

Tecnología Agroalimentaria

Boletín informativo del SERIDA

Número 30 - 2024

Selección y caracterización de variedades locales de escanda asturiana ■ Proyecto MOTHER
Aves rapaces nocturnas: control biológico rata topera ■ Inmunidad entrenada: efectos sarna en conejo



SUMARIO

Tecnología Agroalimentaria - SERIDA

Número 30 • 2024

Actualidad

- 2** | **Selección y caracterización de variedades locales de escanda asturiana**
Juan José Ferreira Fernández
Ana Campa Negrillo

Información agrícola

- 9** | **Efecto del sistema de cultivo sobre el valor nutricional y funcional de la Faba Granja Asturiana**
Roberto Rodríguez Madrera
Ana Campa Negrillo
Juan José Ferreira Fernández

- 16** | **Aves rapaces nocturnas que pueden participar en el control biológico de la rata topera en Asturias**
Aitor Somoano García
Adriana Sanmartín Boulhosa
Ana del Cerro Arrieta

Información ganadera

- 23** | **Nanopartículas de oro y microARN para autenticar leche producida en base a pastos y forrajes**
Karelmar López Benítez
Loubna Abou el Qassim
Patricia Alcázar González
Senén de la Torre-Santos
M.ª Teresa Fernández-Argüelles
Fernando Vicente Mainar
Luis J. Royo Martín
Mario Menéndez-Miranda

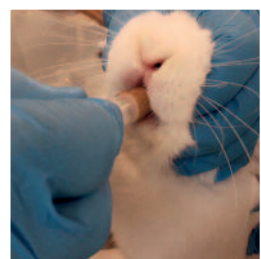
- 29** | **El proyecto MOTHER: la criopreservación de la corteza ovárica como opción para la conservación de los recursos genéticos**
Paula Romero Muñoz
Carmen Díez Monforte
Susana Carrocera Costa
María Aurora García Martínez
Marta Muñoz Llamosas

- 33** | **Inmunidad entrenada: una nueva teoría para un viejo y poderoso concepto. Efectos protectores no-específicos de una vacuna basada en *Mycobacterium bovis* inactivado en un modelo de sarna en conejo**
Ramón A. Juste Jordán
Rosa Casais Goyos

9



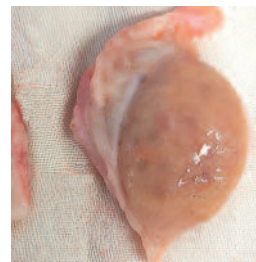
33



2



29



40

16



41



Actividades de transferencia

- 39** | **I Workshop del proyecto GUARDIANS**
M.^a del Pilar Oro García
- 40** | **El SERIDA celebró el Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia**
M.^a del Pilar Oro García
- 41** | **El consejero de Ciencia, Empresas, Formación y Empleo visita el laboratorio 5G del SERIDA**
M.^a del Pilar Oro García
- 42** | **Workshop Glomicave: aplicación de técnicas ómicas en el sector agroalimentario**
M.^a del Pilar Oro García
- 43** | **El SERIDA celebró su 25º aniversario**
Álvaro Menéndez Rodríguez
- 46** | **El SERIDA en las XXX Xornaes de Les Fabes de Villaviciosa**
M.^a del Pilar Oro García

- 47** | **Participación del SERIDA en la II Feria de la Ciencia y la Innovación de Asturias**
M.^a del Pilar Oro García

- 49** | **Jornada de Transferencia en la Granja Demo El Carbayal, en Illano**
M.^a del Pilar Oro García

- 50** | **El SERIDA presente en el XIII Salón Sidra de Asturias**
M.^a del Pilar Oro García

Cartera de proyectos

- 45** | **Nuevos proyectos de I+D+I**

Tesis y Seminarios

- 51** | **Tesis doctoral
Trabajo Fin de Máster**

Publicaciones

- 53** | **Libros y folletos**



46



Tecnología Agroalimentaria es el boletín informativo del Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), organismo público de la Consejería de Ciencia, Empresas, Formación y Empleo. 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, Carmen Díez Monforte y M.^a del Pilar Oro García

Coordinación editorial: M.^a del Pilar Oro García

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

Sede central: Ctra. AS-267 PK19, 33300 Villaviciosa, Asturias - España

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

E-mail: pilaroro@serida.org

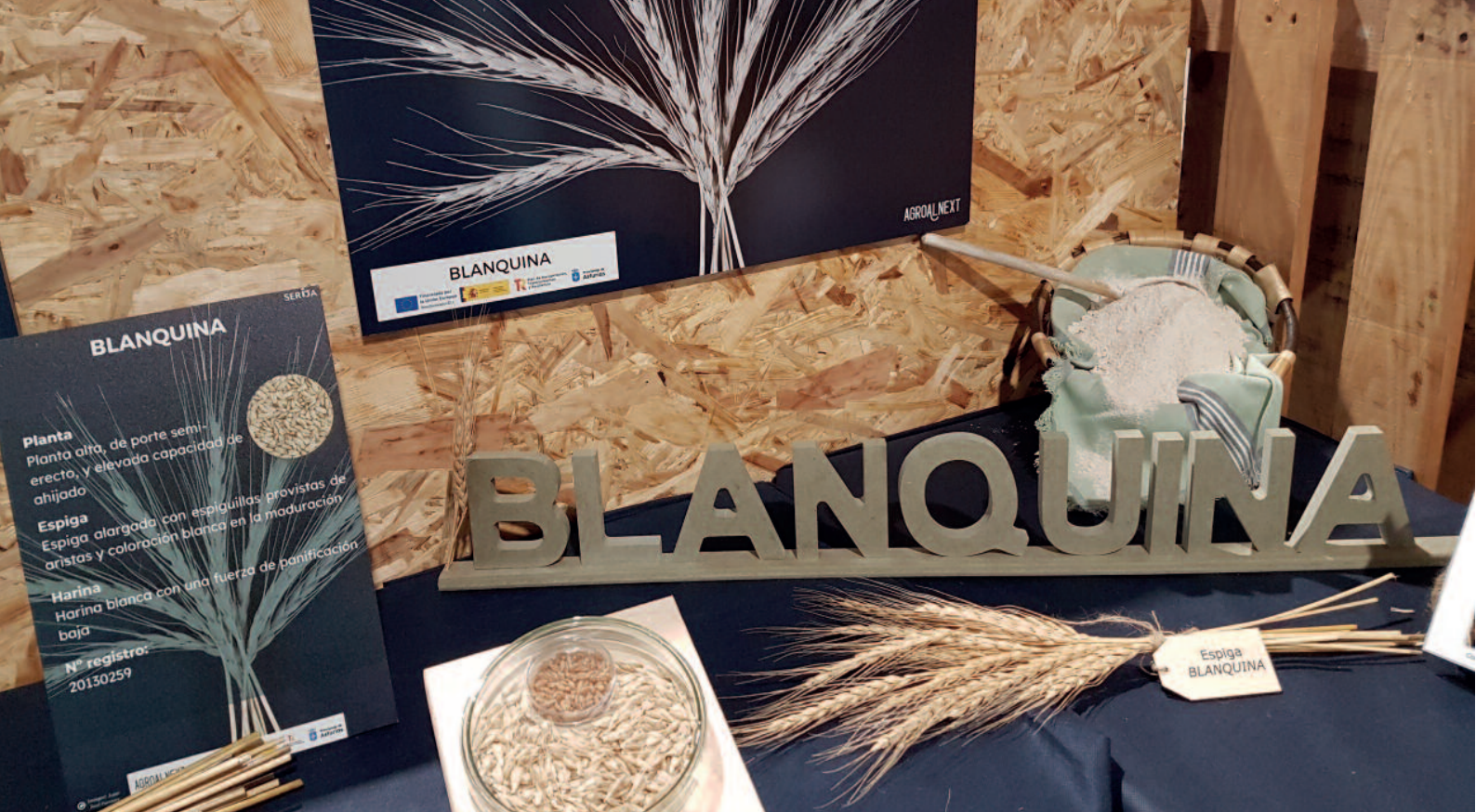
Imprime: Asturgraf, S.L.

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.





Selección y caracterización de variedades locales de escanda asturiana

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

El cultivo de la escanda puede ser un actor para la diversificación de las producciones agroalimentarias de calidad diferenciada en Asturias. En este trabajo se describe la obtención de tres variedades de escanda y sus características para contribuir a impulsar la expansión y desarrollo de este cultivo tradicional asturiano.



Exposición "Variedades de Escanda Asturiana". AGROPEC 2023.

La escanda asturiana

La escanda (*Triticum aestivum* L. subsp. *spelta* (L.) Thell.) es un tipo de trigo que se caracteriza por presentar una espiga con un raquis frágil, baja densidad de espiguillas, y una semilla difícil de separar de la envuelta (Figura 1). En España, el cultivo de este cereal se desarrollaba en Asturias, donde es considerado

como cultivo tradicional. En el manuscrito de Fray Toribio de Santo Tomás y Pumarada (2006) se describe la gran importancia y relevancia del cultivo de escanda tanto por su rusticidad como por representar un ingrediente esencial en la dieta de aquella época (1711-1714). La importancia de su cultivo en Asturias se mantuvo hasta principios del siglo XX (Alvar González, 1908; Dantin, 1941; Huerga





2012). Desde mediados del siglo XX la extensión dedicada a este cultivo ha ido decreciendo paulatinamente. Así, en los años noventa del pasado siglo XX, su cultivo se desarrollaba en pequeñas parcelas o huertos y la producción se destinaba al autoconsumo familiar. Sin embargo, a finales de la década de los años noventa del siglo XX, hubo un cambio de tendencia con un creciente interés por la recuperación y puesta en valor del cultivo de la escanda en Asturias, mediante actividades como exposiciones monográficas sobre este cultivo y productos derivados (*'Exposición temporal de la escanda'* del Museo Etnográfico de Grado (1998) o *'La escanda en Asturias'* en Agropec (2000), la puesta en marcha certámenes regionales dedicados a la escanda (e.j. Certamen de la Escanda en Grado), iniciativas empresariales para comercializar este producto y sus derivados (e.j. Speltastur SL) y la constitución de la Asociación Asturiana de Productores de Escanda (ASAPES).

Situación del cultivo: material de siembra

Los agricultores locales usan como material de siembra la semilla que cose-

chan en sus propios campos. Estos materiales locales derivan de un proceso de selección, intercambio y mantenimiento por parte de los productores locales y, por tanto, son materiales altamente adaptados a las condiciones y necesidades locales de cultivo. Las variedades locales son poblaciones que generalmente presentan una mezcla de genotipos lo que se refleja en una variación morfológica, fenológica, producción, calidad, etc. Esta variación dentro de las poblaciones locales supone una inestabilidad en los rendimientos y en las características del material y, en consecuencia, del producto derivado. La variación e inestabilidad en las características de un producto no es recomendable en una producción y comercialización moderna, ni para una marca de calidad diferenciada. La existencia de variación en las poblaciones asturianas de escanda ya fue reflejada en la visita de Nicolai Vavilov a Asturias en 1927 (Huerga 2012), indicando la existencia de tres tipos con diferencias morfológicas en la espiga: espiga aristada blanca lampiña (escanda de Somiedo), espiga aristada roja lampiña y espiga aristada negra vellosa (escanda azulada de Grado). Por otro lado, para diferenciar, proteger y poner en valor un producto es necesario conocer en detalle sus características.

↑
Figura 1.-Espigas secas de escanda y pan tradicional elaborado con harina de escanda asturiana.



Programa de selección en campo

Para acompañar la expansión y desarrollo del cultivo de la escanda en Asturias, en el SERIDA se llevó a cabo un programa de selección a partir de poblaciones locales, con el fin de obtener líneas homogéneas, estables y con características diferenciadas. La escanda es una especie esencialmente autógama, esto es, se auto-poliniza, por lo que se espera que las poblaciones locales estén constituidas por mezclas de líneas. Para la identificación y selección de estas líneas se siguió el método de selección de plantas individuales dentro de parcelas durante cuatro generaciones. El programa de selección partió de las accesiones mantenidas en la colección de semillas del SERIDA (89 accesiones recolectadas en Asturias) y con 76 plantas. Se realizaron siembras de semillas en bandejas de alveolos y posterior trasplante para garantizar que cada planta derivaba de una semilla. En cada anualidad, las descendencias de las plantas seleccionadas se multiplicaron en un surco de 20 plantas y se seleccionó la mejor planta para ser sembrada la siguiente campaña. Para la selección se usaron los siguientes criterios morfológicos y agronómicos:

- Presencia de aristas en la espiga
- Hábito de crecimiento (erecto/semierecto/rastrero)
- Color de la espiguilla en maduración (blanca, parda, azul)

- Producción de hijuelos por planta
- Densidad de espiguillas por espiga
- Resistencia al encamado

Al final de este proceso se disponía de seis líneas derivadas de accesiones diferentes y que destacaban en alguno de los criterios usados en la selección: L15, L16, L32, L36, L62 y L63.

Evaluación de las líneas en campo

Para conocer con detalle las características y comportamiento agronómico de las 6 líneas obtenidas, se evaluaron en campo durante dos años (2011-2012) y en dos ambientes (Villaviciosa y Alvaré-Grado). La Figura 2 describe el diseño experimental empleado. En este estudio se incluyó la variedad comercial de escanda 'Oberkulmer' como referente. Los caracteres medidos se agruparon en tres categorías: caracteres morfo-agronómicos, caracteres físico-químicos de la harina y comportamiento de la masa (Tabla 1). A partir de los datos reunidos se estimaron las medias para los caracteres numéricos y se investigó la existencia de diferencias significativas entre las líneas mediante un análisis de varianza seguido de un análisis LSD (diferencia mínima significativa). Los resultados obtenidos en 2011 en Alvaré fueron descartados debido a problemas de encharcamiento durante la primera etapa del cultivo que condicionó su posterior desarrollo.

Los resultados de esta evaluación en campo mostraron variación entre las líneas para la mayor parte de los caracteres medidos, lo que ofrece la oportunidad de realizar una selección. Los caracteres morfológicos "hábito de crecimiento" y "color de las espigas maduras" fueron estables durante esta evaluación. Dos líneas presentaron espigas con coloración azulada (L36 y L63), tres con espiga blanca (L15, L16, L32) y mientras que una línea (L62) presentó espigas con color pardo en la espiga madura. En la mayor parte de los caracteres morfo-agronómicos relacionados con la producción se encontraron diferencias significativas entre líneas (Tabla 2). La producción osciló entre 177 g y 319 g de espiguillas/m². La línea L15 fue la

↓
Figura 2..-Características del diseño experimental usado en la evaluación de las líneas de escanda en este estudio.

Diseño experimental:

- Material: L15, L16, L32, L36, L62, L63 y un control comercial, Var. Oberkulmer
- Localidades: Villaviciosa (instalaciones del SERIDA)
Alvaré (Grado)
- Unidad experimental: 10 m² (parcelas 2 x 5 m con 33 plantas/m² en 2011)
12 m² (parcelas 2 x 6 m con 33 plantas/m² en 2012)
- Repeticiones: dos anualidades (2011 + 2012)
cuatro parcelas por línea distribuidas al azar
- Tipo de siembra: siembra directa de espiguilla (Alvaré, Grado)
semillero y transplante (Villaviciosa)

Carácter	Descripción
Caracteres morfo-agronómicos	
Días a la cosecha (días)	Días desde fecha de siembra
Altura de la planta (cm)	Cuatro plantas por parcela en floración
N.º espigas por planta	Media de 10 plantas
Producción espigas (g/m ²)	Peso de espigas recolectadas por parcelas
Longitud de la espiga (cm)	Media de 10 espigas
Número de espiguillas por espiga	Media de 10 espigas
Densidad de espiguillas (n/cm)	Número espiguillas por cm
N.º semillas por espiga	Medida de 10 espigas por parcela
Peso de 25 semillas (g)	Cuatro lotes de 25 semillas por parcela
Caracteres físico-químicos de la harina^(1,2)	
Rendimiento en harina (%)	Relación peso semilla/peso harina obtenida
Gluten húmedo (%)	Medida estandarizada con el equipo glutomatic
Índice de gluten (GI)	Porcentaje en 10 g de harina
Contenido en proteína (%)	Contenido en proteína de la harina respecto materia seca (NIR)
Contenido en humedad (%)	Contenido en humedad de la harina respecto a materia seca
Cenizas (%)	Contenido en cenizas respecto a materia seca
Color: Vector de luminosidad, L*	Medido con colorímetro
Color: Vector verde-rojo, a*	Medido con colorímetro
Color: Vector azul-amarillo, b*	Medido con colorímetro
Características de calidad de la harina^(1,2)	
Absorción de agua de la harina (%)	Absorción de agua respecto a materia seca
Índice de caída, FN (se.g)	Medido con el equipo FN 1500
Tenacidad de la masa, P (mm H ₂ O)	Medida con el Alveógrafo de Chopin
Extensibilidad de la masa, L (mm)	Medida con el Alveógrafo de Chopin
Fuerza de panificación, W (x10 ⁻⁴ J)	Medida con el Alveógrafo de Chopin
Relación P/L o equilibrio	Medida con el Alveógrafo de Chopin
Índice de elasticidad, le (%)	Medida con el Alveógrafo de Chopin

←
Tabla 1.-Lista de caracteres registrados en la caracterización de las líneas de escanda asturianas. (1) Datos tomados en una muestra de harina obtenida a partir de la semilla producida en cada parcela los dos años (2) Medidas realizada en el Centro de difusión de Tecnologías del Sector Panadero (INNOPAN, Lerida).

↓
Tabla 2.-Valores medios obtenidos para 11 caracteres morfo-agronómicos utilizados para la evaluación de 6 líneas de escanda asturiana y la variedad Oberkulmer. Resultados del análisis de varianza (ANOVA) y el análisis LSD (Diferencia mínima significativa). ns, diferencias no significativas; s, diferencia significativas (p<0.05)

Línea	Días a cosecha (días)	Altura media planta (m)	Nº espigas/planta	Prod. espiguillas (g/m ²)	Longitud espiga (cm)	Nº espiguillas/espiga	Densidad espiguillas (n/cm)	N. medio semillas/espiga	Peso 25 semillas (g)
L15	208,7	1,2	8,8	177,3	14,7	19,1	122,5	43,7	1,3
L16	208,1	1,2	13,5	309,4	14,7	19,4	124,9	43,7	1,3
L32	208,3	1,1	10,8	267,9	14,9	19,8	126,7	37,8	1,5
L36	207,4	1,3	10,1	305,8	15,7	19,0	115,1	41,3	1,5
L62	201,4	1,3	10,1	257,3	15,7	20,7	125,5	41,1	1,3
L63	202,9	1,3	7,4	319,0	17,3	23,8	132,0	52,8	1,3
Oberkulmer	218,5	1,1	9,1	234,3	15,7	18,8	114,4	39,2	1,3
ANOVA	ns	ns	ns	s	ns	s	s	s	s
LSD (0,05)	–	–	–	42,58	–	1,08	2,24	4,19	0,09

Línea	Rendimiento en harina (%)	Gluten Húmedo (%)	Gluten index	Proteína (%)	Humedad (%)	Cenizas (%)	Color		
							L*	a*	b*
L15	56,4	37,8	70,5	15,1	13,5	0,94	93,1	0,70	9,0
L16	58,1	33,2	71,6	13,7	14,0	0,69	94,7	0,26	7,4
L32	56,4	38,2	65,1	13,8	13,9	0,71	94,8	0,21	7,4
L36	55,9	38,2	65,7	13,9	14,2	0,70	94,5	0,33	6,9
L62	57,6	33,6	78,8	14,4	14,1	0,72	94,7	0,37	7,3
L63	59,9	34,8	85,8	14,9	14,1	0,71	94,9	0,36	6,8
Oberkulmer	55,8	48,4	51,6	15,3	14,1	0,68	95,1	0,24	7,7
ANOVA	ns	s	s	s	s	s	s	s	s
LSD (0,05)		3,08	5,28	0,41	0,18	0,07	0,60	0,13	0,24

↑
Tabla 3.-Valores medios obtenidos para 8 caracteres físico-químicos medidos en la evaluación de 6 líneas de escanda asturiana y la variedad Oberkulmer. Resultados del análisis de varianza (ANOVA) y el análisis LSD (Diferencia mínima significativa).
 ns, diferencias no significativas;
 s, diferencia significativas (p<0,05)

que presentó una producción más baja mientras que la línea L63 presentó los valores más elevados para la mayoría de los caracteres relacionados con la producción, excepto para el nº de espigas por planta. Esta línea L63 también mostró una alta tendencia al encamado en la fase final del cultivo.

Los panes hechos a base de harina de escanda asturiana se caracterizan por tener una miga de color pardo, densa y poco porosa (Figura 1). El rendimiento en harina de las seis líneas fue muy similar. Sin embargo, los datos revelados por el colorímetro mostraron diferencias significativas para las tres variables del espacio RGB, con unos valores muy altos para la variable L* (luminosidad del color) y bajos para las variables a* y b*, indicando un color de la harina blanco con ligera coloración parda-amarilla (Tabla 3).

Para la valoración de la calidad de las harinas de trigo comúnmente se analizan parámetros como el índice de caída (*falling number*), composición en gluten y comportamiento reológico de la masa en el Alveógrafo de Chopin (Reglamento CEE 824/2000). Las harinas de los trigos contienen gluten (gliadinas y gluteninas), una glicoproteína que le confiere a la harina propiedades como capacidad de retener gas, viscosidad y elasticidad. Los valores de gluten húmedo oscilaron entre 33,2-38,2 % siendo las líneas L16 y L62

las que disponían de valores significativamente menores (Tabla 3). El índice de gluten ofrece información sobre cantidad de gluten húmedo y la fuerza del gluten en una muestra de harina, de modo que es un parámetro para diferencias entre harinas de fuerza (recomendables para producir pan) y harinas débiles (recomendables para otros usos). Las seis líneas mostraron valores intermedios (Tabla 3) entre los valores que usualmente se consideran características de harinas de fuerza (>90) y débiles (<60) y está de acuerdo con las características de los panes hechos a base de harina de escanda asturiana, compactos y poco porosos.

El índice de caída es una medida de la actividad α -amilasa, una enzima amilolítica que produce la hidrólisis de los enlaces α -1,4 entre los residuos de glucosa que conforman distintos tipos de carbohidratos como el almidón. La α -amilasa se activa con la rehidratación de las semillas y el proceso de germinación. Es una medida sobre el potencial panificable de una harina, ya que una actividad amilásica excesiva limita las posibilidades de uso con fines panaderos. Un número inferior a 180 s indica una elevada actividad amilásica, que dificulta la panificación (Reglamento CEE 824/2000). Los valores observados fueron en todos los casos superiores y variaron entre 293 seg y 390 seg indicando el buen estado de las muestras (Tabla 4).

Línea	Absorción de agua (%)	Falling number (seg)	P (mm H ₂ O)	L (mm)	W (x10 ⁻⁴ J)	P/L	le (%)
L15	55,1	345,2	39,5	166,5	165,3	0,25	51,0
L16	54,8	333,5	34,8	115,7	101,8	0,32	46,5
L32	54,0	320,8	27,4	117,0	68,2	0,25	36,8
L36	55,2	292,8	40,1	131,2	105,5	0,31	36,5
L62	54,9	376,7	33,9	137,0	122,8	0,27	53,9
L63	55,0	390,3	44,4	154,3	193,2	0,29	56,1
Oberkulmer	55,2	303,9	34,8	123,3	93,0	0,29	38,2
ANOVA	s	s	s	s	s	ns	s
LSD (0,05)	0,32	22,76	2,14	14,96	12,27	–	3,50

Finalmente, respecto al comportamiento reológico de las masas (Tabla 4), los datos proporcionados por el Alveógrafo de Chopín mostraron valores intermedios para la tenacidad (P), extensibilidad (L) y fuerza (W). Las seis líneas asturianas presentaron valores en rangos que se consideran valores intermedios para una harina de fuerza y una harina débil. Los valores oscilaron entre 68,2 x 10⁻⁴ (L32) y 193 x 10⁻⁴ Julios (L63) siendo significativas las diferencias entre las seis líneas (Tabla 4).

Selección y registro de líneas

Las seis líneas caracterizadas en este estudio se mantienen en la colección de semillas del SERIDA si bien, a partir de los datos reunidos en la evaluación de campo, se seleccionaron tres líneas para promover su registro y difusión entre los productores locales. Buscando disponer de un juego de líneas con características diferenciadas se:

- Descartó la línea L15 considerando su baja producción.
- Descartó la línea L32 considerando los valores bajos en el Alveógrafo de Chopín (ver Tabla 4).
- Seleccionó la línea L62, única con un color pardo de espiga en la maduración.
- Seleccionó la línea L16, dentro de las líneas con espiga de color blanco.

- Optó por seleccionar la línea L36, dentro de las líneas con espiga de color azulado.

En consecuencia, como resultado de este estudio se seleccionaron 3 líneas (L16, L36 y L62), que fueron registradas en la lista española de variedades comerciales como '*variedad de conservación*' con los nombres de Blanquina, Azul y Roxa, respectivamente (BOE-A-2021-18565, 12 de nov de 2021). Las *variedades de conservación*, son aquellas que, '*para la salvaguardia de la diversidad biológica y genética, constituyen un patrimonio irremplazable de recursos fitogenéticos, lo que hace precisa su conservación mediante el cultivo y comercialización de semillas o de plantas de vivero de ecotipos o variedades autóctonas adaptadas naturalmente a las condiciones locales y regionales amenazadas por la erosión genética*' (Ley 30/2006, de 26-VII, de semillas y plantas de vivero y de recursos fitogenéticos). La Figura 4 resume las características de estas tres variedades.

←
Tabla 4.-Valores medios obtenidos para 7 caracteres relacionados con el comportamiento de la masa que fueron medidos en 6 líneas de escanda asturiana y la variedad Oberkulmer. Resultados del análisis de varianza (ANOVA) y el análisis LSD (Diferencia mínima significativa). ns, diferencias no significativas; s, diferencia significativas (p<0.05)

↓
Figura 3.-Diferencias en color de la espiga observadas en campo durante la maduración en las variedades seleccionadas azul (izquierda), blanquina, y roxa (derecha).



BLANQUINA	AZUL	ROXA
 Planta Planta alta, de porte semi-erecto, y elevada capacidad de ahijado Espiga Espiga alargada con espiguillas provistas de aristas y coloración blanca en la maduración Harina Harina blanca con una fuerza de panificación baja Nº registro: 20130259	 Planta Planta alta, de porte erecto, y buena capacidad de ahijado Espiga Espiga alargada con espiguillas provistas de aristas y coloración azulada en la maduración Harina Harina blanca con una fuerza de panificación baja Nº registro: 20130258	 Planta Planta muy alta, de porte erecto, y buena capacidad de ahijado Espiga Espiga alargada con espiguillas provistas de aristas y coloración parda en la maduración Harina Harina blanca con una fuerza de panificación moderada Nº registro: 20130260

↑
Figura 4.-Tríptico resumiendo las características principales de las tres variedades de escanda seleccionadas y registradas.

Estas tres variedades de escanda ofrecen la posibilidad de disponer de un material homogéneo y diferenciado para impulsar el crecimiento y recuperación de este cultivo tradicional asturiano, y sentar las bases de una posible marca de calidad que permita la diferenciación de las producciones locales y/o sus productos derivados.

Agradecimientos

Se agradece la colaboración de la Dra. M. Elia (Innopan, Lerida) y los técnicos del SERIDA J. A. Poladura y G. García. Este trabajo, en parte, ha sido posible gracias a la cofinanciación de ASAPES, la Fundación Caja Rural de Asturias y el proyecto del Gobierno del Principado de Asturias (PC10-056). Y ha contado con el apoyo en actividades de transferencia del Plan Complementario de Agroali-

mentación Agroalnext, (financiación de la Unión Europea Next Generation-EU, PRTR-C17.11).

Referencias

- ALVARGONZÁLEZ, C. (1908). La escanda. Su cultivo. Su origen. Imprenta del Noroeste, Gijón. Asturias. 66 pp.
- DANTIN, J. (1941). Distribución geográfica de la escanda asturiana. Estudios Geográficos 5: 739-797.
- HUERGA, P. (2012). Vavilov en Asturias: una historia en torno a la escanda. Nómadas. Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas 33 (2012.1).
- LÓPEZ J., PRIESCA M.J., SUÁREZ J. (2006). SANTO TOMÁS y PUMARADA, FRAY TORIBIO). Arte general de grangerías (1711–1714). II De las grangerías temporales. San Esteban & Museo del Pueblo de Asturias, Salamanca & Gijón, Asturias. ■



Efecto del sistema de cultivo sobre el valor nutricional y funcional de la Faba Granja Asturiana

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

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

JUAN JOSÉ FERREIRA FERNÁNDEZ. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. jjferreira@serida.org

Nutricionalmente, la semilla de judía común (*Phaseolus vulgaris* L.) se caracteriza por un alto contenido en proteínas, minerales, carbohidratos y vitaminas y la presencia de diversos compuestos funcionales como fibra alimentaria y compuestos fenólicos, entre otros. Es por ello que se considera un cultivo clave para garantizar la seguridad alimentaria, especialmente en los países en vías de desarrollo, mientras que en los países desarrollados se está potenciando el consumo de la judía, al igual que otras legumbres, como parte de una dieta saludable, dado su bajo índice glucémico, para lu-

char contra el incremento de la obesidad en la población. Además, el cultivo de legumbres permite fijar nitrógeno al suelo y mejorar su fertilidad, reduciendo así la necesidad de fertilizantes inorgánicos y el consumo de agua, por lo que el cultivo de legumbres es una alternativa idónea para la implantación de cultivos más sostenibles. En este sentido, la agricultura orgánica busca una mejora de la salud de los agroecosistemas, respetando los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo, renunciando al uso de pesticidas y fertilizantes sintéticos y limitando el impacto ambiental de la agricultura.

↑
Faba Granja Asturiana.

Dentro de las judías, la clase comercial Fabada o Faba Granja es la que más extensamente se cultiva en Asturias, con datos que se remontan al s. XVIII (Fray Toribio de Santo Tomás, 2006). Presenta un fenotipo extremo fácilmente reconocible dentro de la especie *P. vulgaris* por su color blanco, forma oblonga y tamaño muy grande (aproximadamente 100g/100 semillas). Su reputación y universalidad gastronómica, atribuibles a su origen, han sido reconocidas por la Unión Europea incluyendo la Faba Asturiana dentro del catálogo de Indicaciones de Origen Geográficas.

En este trabajo se muestra el efecto de dos sistemas de cultivo (orgánico y convencional) sobre el valor nutricional y funcional de dos líneas desarrolladas en el SERIDA con fenotipo de semilla Faba Granja Asturiana.

Material y métodos

Material vegetal

Se utilizaron dos líneas de la clase comercial Faba Granja: la línea A25 (cv Andecha) y la línea A4804 (Figura 1). La línea

A25 deriva de una variedad local tradicional y la línea A4804 deriva de la línea A25, a la que, tras un programa de retrocruzamientos, se le han incorporado genes de resistencia a antracnosis, potyvirus y oídio.

Las dos líneas se cultivaron en las instalaciones del SERIDA-Villaviciosa utilizando un diseño completamente aleatorio con 4 réplicas por línea (A25 y A4804) y sistema de cultivo (orgánico y convencional). El cultivo orgánico se realizó en parcelas de 1 m con 8-10 plantas y el convencional en túnel en parcelas de 2 m que contuvieron 10-14 plantas. Ambos cultivos se realizaron con acolchado de plástico negro para el control de la maleza. El ensayo convencional tuvo lugar sobre un suelo de uso intensivo durante al menos 20 años para el cultivo de judía con aplicación de pesticidas y fertilizantes inorgánicos. El ensayo orgánico se realizó en un suelo manejado durante los últimos 8 años con prácticas orgánicas.

Las vainas se recogieron y se desgranaron manualmente. Las semillas secas se congelaron durante 48 horas para prevenir el ataque del gorgojo y se mantuvieron a temperatura ambiente hasta el momento de análisis.

↓
Figura 1. -Líneas A25 (izquierda) y A4804 (derecha) usadas en este estudio.



Análisis nutricional y funcional

50 g de cada uno de los 16 lotes se molieron y se tamizaron (tamiz número 18). Sobre cada una de las 16 muestras se determinaron los siguientes parámetros nutricionales y funcionales: proteína, grasa, cenizas, humedad, carbohidratos totales, perfil de ácidos grasos, perfil mineral, azúcares solubles, ácido fítico, compuestos fenólicos y actividad antioxidante.

Resultados

En primer lugar, destaca el hecho de que desde el punto de vista nutricional no

se detectaron diferencias significativas entre las líneas A25 y A4804, por lo que se puede establecer que la línea mejorada mantiene las características nutricionales de la línea de la que deriva (Figura 2). Por el contrario, el sistema de cultivo sí influyó en la calidad nutricional de la faba, de forma que el contenido de proteína y cenizas (minerales) fue un 14% y un 9% mayor, respectivamente, en el cultivo orgánico mientras que el contenido de carbohidratos fue un 5% mayor en el cultivo convencional.

Los compuestos funcionales de los alimentos son aquellas sustancias que, pudiendo proporcionar nutrientes básicos o

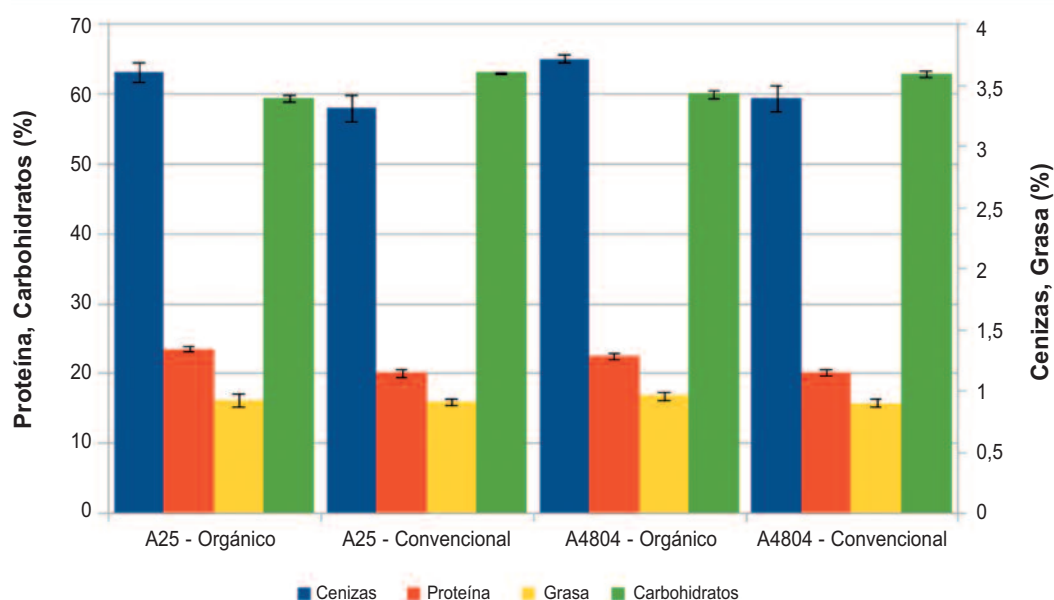


Figura 2.-Valor nutricional obtenido en el análisis de semillas de las líneas A25 y A4804 de Faba Granja derivados de cultivo orgánico y convencional.

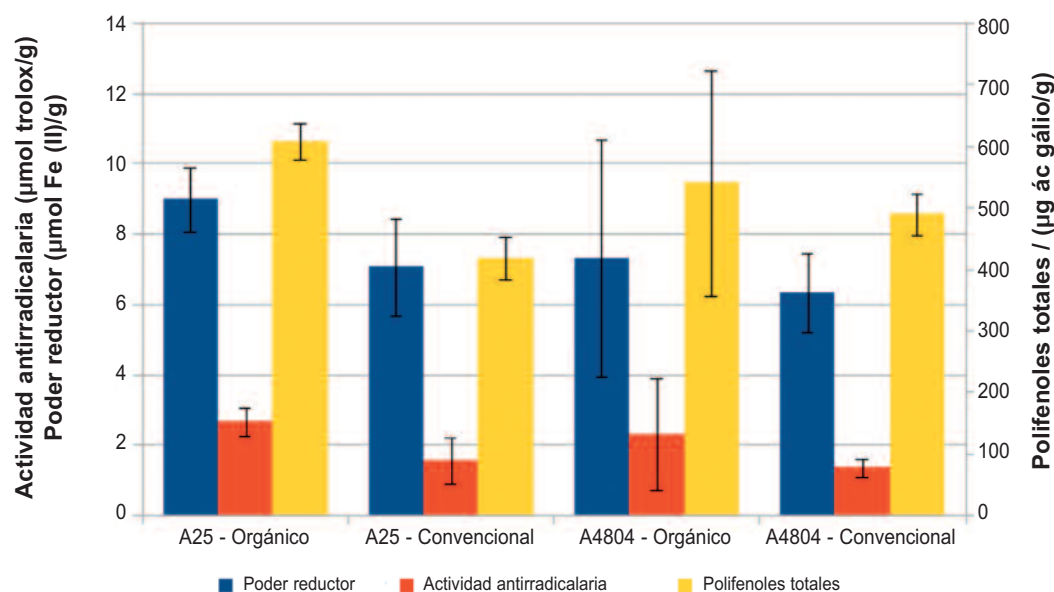


Figura 3.-Polifenoles totales y actividad antioxidante obtenidos en el análisis de semillas de las líneas A25 y A4804 de Faba Granja de cultivo orgánico y convencional.

no, también pueden tener efectos beneficiosos para la salud. Estos compuestos tienen distintas propiedades y se asocian generalmente con la prevención de diferentes enfermedades.

Así, los compuestos fenólicos, asociados con la actividad antioxidante, se relacionan con propiedades antiinflamatorias, antiobesidad, antimutagénicas o anticáncer, entre otras, lo que pone de manifiesto el interés de su presencia en los alimentos. En el caso del presente estudio, ambas líneas mostraron similares niveles de compuestos fenólicos y actividad antioxidante (actividad antirradicalaria y poder reductor). Sin embargo, el cultivo orgánico mostró un mayor contenido de compuestos fenólicos (>26%) y una mayor actividad antirradicalaria (>70%), sin detectar diferencias significativas entre ambos sistemas de cultivo para el poder reductor (Figura 3).

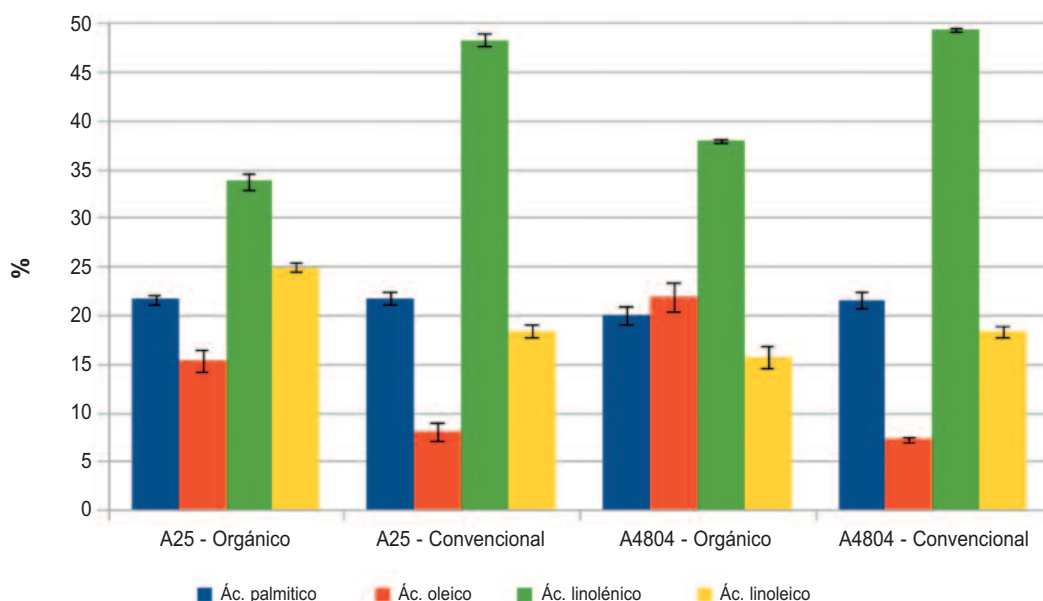
Los ácidos grasos son los principales constituyentes de la grasa de la judía común, a través de los triacilglicéridos y fosfolípidos de los que forma parte. Estos componentes funcionales de la dieta influyen en enfermedades metabólicas como la diabetes tipo 2 y enfermedades inflamatorias como la artritis y el cáncer. Entre los ácidos grasos presentes en las semillas de esta especie destacan los ácidos palmítico, oleico, linoleico y linolénico,

cuya suma representa más del 95% del total. Por otro lado, mientras que el contenido de ácido palmítico no se vio influenciado por la variedad y el tipo de cultivo, los ácidos insaturados mostraron diferentes comportamientos tanto para la línea como para el sistema de cultivo (Figura 4). Aunque la cantidad de grasa fue similar en todos los casos (Figura 2), es posible modular el contenido hacia uno u otro perfil de ácidos grasos mediante la combinación del sistema de cultivo y la variedad. En este estudio, se detectó una mayor acumulación de ácidos polinsaturados (ácidos linoleico y α -linolénico, ácidos ω -6 y ω -3 respectivamente) en el cultivo convencional frente a la mayor concentración de ácidos monoinsaturados (principalmente ácido oleico) en el cultivo orgánico (Figura 5). Este hecho es especialmente relevante por ser los ácidos linoleico y α -linolénico ácidos esenciales, es decir, son ácidos grasos que el organismo no puede sintetizar y que deben ser obtenidos a través de la dieta.

Los minerales participan en numerosas funciones del organismo como la formación de tejidos, la regulación de la presión osmótica y son cofactores de diferentes enzimas, entre otras. El mayor contenido mineral (mayor contenido de cenizas, Figura 2) de las muestras procedentes de prácticas orgánicas también quedó reflejado por un mayor contenido



Figura 4. Perfiles de ácidos grasos obtenidos en el análisis de semillas de las líneas A25 y A4804 de Faba Granja de cultivo orgánico y convencional.



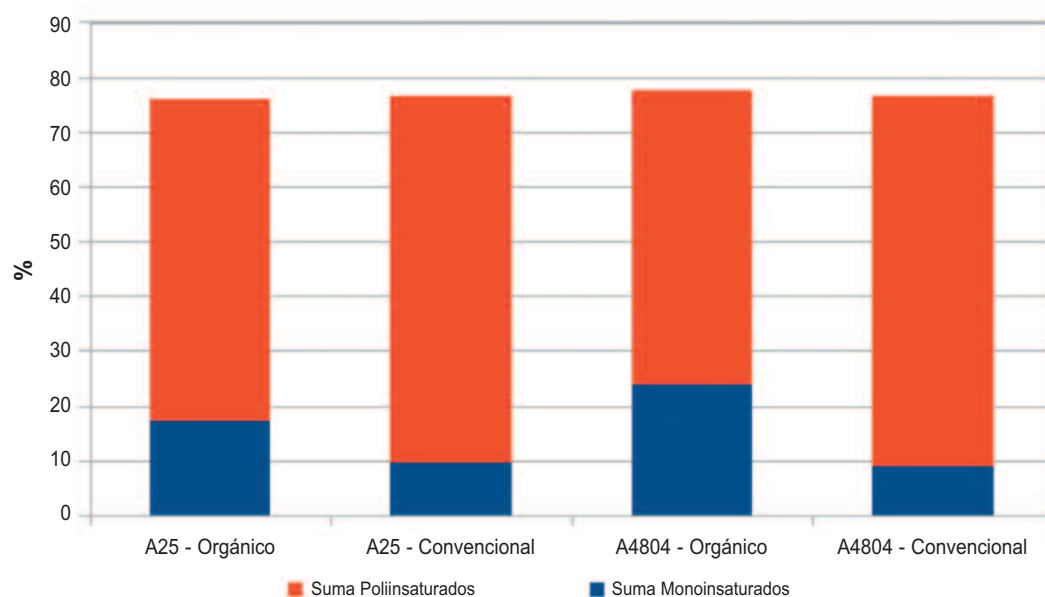


Figura 5.-Porcentaje de ácidos grasos insaturados de las líneas A25 y A4804 de Faba Granja de cultivo orgánico y convencional.

de fósforo, azufre, manganeso, níquel, potasio, calcio, hierro y zinc, mientras que solamente cobre y magnesio fueron más abundantes en las muestras procedentes de cultivo convencional (Tabla 1). Aunque el mineral mayoritario en la especie es el potasio, se ha propuesto la judía común como una importante fuente de hierro y zinc para países en vías de desarrollo, con el fin de paliar la malnutrición que acarrea la carencia de estos microelementos en la dieta, lo que da una idea del interés de este cultivo desde un punto de vista socioeconómico. En nuestro ensayo, el cultivo orgánico produjo los mayores niveles de ambos minerales, un 32% superior para el hierro en la línea A4804 y

un 46% superior para el contenido de zinc en la línea A25.

El ácido fítico es un derivado del fósforo presente en las legumbres, entre otros vegetales, con una potente actividad quelante por lo que se ha considerado durante mucho tiempo el principal antinutriente de las legumbres. Sin embargo, es precisamente esta actividad para formar complejos con los minerales una característica que recientemente se ha asociado con posibles beneficios para la salud como la reducción del riesgo de cáncer y enfermedades coronarias o inhibir la formación de cálculos de riñón. El efecto conjunto de la línea y sistema de cultivo permitió

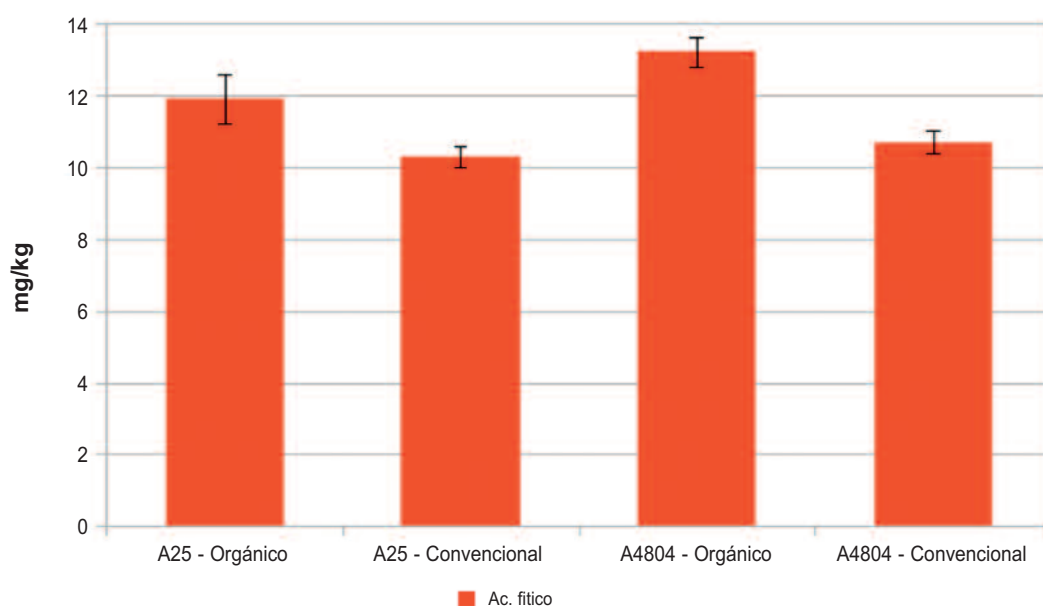
Tabla 1. Contenido mineral de semilla producida en los cultivo orgánico y convencional para las líneas A25 y A4804 (media $\pm$ desviación estándar).
¹: Expresado como %.
²: Expresado como mg/kg.
 G: Genotipo; F: Sistema de cultivo. GxF: Interacción.
 *: $p < 0,05$. **: $p < 0,01$. n.s.: no significativo.

	Factor			A25		A4804	
	G	F	GxF	Orgánico	Convencional	Orgánico	Convencional
Potasio ¹	**	**	*	1,60 $\pm$ 0,22	1,59 $\pm$ 0,25	1,7 $\pm$ 0,23	1,64 $\pm$ 0,11
Fósforo ¹	**	**	**	0,54 $\pm$ 0,01	0,43 $\pm$ 0,01	0,46 $\pm$ 0,01	0,45 $\pm$ 0,01
Azufre ¹	n.s.	**	**	0,27 $\pm$ 0,01	0,20 $\pm$ 0,01	0,24 $\pm$ 0,01	0,21 $\pm$ 0,01
Magnesio ¹	n.s.	**	*	0,16 $\pm$ 0,01	0,16 $\pm$ 0,01	0,15 $\pm$ 0,01	0,17 $\pm$ 0,01
Calcio ¹	n.s.	**	n.s.	0,15 $\pm$ 0,01	0,09 $\pm$ 0,02	0,16 $\pm$ 0,01	0,08 $\pm$ 0,01
Hierro ²	n.s.	**	**	62,25 $\pm$ 3,37	56,61 $\pm$ 2,01	66,94 $\pm$ 2,62	50,68 $\pm$ 1,19
Zinc ²	**	**	**	37,69 $\pm$ 0,71	25,7 $\pm$ 0,57	29,86 $\pm$ 0,62	25,17 $\pm$ 0,32
Cobre ²	n.s.	**	n.s.	9,74 $\pm$ 0,35	11,25 $\pm$ 2,18	8,52 $\pm$ 0,18	10,54 $\pm$ 0,21
Níquel ²	**	**	**	1,78 $\pm$ 0,07	0,75 $\pm$ 0,08	1,05 $\pm$ 0,18	0,8 $\pm$ 0,28
Manganeso ²	*	**	n.s.	13,43 $\pm$ 0,47	11,39 $\pm$ 0,28	14,06 $\pm$ 0,33	11,69 $\pm$ 0,39





Figura 6.-Contenido de ácido fítico de las líneas A25 y A4804 de Faba Granja de cultivo orgánico y convencional.



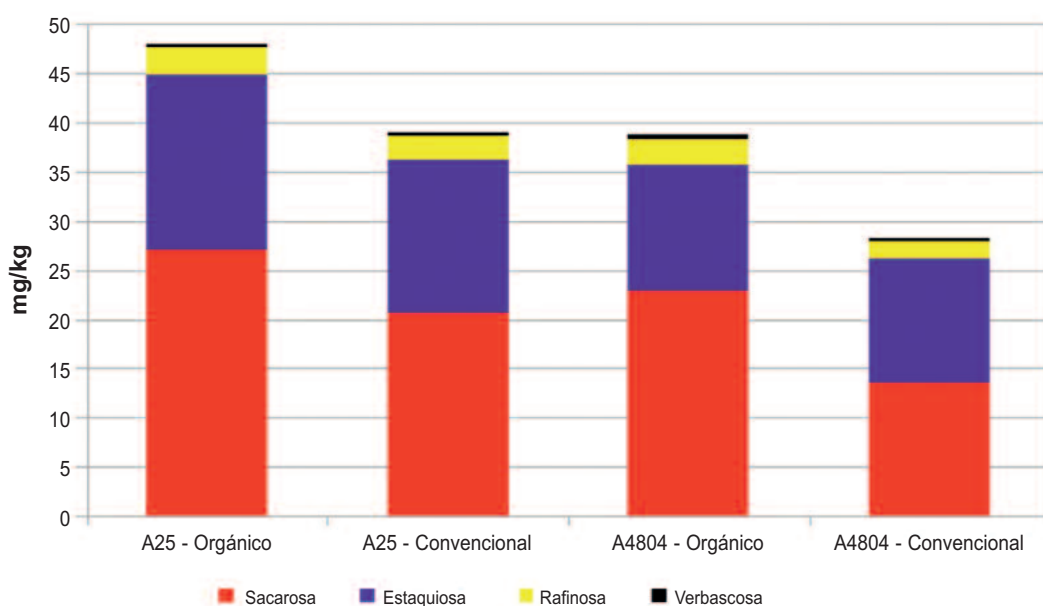
identificar diferencias en el nivel de ácido fítico superiores al 33% (Figura 6), siendo la combinación del cultivo convencional y la línea A25 la que tuvo menor concentración (10,2 mg ácido fítico/g) y la combinación del cultivo orgánico y la línea A4804 la que más (13,6 mg ácido fítico/g).

Los oligosacáridos de la familia de la rafinosa (RFO) son un grupo de azúcares ampliamente distribuidos en el reino vegetal. Los RFO están constituidos por una molécula de fructosa y glucosa y una o varias unidades de galactosa. La falta de α -galactosidasa en el cuerpo humano

impide que los RFO sean digeridos en el intestino delgado pasando por tanto a ser acumulados en el intestino grueso donde la microbiota los metaboliza formando hidrógeno, metano y CO_2 . Estos gases son los responsables de la flatulencia, por lo que algunos autores consideran los RFO como componentes antinutricionales. Sin embargo, es precisamente esta capacidad de actuar como sustrato para el desarrollo de la microbiota presente en el colon la que convierte a los RFO en un interesante grupo de componentes funcionales con importante función prebiótica.



Figura 7.-Contenido de azúcares de las líneas A25 y A4804 de Faba Granja de cultivo orgánico y convencional.



Los principales ROF detectados fueron rafinosa, estaquiosa y verbascosa, que, junto a sacarosa, son los principales azúcares de la semilla de Faba Granja. Aunque el factor más relevante en los niveles de azúcares de las muestras fue el genotipo, también se detectaron niveles significativamente distintos según el sistema de cultivo (Figura 7). Así, la línea A25 y el cultivo orgánico fueron los que mayor contenido de azúcares (suma de sacarosa y ROF) mostraron, un 68% superior al de la combinación línea A4804 y sistema convencional (Figura 7). Sin embargo, si se tiene en cuenta el criterio propuesto por Kotha y col (2020), según el cual una mayor relación MD (mono+disacaridos)/RFO produce menos problemas de flatulencia, los cultivos orgánicos (valor medio MD/RFO=1,37) causarían menores problemas que los convencionales (valor medio MD/RFO=0,98).

Resumen

Este estudio aporta conocimientos sobre los valores nutricionales y funcionales en la semilla del tipo comercial Faba Granja cultivada en condiciones locales. Así mismo, los resultados muestran que el cultivo orgánico permite obtener producciones de Faba Granja con una mejor valoración nutricional (más contenido en proteína y cenizas y menos carbohidratos). Además, el manejo del sistema de

cultivo, incluidas las variedades seleccionadas, afecta a los niveles de minerales, polifenoles, azúcares solubles, ácido fítico y ácidos grasos, parámetros responsables del valor funcional de Faba Granja.

Agradecimientos

Información generada por el proyecto PID2021-123919OB-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, UE y por el proyecto IDI/2021/000104 (GRUPIN: PCTI 2021-2023) financiado por el Gobierno del Principado de Asturias.

Este artículo resume el contenido publicado por los autores en Rodríguez Madrera R., Campa Negrillo A., Ferreira J. J. (2024) Modulation of the nutritional and functional values of common bean by farming system: organic vs. conventional. *Front. Sustain. Food Syst.* 7:1282427. doi: 10.3389/fsufs.2023.1282427.

Bibliografía

- FRAY TORIBIO DE SANTO TOMÁS y PUMARADA (2006). Arte general de grangerías (1711-1714). Edición y estudio de Juaco López ed. Editorial San Esteban y Museo pueblo de Asturias.
- KOTHA, R. R.; FINLEY, J. W.; LUTHRIA, D. L. (2020). Determination of Soluble Mono, Di, and Oligosaccharide Content in 23 Dry Beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *J. Agric. Food Chem.* 68 (23), 6412–6419. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c00713> ■





(C) Álvaro Oleaga

Aves rapaces nocturnas que pueden participar en el control biológico de la rata topera en Asturias

AITOR SOMOANO GARCÍA. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Investigación en Fruticultura. SERIDA. aitors@serida.org

ADRIANA SANMARTÍN BOULHOSA. adrisan@gmail.com

ANA DEL CERRO ARRIETA. Área de Sanidad Animal. SERIDA. anadc@serida.org



Cárabo común (*Strix aluco*) sobre un árbol.

© Álvaro Oleaga

La rata topera *Arvicola scherman* (Figura 1) habita prados, pastos y plantaciones de frutales, y su distribución en Asturias se extiende desde el nivel del mar hasta por encima de los 1.600 metros de altitud (Somoano 2017). Como consecuencia de su alimentación sobre los cultivos y su actividad excavadora, este roedor autóctono causa importantes pérdidas agrícolas, constatándose sus daños desde al menos el siglo XVII (Somoano 2020). Además, esta especie presenta

una reproducción continua y un elevado potencial reproductivo en zonas de baja altitud en Asturias y un alto potencial reproductivo, donde una hembra puede llegar a producir hasta 28 crías en un solo año (Somoano et al. 2018).

La dispersión y la colonización de nuevos hábitats son procesos esenciales en la rata topera. La dispersión sucede en superficie y principalmente la realizan ejemplares juveniles, mientras que los movi-

mientos de ejemplares adultos son menos frecuentes y se asocian a una dispersión con fines reproductivos (Saucy & Schneider 1998). La consecución de una dispersión exitosa y el posterior asentamiento suponen la colonización de nuevos territorios, lo cual ocurre a una mayor escala e intensidad durante las explosiones demográficas (picos de población) experimentados por esta especie cada cierto tiempo. No obstante, un estudio reciente del SERIDA demuestra que la baja conectividad entre hábitats adecuados hace que el paisaje parcheado asturiano sea poco permeable a la rata topera, y que la colonización de nuevos territorios se vea limitada por dificultades en la dispersión y por el aumento de la mortalidad asociada a la depredación (Somoano et al. 2022).

El impacto de la depredación sobre la rata topera depende a su vez del tamaño de su población y de las características del depredador (Giraudoux et al. 1997). Esta especie de roedor puede ser capturada en la Cornisa Cantábrica por depredadores especializados, como los mustélidos (armiños, comadrejas, garduñas), que son capaces de depredar sobre los topillos aun cuando las densidades poblacionales son bajas (Delattre et al. 2009). Pero también pueden ser capturados por depredadores no especializados, que cambian a presas alternativas cuando las densidades de rata topera disminuyen (Delattre et al. 2009). Entre los depredadores generalistas destacan las aves rapaces nocturnas, las cuales pueden jugar un papel relevante como enemigos naturales, ya que las dispersiones de las ratas toperas tienen lugar principalmente



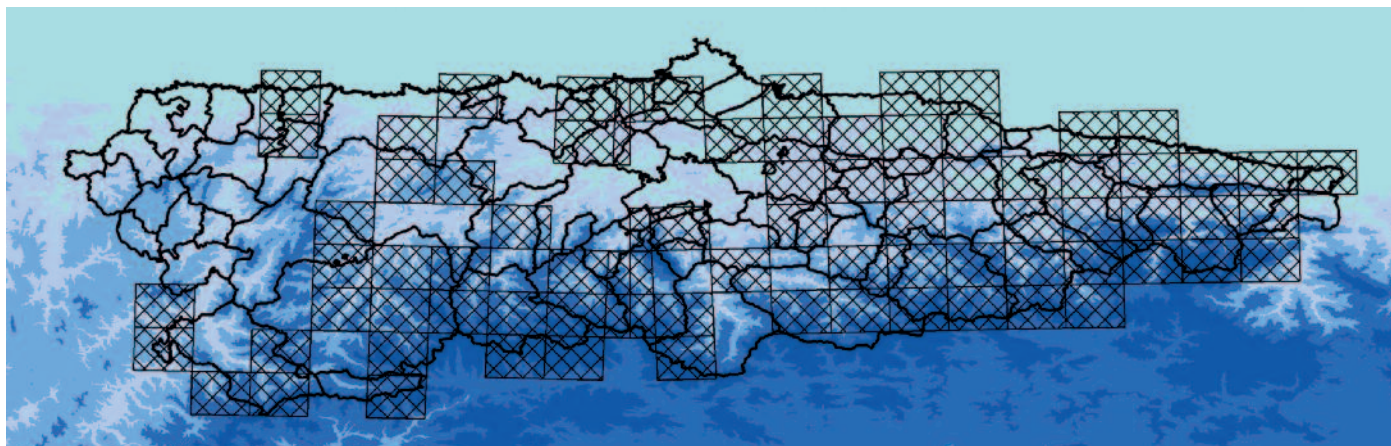
© Aitor Somoano

durante las noches (Saucy 2002). No obstante, los juveniles de esta especie tienden a dispersar de manera sincronizada en noches oscuras y lluviosas para intentar lograr un mayor éxito en la colonización. Los suelos húmedos favorecen la excavación de galerías, pero además estas condiciones ambientales disminuyen los sentidos de los depredadores que a su vez se ven saturados por la dispersión sincrónica de los topillos (Saucy 2002).

El objetivo de este trabajo es dar a conocer las principales aves rapaces nocturnas que pueden depredar sobre la rata topera, actuando como enemigos naturales. Atendiendo a la distribución actual de *A. scherman* (Figura 2), y a la distribución, hábitat y ecología de cada una de las rapaces según la bibliografía, se discutirá su potencial papel en el control biológico de esta especie de topillo perjudicial para la agricultura en el Principado de Asturias.

↑
Figura 1.-Ejemplar de rata topera, *Arvicola scherman*.
© Aitor Somoano

↓
Figura 2.-Área de distribución actual de la rata topera, *Arvicola scherman*, en el Principado de Asturias, indicado por cuadrículas reticuladas UTM 10 x 10 km.



PREOCUPACIÓN
MENOR
LC



Cárabo común (*Strix aluco*)

Fundamentalmente forestal, pero gracias a su gran capacidad de adaptación puede estar presente en una considerable variedad de ambientes, desde bosques densos hasta zonas más abiertas, siempre que cuenten con árboles añosos. También se puede instalar en cortados y taludes, así como en construcciones humanas. Es un depredador poco exigente, adaptándose a la abundancia relativa de presas. No obstante, muestra una marcada preferencia por los micromamíferos, entre los que se incluyen los topillos como la rata topera. Presente todo el año como residente en Asturias. Su extraordinaria capacidad de adaptación a las más diversas circunstancias y su carencia de especialización lo convierten en un ave escasamente sensible a las alteraciones del hábitat. Su distribución se muestra en la Figura 3.

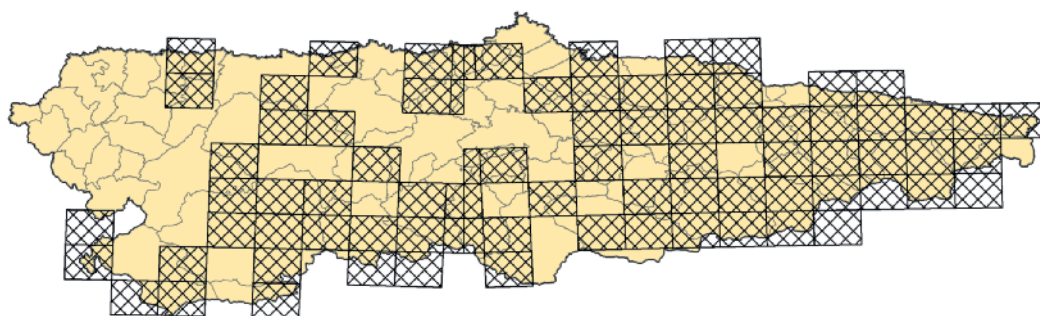


Figura 3.Área de distribución del cárabo común (*Strix aluco*) en el Principado de Asturias. Cada concejo donde se ha registrado su presencia se indica en color amarillo. Distribución de *Arvicola scherman* indicado por cuadrículas reticuladas UTM 10x10 km.

PREOCUPACIÓN
MENOR
LC



Búho campestre (*Asio flammeus*)

Esta especie habita áreas abiertas con escaso arbolado, y tiene preferencia por terrenos agrícolas, vegas, pastizales y prados. Nidifica a nivel del suelo en zonas llanas. Se alimenta principalmente de pequeños y medianos roedores, especialmente topillos. Presente en Asturias durante la invernada. Los peligros que amenazan a esta especie son similares a los de otras aves que habitan zonas agrícolas: la pérdida de hábitat, la utilización de productos tóxicos (rodenticidas), la mortalidad por disparos, los atropellos y los accidentes en tendidos eléctricos. Concretamente para el búho campestre, la expuesta ubicación de sus nidos hace muy vulnerables a los pollos y huevos frente a las actividades agrícolas y los depredadores (perros, gatos, zorros). Su distribución se muestra en la Figura 4.

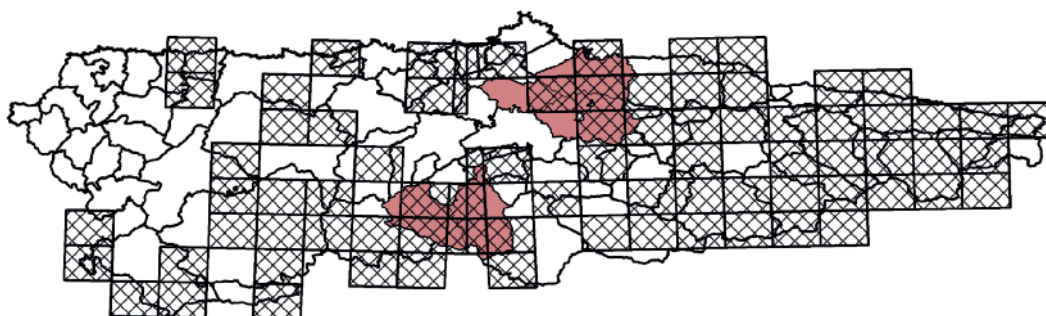


Figura 4.Área de distribución del búho campestre (*Asio flammeus*) en el Principado de Asturias. Cada concejo donde se ha registrado su presencia se indica en color marrón. Distribución de *Arvicola scherman* indicado por cuadrículas reticuladas UTM 10x10 km.

PREOCUPACIÓN
MENOR

LC



Búho chico (*Asio otus*)

Esta especie habita paisajes heterogéneos con claros, donde haya presencia de bosques aislados. No obstante, depende estrechamente de las zonas boscosas para criar, mostrando preferencia por pinares. Cazador estrictamente nocturno, siendo capaz incluso de cazar con muy poca iluminación a una gran variedad de pequeños y medianos vertebrados. No obstante, su dieta básica se centra en el consumo de micromamíferos. Presente todo el año como residente en nuestro territorio. Sus poblaciones se ven afectadas negativamente por la destrucción de áreas de arbolado y los cambios en los usos agrícolas tradicionales. Varios individuos pueden juntarse en dormideros durante el invierno, lo que los hace vulnerables a la caza ilegal. Son frecuentes los atropellos y los expolios. Su distribución se muestra en la Figura 5.



Figura 5.Área de distribución del búho chico (*Asio otus*) en el Principado de Asturias. Cada concejo donde se ha registrado su presencia se indica en color verde. Distribución de *Arvicola scherman* indicado por cuadrículas reticuladas UTM 10x10 km.

PREOCUPACIÓN
MENOR

LC



Búho real (*Bubo bubo*)

Esta especie es capaz de habitar desde bosques cerrados hasta zonas abiertas. En España frecuente áreas de montaña, tajos fluviales y barrancos, y menos frecuentemente bosques densos. Se puede observar desde el nivel del mar y hasta más de 2.000 m de altitud. Presente en Asturias durante todo el año. Selecciona roquedos y cortados para criar, aunque utiliza otros hábitats completamente diferentes como asentamientos temporales (prados y cultivos) si las presas disponibles son abundantes. Este superdepredador prefiere zonas donde habite su principal presa, el conejo, aunque en lugares donde escasea puede depredar sobre otras especies de vertebrados. Su distribución se muestra en la Figura 6.

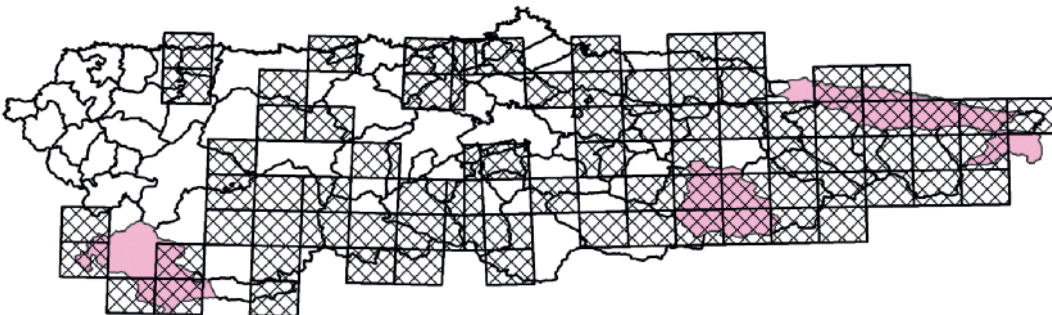


Figura 6.Área de distribución del búho real (*Bubo bubo*) en el Principado de Asturias. Cada concejo donde se ha registrado su presencia se indica en color rosa. Distribución de *Arvicola scherman* indicado por cuadrículas reticuladas UTM 10x10 km.

CASI
AMENAZADO
NT



Mochuelo europeo (*Athene noctua*)

Presenta pocas exigencias a la hora de elegir su hábitat. Habita sotos ribereños, dehesas, bosquetes y hasta parques urbanos. No obstante, se observan mayores densidades en espacios abiertos, como paisajes agrícolas heterogéneos. Su dieta varía notablemente en función de la disponibilidad de presas, si bien en el norte peninsular la proporción de vertebrados, especialmente roedores, es significativamente mayor. A lo largo de su territorio el mochuelo dispone de varios posaderos desde los que acecha a sus presas. Presente a lo largo de todo el año como residente en Asturias. La abundancia de dehesas y la generación de pastos y cultivos beneficiaron en el pasado a esta especie. Sin embargo, la intensificación de la agricultura y el empleo de productos tóxicos ha mermado la abundancia de sus presas. Las carreteras suponen el principal riesgo, ya que pese a ser en principio un hábitat adecuado debido a la abundancia de pequeños mamíferos y a la disponibilidad de perchas, las poblaciones disminuyen por el ruido, que afecta a la eficiencia de caza, y por los atropellos. Su distribución se muestra en la Figura 7.

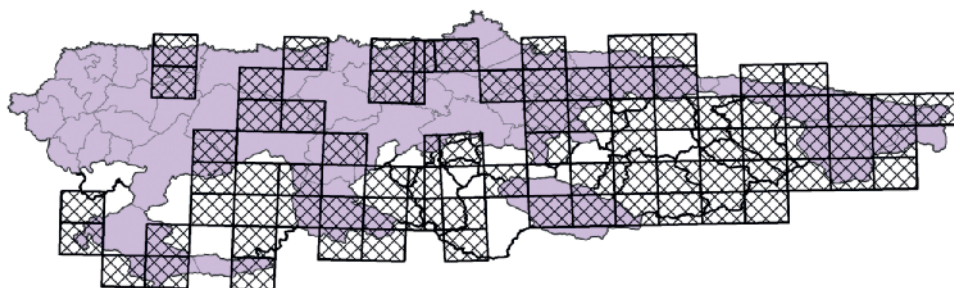


Figura 7. Área de distribución del mochuelo europeo (*Athene noctua*) en el Principado de Asturias. Cada concejo donde se ha registrado su presencia se indica en color violeta. Distribución de *Arvicola scherman* indicado por cuadrículas reticuladas UTM 10x10 km.

CASI
AMENAZADO
NT



Lechuza común (*Tyto alba*)

La lechuza habita paisajes abiertos o semiarbolados, siendo capaz de instalarse en una gran variedad de hábitats, desde dehesas a zonas suburbanas. Sin embargo evita los bosques muy densos y las zonas muy montañosas. Presente hasta los 800-1.000 metros de altitud. Es un depredador generalista, aunque muestra una marcada preferencia por los micromamíferos, como los topillos. Su tasa metabólica es elevada, lo que obliga a esta especie a ingerir grandes cantidades de alimento, muy superiores a las que requieren otras rapaces de similar tamaño. Presente todo el año como residente en Asturias. Las poblaciones de lechuza están sujetas fluctuaciones relacionadas con los ciclos de escasez y abundancia de sus presas habituales, con un mayor número de polluelos en periodos de bonanza. Sin embargo, las transformaciones del ámbito rural (cambios de cultivos, concentraciones parcelarias, etc.), el empleo masivo de rodenticidas, la pérdida de enclaves de nidificación a consecuencia de obras, y los atropellos a juveniles están ocasionando su declive. Su distribución se muestra en la Figura 8.

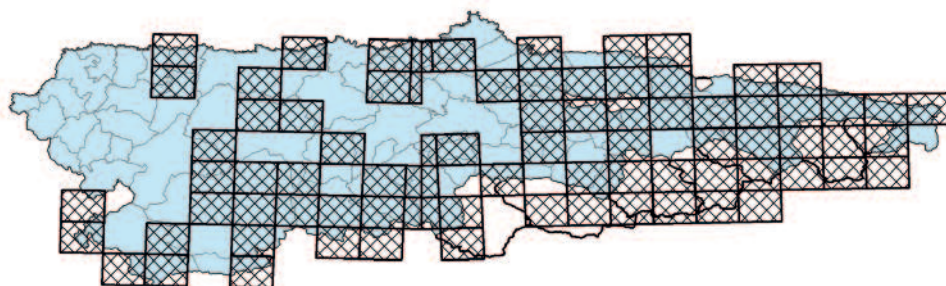


Figura 8. Área de distribución de la lechuza común (*Tyto alba*) en el Principado de Asturias. Cada concejo donde se ha registrado su presencia se indica en color azul. Distribución de *Arvicola scherman* indicado por cuadrículas reticuladas UTM 10x10 km.

VULNERABLE

VU



Autillo europeo (*Otus scops*)

Esta especie habita principalmente zonas arboladas no muy densas, como dehesas, cultivos de frutales, bosques de ribera o parques, desde el nivel del mar hasta los 1.000 metros de altitud aproximadamente. Se alimenta de invertebrados, principalmente polillas, grillos y saltamontes, aunque es capaz en determinados momentos de capturar pequeños vertebrados, como roedores, murciélagos, reptiles, y aves. Presente de marzo a septiembre en Asturias. Esta ave está amenazada principalmente por dos factores que la han llevado a estar catalogada como vulnerable: la alteración de su hábitat (transformación del paisaje rural y expansión urbanística) y el empleo de plaguicidas. Ambos aspectos han favorecido la pérdida de lugares de cría y una importante disminución de presas. Los atropellos también son relativamente frecuentes y hacen mermar las poblaciones. Su distribución se muestra en la Figura 9.



Figura 9. Área de distribución del autillo europeo (*Otus scops*) en el Principado de Asturias. Cada concejo donde se ha registrado su presencia se indica en color rojo. Distribución de *Arvicola scherman* indicado por cuadrículas reticuladas UTM 10x10 km.

Conclusiones

Entre las aves rapaces nocturnas descritas, el cárabo común es la más extendida en Asturias, y la especie cuya distribución coincide en mayor medida con la mostrada por la rata topera, *A. scherman*. Se trata de un depredador muy generalista, aunque tiene preferencia concretamente por topillos, lo que lo hace especialmente interesante como enemigo natural de esta especie de roedor. A pesar de que su presencia queda condicionada por árboles de cierta edad, el paisaje parcheado de Asturias permite en muchos casos que esta ave pueda alimentarse de especies que habitan pastizales y cultivos. Junto al cárabo, la lechuza común está presente en gran parte de nuestra región, exceptuando aquellos concejos a mayor altitud en el oriente. Su elevada tasa metabólica y su preferencia por entornos rurales hacen que esta rapaz sea una de las que más puedan participar en el control biológico de la rata topera, pudiendo incrementar además sus densidades durante las explosiones demográficas de este roedor. La distribución del mochuelo europeo es algo

más restringida, y coincide en menor medida con la mostrada por *A. scherman*. No obstante, son los paisajes agrícolas heterogéneos donde esta rapaz presenta mayores densidades, mostrando una elevada preferencia por roedores, por lo que ha de tenerse en cuenta a la hora considerarlo un potencial depredador de la rata topera en aquellas zonas donde puedan estar presentes ambas especies. El autillo estaría presente durante los meses de primavera y verano, principalmente a baja altitud, pudiendo depredar sobre esta especie de topillo al preferir como hábitat los paisajes tradicionales agrícolas. No obstante, sus presas suelen ser de menor tamaño, fundamentalmente invertebrados. La distribución del búho chico es dispersa y, aunque presenta preferencia por micromamíferos y es capaz de cazar con escasa luz, su tendencia a asentarse en pinares lo alejan de ser, en teoría, un gran consumidor de ratas toperas. La presencia del búho campestre se limita a unos pocos concejos durante el invierno, aunque sí puede llegar a ser un depredador potencial de topillos. Por último, aunque el búho real está presente todo el año, son pocas las áreas

donde coincide con la rata topera y, si hay disponibilidad, tenderá a capturar presas de un tamaño considerablemente mayor.

Cómo potenciar el control biológico por rapaces nocturnas

El control biológico natural consiste en la reducción de las poblaciones de una o varias especies perjudiciales por parte de depredadores que existen naturalmente en un ecosistema. Al proteger la biodiversidad aumenta la eficacia del control biológico natural (Giraudoux et al. 1997). Por ello, la presencia de rapaces nocturnas en las zonas agrícolas y ganaderas de Asturias se puede ver favorecida al mantener y promover la heterogeneidad del paisaje y la presencia de áreas naturales. La conservación de posaderos y lugares de cría son los principales aspectos a considerar a la hora de potenciar el control biológico por parte de estas rapaces, especialmente en el caso de la lechuza, el mochuelo europeo y el autillo, los cuales están en declive. De manera adicional, la promoción de posaderos y nidos artificiales, mediante la instalación de perchas y cajas nido respectivamente, han demostrado ser útiles para aumentar la presencia de aves rapaces y reducir las densidades de topillos en ecosistemas agrícolas (Paz et al. 2013). Merece la pena señalar que existen numerosos ejemplos de cajas nido específicas para cada especie de ave rapaz disponibles en la web (ver enlaces a continuación como ejemplo). La promoción del control biológico supone una herramienta de control barata y respetuosa con el medio ambiente, complementario a otros métodos sostenibles y específicos orientados a disminuir los daños producidos por la rata topera, como la utilización de trampas de golpe, la instalación de barreras perimetrales o la destrucción de las galerías. La reducción de la cobertura vegetal mediante siegas frecuentes también incrementa la depredación por parte de las rapaces (Delattre et al. 2009). Es importante destacar que tanto los depredadores especializados como no especializados pueden ayudar a contener las densidades poblacionales de ratas toperas entre dos explosiones demográficas (Delattre et al. 2009).

<https://ecocampusalmeria.wordpress.com/wp-content/uploads/2018/06/manual-de-cajas-nido-para-las-aves-de-espacio-3b1a.pdf>

<https://grefa.org/proyectosgrefa/control-biol%C3%B3gico-del-topillo-campesino.html#control-biol%C3%B3gico>

Agradecimientos

Agradecemos a Álvaro Oleaga la cesión de fantásticas fotos de aves rapaces durante su estancia en el Centro de Recuperación de la Fauna Silvestre del Principado, en Sobrescobio, que ilustran este artículo y a la Consejería de Medio Rural y Política Agraria del Gobierno del Principado de Asturias, en concreto a la Dirección General de Medio Natural y Planificación Rural, el apoyo económico en el estudio del control biológico de la plaga de la rata topera.

Referencias bibliográficas

- DELATTRE, P.; DAMANGE, J. P.; RAOUL, F.; GIRAUDOUX, P. 2009. Predation. In: *Le campagnol terrestre. Prévention et contrôle des populations* (eds. Delattre P, Giraudoux P), pp. 59-66. Éditions Quæ, Versailles Cedex, France.
- Enciclopedia virtual de los vertebrados españoles. Museo Nacional de Ciencias Naturales CSIC. Disponible en: <http://www.vertebradosibericos.org/>
- GIRAUDOUX, P.; DELATTRE, P.; HABERT, M.; QUÉRÉ, J. P.; DEBLAY, S.; DEFAULT, R.; DUHAMEL, R.; MOISSENET, M. F.; SALVI, D.; TRUCHET, D. 1997. Population dynamics of fossorial water vole (*Arvicola terrestris scherman*): a land use and landscape perspective. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 66: 47-60.
- PAZ, A.; JAREÑO, D.; ARROYO, L.; VIÑUELA, J.; ARROYO, B.; MOUGEOT, F.; LUQUE-LARENA, J. J.; FARGALLO, J. A. 2013. Avian predators as a biological control system of common vole (*Microtus arvalis*) populations in north western Spain: experimental set up and preliminary results. *Pest Management Science*. 69: 444-450.
- SAUCY, F. (2002) Dispersal as a key issue in the biological control of small mammals. *Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft*, 104, 18-27.
- SAUCY, F.; SCHNEITER, B. 1998. Juvenile dispersal in the vole, *Arvicola terrestris*, during rainy nights: a preliminary report. *Bulletin de la Societe Vaudoise des Sciences Naturelles*. 84: 33-345.
- SEO/Birdlife. Sociedad Española de Ornitología. Información disponible en: <https://seo.org>.
- SOMOANO, A. 2017. Biología y genética de poblaciones de *Arvicola scherman cantabrie* (Rodentia, Arvicolinae). Tesis doctoral, Universidad de Oviedo, España.
- 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.; VENTURA, J.; MIÑARRO, M. 2018. Reproducción continua de la rata topera en pomaradas asturianas. *Tecnología Agroalimentaria*. 20: 22-27.
- SOMOANO, A.; VENTURA, J.; MIÑARRO, M. 2022. El paisaje agrícola tradicional de Asturias limita la expansión de las plagas de roedores. *Tecnología Agroalimentaria*. 27: 24-29. ■



Nanopartículas de oro y microARN para autenticar leche producida en base a pastos y forrajes

KARELMAR LÓPEZ BENÍTEZ. Área de Nutrición, Pastos y Forrajes. karelmarm@serida.org
LOUBNA ABOU EL QASSIM. Research Associate in Scotland's Rural College (SRUC). loubna.ab.enam@gmail.com
PATRICIA ALCÁZAR GONZÁLEZ. Universidad de Oviedo. alcazarpatricia@uniovi.es
SENÉN DE LA TORRE-SANTOS. Instituto Panameño Autónomo Cooperativo (IPACOOPI). senendelatorre@gmail.com
M.ª TERESA FERNÁNDEZ-ARGÜELLES. Universidad de Oviedo. fernandezteresa@uniovi.es
FERNANDO VICENTE MAINAR. Área de Nutrición, Pastos y Forrajes. fvicente@serida.org
LUIS J. ROYO MARTÍN. Universidad de Oviedo. royoluis@uniovi.es
MARIO MENÉNDEZ-MIRANDA. Área de Nutrición, Pastos y Forrajes, SERIDA. mmiranda@serida.org

En la Cornisa Cantábrica coexisten diferentes modelos de producción de leche presentando todos ellos rasgos comunes, como son el carácter familiar de las explotaciones y la importancia de la base forrajera propia. Las explotaciones más pequeñas constituyen el 60% de las granjas, gestionan el 37% de la superficie agraria útil (SAU) y son responsables del 20% de la producción de leche del norte.

El 80% de su SAU se dedica a la producción de hierba en prados y praderas, mientras el resto está destinada a cultivos anuales. Más del 85% de las pequeñas explotaciones utilizan la hierba fresca en la alimentación de las vacas en lactación, fundamentalmente a través del pastoreo. En torno al 75% dependen del ensilado de hierba como principal forraje conservado, mientras el consumo de concentra-

do no supera el 30% de la materia seca (MS) de la ración.

Las pequeñas explotaciones lecheras asturianas tienen elevado potencial para generar una variada gama de servicios ecosistémicos para el conjunto de la sociedad, pero su viabilidad futura está muy comprometida por una combinación de factores entre los que caben destacar la elevada tasa de abandono y la avanzada edad de los titulares. Según datos del SA-DEI para el año 2017, en torno al 28% de los titulares están próximos a la jubilación (tienen más de 65 años) y otro 30% tienen más de 55 años, mientras que apenas el 7% pueden considerarse jóvenes (entre 25 y 39 años).

Con objeto de afrontar la problemática del abandono de estas tierras y el mantenimiento de sus ecosistemas plurianuales, surge el objetivo general de la línea de trabajo que estamos desarrollando en el Grupo de Investigación de Nutrición y Sanidad Animal (NySA) del SERIDA: conservar y poner en valor sistemas de producción de leche basados en el uso de los recursos disponibles en zonas con condiciones edafo-climáticas favorables para el crecimiento de hierba y forraje, como es el caso de la Cornisa Cantábrica en general, y de Asturias en particular.

En los últimos años se está llevando a cabo un enorme esfuerzo en la búsqueda de moléculas que permitan asociar la composición de los productos agroalimentarios con la alimentación del ganado, de modo que permitan la trazabilidad y autenticación de la leche según su sistema de producción u origen geográfico. Recientemente se han identificado unas moléculas, llamadas microARNs, que juegan un papel fundamental en procesos fisiológicos y patológicos de los organismos superiores. Están presentes en todos los fluidos de plantas y de animales, como la sangre, la leche, etc. Por este motivo, son moléculas muy interesantes como biomarcadores no invasivos, para el diagnóstico, pronóstico e incluso evaluación terapéutica de enfermedades. En el sector agroalimentario pueden jugar un papel importante para el control de calidad en productos lácte-

os, y también para controlar el fraude en el etiquetado. Son moléculas de ARN cortas, de 21 a 25 nucleótidos, responsables de la regulación de la expresión de genes. Los perfiles y modalidades de los microARNs cambian según su contexto genético (especie, raza, individuo), pero también según las condiciones ambientales. Además, permanecen estables en condiciones adversas, incluidas las altas temperaturas, los ciclos de congelación / descongelación, la digestión de la ARNasa y las condiciones ácidas. Todas estas características, y el hecho de que se puedan muestrear de forma no invasiva o mínimamente invasiva, los convierten en biomarcadores ideales para identificar la leche producida con diferentes sistemas de producción. Actualmente, se está desarrollando una herramienta de trazabilidad que, a partir de los niveles de expresión de uno o varios microARN, podría predecir la presencia o la ausencia de un ingrediente en la dieta de los animales o bien podría ser indicador del ejercicio reflejado por el hecho de caminar durante el pastoreo.

Más allá de las funciones que ejercen en las células que los producen y su uso como biomarcadores, los microARN también pueden transferirse a otras células u otras especies en complejos proteicos o mediante vesículas extracelulares. Son cada vez más numerosos los estudios científicos que reafirman la capacidad bioactiva de la leche, derivada en parte del papel de los microARN contenidos en la leche de vaca en la regulación genética de los humanos que la consumen. Por lo tanto, es muy importante estudiar el contenido de estos microARN en la leche cruda, pero también en los productos lácteos, teniendo en cuenta que la mayor parte de la leche se procesa (pasteurización, fermentación, esterilización) antes del consumo. Por lo tanto, el estudio de los microARN nos abre una puerta para la investigación del carácter funcional de la leche y su efecto sobre la salud del consumidor, ya que sabemos que los microARN presentes en la leche cuando ésta es administrada vía oral, atraviesan la barrera intestinal y llegan a los tejidos del consumidor, donde pueden ejercer su función.



Hasta ahora hemos identificado cuatro marcadores microARN útiles para la trazabilidad de la leche producida en pastoreo:

- El bta-miR-215 se encuentra de forma significativamente más abundante en la grasa de la leche producida en sistemas intensivos en comparación con su equivalente en extensivo (Abou el qassim et al., 2022a). Además, este marcador tiene niveles significativamente más bajos en las ganaderías ecológicas (Abou el qassim, 2023).
- Los niveles de bta-miR-155 fueron mayores en grasa de leche de vacas criadas en granjas de pastoreo que en la de las vacas criadas en granjas intensivas y alimentadas principalmente con ensilado de maíz.
- Los niveles en grasa de la leche de bta-miR-103 fueron más altos en las explotaciones que incluían hierba fresca en la dieta, ya fuera en pastoreo o segada y ofrecida en el pesebre (Abou el qassim et al., 2022b).

Estos resultados, se obtuvieron a partir de leche de granjas comerciales. Además, en ensayos llevados a cabo en condiciones controladas de manejo y alimentación del rebaño experimental lechero del SERIDA, los marcadores bta-miR-155 y bta-miR-103 también presentaron niveles más altos en leche de vacas alimentadas en pastoreo que las mismas vacas cuando se mantenían estabuladas (De la Torre-Santos, 2021).

- Por último, a nivel de exosomas de leche, se ha visto que el microARN bta-miR-451 es más abundante en leche de vacas de ganaderías de pastoreo (Abou el qassim, 2023). Este hecho, además, se ha corroborado en ensayos realizados en condiciones experimentales controladas en el rebaño del SERIDA, en los que se encontró una mayor proporción de este marcador en leche de vacas que practicaban el pastoreo (De la Torre-Santos, 2021).

Para la detección de microARN se han empleado diferentes métodos, siendo

hoy en día la reacción en cadena de la polimerasa cuantitativa en tiempo real (qRT-PCR) el más usado. Sin embargo, algunos de estos métodos tienen ciertas limitaciones, y suelen ser técnicas que requieren mucho tiempo y múltiples pasos experimentales, además de determinaciones adicionales para su correcta normalización.

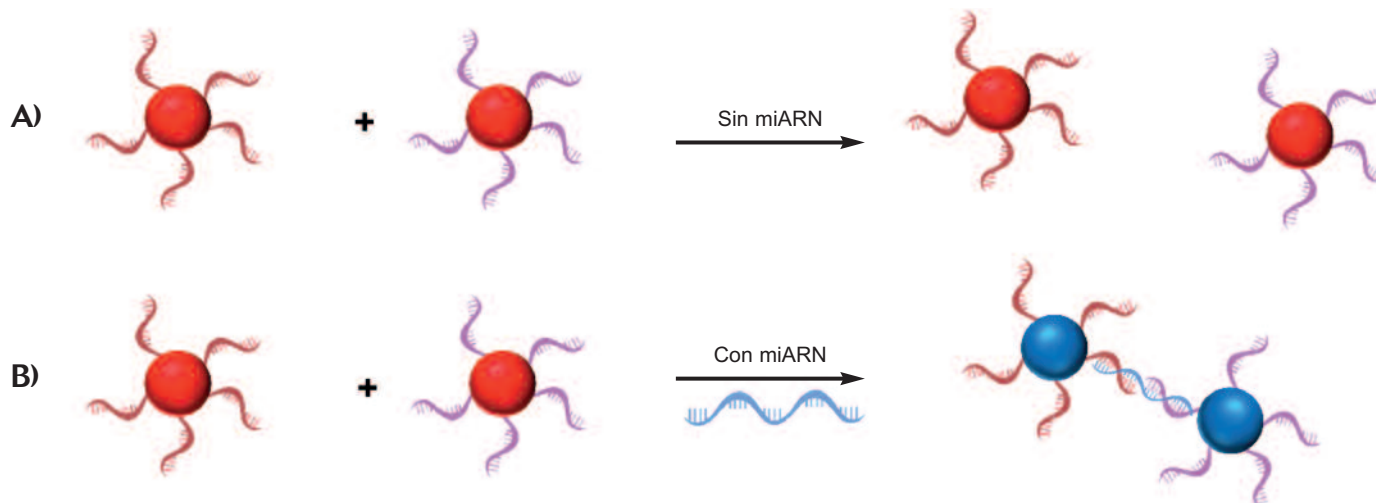
Para ello se está desarrollando un nanosensor, basado en nanopartículas de oro (AuNPs) para la cuantificación del microARN de interés con alta sensibilidad y selectividad de una manera rápida y de bajo coste.

Las AuNPs son partículas metálicas, generalmente esféricas, de entre 1 y 100 nm de diámetro que, debido a su tamaño y forma, poseen propiedades ópticas, térmicas y eléctricas diferentes a las del oro en escala macroscópica (Lance Kelly et al., 2003). En relación a sus propiedades ópticas, las AuNPs sufren un fenómeno denominado resonancia de plasmón superficial, que podría describirse como una oscilación de electrones confinados en la superficie de estas partículas que provoca una elevada absorción y dispersión de luz. El tamaño, la forma y el medio que las rodea, así como la distancia entre ellas, provocan cambios en las oscilaciones de los electrones y, consecuentemente, en la longitud de onda de la banda de absorción, situada entre los 500 y 600 nm. Esta variación puede detectarse visualmente como un cambio de color de rojo a púrpura.

Otra particularidad de las AuNPs es que pueden ser funcionalizadas con biomoléculas, o agentes estabilizantes de una manera relativamente sencilla (Wong Lee et al., 2021). En este caso la funcionalización se realizará con cadenas de oligonucleótidos de ADN.

Por tanto, la posibilidad de inmovilizar en la superficie de las AuNPs hebras de ADN que actúan como elementos de reconocimiento del microARN de interés, provocando así un cambio de color debido a la agregación de las nanopartículas, les otorgan un gran valor como herramientas para el desarrollo de metodologías analíticas (Krishnendu Saha et al., 2012).





↑
Figura 1.-A) Ensayo de detección en ausencia de analito; **B)** Ensayo de detección en presencia de analito.

En el marco del proyecto NanoNAMilk hemos comenzado con el desarrollo de una metodología de detección para tres de los cuatro microARNs identificados con anterioridad para la trazabilidad de la leche producida en base a pastoreo; en concreto, el bta-miR-103, el bta-miR-155 y el bta-miR-215.

Para el desarrollo de esta metodología se lleva a cabo la funcionalización de dos conjuntos de AuNPs con dos cadenas de oligonucleótidos de ADN diferentes, ambas complementarias a cada uno de los extremos del microARN de interés. La unión de las hebras a la superficie de las AuNPs se basa en la afinidad del oro por el grupo tiol (grupo -SH) (Woong Lee et al., 2021). Con este fin, se pueden sintetizar cadenas de ADN modificadas con un grupo tiol en uno de sus extremos, de modo que éstos sean los que se unan directamente a la superficie de las nanopartículas; este proceso de unión se denomina bioconjugación.

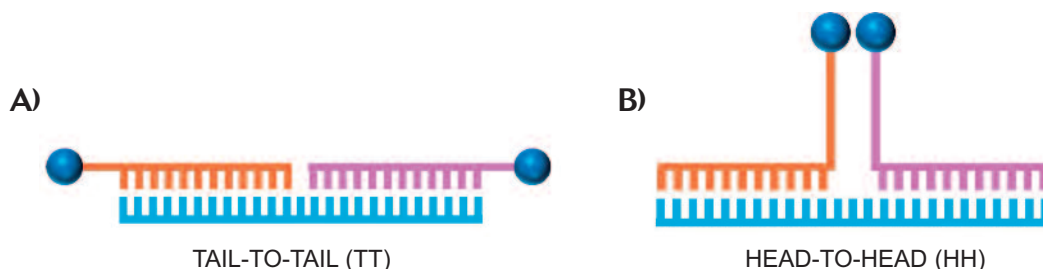
La etapa de detección de los microARNs se basa en la agregación de las

AuNPs funcionalizadas tras la hibridación con el analito, tal y como se muestra de forma simplificada en la Figura 1.

Para el desarrollo de la metodología es necesario optimizar diferentes parámetros:

- **Tamaño de las AuNPs**
El empleo de AuNPs de diferentes tamaños tiene un impacto en la longitud de onda de absorción, siendo éstas superiores a mayor diámetro de nanopartícula.
- **Conformación de la hibridación**
La hibridación de las AuNPs con cada microARN se puede llevar a cabo de diferentes formas, tal y como se muestra en la Figura 2, pudiendo afectar estas conformaciones en la agregación de las AuNPs y, por tanto, en la detección visual. Estudios anteriores muestran la importancia de la conformación a la hora de llevar a cabo ensayos de detección de microARN mediante AuNPs funcionalizadas. (Jun Cai et al., 2019).

→
Figura 2.-A) Esquema de hibridación cola-cola (TT); **B)** Esquema de hibridación cabeza-cabeza (HH).



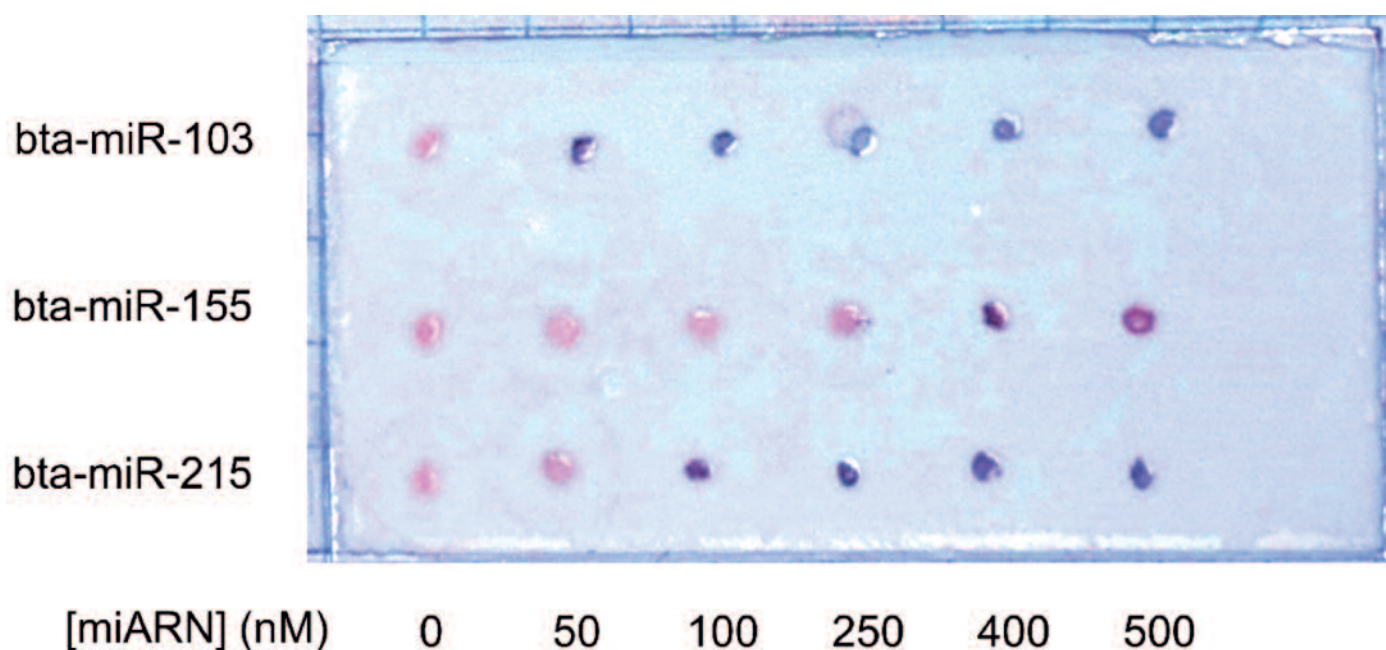
- **Temperatura de hibridación**
La temperatura de fusión es aquella en la cual el 50% del ADN o el ARN se encuentra desnaturalizado. Para que la hibridación de las AuNPs funcionalizadas se lleve a cabo de forma eficiente, es necesario que la temperatura del ensayo alcance al menos esta temperatura de fusión.
- **Tiempo de incubación**
El tiempo de hibridación debe optimizarse de modo que sea suficiente para garantizar una hibridación lo más completa posible con el analito.
- **Concentración de cloruro de magnesio ($MgCl_2$)**
Las cadenas de oligonucleótidos empleadas en el proceso de bioconjugación contienen carga negativa debido a los grupos fosfato presentes en el ADN, lo que provoca una repulsión entre las cadenas. La adición de una sal (cationes) al medio, reduce las repulsiones entre las cadenas de ADN y el microARN objetivo, favoreciendo la hibridación. Sin embargo, una concentración excesiva de cationes en el medio puede provocar una agregación de las propias AuNPs funcionalizadas y su posterior precipitación antes de poder hibridarse con el analito.

- **Relación molar ADN: AuNPs**
El objetivo de la optimización de la relación molar entre las cadenas de oligonucleótidos de ADN y las AuNPs es conocer la máxima densidad superficial. Este estudio se lleva a cabo mediante la utilización de electroforesis en gel de agarosa. El desplazamiento de las AuNPs funcionalizadas se produce desde el ánodo hacia el cátodo debido a la presencia de la carga negativa de los grupos fosfato del ADN, a mayor densidad superficial de ADN mayor será el desplazamiento hasta alcanzar el máximo de saturación de la superficie.

Como resultados preliminares podemos ver en la Figura 3 el ensayo de detección y cuantificación de los tres microARNs de interés, pudiendo observar la capacidad de detección del bta-miR-103, bta-miR-155 y bta-miR-215 a una concentración de 50, 400 y 100 nM, respectivamente.

Los resultados mostrados en la Figura 3 pertenecen a una serie de ensayos realizados durante la fase de desarrollo de la metodología. En este caso particular, se han empleado AuNPs con un diámetro de 14 nm y conformación de hibridación HH (cabeza-cabeza), una temperatura de

↓
Figura 3.-Imagen de la placa de gel de sílice donde se han depositado las AuNPs funcionalizadas con las siguientes concentraciones de bta-miR-103, bta-miR-155 y bta-miR-215: 0, 50, 100, 250, 400 y 500 nM.



ensayo de 50°C y un tiempo de incubación de 30 minutos. Sin embargo, es necesario optimizar los parámetros ya descritos con anterioridad para poder determinar las condiciones adecuadas de hibridación con los microARN de interés.

En este sentido, aunque se requiere un mayor estudio y optimización de las condiciones, se observa que el desarrollo de la metodología está generando resultados satisfactorios. Los oligonucleótidos de ADN utilizados en la bioconjugación de las AuNPs hacen que esta técnica sea altamente selectiva, dado que las hebras empleadas son complementarias a los microARN de interés.

Puesto que el propósito es desarrollar un bio(nano)sensor para la autenticación del origen y modo de producción de la leche proveniente de diferentes explotaciones lecheras, futuros estudios se centrarán en la aplicación de esta metodología sobre muestras reales.

Por lo tanto, a partir de los resultados obtenidos podemos afirmar que es posible diferenciar la leche producida bajo sistemas de explotación ecológica o de pastoreo, potenciando así el valor de mercado de estos productos y promoviendo la conservación y revalorización de dichos sistemas de producción en la Cornisa Cantábrica.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto PID2021-260100R-IOO/AEI/10.13039/501100011033/FEDER,UE y por el proyecto IDI/2020/000102 (GRUPIN PCTI 2021-2023)

Referencias

ABOU EL QASSIM, L.; ALONSO, J.; ZHAO, K.; LE GUILLOU, S.; DIEZ, J.; VICENTE, F.; FERNÁNDEZ-SAN-

JURJO, M.; IGLESIAS-GUTIÉRREZ, E.; GUAN, L.; ROYO, L. J. (2022). Differences in the microRNAs Levels of Raw Milk from Dairy Cattle Raised under Extensive or Intensive Production Systems. *Veterinary Sciences*, 9(12):661. <https://doi.org/10.3390/vetsci9120661>.

ABOU EL QASSIM, L.; LE GUILLOU, S.; ROYO, L. J. (2022). Variation of miRNA Content in Cow Raw Milk Depending on the Dairy Production System. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(19):11681. <https://doi.org/10.3390/ijms231911681>

ABOU EL QASSIM, L. (2023). Variaciones de los perfiles de microARN en la leche de vaca y derivados lácteos según el sistema de producción [Tesis Doctoral, Universidad de Oviedo]. Servicio de Medios Audiovisuales. <http://hdl.handle.net/10651/68831>

DE LA TORRE-SANTOS, SENÉN. (2021). Identificación de biomarcadores específicos para autenticar el origen y el sistema de alimentación del vacuno lechero [Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza]. Universidad de Zaragoza Servicio de Publicaciones. <https://zaguan.unizar.es/record/106235>

LANCE KELLY, K.; CORONADO, E.; LIN ZHAO, L.; SCHATZ, G. C. (2003). The Optical Properties of Metal Nanoparticles: The Influence of Size, Shape, and Dielectric Environment. *J. Phys. Chem. B*, 107(3), 668-677. <https://doi.org/10.1021/jp026731y>

WOONG LEE, J.; CHOI, S. R.; HYUK HEO, J. (2021). Simultaneous Stabilization and Functionalization of Gold Nanoparticles via Biomolecule Conjugation: Progress and Perspectives. *ACS Appl. Mater. Interfaces* 13(36), 42311-42328. <https://doi.org/10.1021/acsami.1c10436>

SAHA, K.; AGASTI, S. S.; KIM, C.; LI, X.; ROTELLO, V. M. (2012). Gold Nanoparticles in Chemical and Biological Sensing. *Chem. Rev.*, 112(5), 2739-2779. <https://doi.org/10.1021/cr2001178>

CAI, J.; DING, L.; GONG, P.; HUANG, J. (2019). A colorimetric detection of microRNA-148a in gastric cancer by gold nanoparticle-RNA conjugates. *Nanotechnology*, 31(9):095501. <https://doi.org/10.1088/1361-6528/ab55b7>. ■





El proyecto MOTHER: la criopreservación de la corteza ovárica como opción para la conservación de los recursos genéticos

PAULA ROMERO MUÑOZ. Área de Genética y Reproducción Animal. paularm@serida.org

CARMEN DÍEZ MONFORTE. Área de Genética y Reproducción Animal. mcdiez@serida.org

SUSANA CARROCERA COSTA. Área de Genética y Reproducción Animal. scarrocera@serida.org

MARÍA AURORA GARCÍA MARTÍNEZ. Área de Genética y Reproducción Animal. mauroragm@serida.org

MARTA MUÑOZ LLAMOSAS. Área de Genética y Reproducción Animal. mmunoz@serida.org

La criopreservación (conservación a baja temperatura; CP) de semen y embriones es una técnica que se emplea rutinariamente en especies domésticas de interés económico, así como en especies silvestres en peligro de extinción (en el caso del semen). El interés de la CP es doble. Por una parte, el uso del semen y embriones criopreservados es esencial en los programas de mejora genética de la cabaña ganadera para impulsar la eficiencia de la producción animal y con ello incrementar la rentabilidad de las explotaciones. Por otro lado, en el caso de los programas de conservación de razas y especies en riesgo de desaparición, el almacenamiento de semen y embriones criopreservados en los bancos de recursos zoogenéticos (BRZ) permite mantener la variabilidad genética indefinidamente, lo que permite garantizar su supervivencia.

De igual forma que sucede con espermatozoides y embriones, una CP eficaz de los ovocitos permitiría una gestión más eficiente del ganado y de las especies de animales silvestres y de laboratorio. En el caso de los programas de mejora genética, los ovocitos criopreservados podrían almacenarse hasta que la hembra expresara su mérito genético y se pu-

diera realizar el apareamiento adecuado, pero también podrían ser incorporados a los BRZ, manteniendo intacta la fertilidad de la hembra. También se facilitaría su uso en procedimientos de reproducción asistida con ovocitos recuperados de hembras que mueren accidentalmente o que deben ser sacrificadas por motivos sanitarios (Araújo et al., 2014).

Sin embargo, a pesar de estos potenciales beneficios, la especial sensibilidad a las bajas temperaturas de los ovocitos hace que hoy en día no se disponga de protocolos eficientes que permitan su aplicación de forma rutinaria.

En este sentido, las tasas de desarrollo de los ovocitos criopreservados son significativamente inferiores a las mostradas por los ovocitos frescos (Díez et al., 2012); este hecho se observa no sólo en el caso del ganado bovino, sino también en mu-



↓
Figura 1..-Procesado de ovarios, disección de corteza ovárica y criopreservación.

chas otras especies domésticas y silvestres, al igual que en la especie humana.

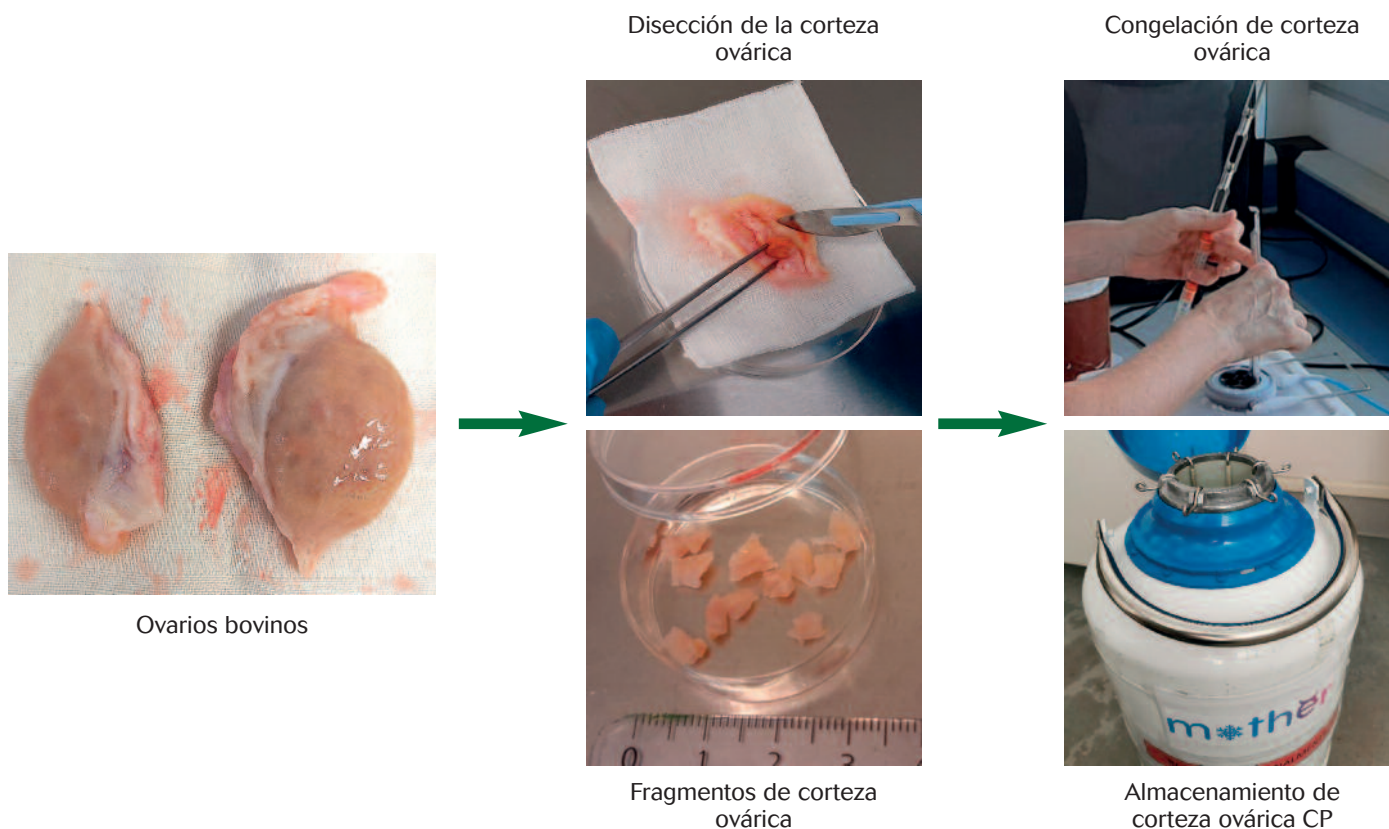
Los daños que sufren los ovocitos como consecuencia de los procesos de CP son considerables y su alcance depende de factores relacionados con la especie, la etapa de desarrollo y la capacidad del ovocito para reparar total o parcialmente el daño y continuar con el desarrollo normal (Fuller & Paynter, 2004). Las razones de esta especial sensibilidad son múltiples, y responden a las especiales características morfológicas y funcionales de los gametos femeninos.

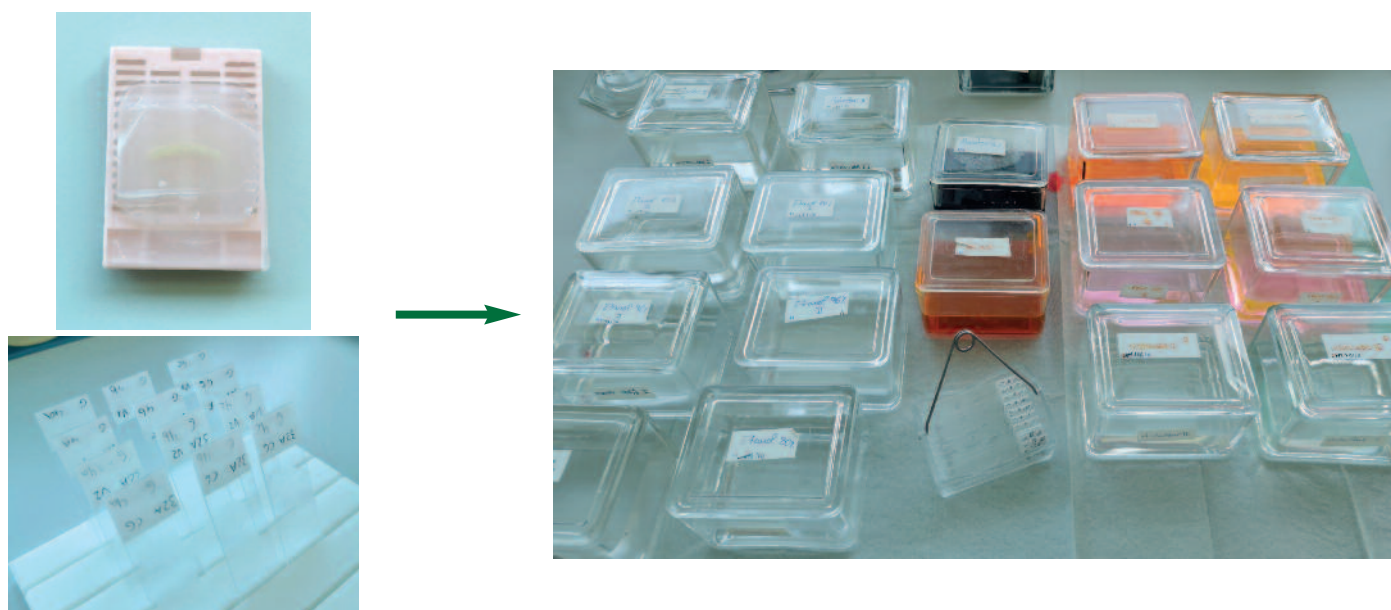
Como alternativa a la CP de ovocitos, durante los últimos 15 años se han desarrollado protocolos de CP de la corteza ovárica (CO), parte externa del ovario que contiene la reserva de ovocitos de la que la hembra va a hacer uso durante su vida reproductiva. En la CO, los ovocitos se encuentran en unas estructuras denominadas folículos que, según su grado de desarrollo, se clasifican en: primordiales, preantrales (primarios y secundarios), antrales y ovulatorios. Durante la vida reproductiva de la hembra, solo una

ínfima cantidad de estos folículos va a llegar a crecer y liberar un ovocito apto para ser fecundado; de esta forma, la gran mayoría de los folículos está destinada a sufrir un proceso degenerativo llamado atresia que conllevará la pérdida del ovocito que contenía. Este reducido número de ovocitos potencialmente disponibles para su uso en reproducción en condiciones naturales, supone un desperdicio indeseable de recursos genéticos (Campos et al., 2019).

Consecuentemente, la corteza ovárica es una fuente inestimable de gametos femeninos, y su CP permitiría mejorar los programas de cría animal, preservar especies animales amenazadas o hembras de alto mérito genético, aprovechando al máximo el potencial reproductivo femenino individual (Fig. 1).

En este contexto, el proyecto MOTHER tiene como objetivo general investigar las condiciones óptimas de CP de la corteza ovárica de ganado bovino para salvaguardar las diferentes poblaciones de folículos y ovocitos presentes en el ovario, como alternativa a la CP de ovocitos.





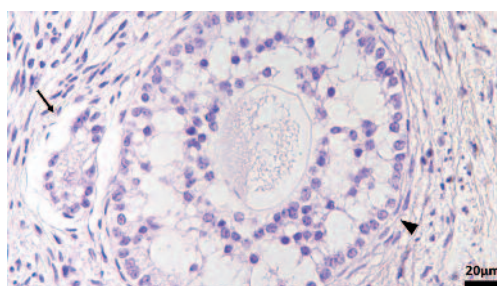
Para lograr este objetivo, MOTHER plantea varias aproximaciones que se abordarán en diferentes paquetes de trabajo:

- Comparar el efecto de dos protocolos de CP (congelación y vitrificación) de folículos antrales sobre la supervivencia de los ovocitos que contienen.
- Evaluar y comparar el efecto de los protocolos de CP (congelación y vitrificación) de corteza ovárica sobre la morfología y estructura de las diferentes poblaciones foliculares preantrales (folículos primordiales, primarios y secundarios) (Figs. 1, 2 y 3).
- Optimizar el aislamiento de folículos preantrales obtenidos a partir de CO fresca y sometida a CP.
- Establecer un sistema eficiente de cultivo *in vitro* de los folículos preantrales obtenidos y recuperación de los ovocitos en un estadio de desarrollo compatible con su utilización para producir embriones *in vitro*.
- Evaluar la viabilidad *in vivo* de los embriones producidos a partir de ovocitos obtenidos de folículos de corteza criopreservada.

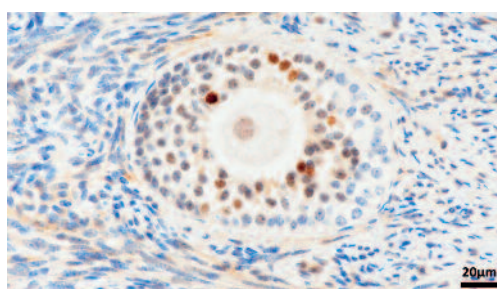
El proyecto ha iniciado ya su andadura y, en su fase inicial, los experimentos realizados están evaluando los efectos del uso de un protocolo de congelación y



Evaluación microscópica



Trinción con hematoxilina y eosina: Folículo secundario (cabeza de flecha); Folículo desprendido de la membrana basal (flecha)



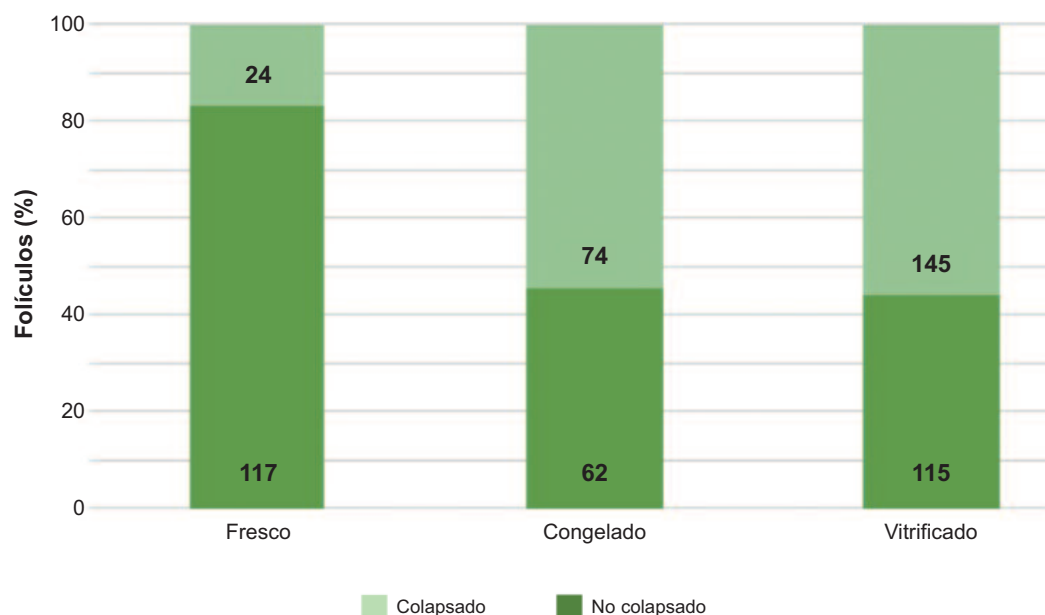
Trinción inmunohistoquímica de Ki67: los núcleos positivos (marrón) son indicadores de actividad proliferativa

↑
Figura 2.—Procesado de muestras de corteza ovárica para análisis histológico y de inmunohistoquímica.

←
Figura 3.—Análisis microscópico de muestras de corteza ovárica.



Figura 4.-Porcentajes de folículos No Colapsados (morfológicamente normales) y Colapsados en corteza ovárica fresca, congelada y vitrificada. Los números indican el total de folículos valorados.



otro de vitrificación sobre la morfología de los folículos preantrales, así como sobre la capacidad de proliferación de las células de la granulosa, que recubren internamente los folículos. Los resultados preliminares, permiten avanzar que la CP afecta significativamente a la integridad de la CO, al producir una disminución del porcentaje de folículos morfológicamente normales (Fig. 4) (Romero et al., 2024. 17º Congreso AERA; en prensa).

MOTHER está liderado desde el Área de Genética y Reproducción Animal del SERIDA. Para desarrollo del proyecto, de 4 años de duración, se ha constituido un consorcio investigador multidisciplinar en el que, además del SERIDA y la Universidad de Oviedo, participan el Instituto Nacional para la Investigación Agronómica de Francia (INRAe), la Academia Polaca de Ciencias, la Universidad de Ciencias de la Vida de Estonia y compañías biotecnológicas como la clínica de reproducción asistida ERGO (España) o CONCEPTEASY (Estonia).

Proyecto MOTHER: PID2022-138633 OR-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER UE. Contrato de Paula Romero Muñoz: PREP20

22-000436 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FSE+.

Bibliografía

- ARAÚJO, V. R.; GASTAL, M. O.; FIGUEIREDO, J. R. & GASTAL, E. L. (2014). In vitro culture of bovine preantral follicles: a review. *Reproductive Biology and Endocrinology: RB&E*, 12, 78. <https://doi.org/10.1186/1477-7827-12-78>.
- CAMPOS, L. B.; PRAXEDES, É. C. G.; SARAIVA, M. V. A.; COMIZZOLI, P. & SILVA, A. R. (2019). Advances and Challenges of Using Ovarian Preantral Follicles to Develop Biobanks of Wild Mammals. *Biopreservation and Biobanking*, 17(4), 334-341. <https://doi.org/10.1089/BIO.2018.0130>.
- DÍEZ, C.; MUÑOZ, M.; CAAMAÑO, J. N. & GÓMEZ, E. (2012). Cryopreservation of the bovine oocyte: current status and perspectives. *Reproduction in Domestic Animals*, 47 Suppl 3 (SUPPL.3), 76-83. <https://doi.org/10.1111/J.1439-0531.2012.02029.X>.
- FULLER, B. & PAYNTER, S. (2004). Fundamentals of cryobiology in reproductive medicine. *Reproductive Biomedicine Online*, 9(6), 680-691. [https://doi.org/10.1016/S1472-6483\(10\)61780-4](https://doi.org/10.1016/S1472-6483(10)61780-4).
- ROMERO, P.; DÍEZ, C.; CARROCERA, S.; GARCÍA, MA.; IGLESIAS, T. & MUÑOZ, M. (2024). 17º Congreso AERA; en prensa. ■





Inmunidad entrenada: una nueva teoría para un viejo y poderoso concepto. Efectos protectores no-específicos de una vacuna basada en *Mycobacterium bovis* inactivado en un modelo de sarna en conejo

RAMÓN A. JUSTE JORDÁN. Departamento de Sanidad Animal. NEIKER-BRTA. 48160 Derio. Bizkaia
ROSA CASAS Goyos. Área de Sanidad Animal. SERIDA. 33394 Gijón. Asturias



←
Administración de la
vacuna HIMB a un conejo
New Zealand White por
vía oral.

Inmunidad innata entrenada (TRAIM, del inglés TRAI ned IMmunity): Concepto

Los fenómenos de parasitismo en toda la escala biológica hacen necesario que los seres vivos hayan desarrollado sistemas de defensa contra sus invasores. Desde los mecanismos más elementales

como el sistema CRISPR-Cas de defensa antivírica del mundo bacteriano a los sofisticados sistemas de inmunidad celular y humoral adaptativos de los vertebrados, hay una amplia gama de procesos capaces de evitar o limitar los efectos perniciosos de los parásitos. Hasta hace poco se consideraba que solo los sistemas de inmunidad llamada adaptativa estaban



basados en un aprendizaje específico. El descubrimiento de este tipo de respuesta inmune específica constituyó un avance médico fundamental para entender numerosos mecanismos de enfermedad y, sobre todo, para desarrollar métodos de prevención y curación de las enfermedades infecciosas que han derribado las principales barreras al crecimiento de la especie humana y a la prolongación de las expectativas de longevidad que la especie ha experimentado durante el siglo XX. Pero dado que es claro que hay organismos que carecen de este sistema, es necesario postular nuevas teorías que permitan explicar cuáles son sus mecanismos de defensa. La nueva teoría de la inmunidad entrenada proporciona esa explicación. En este trabajo, veremos qué es la inmunidad entrenada y mostraremos un ejemplo de demostración experimental en un modelo animal.

La demostración de los mecanismos de expansión clonal en los que se basa la inmunidad adaptativa, ha proporcionado un cuerpo doctrinal claro y extremadamente útil que ha alcanzado niveles de refinamiento y sofisticación que ponen al alcance de la medicina objetivos de diagnóstico y tratamiento impensables que, durante la mayor parte de la evolución de la especie, han tenido carácter mágico o religioso. La selección clonal es un principio de la inmunología que explica como el sistema inmunológico responde a las infecciones y desarrolla la inmunidad de forma que cada célula del sistema inmunológico es específica para un único antígeno y sólo las células que reconocen específicamente un antígeno determinado se activan, proliferan y participan en la respuesta inmune frente al mismo. Este tipo de respuesta es una adquisición reciente en la escala evolutiva que solo está presente en los vertebrados, por lo que la mayor parte de las formas de vida quedaban sin cobertura teórica para la mejora de sus mecanismos de defensa frente a las infecciones. Dado que es obvio que todas estas especies sí que tienen respuestas mejoradas y desarrollan resistencias a los agentes infecciosos, era necesario postular mecanismos de defensa que la explicasen. Por un lado, en el mundo bacteriano se ha demostrado que, a través de los fenómenos CRISPR/Cas las

células pueden adquirir resistencia a la infección por virus bacteriófagos. Por otro, se sabe que las plantas tienen mecanismos de respuesta sistémica que les permiten evitar los daños por infecciones bacterianas. Sin embargo, hasta que, en 2011, M. Netea propuso lo que denominó *inmunidad entrenada* no había una teoría que permitiese explicar dichos mecanismos. La *inmunidad entrenada* constituye un mecanismo por el que las especies que carecen de los mecanismos celulares de expansión clonal, hacen frente a los desafíos de los agentes microbianos. Se trata de modificaciones metabólicas y epigenéticas que permiten poner a disposición de los organismos uni- y multicelulares un aporte extra de energía, así como una mayor eficiencia transcripcional para mejorar los fenómenos enzimáticos básicos para destruir a los agentes ofensivos. Según este mecanismo, son los patrones moleculares altamente repetitivos, como diversos componentes de la pared bacteriana, los que determinan el reconocimiento y la activación de dichos mecanismos. Dado que estas estructuras están ampliamente presentes como elementos estructurales en las células de bacterias y hongos, el aprendizaje con un parásito proporciona protección contra numerosos otros. La figura 1 representa esquemáticamente el fenómeno de la inmunidad aprendida por el que mejora la respuesta a una segunda exposición. Si consideramos la línea de tiempo de la vida de un individuo en relación con su exposición a un agente microbiano de tipo parasitario, podríamos tener cuatro posibles evoluciones. La primera, es la que en la figura se denomina **Inmadura**, en la que hay ausencia de un primer contacto en el tiempo t1. En este caso, la respuesta en el tiempo t2 corresponderá a la respuesta inmune primaria que los otros tipos han tenido en t1. La segunda evolución, la de tipo **Entrenada** sería la respuesta más normal. Ante un contacto no letal en el tiempo t1 y sin necesidad de que se desarrolle una respuesta específica, al re-exponerse el individuo en el tiempo t2, su sistema inmune innato reconoce un patrón molecular y reacciona más rápida y eficientemente. Un ejemplo típico y óptimo de este tipo de respuesta sería el de la exposición al virus de viruela

bovina que proporciona protección total y permanente frente a la viruela humana. En la evolución de tipo **Tolerizante**, la primera exposición se produciría en unas condiciones tales que la respuesta se vería inhibida (por ejemplo, por un contacto masivo y reiterado con un patrón presente en un agente apatógeno o de baja virulencia), y el inductor no sería recordado e incluso podría ser reconocido como propio de manera que podría seguir reproduciéndose sin causar daño mientras no concurren otras circunstancias. Hay

numerosos ejemplos de este tipo como el de la tuberculosis o el de los herpesvirus que causan infecciones latentes. Finalmente, la evolución **Patogenizante**, correspondería con formas de contacto que causan una reacción exagerada en el segundo encuentro. Este caso, podría ejemplificarse con la vacunación contra el dengue que, si se aplica en individuos sin contacto previo con el virus, origina una respuesta extremadamente virulenta y letal que ha obligado a detener la campaña de vacunación en algunos países.

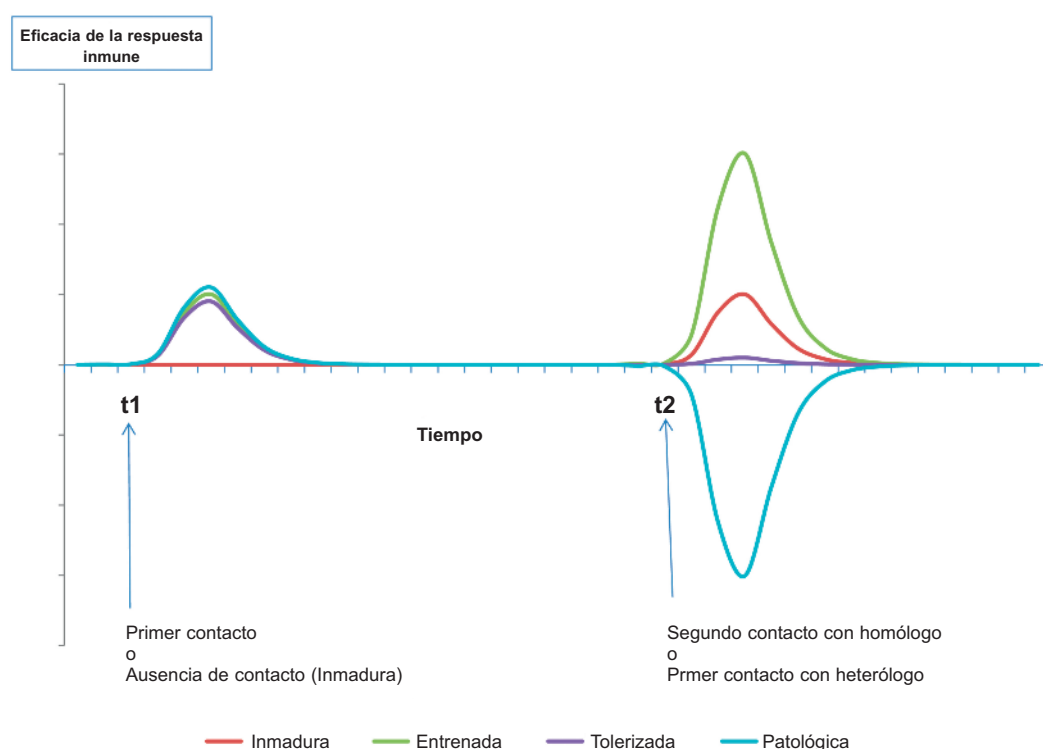


Figura 1

Diagrama de la respuesta inmune innata entrenada (TRAIM). En el primer contacto de un organismo con el agente iniciador (patrón molecular asociado a microbios –MAMP– presente en un microorganismo) se produce una respuesta de una magnitud moderada que muchas veces es suficiente para impedir la proliferación del agente y evitar la enfermedad. En otras ocasiones esto no es bastante y se inicia un proceso de inmunidad específica que, generalmente es curativo, pero que, a veces, según su intensidad, puede estar asociado con manifestaciones patológicas más o menos graves. Es bien conocido que, en el segundo caso, si el individuo sobrevive, queda una memoria que mejora espectacularmente la eficiencia de la respuesta a sucesivos contactos, hasta el extremo de hacer al individuo completamente inmune. Lo que no se reconocía hasta hace poco es que el primer tipo de respuesta también dejara una memoria inmune. Así, en el segundo contacto con el mismo agente (presente en el mismo o distinto microbio) se pueden producir varios tipos de respuesta de carácter general y poco específico: a) Entrenamiento: La respuesta inmune es mucho más potente y en muchos casos puede eliminar el patógeno sin activar la inmunidad específica, ni causar lesiones (inmunidad de por vida contra viruela); b) Tolerización: La respuesta inmune en el segundo contacto es débil porque las condiciones del contacto previo no han sido las correctas y no se elimina el patógeno produciéndose las lesiones que este cause directamente o, al menos permitiendo la proliferación del agente infeccioso (infección tuberculosa latente); c) Patologización: La respuesta inmune produce una lesión inflamatoria más o menos persistente con o sin eliminación del agente patógeno debido a que se produce una respuesta intensa exacerbada pero poco eficiente que causa lesiones de tipo “autoinmune” (agravamiento de la enfermedad clínica en individuos vacunados contra dengue sin contacto previo con el virus). (Elaboración propia a partir de Byrne et al, 2020. doi:10.3389/fimmu.2020.01099).

De hecho, esto implica que en algunos casos la presión selectiva ha dirigido adaptaciones a determinadas especies de parásitos que han pasado a convertirse en simbioses que protegen contra las variedades patógenas o que son esenciales para algunas de sus funciones fisiológicas. El caso general más espectacular es el de las mitocondrias que proporcionan un sistema energético de alta eficiencia a las células eucariotas que se ha hecho totalmente esencial para los hospedadores. **En un punto intermedio se encuentra el recientemente teorizado sistema de inmunidad entrenada que constituye el objeto de este artículo.**

La postulación de la *inmunidad entrenada* se ha hecho desde el mundo de la medicina humana donde, debido a la mayor disponibilidad de recursos, se ha producido un avance más rápido en la generación de conocimiento. Sin embargo, su enfoque inicial ha sido de carácter fundamental y orientado a conocer los mecanismos celulares básicos. En medicina veterinaria, aunque la mecánica se ha observado y aplicado de forma empírica, no se han desarrollado los modelos *in vivo* que permitan tanto su aplicación fundamentada en producción y clínica veterinaria, como su aprovechamiento para la generación de conocimientos generales en medicina humana. Por esta razón, la coincidencia en el SERIDA entre los años 2016 y 2020 de uno de los autores responsable del desarrollo de una vacuna micobacteriana inactivada y de una experta en un modelo de infestación por sarna en conejo, hizo surgir la idea de combinar ambas experiencias para desarrollar un modelo de inmunidad no-específica que pusiese a prueba la hipótesis y sentara las bases para el desarrollo de una modelo *in vivo* fácilmente manejable para trabajos de investigación fundamental y aplicada.

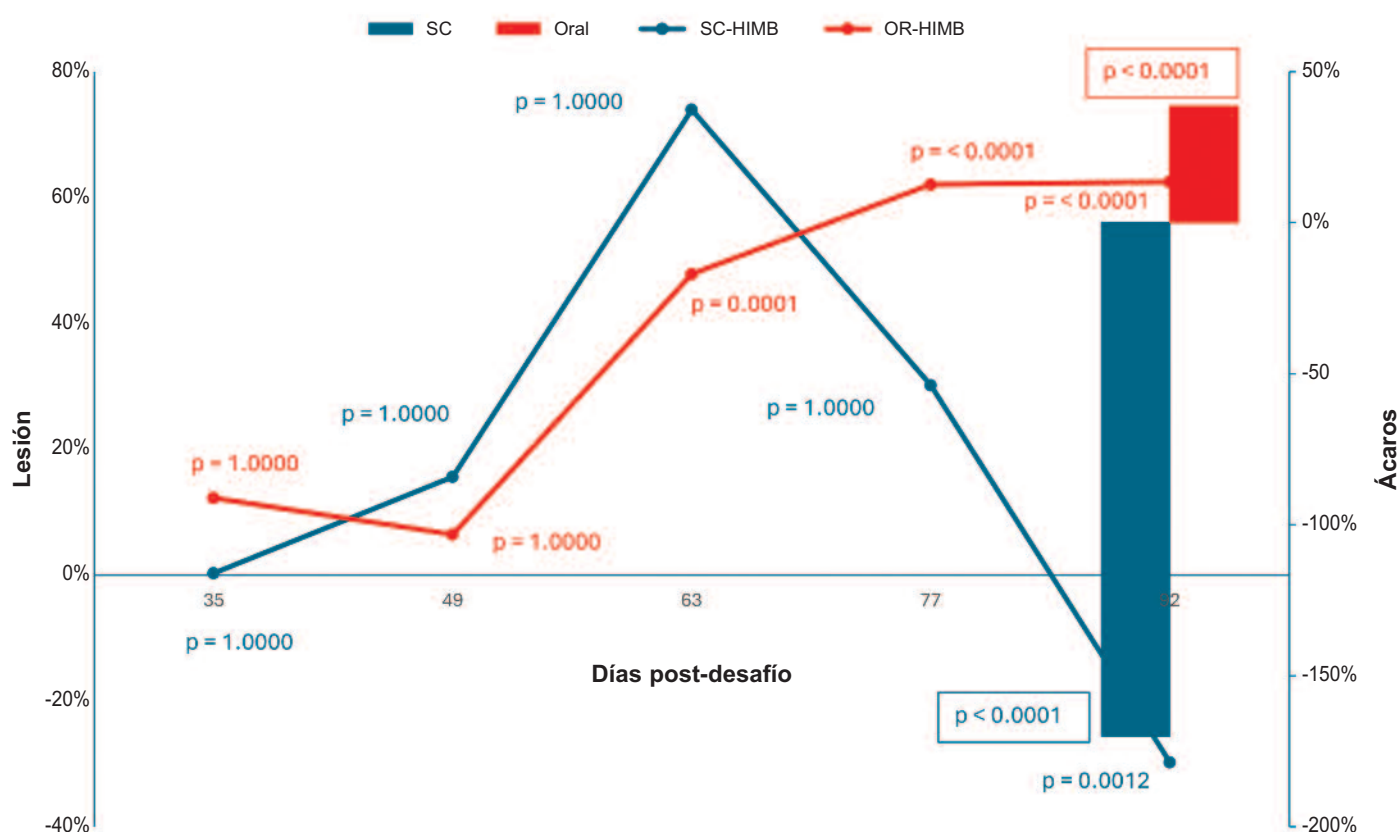
Demostración de los efectos protectores no-específicos de la inmunidad entrenada que produce una vacuna basada en *Mycobacterium bovis* inactivado en un modelo de sarna en conejo

La sarna sarcóptica es una enfermedad altamente contagiosa, de proporcio-

nes globales en poblaciones humanas y de animales (domésticos y silvestres), cuyo interés es económico, ecológico y de salud pública. La sarna resulta de la infestación de la piel por el ácaro *Sarcoptes scabiei* (un ectoparásito artrópodo miembro de la clase *Arácnida*, subclase *Acari*, orden *Astigmata* y familia *Sarcoptidae*).

La pregunta que nos planteamos aquí es la siguiente ¿Es capaz el tratamiento de los conejos con una vacuna basada en *Mycobacterium bovis* inactivado por calor (HIMB, del inglés heat inactivated *Mycobacterium bovis*) de proteger los conejos total o parcialmente frente al ectoparásito *S. scabiei*?

Los efectos protectores no-específicos de la vacuna HIMB se estudiaron utilizando un diseño experimental en el que 24 conejos de la raza New Zealand White, libres de *S. scabiei* y otros patógenos específicos, fueron tratados por vía oral (OR) o subcutánea (SC) con una suspensión de HIMB o PLACEBO. Se establecieron 4 grupos experimentales que recibieron los siguientes tratamientos: 1) Grupo SC-HIMB, inoculado por vía subcutánea con 10^7 unidades formadoras de colonia (UFC) de *M. bovis* inactivado y adyuvante Montanide 50 (el adyuvante es un potenciador de la respuesta inmune); 2) Grupo control SC-PLACEBO, inoculado por vía subcutánea con tampón fosfato y adyuvante Montanide 50; 3) Grupo OR-HIMB inoculado por vía oral con 10^7 UFC de *M. bovis* inactivado suspendido en aceite de oliva y salvado de trigo para hacerlo más apetecible a los conejos; y 4) Grupo OR-PLACEBO inoculado por vía oral con tampón fosfato, aceite de oliva y salvado de trigo usando las mismas proporciones que en OR-HIMB. Antes de realizar los tratamientos se comprobó mediante la prueba de la intradermotuberculinización comparada que los conejos no presentaban reactividad con bacterias del género *Mycobacterium*. A los 84 días post-tratamiento (0 días post-infestación (DPI)) todos los conejos fueron desafiados/infestados con aproximadamente 2000 ácaros mediante su colocación en la pata trasera izquierda usando una venda. Debido a que algunas vendas se cayeron a los 20 DPI se realizó un segundo desafío para suje-



Resumen de las tasas de reducción de los efectos asociados a la vacunación heteróloga frente a *M. bovis* en el modelo de sarna sarcóptica. Las líneas representan la reducción del área cutánea lesionada en los animales vacunados respecto a los que recibieron placebo. Se observa que, en el caso de vacunación subcutánea, la reducción solo es estadísticamente significativa en el último control a los 92 días post-desafío con *S. scabiei* y representa un aumento del área lesionada en los vacunados frente a los controles. En el caso de la vacunación oral se aprecian reducciones significativas a partir de los 63 dpi y se mantienen hasta los 92 días. Igualmente, la vía parenteral subcutánea se asoció con un incremento del número de ácaros (170%), mientras que la vía oral se asoció con una reducción del 39%.

tarlos con 5000 ácaros por conejo. Dos conejos fueron sacrificados a los 77 DPI por mala condición corporal. El resto de los conejos fueron eutanasiados a los 92 DPI. Coincidiendo con el primer desafío se infestó un conejo como control no tratado y donador de ácaros para futuros experimentos. Debido a la gran variabilidad observada entre individuos en el grupo OR-PLACEBO (PlaNil), este se fusionó con el conejo donador para reducir la varianza y mejorar los resultados de los análisis estadísticos *post-hoc*. Cada dos semanas a lo largo de todo el experimento se monitorizó el peso, el área y aspecto de las lesiones cutáneas así como los niveles de anticuerpos específicos anti-*S. scabiei* y anti-*M. bovis*.

El efecto de los tratamientos sobre la condición corporal de los conejos fue valorado en base a la variable "pérdida de

peso post-infestación" no observándose efectos significativos del tratamiento en la pérdida global de peso ($p=0.3500$). Más específicamente, el efecto protector del tratamiento en el modelo *S. scabiei*/conejo se valoró midiendo el área de las lesiones a lo largo de la infección (cada 2 semanas) y evaluando la densidad de ácaros (número de ácaros por cm^2 de piel) en el momento del sacrificio (Figura 2).

Globalmente, el grupo OR-PLACEBO presentó áreas lesionadas significativamente mayores que el grupo OR-HIMB ($p<0.0001$) indicando que el tratamiento produjo una reducción significativa de la extensión de las lesiones en el grupo OR-HIMB. Por el contrario, en el grupo SC-HIMB se observaron significativamente más lesiones que en el SC-PLACEBO ($p<0.0001$), de hecho, el tratamiento SC-HIMB produjo un ligero aumento, aunque

↑
Figura 2.

no significativo, del área lesionada. Al analizar los datos individualmente a cada tiempo PI, los animales vacunados con HIMB por vía subcutánea y oral comparados con el placebo mostraron una reducción máxima de la extensión de las lesiones de hasta el 74% el día 63 PI y 62% el día 77 PI, respectivamente. En el análisis *post-hoc* se comprobó que todos los grupos tenían áreas lesionadas menores que el grupo control PlaNil, observándose efectos significativos en el día 77 DPI. Además, inesperadamente, se comprobó que la superficie lesionada en el grupo SC-HIMB mostraba un incremento significativo con respecto al OR-HIMB ($p<0.0001$) e incluso con respecto al SC-PLACEBO ($p<0.0001$). El análisis de la densidad de ácaros también se utilizó como indicador del efecto protector de los distintos tratamientos, observándose una reducción de la densidad de ácaros del 39% y -170% en los animales vacunados por vía oral y subcutánea, respectivamente. En los grupos tratados por vía subcutánea los animales tratados con HIMB presentaban densidades de ácaros significativa mayores ($p=0.0359$) que el PLACEBO.

La respuesta inmune humoral específica frente a *S. scabiei* y *M. bovis* fue investigada mediante un ELISA desarrollado en el SERIDA basado en la proteína recombinante Ssλ20ΔB3 y el ELISA comercial (INgezim, Tuberculosis DR, Eurofins Technologies), respectivamente. En relación a los niveles de anticuerpos anti-*S. scabiei*, no se observaron diferencias significativas entre HIMB y PLACEBO para ninguna de las rutas de administración a ningún tiempo DPI. Sin embargo, sí se observó un efecto significativo de la ruta entre los días 49 y 77 DPI, induciendo la ruta oral niveles más elevados de anticuerpos. Con respecto a los niveles de anticuerpos anti-*M. bovis* los animales del grupo SC-HIMB desarrollaron una respuesta inmune específica que alcanzó su punto máximo el día 0 DPI, manteniéndose hasta el día 49 DPI, bajando después lentamente hasta el final del

experimento. Sin embargo, a los 92 DPI se obtuvo una correlación positiva significativa ($r=0.6276$, $p=0.0031$) entre los niveles de anticuerpos anti-*M. bovis* y la densidad de ácaros, apoyando la hipótesis de la existencia de efectos protectores no-específicos de la vacunación con la micobacteria muerta frente a *S. scabiei*.

Los resultados de este estudio son consistentes con la inducción de efectos protectores no-específicos de una vacuna basada en *M. bovis* inactivada en dos variables (el área de la lesión y la densidad de ácaros en el momento del sacrificio) en un modelo heterólogo de sarna sarcóptica en conejo, sugiriendo la inducción de un mecanismo de *inmunidad entrenada*. Estos efectos fueron significativos a pesar de que los grupos experimentales eran pequeños ($n=6$), existía una gran variabilidad en la respuesta inmune individual y los animales fueron desafiados con una dosis muy elevada de ácaros. En conclusión, este estudio prueba experimentalmente, por primera vez en un metazoo, el concepto planteado de *inmunidad entrenada*. También prueba que la vacunación o sensibilización micobacteriana induce efectos protectores no específicos frente a *S. scabiei* en un modelo de la enfermedad en conejo, pero también efectos nocivos dependientes seguramente de la interacción con factores ambientales como la vía de administración.

Agradecimientos

La parte experimental de este trabajo es un resumen de la publicación *Non-specific effects of inactivated Mycobacterium bovis oral and parenteral treatment in a rabbit scabies model*. Rosa Casais, Natalia Iglesias, Iker A Sevilla, Joseba M Garrido, Ana Balseiro, Mercedes Dominguez, Ramon A Juste. Publicado en Vet Res. 2024 Mar 26;55(1):41. doi: 10.1186/s13567-024-01293-y. Agradecemos al personal de campo del CBA-SERIDA su apoyo en el cuidado y el manejo de los animales de experimentación. ■



I Workshop del proyecto GUARDIANS

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

El SERIDA organizó el I Workshop sobre el proyecto GUARDIANS (Soluciones inteligentes para potenciar a las pequeñas y medianas explotaciones como guardianas del territorio), Villaviciosa. El objetivo de esta jornada fue presentar el programa y analizar, bajo diferentes perspectivas el conocimiento e implantación de las tecnologías digitales innovadoras en el medio rural, así como avanzar en la implantación de estas tecnologías a través de modelos participativos.

El encuentro contó con la participación de representantes de diferentes entidades relacionadas con el desarrollo rural: legisladores, gestores, centros tecnológicos, educativos, cooperativas, ganaderos y agricultores, además de los investigadores de diferentes áreas del SERIDA que participan en el proyecto.

Mamen Oliván, directora gerente del SERIDA, presentó la jornada, a la que también asistió Iván Aitor Lucas del Amo, director general de Innovación, Investigación y Transformación Digital.

El proyecto GUARDIANS está financiado por el programa Horizon Europe de la Comisión Europea por un importe total de 4.997.500 € está coordinado por la Fundación CTIC (Centro Tecnológico de la Información y de la Comunicación).

Para el desarrollo de las diferentes actividades se ha creado un consorcio integrado por 22 entidades nacionales e internacionales pertenecientes a 9 países, con un carácter multidisciplinar, que permitirá desarrollar una variada gama de innovaciones digitales en las explotaciones agrarias.



GUARDIANS abordará el ensayo de un conjunto de soluciones digitales en diferentes escenarios reales, con el fin de apoyar al sector primario favoreciendo la implantación de dichas tecnologías innovadoras en las explotaciones agrarias y así reducir la brecha tecnológica entre pequeños y grandes productores.

El Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario pondrá a disposición del consorcio cuatro infraestructuras *demo* donde se ensayarán soluciones innovadoras digitales agrupadas en tres categorías: i) soluciones de agricultura inteligente para apoyar las labores del campo; ii) soluciones relacionadas con la normativa, aplicación y toma de decisiones en materia de Política Agraria Común, y iii) soluciones orientadas a la valorización medioambiental de las explotaciones. ■



Asistentes al Workshop.



El SERIDA celebró el Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia

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



Intervención de la investigadora Isabel Feito y la ayudante técnica Lucía Pérez en el IES Astures.



La investigadora Ana del Cerro imparte un taller en el CP Marcel Gago (Avilés).

El SERIDA celebró el Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia, con una serie de charlas y talleres impartidos por investigadoras y técnicas de diferen-

tes áreas de investigación agroalimentaria, que mostraron su labor científica de una forma amena.

Las actividades se desarrollaron a lo largo del mes de febrero y contaron con la participación del alumnado de los siguientes centros educativos: IES Astures (Lugones), CEIP L'Abanu (Infiesto), CP El Plaganón (Sevares), IES Monte Naranco (Oviedo), CP Marcel Gago (Avilés), IES de Infiesto.

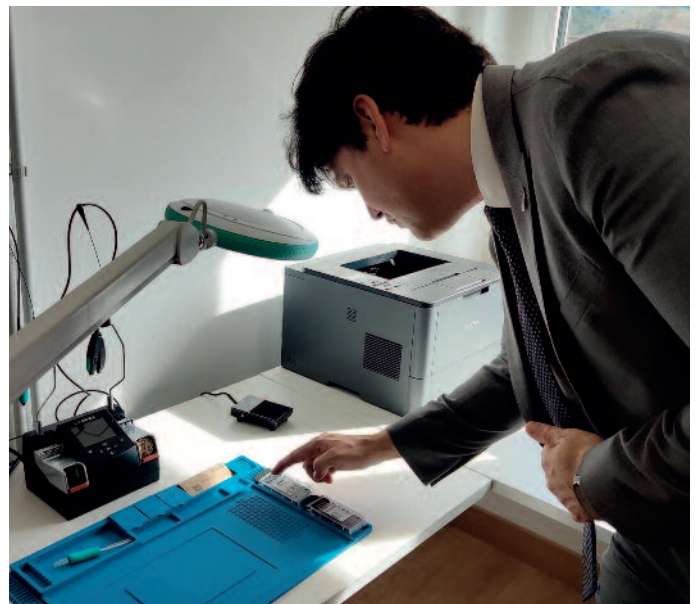
Esta efeméride se conmemora anualmente cada 11 de febrero, declarada por la Organización de Naciones Unidas (ONU) en 2015, para visibilizar y reconocer el trabajo de las mujeres en los ámbitos STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), e incentivar su participación plena y equitativa en estas áreas; promoviendo y fomentando las vocaciones científicas entre los jóvenes. ■





El consejero de Ciencia, Empresas, Formación y Empleo visita el laboratorio 5G del SERIDA

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



El SERIDA cuenta desde este año en su sede de Villaviciosa con un laboratorio 5G, una red propia de datos, para desarrollar proyectos de agricultura y ganadería inteligentes, que permite por ejemplo monitorizar cultivos o ganado e introducir la robótica en el campo.

El consejero de Ciencia, Empresas, Formación y Empleo, Borja Sánchez visitó el pasado 21 de febrero este nuevo equipamiento, acompañado por la directora gerente del SERIDA, Mamen Oliván, la directora general de Agricultura, Agroindustria y Desarrollo Rural, Begoña López y la edil del Ayuntamiento de Villaviciosa, Rocío Vega.

Este laboratorio permitirá el avance de la agricultura de precisión y el ensayo de tecnología aplicada, para la detección de plagas, falta de nutrientes, humedad y riego en cultivos. También se podrá utilizar para nuevas tecnologías de aplicación al sector agroganadero, como la maquinaria agrícola autónoma, teledetección a través de drones, transmisión de imágenes en alta resolución o monitorización del ganado.

La instalación, dotada con dispositivos de sensorización, monitorización e impresión 3D, está disponible para las empresas y entidades relacionadas con el ámbito agroalimentario, con la finalidad de facilitar la digitalización y modernización del sector. ■

↑
El consejero de Ciencia, Empresas, Formación y Empleo, Borja Sánchez, observando detalles del equipamiento del laboratorio.

↖
Mamen Oliván (directora gerente del SERIDA), Borja Sánchez (consejero de Ciencia, Empresas, Formación y Empleo), Begoña López (directora general de Agricultura, Agroindustria y Desarrollo Rural) y Rocío Vega (segunda teniente de alcalde del Ayuntamiento de Villaviciosa).



Workshop Glomicave: aplicación de técnicas ómicas en el sector agroalimentario

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

→
Integrantes del proyecto
Glomicave.



El día 23 de febrero tuvo lugar en La Laboral Ciudad de la Cultura (Gijón) el Workshop "Aplicación de técnicas ómicas en el sector agroalimentario" organizado por los integrantes asturianos del proyecto Glomicave: SERIDA, ASINCAR y ASEAVA.

Durante este evento, los socios del proyecto presentaron las actividades e innovaciones en desarrollo del programa, destacando la aplicación de las técnicas ómicas en el sector agroalimentario y cómo aprovechar su potencial. El programa también incluyó la presentación de casos de uso del proyecto como la fertilidad en ganado bovino y la calidad de la carne.

En el encuentro participaron socios de Eurecat, coordinador del proyecto y de Tree Technology, empresa experta en inteligencia artificial y *big data*. Intervinieron

por parte del SERIDA, Enrique Gómez Piñeiro, jefe del Departamento de Investigación y Servicios Tecnológicos, y la investigadora Isabel Gimeno Miquel.

A través del Área de Genética y Reproducción Animal, el SERIDA participó en este proyecto liderado por la Fundación Eurecat, mediante un consorcio formado por 14 entidades europeas (centros tecnológicos, empresas y universidades) de seis países.

Glomicave utilizó instrumentos de inteligencia artificial y *big data* para llegar a un procesamiento automatizado de información, partiendo, tanto de datos ya publicados como generados de modo experimental, con los que desarrolló una innovadora plataforma digital para procesar conjuntos de datos ómicos a gran escala. ■



El SERIDA celebró su 25.º aniversario

ÁLVARO MENÉNDEZ RODRÍGUEZ. Biblioteca y Archivo. alvaromr@serida.org



El pasado 29 de marzo el SERIDA cumplió 25 años y para celebrarlo se organizó un evento el día 15 de abril, al que asistieron el consejero de Ciencia, Empresas, Formación y Empleo, Borja Sánchez, el consejero de Medio Rural y Política Agraria, Marcelino Marcos, el alcalde de Villaviciosa, Alejandro Vega y Rocío Vegas, segunda teniente de alcalde.

La jornada se inició con una visita a los laboratorios acreditados en alimentación animal y sidras y bebidas. Posteriormente, se celebró un "Encuentro con los investigadores y personal técnico", en el que los consejeros explicaron los pasos que se van dando para reforzar el SERIDA como centro de investigación agroalimentaria y los planes de futuro

para la entidad y se abrió un coloquio, con los asistentes.

Todo ello en una jornada que finalizó con una foto de familia y un brindis en honor a la entidad y sus trabajadores.

Nacida como Estación Pomológica de Villaviciosa, el actual SERIDA es el resultado de un largo camino a través de la investigación y el desarrollo del sector agroalimentario en Asturias.

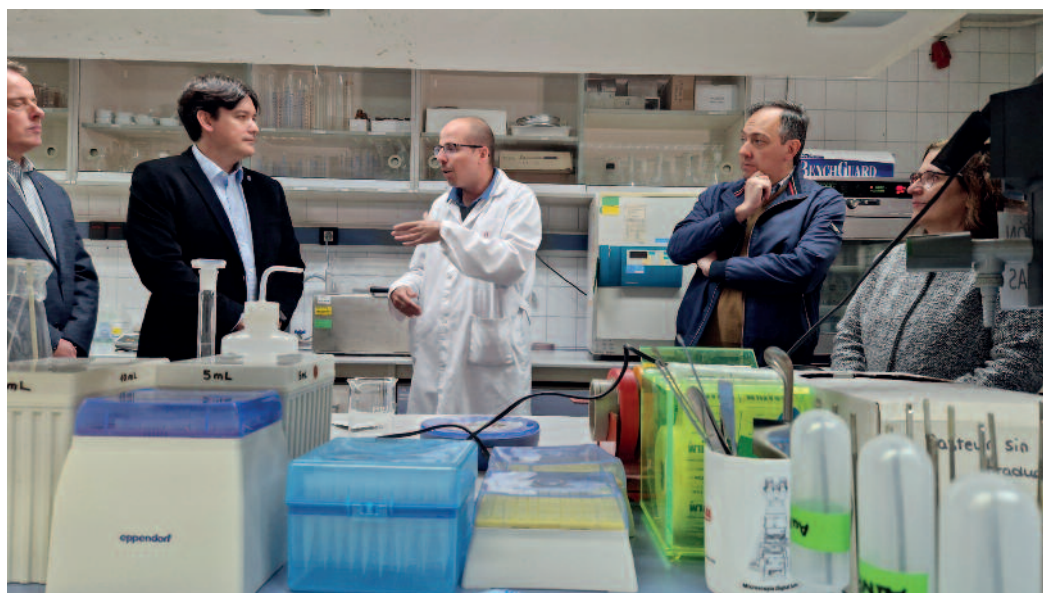
Mediante sucesivas transformaciones a lo largo de los años, con cambios de nombre incluidos, la entidad fue incorporando instalaciones y equipamientos, como la Estación Experimental de La Mata en los años 80, la Estación Experimental de El Carbayal en Illano a inicios de los

↑
Foto de familia,
autoridades y personal
del SERIDA.





Visita al Laboratorio de Nutrición Animal. Por la izquierda, Marcelino Marcos, consejero de Medio Rural y Política Agraria, Borja Sánchez, Consejero de Ciencia, Empresas, Formación y Empleo, Mario Menéndez, investigador del Área de Nutrición, Pastos y Forrajes, Alejandro Vega, alcalde de Villaviciosa y Mamen Oliván, directora gerente del SERIDA.



90 y, más recientemente, el Centro de Biotecnología Animal ubicado en Deva (Gijón) desde el año 2009. Todo ello a la vez que se adentraba en nuevas actividades y líneas de investigación, siempre con el objetivo de mejorar y apoyar al sector agroalimentario en su continua transformación y profesionalización.

Mediante sucesivas transformaciones a lo largo de los años, con cambios de nombre incluidos, la entidad fue incorporando instalaciones y equipamientos, co-

mo la Estación Experimental de La Mata en los años 80, la Estación Experimental de El Carbayal en Illano a inicios de los 90 y, más recientemente, el Centro de Biotecnología Animal ubicado en Deva (Gijón) desde el año 2009.

Con la aprobación de la Ley 5/1999, de 29 de marzo, tuvo lugar la creación del SERIDA como un organismo público con personalidad jurídica propia, que actualmente se adscribe a la Consejería de Ciencia, Empresas, Formación y



El investigador Emilio Chamorro muestra a las autoridades la actividad del Laboratorio de Sidras y Derivados.



Empleo, y que cuenta con cerca de 180 empleados.

Durante estos 25 años se han abierto nuevas líneas de investigación y se han creado grupos multidisciplinares, lo que ha permitido ser más competitivos para captar fondos y participar en proyectos de colaboración regional, nacional e internacional.

No obstante, la investigación no ha sido la única tarea del centro; así es que en todo este tiempo se han impartido talleres, jornadas de transferencia y otros eventos de difusión y divulgación científica. También se ha formado a futuros investigadores, acogiendo para ello a estudiantes en prácticas universitarias, estancias y realización de trabajos de fin de grado, trabajos de fin de máster y tesis doctorales.

Es importante también destacar la progresiva constitución de bancos y colecciones de recursos genéticos (como la colección del castaño en 2002, de variedades de avellano en 2008 o la de arándano en 2010), además del mantenimien-

to y ampliación de los que ya existían, como el banco de germoplasma del manzano que se inició en 1990 y la colección de semillas, desde el año 1992.

Todo ello sin olvidar el contante apoyo y asesoramiento al sector, a las asociaciones y a las marcas de calidad (IGP y DOP), que se ha reforzado con la constitución del Serida-Hub de la Transferencia en el marco del proyecto Agroalnext (del Plan complementario Agroalimentario), con el fin de promover colaboraciones y sinergias entre los agricultores y ganaderos, la empresa agroalimentaria, la administración y la ciencia, reforzando infraestructuras que promueven la transferencia tecnológica al sector agroalimentario, con un plan que incluye nuestras seis granjas demo y la creación de “laboratorios vivos” o living labs.

Es por todo ello que, echando la vista atrás, se observa la nutrida historia de la entidad; una historia de servicio y vocación en la que el SERIDA se refleja hoy en día en busca de soluciones innovadoras que permitan adaptar y conservar un sector primario vivo y con futuro. ■

↓
Encuentro de las
autoridades con los
investigadores del
SERIDA



El SERIDA en las XXX Xornaes de Les Fabes de Villaviciosa

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



en los sistemas de cultivo, basado en la sostenibilidad y adaptación a los efectos del cambio climático e identificación y control de las plagas y enfermedades.

Para la ocasión, el SERIDA publicó un tríptico sobre ¿Cómo influye el sistema de cultivo en el valor nutricional de la Faba Granja Asturiana?, basado en un estudio donde se muestran las diferencias nutricionales de dos líneas de la variedad Faba Granja Asturiana desarrolladas por el SERIDA, cultivadas en sistema de cultivo ecológico o convencional.

La consejera de Educación, Lydia Espina, los directores generales de Gestión Forestal, Javier Vigil, de Agricultura, Agroindustria y Agroalimentación, Begoña López, el alcalde de Villaviciosa, Alejandro Vega, la diputada Esther Freile, el periodista y presentador de TVE Carlos Franganillo, Embajador de Les Fabes 2024, acompañados por la directora gerente del SERIDA, Mamen Oliván, visitaron el stand del SERIDA.

Por otro lado, la edición contó con la presencia de Guillermo García, técnico del Área de Experimentación y Demostración Agroforestal, como miembro del jurado en la IV Cata de Faba Asturiana Indicación Geográfica Protegida. También intervino en la mesa redonda “Cambio climático y cultivo de la Faba Asturiana”, organizada por la Cofradía de Amigos de Les Fabes del Principado de Asturias, actuando como moderador. ■

↑
Por la izquierda,
Javier Vigil, Lydia Espina,
Mamen Oliván, Esther
Freile y Alejandro Vega.

El SERIDA participó en las XXX Xornaes de Les Fabes de Villaviciosa, que se celebraron en esta localidad, desde el 16 al 21 de abril, organizadas por el Ayuntamiento, y con un amplio programa de actividades.

En esta edición el SERIDA estuvo presente con un stand dentro del Programa Agroalnext, financiado con fondos Next GenerationEU en el “Mercáu de Primavera”, donde el Programa de Genética Vegetal mostró las principales líneas que desarrolla para apoyar la sostenibilidad del cultivo de faba asturiana: la conservación, caracterización y utilización de la diversidad genética, el control genético, la mejora genética mediante el desarrollo de nuevas variedades que incrementen el rendimiento de los cultivos, innovación



Participación del SERIDA en la II Feria de la Ciencia y la Innovación de Asturias

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



El Serida participó en la II Feria de la Ciencia y la Innovación de Asturias, organizada por la Consejería de Ciencia, Empresas, Formación y Empleo, a través de Ficyt y la Agencia SEKUENS, en colaboración con la Consejería de Educación y Valnalón.

El evento, dirigido tanto a centros educativos inscritos, como al público general, tuvo lugar el 26 de abril en el Taller de Cañones de la Fábrica de Armas de La Vega en Oviedo, y contó con la colaboración del Ministerio de Defensa.

El Serida acudió a esta cita, que supuso un encuentro entre instituciones, empresas de I+D+i y centros educativos, con tres stands, dos en el Área de Agroalimentación y otro en la Feria de Primaria, un espacio dedicado al alumnado de los últimos cursos de este ciclo.

En el primer stand, y bajo el título *Agricultura Minera*, el Serida expuso junto con la empresa Cantábrica Agricultura Urbana, un programa piloto que se desarrolla en el Pozo Carrio (Laviana) basado en la instalación de cultivos hidropónicos



El presidente del Principado de Asturias, Adrián Barbón, visita el stand "Agricultura Minera".



→
Stand del Programa
Forestal:
DKFreeCastanea.



mantenidos con luces LED. En el estudio se ensaya el potencial de uso de antiguas instalaciones mineras para la producción de vegetales en oscuridad, y forma parte de los proyectos financiados por el Plan Complementario de Agroalimentación AGROALNEXT, financiado con fondos MRR Next Generation.

En el segundo stand dedicado a *La plaga de la avispa del castaño*, los visitantes pudieron descubrir los daños que la plaga de la avispa causa al castaño, observar en el microscopio a este insecto y descar-

gar una App de móvil (*DkFreeCastanea*), para localizar castaños resistentes.

El tercer expositor titulado *Re-conoce la ganadería extensiva*, e incluido en la Feria de Primaria, mostró cómo a partir de dos herramientas se puede diferenciar entre las ganaderías extensivas frente a otras más intensivas. Por una parte, identificando la fauna coprófaga ("los bichos de las cacas") de escarabajos peloteros y por otra realizando un ensayo con partículas de oro, que permiten diferenciar la leche obtenida en ganaderías con diferentes sistemas de producción.

Durante el recorrido institucional, el presidente del Principado de Asturias, Adrián Barbón, el consejero de Ciencia, Empresas, Formación y Empleo, Borja Sánchez y la delegada del Gobierno en Asturias Delia Losa, acompañados por Mamen Oliván, directora gerente del Serida, visitaron los tres stands que la entidad presentó en esta edición, y que despertaron un gran interés entre el alumnado y público en general.

La feria se cerró con la participación de 1.700 estudiantes, 68 stands, diversas actividades complementarias y más de 300 investigadores y técnicos de diferentes centros de investigación, fundaciones, centros educativos, empresas de I+D+i de Asturias y la Universidad de Oviedo. ■

↓
Stand: "Re_conoce la
ganadería extensiva"





Jornada de Transferencia en la Granja Demo El Carbayal, en Illano

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

El SERIDA, celebró el pasado 4 de junio, una jornada de transferencia en la Granja Demo El Carbayal, en Illano sobre los proyectos de investigación que se desarrollan en la misma, con el objetivo de dar a conocer su alcance en un territorio donde el desarrollo rural depende, en buena parte, de la mejora en la eficiencia de utilización de los recursos naturales.

El programa contó con la presencia de los directores generales de Reto Demográfico, Marcos Niño, y de Innovación, Investigación y Transformación Digital, Iván Aitor Lucas, el gerente de la Comisión Regional del Banco de Tierras, José Ramón Feito y autoridades municipales del occidente asturiano.

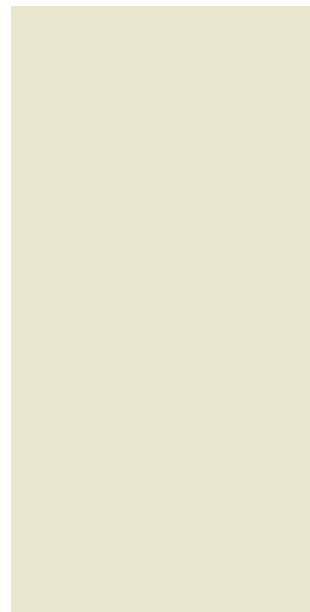
La jornada se inició con una visita de los participantes, acompañados por Mamen Oliván, directora gerente del SERIDA y las investigadoras Rocío Rosa y Marta Ciordia a las parcelas experimentales de la finca, que cuenta con una superficie total de 250 hectáreas y donde se llevan a cabo los proyectos: Agroalnext, Guardians, Meatgit, Life Silfore y Greencattle.

La jornada continuó con una presentación a cargo de la directora gerente del SERIDA sobre los objetivos y las principales líneas de investigación que abordan estos proyectos, que cuentan con financiación nacional (Agencia Estatal de Investigación) e internacional (Horizon



Europa, Next Generation EU), y entre las que se podrían resaltar la reducción de la brecha tecnológica entre las pequeñas y grandes explotaciones agrícolas y ganaderas, optimizar la producción y el aprovechamiento del pasto empleando nuevas tecnologías de información geográfica, la mejora de la gestión ganadera asociada a los bosques y el fomento de la economía circular.

Seguidamente las investigadoras, implicadas en estos proyectos Rocío Rosa y Marta Ciordia realizaron una exposición en la que ofrecieron una visión de la ejecución y la repercusión que estas actividades tienen en el territorio. El encuentro finalizó con un coloquio entre los asistentes. ■



AGROALNEXT



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia



Principado de
Asturias



El SERIDA presente en el XIII Salón Sidra de Asturias

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

→
Visita de autoridades al
stand del SERIDA.



El SERIDA acudió al XIII Salón Sidra de Asturias, que tuvo lugar el 18 de junio, en la Fábrica de Armas de la Vega en Oviedo. Esta cita, organizada por el Consejo Regulador de la DOP Sidra de Asturias, constituye el mayor encuentro entre los profesionales del sector sidrero. El evento contó con la asistencia de Marcelino Marcos, consejero de Medio Rural y Política Agraria, entre otras autoridades.

El SERIDA, centro de investigación agroalimentaria, lleva trabajando en este ámbito durante más de 30 años a través de diversos proyectos que han permitido, por ejemplo, caracterizar y desarrollar nuevas variedades de manzana que se utilizan en la producción de sidra o desarrollar nuevos productos derivados de esta bebida.

En esta edición el SERIDA, a través del Área de Tecnología de los Alimentos acudió con un stand donde se presentó el proyecto CI-4-PROFIT: Recuperación de

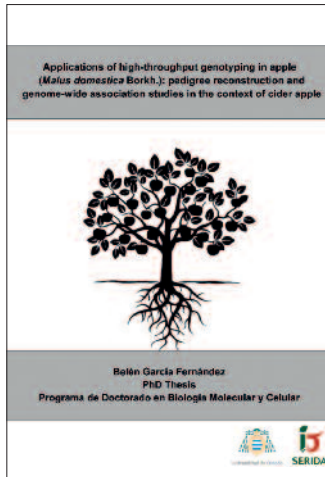
compuestos bioactivos y uso de subproductos como sustratos de fermentación para obtener compuestos de alto valor en la industria sidrera. Este proyecto pretende desarrollar estrategias para la obtención de biocompuestos y nuevos modelos de negocio mediante el aprovechamiento de la magaya y las borras de sidra, contribuyendo al mismo tiempo a hacer más sostenibles las producciones.

Por otra parte, se mostraron los servicios que el Laboratorio de Sidras y Derivados, Laboratorio Oficial del Principado de Asturias y acreditado por ENAC, ofrece tanto a empresas como a particulares para la realización de análisis en vino y sidra, acreditado por la ENAC.

Asimismo, los asistentes que se acercaron al stand tuvieron la oportunidad de explorar mediante un set de aromas, la gran variedad de olores que hacen única a la sidra asturiana. ■

Tesis y seminarios

Tesis doctoral



*Applications of high-throughput genotyping in apple (*Malus domestica* Borkh.): pedigree reconstruction and genome-wide association studies in the context of cider apple*

Aplicaciones del genotipado de alto rendimiento en manzano (*Malus domestica* Borkh.): reconstrucción del pedigrí y estudios de asociación genoma completo en el contexto de la manzana de sidra

Autora: Belén García Fernández

Año: 2024

Directores: Dres. Enrique Dapena de la Fuente (SERIDA) y Diego Micheletti

Lugar de presentación: Universidad de Oviedo

El manzano doméstico (*Malus domestica* Borkh.) es uno de los cultivos frutales más extendidos, sobre todo en las regiones templadas. Favorecida por su importancia social y económica, la mejora genética del manzano ha sido, y sigue siendo, un objetivo importante. Si bien el desarrollo de nuevas variedades mediante cruzamientos biparentales es una labor larga y tediosa en esta especie, el proceso de mejora puede acelerarse cuando se conocen las bases genéticas de las variaciones fenotípicas.

Una de las estrategias a utilizar en la identificación de estas variantes son los estudios de asociación de genoma completo (GWAS). Su capacidad para investigar la correlación entre los polimorfismos de nucleótido único (SNPs) y el fenotipo, utilizando individuos no emparentados, ha sido aplicada en varias especies. En árboles leñosos como el manzano, los GWAS se llevan a cabo utilizando colecciones de campo. El genotipado de estos bancos de germoplasma también es crucial para avanzar en el análisis de la diversidad y la reconstrucción del pedigrí de las variedades de manzano.

En España, una de las colecciones más importantes es el Banco de Germoplasma de Manzano situado en Asturias. En sintonía con el contexto de la comunidad autónoma, las variedades de sidra predominan sobre las de mesa. Además de velar por su conservación y caracterización, la Unidad de Investigación en Fruticultura del SERIDA (Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario) trabaja en la mejora genética de las variedades locales con el fin de satisfacer las necesidades de los productores. En base a esto, los objetivos principales de esta tesis doctoral son la reconstrucción del pedigrí y la identificación de marcadores asociados a la calidad del fruto y la resistencia frente a agentes bióticos.

En el Capítulo 1 se analizó la diversidad genética y se trabajó en la reconstrucción del pedigrí de una población de variedades de manzano, compuesta mayoritariamente por accesiones de sidra asturianas y vascas. En los Capítulos 2 y 3 los datos genotípicos y fenotípicos de la población fueron utilizados para implementar GWAS relacionados

con la calidad del fruto y la resistencia frente a agentes bióticos, respectivamente. En concreto, se investigaron asociaciones genotipo-fenotipo para el rendimiento en mosto, el contenido en sólidos solubles, la acidez y el contenido en compuestos fenólicos por considerarse de especial interés en el cultivo de manzano de sidra; y para el moteado, el oídio y la monilia por tratarse de enfermedades incidentes en la región. Ante el riesgo potencial que supone el fuego bacteriano, en el Capítulo 4 se evaluó el nivel de susceptibilidad de las variedades locales y también se estudiaron las bases genéticas subyacentes a esta enfermedad.

Entre los resultados más relevantes de este trabajo se encuentran la detección de relaciones de tipo padre-hijo hasta ahora desconocidas, la detección de marcadores significativamente asociados para todos los caracteres evaluados, con la excepción del oídio y la monilia, y la identificación de genes candidatos potenciales en las regiones asociadas.

Se espera que los resultados generados puedan ser utilizados en la mejora genética del manzano de sidra, pero también en la mejora genética del manzano en general. La reconstrucción del pedigrí previene la endogamia a la hora de diseñar nuevos cruzamientos. La identificación de regiones genómicas asociadas con los caracteres evaluados puede ser utilizada en la selección asistida por marcadores (MAS) y la identificación de genes candidatos potenciales sienta las bases para el desarrollo de estudios que puedan validar el papel de los mismos. Finalmente, los datos fenotípicos recopilados son también una fuente de información valiosa que puede contribuir a la selección de variedades óptimas para el cultivo.

Trabajo Fin de Máster



Efecto de la criopreservación de la corteza ovárica en ganado bovino sobre la población folicular en desarrollo: análisis inmunohistoquímico del marcador de proliferación celular Ki67.

Autora: Andrea López Íñiguez
Año: 2024

Directoras: Dras. Carmen Díez Monforte, Marta Muñoz Llamas
Lugar de presentación: Universidad de Oviedo

La criopreservación (CP) de la corteza ovárica (CO), donde se localizan los folículos preantrales (primordial, primario y secundario) y antrales, supone una alternativa a

la CP de ovocitos, debido a su elevada sensibilidad a las bajas temperaturas. En este sentido, el desarrollo de un sistema eficaz para la CP de la CO supondría un importante apoyo a la conservación de la diversidad genética existente dentro de especies en peligro de extinción, tanto domésticas como silvestres.

En este trabajo se analiza el efecto de un protocolo de congelación (CG) y dos de vitrificación (VT1, VT2), así como del tamaño de la CO sobre la supervivencia y morfología de los folículos preantrales y la actividad proliferativa de las células de la granulosa de los folículos, a través de la detección de la presencia de la proteína Ki-67.

El trabajo se desarrolló sobre ovarios de tres vacas adultas (ovario A: con presencia de cuerpo lúteo funcional, y ovario B, el contralateral) y las piezas de CO bovina de 1 mm x 10 mm x 10 mm (GDE) o de 1 mm x 5 mm x 10 mm (PEQ) se criopreservaron siguiendo los protocolos de Fahemm et al., 2013, para la congelación, Locatelli et al., 2019, para la VT1 y Herraiz et al., 2014, para la VT2, todos ellos con ligeras modificaciones.

Los resultados obtenidos mostraron que todos los tratamientos de CP incrementaron el porcentaje de

folículos colapsados con relación al control fresco. Por su parte, el tamaño de la muestra afectó a los resultados tras CG, de forma que el grupo PEQ presentó un menor porcentaje de folículos colapsados que las muestras del grupo GDE, siendo similares al porcentaje obtenido en el grupo control fresco (F). El protocolo VT2 redujo el porcentaje de folículos colapsados con respecto a VT1.

La distribución de folículos primordiales y primarios tras CG y VT2 se vio afectada por el tipo de ovario, siendo mayor el porcentaje de folículos primordiales en el caso de la CG en el ovario B, y mayor el de folículos primarios tras VT2 en el ovario A.

El tamaño de la CO no afectó a la distribución de las distintas poblaciones foliculares ni al porcentaje de folículos Ki67 positivos de las distintas poblaciones foliculares (primordial, primario y secundario), salvo cuando se utilizó el protocolo VT2 en el grupo PEQ, lo que incrementó de forma significativa el porcentaje de folículos primarios Ki67 positivos.

Los resultados permiten concluir que, en nuestras condiciones de trabajo, el método de elección para la CP de CO sería la CG aplicada a fragmentos de CO de 1 mm x 5 mm x 10 mm. ■

Publicaciones

LIBROS



Memoria de actividades del SERIDA 2023

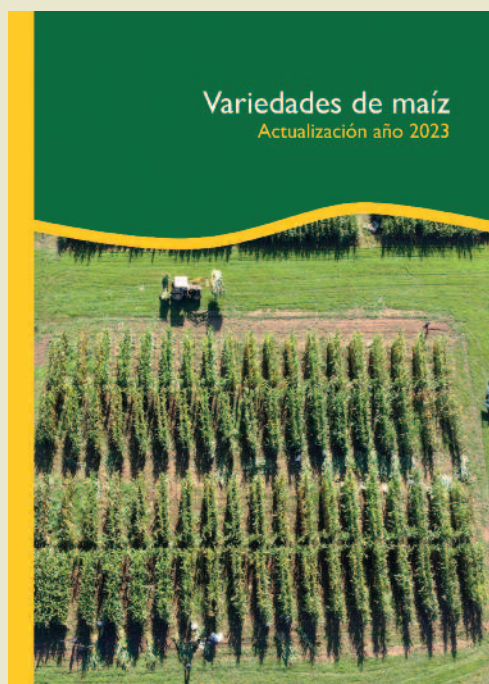
Año: 2024

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

[Online] <http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=8448>

La Memoria SERIDA 2023 recoge información de los proyectos de I+D+i, de la labor contractual y relacional con otros organismos, agentes, instituciones y empresas, así como de las actividades científicas, técnicas, divulgativas, promocionales y de formación desarrolladas por la entidad durante el año.

FOLLETOS



Variedades de maíz. Actualización año 2023

Alfonso Carballal Samalea

Consuelo González García

Mario Menéndez Miranda

Isabel Piñeiro Sierra

María Elena Corral Corrales

Adela Martínez Fernández

Año: 2023

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

[Online] <http://www.serida.org/pdfs/8445.pdf>

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

Los resultados se presentan en tres listas para cada una de las cuatro zonas edafoclimáticas de Asturias, que son aptas para el cultivo del maíz forrajero: zona costera occidental, costera oriental, interior alta e interior baja.

2

SERIDA
1999-2024

5



LIDERANDO
PROYECTOS
EN
BENEFICIO
DEL
CAMPO



www.serida.org

   @SeridaAst