproductos y residuos se valorizarán mediante la transformación en biocompuestos y otros productos de mayor valor añadido a través de rutas biotecnológicas ya demostradas a escala laboratorio y prestando especial atención a la sostenibilidad de las soluciones propuestas.

Enmarcado en las estrategias de economía circular, el proyecto CERES, obtendrá como resultado una serie de productos y procesos nuevos o mejorados mediante la aplicación de tecnologías de valorización de subproductos y/o residuos generados por las empresas participantes, así como un dispositivo de transferencia de innovación, que trazará la hoja de ruta necesaria para la reincorporación de estos al mercado.

El objetivo general de esta propuesta es desarrollar la economía circular en la cadena de valor agroalimentaria en el Principado de Asturias, a través de la investigación, el desarrollo experimental y la transferencia de sus resultados hacia las empresas industriales, de modo que estas puedan:

- Reintroducir en la cadena de valor agroalimentaria los residuos y subproductos generados en mayor volumen por las principales empresas del sector lácteo asturiano (purines, leche desnatada, lactosuero y permeados) y de la fracción orgánica de la bolsa negra de residuos urbanos gestionada por la Compañía para la Gestión de los Residuos Sólidos en Asturias, convenientemente tratados y transformados.
- Utilizar estos residuos y subproductos generados en la cadena de valor agroalimentaria:
 - Por parte de los propios participantes directamente en sus explotaciones.
 - En otras cadenas de valor industriales a través de los productos que se van a obtener como resultado de las distintas rutas tecnológicas.
- Industrializar procesos de reutilización o reaprovechamiento de estos residuos y subproductos de la cadena de valor agroalimentaria.
- Promover la bioeconomía en entornos rurales a través del aprovechamiento de residuos para la generación de productos y procesos con un impacto positivo en las familias y en las oportunidades laborales en las zonas rurales.
- Favorecer el desarrollo de las capacidades de innovación de las entidades participantes y reforzar la internacionalización de las mismas.

El consorcio está coordinado por el grupo Desarrollo de Estrategias Exteriores S.A. (DEX) e integrado por: Corporación Alimentaria Peñasanta, S.A. (CAPSA), Central Lechera Asturiana SAT (CLAS), Compañía para la Gestión de los Residuos Sólidos en Asturias SALI (COGERSA), Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), Asociación de Investigación de Industrias Cárnicas del Principado de Asturias (ASINCAR), Fundación IDONIAL (IDONIAL), Instituto de Ciencia y Tecnología del Carbono (INCAR-CSIC)



Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales

Programa de Fruticultura

Forensic Organic Crop Breeding and Uses (InnOBreed).
Innovadora mejora de la fruta ecológica y sus usos

Entidad financiadora: Comisión Europea HORIZON CL6-2021-BIO-DIV-01-14

Referencia: 101061028. InnOBreed

Investigador Principal: Enrique Dapena de la Fuente

Financiación: 163.336,25 €

Duración: 2022-2026

Descripción: El sector de la fruticultura ecológica es altamente dependiente del uso de insumos, sobre todo en la protección frente a enfermedades y plagas. Además, el cambio climático está aumentando el impacto y los riesgos para la producción de fruta ecológica. Mientras tanto, la demanda de frutas ecológicas en el mercado se está incrementando, pero las variedades comerciales actuales convencionales, previamente seleccionadas bajo el paradigma de altos insumos, no están, en su mayoría, adaptadas a la producción ecológica. InnOBreed propone implementar soluciones innovadoras: innovaciones sociales, nuevos ideotipos, nuevos métodos para la selección de variedades rústicas y genitores con una amplia base genética para fomentar la mejora de la fruta ecológica. Estas soluciones innovadoras se desarrollarán con enfoques participativos, multiactor y multirasgo, que se aplicarán para evaluar los recursos genéticos de árboles frutales infrautilizados, materiales genéticos pre-mejorados y materiales avanzados. El ámbito de InnOBreed abarca varias especies de rosáceas (manzano, especies de hueso y almendro), pero también cítricos y uva.

El objetivo de InnOBreed es mejorar la producción de fruta ecológica. Y contará con una red de actores que se encargarán de la evaluación de variedades en condiciones de cultivo ecológico y bajos insumos. Para ello, los investigadores tendrán que identificar y definir sistemas de producción de fruta orgánica, diseñar nuevos ideotipos adaptados al contexto local e identificar qué nuevas soluciones y herramientas innovadoras se pueden llevar a cabo en ese contexto, teniendo en cuenta el cambio climático pero también la calidad de la fruta, la tolerancia a plagas y enfermedades, y, una vez alcanzadas, habrá un proceso de validación mediante la ejecución de varios ca-



sos-estudio público-privados en diferentes regiones para evaluar su eficiencia, sostenibilidad y consistencia acorde con las normativas actuales antes de su difusión para maximizar el impacto de las soluciones innovadoras en la cadena de valor.

InnOBreed está profundamente conectado con iniciativas que se desarrollan relacionados con los sistemas de producción y programas de mejora genética, con un enfoque participativo, destinados a la producción de fruta ecológica, fomentando el uso de los recursos fitogenéticos locales por parte de los científicos y la cadena de producción de fruta. Se prestará especial atención a la integración de todos los actores implicados, tanto a nivel nacional como europeo.

Programa Forestal

LIFE SILFORE: hacia la conservación y gestión de los sistemas agroforestales como territorios de alto valor natural y sociocultural

Entidad financiadora: Comisión Europea

Referencia: LIFE SILFORE (LIFE21-CCA-ES-LIFESILFORE)

Investigador Principal: Marta Ciordia Ara

Financiación: 261.948,19 €

Duración: 2022-2027

Descripción: El cambio climático ya es una realidad. En Europa está provocando efectos adversos en sus bosques, con una tendencia al alza en el número de incendios forestales: en el año 2021 se vieron afectadas 500.566 hectáreas, según el reciente informe publicado por el Centro Común de Investigación (JRC) de la Comisión Europea. Los países mediterráneos, incluido España, son los que representan más peligro.

En este contexto surge LIFE Silfore, un proyecto que pretende buscar soluciones para incrementar la resiliencia de los sistemas agroforestales atlánticos y subatlánticos, que serán claves para enfrentarse a desafíos tan importantes como el calentamiento global, la pérdida de biodiversidad o la escasez de agua en determinadas regiones. Se trabajará con estrategias basadas en el uso multifuncional del territorio, recuperando o mejorando la gestión ganadera asociada a los bosques, disminuyendo el riesgo de los incendios a través del control de la vegetación inflamable, aumentando la biodiversidad y garantizando la aportación de más y mejores servicios ecosistémicos como la protección del suelo, la lucha contra las plagas forestales o la generación de productos (especialmente alimentos) de valor añadido.

Para ello, se implementará una red de demostradores de 92,4 hectáreas en total. En concreto, en el SERIDA se trabajarán en dos fincas DEMO con razas autóctonas asturianas: en Illano, con el modelo de cabra bermeya en una zona de matorral de brezal-tojal, y en Villacandide, donde se hará un modelo de gestión silvopasotral con Gochu Asturcelta. Sus objetivos son:

- Fomentar la biodiversidad.
- Proveer más y mejores servicios ecosistémicos, es decir, aquellas acciones de la naturaleza que tienen un impacto positivo en la actividad humana o en el bienestar.
- Disminuir el riesgo de incendios forestales.
- Favorecer la resistencia de los árboles frente a plagas y enfermedades.
- Potenciar el valor de los recursos fito y zoogenéticos locales.

Potenciar la autonomía alimentaria de las explotaciones y la generación de productos de calidad diferenciada, favoreciendo así el desarrollo socio-económico local. ■



Nuevos convenios, contratos, acuerdos y protocolos

Acuerdos

Acuerdo específico de colaboración entre el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA) y la Asociación Española de Criadores de Ganado Vacuno Selecto de la Raza Asturiana de los Valles (ASEAVA) para la realización de ensayos conjuntos para la cría de terneros en base a pasto

Objeto: regular la colaboración entre ASEAVA y el SERIDA para el desarrollo de un diseño experimental que permita la obtención de canales de terneros de la raza Asturiana de los Valles criados en base a pasto, con el fin de estudiar biomarcadores "ómicos" de calidad de la carne.

Duración: desde el 15 de marzo de 2022 hasta el 14 de marzo de 2023.

Acuerdo específico entre la Asociación de Criadores de Ponis de Raza Asturcón (ACPRA) y el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), para la obtención de germoplasma destinado al Banco de Recursos Zoogenéticos de Razas Domésticas en Peligro de Desaparición del Principado de Asturias

Objeto: establecer las actividades que el SERIDA y ACPRA realizarán para la colecta de germoplasma, que se incorporará al Banco de Recursos Zoogenéticos de Razas Domésticas en Peligro de Desaparición del Principado de Asturias.

Duración: desde el 21 de marzo de 2022 a 20 de marzo de 2023.

Acuerdo entre las partes para la cesión temporal de uso del equipamiento de cultivos acuáticos del Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), al Área de Tecnología Electrónica de la Universidad de Oviedo (SIME)

Objeto: regular la cesión de uso de los bienes y equipamientos pertenecientes a la Unidad de Cultivos Acuáticos del Centro de Biotecnología Animal (SERIDA-Deva).

Duración: desde el 30 de marzo de 2022. La cesión queda supeditada al hecho de que, en el futuro, el SERIDA (o en su caso la Consejería a la que está adscrito el mismo, como Organismo Autónomo, y el Principado de Asturias, como titular último del patrimonio de la entidad) tuviese la necesidad de retorno para uso propio de los equipos y bienes cedidos.

Acuerdo específico entre el Instituto de Enseñanza Secundaria Peñamayor y el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA) para la colaboración en el proyecto "Un Culete Estratosférico"

Objeto: establecer las actividades que el SERIDA y IES Peñamayor realizarán en el desarrollo del proyecto "Un culete estratosférico".

Duración: desde el 7 de abril de 2022 hasta el 14 de mayo de 2022.

Acuerdo específico de prestación de servicios analíticos y de consultoría científico-técnica del SERIDA a la empresa SYNGENTA ESPAÑA S.A., en el marco del proyecto: Evaluación y caracterización de 47 variedades comerciales de maíz híbrido para ensilar de la empresa SYNGENTA, en las condiciones edafoclimáticas de la zona costera centro oriental del Principado de Asturias

Objeto: establecer las reglas de la prestación de los servicios que el SERIDA realizará para SYNGENTA, en relación con el proyecto titulado: Evaluación y caracterización de 47 variedades comerciales de maíz híbrido para ensilar de la empresa SYNGENTA, en las condiciones edafoclimáticas de la zona costera centro oriental del Principado de Asturias.

Duración: desde el 18 de abril de 2022 hasta el 15 de diciembre de 2022.

Acuerdo específico entre BOSQUEASTUR S.L. (BOSQFRUT) y el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA) para el ensayo de métodos de inoculación de cepas hipovirulentas para el control del chancro del castaño

Objeto: Establecer las actividades que el SERIDA realizará de acuerdo con la empresa BOSQUEASTUR S.L. (BOSQFRUT) en el marco de los ensayos de campo, que consistirán en la evaluación de diferentes métodos de inoculación de las cepas hipovirulentas para el control del chancro.

Duración: desde el 26 de abril de 2022 hasta el 25 de abril de 2024.

Acuerdo específico entre DELAGRO Sociedad Cooperativa de segundo grado y el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA) para la realización de un ensayo de fertilización en parcela experimental en una rotación de cultivos de maíz forrajero-leguminosas forrajeras para evaluación de rendimiento, calidad nutritiva de los forrajes obtenidos y cambios en la composición del suelo

Objeto: establecer las actividades que el SERIDA y DELAGRO llevarán a cabo en el periodo 2022-2023 para realizar un ensayo de fertilización en la Finca Experimental del SERIDA en Villaviciosa (Asturias), utilizando el biofertilizante BLUE STAR comercializado por DELAGRO.

Duración: desde el 27 de abril de 2022 hasta el 26 de abril de 2023.

Acuerdo específico entre Carbon Harvesters y el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA) para la realización de un análisis de ciclo de vida en el marco del proyecto "Open Lab la Granja"

Objeto: establecer las actividades que el SERIDA y Carbon Harvesters llevarán a cabo en el periodo 2022-2023 para realizar un análisis de ciclo de vida (ACV) ligado a "LA GRANJA DEMO" de leche del SERIDA, que podrá ser potencialmente extrapolable en un futuro al sector productor de leche de Asturias.

Duración: desde el 27 de abril de 2022 hasta el 26 de abril de 2023.

Acuerdo específico entre la Fundación Caja Rural de Asturias y el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA) para la cesión temporal de la exposición *Los Recursos Genéticos: la conservación de la biodiversidad y el futuro del campo* con fines divulgativos

Objeto: establecer la colaboración entre el SERIDA y la Fundación Caja Rural de Asturias para la cesión temporal y el uso de la exposición del SERIDA "Los Recursos Genéticos: la conservación de la biodiversidad y el futuro del campo".

Duración: desde el 21 de agosto de 2022 hasta el 20 de agosto de 2023.

Protocolos

Protocolo de colaboración entre Corporación Alimentaria Peñasanta S.A. y el SERIDA para la realización conjunta de actividades en el marco del proyecto "Productos Lácteos Bajos en Carbono"

Objeto: regular la colaboración para la ejecución del proyecto titulado "Productos Lácteos Bajos en Carbono", cuyo objetivo es avanzar en la investigación aplicada para la búsqueda de soluciones con el fin de reducir la huella de carbono del producto lácteo.

Duración: desde el 13 de marzo de 2022 hasta la finalización del proyecto (2023). ■



Publicaciones

LIBROS



Gestión de precisión en extensivo de ganado porcino del tronco celta en bosques caducifolios iberoatlánticos

Carmen Díez Monforte
 Begoña de la Roza Delgado
 Roberto Besteiro Doval
 Francisco Javier Silva Pando
 Iván M. Rodríguez Paz
 Juan Menéndez Fernández
 Rubén Domínguez Valencia
 Miriam Pateiro Moure
 Paulo E.S. Munekata
 Roberto Bermúdez Piedra
 José M^a Lorenzo Rodríguez

Depósito Legal: AS02182-2022

Año: 2022

Edita: SERIDA, Consejería de Medio Rural y Cohesión Territorial
 [Online] <http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=8394>

Esta publicación se enmarca en el proyecto del Grupo Operativo Supraautonómico Go FORESCelta, en el que participan entidades de Galicia y Asturias. Está financiado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural.

El manual recoge en sus 61 páginas la descripción del proyecto, los integrantes del mismo, y las principales características de la producción porcina en extensivo dentro de la cornisa cantábrica, así como de las razas porcinas del tronco celta: el gochu asturcelta y el porco celta. También aborda el aprovechamiento de los recursos forestales del norte de España para la cría del ganado porcino, manejo de una granja en extensivo y los principales productos del cerdo del tronco celta.



SERIDA

LIDERANDO PROYECTOS EN BENEFICIO DEL CAMPO

