



“Ahora, resistencia”
Jesús Antonio Tamargo Fernández
I Concurso de Fotografía online del SERIDA. Galardón popular

Tecnología Agroalimentaria

Boletín informativo del SERIDA

Número 25 - 2021

■ 30 años del Banco de semillas del SERIDA (1991-2021) ■ Contenido mineral en judía común ■ Polifenoles: “fruto” oculto del castaño ■ La avispa del castaño ¿dónde pasa el invierno? ■ La fiebre Q en Asturias ■ Productos para un control sostenible de plagas y enfermedades del viñedo ■



“Cuestión de perspectiva”
Eduardo Cires Rodríguez
I Concurso de Fotografía online del SERIDA. Galardón comité de expertos

SUMARIO

Tecnología Agroalimentaria - SERIDA

Número 25 · 2021

Actualidad

- 2** | **30 años del Banco de semillas del SERIDA (1991 - 2021)**
Juan José Ferreira
Ana Campa Negrillo

Información ganadera

- 28** | **La fiebre Q en Asturias: conclusiones del proyecto de estudio de la infección en el SERIDA**
Alberto Espí Felgueroso
Ana del Cerro Arrieta

Información agrícola

- 7** | **Contenido mineral en judía común**
Roberto Rodríguez Madrera
Ovidio García Fernández
Ana Campa Negrillo
Juan José Ferreira
Belén Suárez Valles

- 11** | **Polifenoles: "fruto" oculto del castaño**
Francisco Fuente-Maqueda
Lucía Rodríguez Pérez
Isabel Feito Díaz

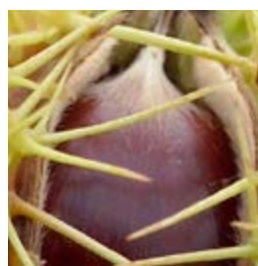
- 21** | **La avispa del castaño ¿dónde pasa el invierno?**
Francisco Fuente-Maqueda
Leila Rimada
Juan Carlos Hernández
Isabel Feito Díaz

Tecnología de los alimentos

- 32** | **Productos para un control sostenible de plagas y enfermedades del viñedo**
M^a Dolores Loureiro Rodríguez
Belén Suárez Valles



2



11



28



32



40



41

48

Actividades de transferencia

37 | 6º Festival del Arándano y Frutos Rojos de Asturias. Jornada Técnica

María del Pilar Oro García
Guillermo García González de Lena
Juan Carlos García Rubio

40 | El SERIDA en AGROPEC

María del Pilar Oro García
Enrique Dapena de la Fuente

41 | XXXIII Festival de la Manzana de Villaviciosa. Jornada Técnica sobre el sector de la manzana

María del Pilar Oro García
Enrique Dapena de la Fuente

44 | El seminario de técnicos y especialistas en horticultura celebró su 50ª edición

Guillermo García González de Lena

46 | I Concurso de Fotografía online del SERIDA

Ana Rodríguez Navarro

48 | Semana de la Ciencia en el SERIDA

María del Pilar Oro García
Carmen Díez Monforte

Cartera de proyectos

51 | Nuevos proyectos de I+D+i

Catálogo de convenios

58 | Nuevos convenios, contratos, acuerdos y protocolos

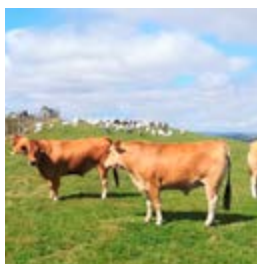
Tesis y Seminarios

59 | Trabajos Fin de Máster

Publicaciones

60 | Libros y folletos

51



Tecnología Agroalimentaria es el boletín informativo del Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), organismo público de la Consejería de Medio Rural y Cohesión Territorial que depende de la Dirección General de Desarrollo Rural y Agroalimentación.

Este boletín de carácter divulgativo, no venal, pretende impulsar, a través de los distintos artículos que lo integran, la aplicación de recomendaciones prácticas concretas, emanadas de los resultados de los proyectos de investigación y desarrollo en curso de los distintos campos de la producción vegetal, animal, alimentaria y forestal.

Consejo de redacción: M^º del Carmen Oliván García, Carmen Díez Monforte y M^º del Pilar Oro García

Coordinación Editorial: M^º del Pilar Oro García

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

Sede Central: Ctra. AS-267, PK 19. 33300 Villaviciosa. Asturias - España

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

E-mail: pilaroro@serida.org

Imprime: Gráficas Cano

D.L.: AS 2617/1995

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.

30 años del Banco de semillas del SERIDA (1991-2021)

JUAN JOSÉ FERREIRA. 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 año 2021, es el 30 aniversario de la puesta en funcionamiento del Banco de semillas del SERIDA. Desde su puesta en marcha, con 161 accesiones de judía común (*Phaseolus vulgaris* L.), ha tenido lugar un constante crecimiento en cuanto a especies conservadas, número de accesiones y conocimiento del material reunido, intensificado en los últimos años con la participación del equipo que gestiona este Banco en consorcios internacionales. En este trabajo, se describe la evolución de esta infraestructura, la situación actual como eje central de los trabajos en conservación y uso de la agrobiodiversidad, particularmente en judía común o faba.

¿Qué es el Banco de semillas del SERIDA?

El Banco de semillas es una infraestructura del SERIDA para la conservación a medio-largo plazo de colecciones de semillas ortodoxas. Actualmente, se reúnen colecciones de semillas de diferentes especies (Ferreira y col. 2005; Campa y col. 2015) aunque la principal colección que se mantiene es la Colección de judías (*Phaseolus spp.*). Esta Colección de judías se considera una **colección activa** por el uso y renovación frecuente de sus entradas, a fin de mantener tanto las existencias y como la viabilidad de las semillas almacenadas. Así mismo, se considera una **colección de trabajo** dado que entre sus fines no solo está contribuir a la preservación y conocimiento de la diversidad genética de la especie (también denominados recursos fitogenéticos) sino proporcionar genotipos/variedades para el desarrollo de las líneas de investigación del SERIDA.

¿Cuál es su origen?

El Banco de semillas del SERIDA, inicialmente tiene su origen como una necesidad de conservar las variedades locales de Faba

Granja que se recolectaron a finales de los años 80. Se pone en marcha en el año 1991 con la instalación de una cámara de frío con humedad controlada junto con las correspondientes bases de datos (o libros de registro inicialmente). A principios del año 1993, además de conservar el material local, surgió la necesidad de incorporar otras variedades para ampliar la diversidad reunida y especies para abordar trabajos específicos.

¿Qué conserva la Colección de judías?

Desde su puesta en marcha con 161 accesiones, la Colección de judías se han llegado a reunir más de 3000 accesiones (una muestra distinta, singularmente identificable de semillas que representa un cultivar, una línea o una población y que se mantiene almacenada para su conservación y uso). Todas las accesiones reunidas y conservadas actualmente se clasifican en dos grandes grupos atendiendo a su procedencia.

Germoplasma local. Conjunto de variedades locales recolectadas en la Cornisa Cantábrica (mayoritariamente en Asturias), bien en prospecciones propias o en intercambios



con el Centro de Recursos Fitogenéticos y Agricultura Sostenible (CRF_INIA_CSIC). El CRF, con sede en Madrid, es el centro que reúne la colección nacional activa y base de la especie *Phaseolus spp.* Actualmente, el germoplasma local de la colección SERIDA incluye 411 accesiones, de las cuales 98 se clasifican dentro del tipo Faba Granja según sus datos de pasaporte, muchas de ellas recolectadas a mediados de los años 80 del siglo XX.

Stock genético. Conjunto de genotipos y cultivares de referencia obtenidos a partir de intercambios con otras instituciones e investigadores, así como material desarrollado en el Programa de Genética Vegetal del SERIDA. Dentro de este grupo se consideran los siguientes subgrupos:

Genotipos de referencia (333 entradas). Variedades y líneas conocidas internacionalmente por ser portadoras

de caracteres de interés (genes). Este grupo incluye fuentes de resistencia a enfermedades, variedades diferenciales para tipificar las variantes patogénicas (razas), variedades en desuso, variedades élite y, en general genotipos que han sido muy estudiados (Figura 1). En este grupo se encuentran las fuentes usadas para desarrollar variedades de Faba Granja portadoras de resistencia a antracnosis (líneas A252, A321, A493 y Sanilac), potyvirus (Sanilac, BRB 130, IVT7114), oídio (Porrillo sintético), y mancha angular (Ecuador272, AND277).

Paneles de diversidad (~ 1200 líneas homocigotas). Grupo de genotipos con una amplia diversidad constituidos para investigar las regiones genómicas implicadas en el control genético de determinados caracteres mediante estudios de asociación en el genoma completo. Los paneles son analizados para la variación

↑

Figura 1.- Diferentes colecciones de judía mantenidas en el Banco de semillas del SERIDA. **Genotipos de referencia**, cada semilla representa una accesión; **Panel de diversidad**, Panel de Diversidad Español (SDP) y Panel de Diversidad de Fréjoles (SBP), cada semilla representa una línea; **Poblaciones biparentales**, TUM, XC y ABA, cada semilla representa una línea; **Desarrollos propios**; variedades comerciales de Faba Granja *Andecha*, *Xana*, *Maximina* y *Maruxina*.

de múltiples marcadores moleculares (genotipados) y caracterizados minuciosamente (fenotipado). La Colección reúne y conserva, entre otros: Panel de Diversidad Española (SDP) con 308 líneas que representan la mayor parte de la diversidad española de esta especie (ver Figura 1); Snap Bean Panel (SBP) con 311 líneas, formado en el consorcio europeo BRESOV (<https://bresov.eu/>) para representar la diversidad europea de judía de verdeo (Ferreira y col 2021 a&b); Hyper Core Collection (HCC), formada también en el marco del proyecto BRESOV, que incluye 81 líneas representativas de la diversidad de la especie *P. vulgaris*, incluyendo materiales domesticados y silvestres.

Poblaciones biparentales estables (572 líneas). Se trata de poblaciones segregantes derivadas del cruzamiento entre dos variedades y desarrolladas para investigar la herencia de determinados caracteres. Estas poblaciones son genéticamente estables (líneas homocigotas) y han sido sometidas a un alto nivel de fenotipado y genotipado mediante secuenciación de ADN, lo que permite el desarrollo de mapas genéticos saturados. A partir de estos mapas se puede conectar el fenotipo, con el genotipo y con el genoma, identificar los genes candidatos y, de este modo, acelerar los programas de mejora. Este grupo incluye 4 poblaciones de líneas recombinantes derivadas de los cruzamientos Xana/Cornell49242 (120 líneas), Xana/BAT93 (145 líneas), TU/Musica (175 líneas) y AB136/MDRK (132 líneas) (ver Figura 1).

Desarrollos propios. Variedades y genotipos obtenidos en el SERIDA a través de diferentes métodos de mejora genética clásica. Dentro de este grupo se encuentran las variedades de Faba Granja incluidas en la lista española de variedades comerciales y protegidas (p.ej. *Andecha*, *Xana*, *Maruxina* y *Maximina*), así como otras obtenciones que no han llegado a ser distribuidas y comercializadas. Para preservar estas variedades, las multiplicaciones se desarrollan en condiciones muy controladas buscando mantener la identidad genética y las mejores condiciones sanitarias posibles.

¿Cómo se conservan las semillas?

La judía tiene semillas ortodoxas, esto es, conservan su viabilidad (capacidad de germinación) después de su deshidratación y esta viabilidad se puede ampliar si se conservan en frío. De hecho, la combinación de una deshidratación y mantenimiento a bajas temperaturas alarga significativamente la viabilidad de las semillas. Por ello, las entradas reunidas en la Banco de semillas del SERIDA se conservan dentro de una cámara frigorífica a 4 °C de temperatura y una humedad relativa por debajo de 40 %. Dentro de la cámara, las semillas de entradas de judía que constituyen el grupo de germoplasma local están empaquetadas en tarros de vidrio herméticos de 1 litro. Respecto al material del stock genético, las entradas se encuentran empaquetadas en tarros de plástico con volúmenes entre 250 a 100 ml. En todos los casos, las semillas son secadas para reducir su humedad por debajo del 12% antes de ser empaquetadas e incorporadas a la cámara. En nuestra experiencia, estas condiciones permiten una germinación mayor del 80% en semillas de judía durante un periodo de 15-20 años. Para garantizar la conservación de las entradas, periódicamente se realizan tests de germinación y, considerando sus resultados más las existencias, se programan multiplicaciones para regenerar las semillas. La cantidad de semilla que se mantiene por accesión depende del grupo de material, aunque es limitada y no permite atender solicitudes sin realizar multiplicaciones.

¿Qué utilidades ha tenido la Colección de judías?

La Colección de judías ha tenido numerosos usos que han contribuido significativamente al avance en conocimientos y desarrollo de variedades durante estos años. Todas ellas se pueden resumir en cuatro apartados:

- **Permitir la identificación de las variedades tradicionales de judía asturiana.** La disponibilidad de una amplia colección de accesiones recolectadas en Asturias permitió, en primer lugar, seleccionar la variedad comercial *Andecha* entre las accesiones del Germo-



plasma local clasificadas como Faba Granja. Posteriormente, a partir de esta colección se seleccionaron 12 variedades locales para el catálogo nacional de variedades de conservación (BOE -A-2013-7741): *Fabina*, *Granjina*, *Del mandilín*, *Panchina*, *Pinta bermeya*, *Verdines*, *Chichu negro*, *Roxes*, *Redondina*, *Fréxoles verdes*, *Fréxoles mariellus* y *Fréxoles pintus* (Figura 2).

- **Proveer las fuentes de caracteres para el desarrollo de nuevas variedades.** Desde principios de los años 90, se desarrollan programas de mejora genética para la obtención de nuevas variedades dentro del tipo Faba Granja asturiana. La Colección proporcionó las fuentes de caracteres para el desarrollo de estos programas de mejora que han dado lugar a variedades comerciales y otras líneas conservadas dentro del grupo denominado 'Desarrollos propios'.

- **Proporcionar las variedades para diferentes estudios.** La Colección proporcionó las variedades/genotipos para el desarrollo de diferentes estudios e investigaciones que, en muchos casos han apoyado los trabajos en mejora genética en curso; identificación de fuentes de resistencia, conocimiento sobre la herencia de determinados caracteres, desarrollo de poblaciones para la localización de genes, desarrollo de marcadores moleculares para la mejora genética y la diferenciación de variedades, etc.
- **Mantener y proveer la semilla de las variedades comerciales de Faba Granja para su distribución.** La conservación de las variedades desarrolladas en el SERIDA, además de ser una obligación del obtentor, ha permitido la multiplicación y la liberación de lotes de semillas de calidad sanitaria y varietal a las empresas de

↑

Figura 2.- Variedades tradicionales asturianas de judía para consumo en semilla incorporadas a la lista española de variedades de conservación y mantenidas en el Banco de semillas del SERIDA.

semillas encargadas de multiplicar y comercializar estas variedades. La Colección es la reserva de pureza y garantía varietal de estas variedades comerciales desarrolladas en el SERIDA.

En suma, la Colección de judías albergada en el Banco de semillas del SERIDA ha jugado un papel central en los trabajos desarrollados para conocer el control genético de caracteres importantes y apoyar los programas de mejora genética que han dado lugar a nuevas variedades en esta especie. Además, la colección ha tenido un papel menos cuantificable en la preservación de la diversidad local y no local de esta especie.

Retos de futuro para el Banco de semillas del SERIDA

El Banco de semillas del SERIDA, mantiene, entre otras cosas, una amplia diversidad de judías; diversidad en origen, diversidad morfológica en colores, formas y tamaño de semillas, diversidad en respuesta a enfermedades, diversidad en usos y adaptación a diferentes ambientes, etc. Esta diversidad constituye un recurso imprescindible para el futuro desarrollo sostenible de este cultivo en Asturias y la seguridad alimentaria, especialmente en un contexto de cambio climático y de modelos de producción impulsados desde la UE ("De la granja a la mesa"). En este contexto, los cultivos precisan una continua adaptación tanto a unas condiciones ambientales cambiantes como a los requerimientos de la sociedad. La diversidad reunida y mantenida en esta colección puede aportar genotipos para el desarrollo de nuevas variedades, la diversificación en las variedades cultivadas, así como el mantenimiento de variedades tradicionales asociadas a el acervo cultural asturiano. Para contribuir a la misión del Banco de semillas se requiere avanzar en aspectos como:

- **Mejora de las condiciones de conservación.** Las semillas ortodoxas pueden ser mantenidas por periodos más largos si se conservan a -18°C. El establecimiento de una colección espejo de la colección actual, no sólo garantiza la conservación, sino que minimiza los costes derivados de la regeneración, particularmente en aquellas accesiones de uso poco frecuente.

- **Digitalización**, esto es, adaptación de los procesos clásicos en el manejo de la colección a los nuevos entornos digitales para asegurar la trazabilidad en las multiplicaciones, evaluaciones y el estado de conservación de cada accesión.
- **Integración de las base de datos.** Una integración de todos los datos reunidos (datos de pasaporte, datos fenotípicos, respuesta a estreses, datos genotípicos, composición química, etc.) en cada accesión facilitará el uso de esta diversidad.

Agradecimiento

La constitución de los paneles SBP y HCC ha sido financiada por el Programa de la Unión Europea de Investigación e Innovación H2020 bajo el Grant Agreement N° 774244 (proyecto BRESOV). La constitución del panel SDP y poblaciones de mapeo ha sido financiada, en parte por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y fondos FEDER "Una manera de hacer Europa" (proyecto AGL2017-87050R).

Bibliografía

- CAMPA A., PÉREZ-VEGA E., SANZ M., FERREIRA J.J. (2015). Recursos Fitogenéticos de Hortícolas y Trigos. Tecnología Agroalimentaria. Boletín informativo del SERIDA (ISSN: 1135-6030), N° 15:3-8.
- FERREIRA JJ, CAMPA A, GARCÍA-FERNÁNDEZ, C. (2021a). Pod phenotypic variation in the Snap Bean Panel (SBP) <https://zenodo.org/record/5557139#.yWBZFn3taUk>
- FERREIRA JJ, CAMPA A, GARCÍA-FERNÁNDEZ, C. (2021b). Seed diversity catalogue of the Snap Bean Panel (SBP). <https://zenodo.org/record/5557174#.yXutJxztaUk>
- FERREIRA JJ, CAMPA A, PÉREZ E. (2005). Conservación y utilización de variedades tradicionales de faba en Asturias: Colección Activa de Judías del Principado de Asturias. SERIDA, KRK Ediciones, ISBN 84-96476-63-4. ■

Contenido mineral en judía común (*Phaseolus vulgaris* L.)

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

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

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

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

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

La *faba* o judía seca es uno de los principales cultivos de leguminosas a nivel mundial, con una producción anual entorno a los 31 millones de toneladas según estimaciones de la FAO (<http://www.fao.org/faostat/>). Entre las razones que despiertan el interés por este cultivo se encuentran, entre otras, su valor nutricional y funcional. Esta legumbre destaca por unos elevados contenidos en hidratos de carbono, proteína y fibra y bajas cantidades de grasa, minerales y vitaminas, a lo que hay que añadir la presencia de compuestos fenólicos con propiedades antioxidantes, lo que convierte a las judías en un alimento funcional y hace que su consumo sea potencialmente beneficioso para la salud, más allá de la función puramente nutritiva (Rodríguez Madrera et al. 2021).

Desde un punto de vista nutricional, la alimentación humana precisa incluir en su dieta cantidades relativamente pequeñas de minerales que, junto con las vitaminas, se conocen como micronutrientes. Los minerales cumplen numerosas funciones en el organismo: forman parte de los fluidos corporales, participan en el mantenimiento de la presión osmótica, intervienen en la formación de los huesos y tejidos, en la transmisión nerviosa y actúan como cofactores en diferentes enzimas, entre otras. Por ello, la carencia de algunos de estos elementos como hierro (Fe), cinc (Zn) o fósforo (P), es la causa de problemas de alimentación importantes (malnutrición) y, en ocasiones, puede llegar a constituir un problema de salud pública (<http://www.fao.org/3/w0073s/w0073s0e.htm>).

Se han descrito 20 elementos esenciales para el hombre que no pueden ser sintetizados por el organismo y deben ser

aportados por la dieta. Se clasifican, según la concentración requerida en: macrominerales (cantidades superiores a 100 mg/día), microminerales (concentraciones menores a 100 mg/día) y elementos traza (concentraciones menores a 1 mg/día).

El objetivo de este trabajo ha sido la determinación del contenido de 13 minerales esenciales en una muestra de semillas de *P. vulgaris* mantenidas en el banco de germoplasma del SERIDA.

Varietades de judía y contenido mineral

Se determinó el perfil mineral en 14 líneas que forman parte del Panel de Diversidad Española (Campa et al 2018), tres de ellas multiplicadas en el SERIDA en 2 campañas consecutivas (2017 y 2018). Entre el material estudiado se incluyen líneas obtenidas a partir de las variedades locales Pinta asturiana, Verdina y Faba Granja, con alto interés socio-económico y cultural en Asturias y con dos marcas de calidad diferenciada: Indicación Geográfica Protegida Faba Asturiana y Marca de Garantía Verdina de Asturias (<http://faba-asturiana.org/>). Las líneas SDP002, SDP307 y SDP308 derivan de las variedades comerciales de Faba Granja Andecha, Maruxina y Xana, respectivamente. Las líneas SDP148, SDP296 y SDP301 derivan de las variedades locales Faba pinta, Granjina y Verdina, y la línea SDP245 deriva de la variedad Garrafal Oro, una variedad tradicional usada en la producción de judía verde o vaina.

El análisis se realizó mediante espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS, Agilent modelo 7800)

Variedad	Cosecha	Tipo varietal	K	P*	Ca (% peso)	Mg	S*	Fe	Zn	Si* (mg/kg)	Cu	Mo*	Mn*	Co* (µg/kg)	Ni*
SDP002	2018	Faba Granja	1,69	0,59	0,18	0,14	0,17	66,47	40,07	197,72	8,95	1,41	7,66	50,07	833,05
SDP166	2018	Faba Granja	1,72	0,52	0,19	0,16	0,15	47,92	27,17	331,27	8,31	2,9	6,35	37,2	375,48
SDP296	2018	Faba Granja	1,61	0,53	0,31	0,15	0,14	66,76	33,99	270,1	7,89	1,96	6,74	40,72	610,82
SDP307	2018	Faba Granja	1,52	0,58	0,15	0,14	0,16	54,04	31,71	249,42	6,84	7,82	6,42	16,89	542,62
SDP308	2018	Faba Granja	1,73	0,51	0,15	0,16	0,14	60,92	30,3	243,32	8,75	6,54	6,27	18,02	391,89
SDP148	2018	Pinta asturiana	1,47	0,42	0,08	0,17	0,16	53,78	20,76	163,14	4,96	4,77	5,56	16,31	400,38
SDP301	2018	Verdina	1,84	0,63	0,19	0,16	0,14	56,4	36,1	312,16	7,27	8,09	8,71	30,96	629,18
SDP236	2018	Navy	1,89	0,51	0,21	0,18	0,15	58,97	31,77	314,62	8,91	1,82	8,15	51,13	521,58
SDP245	2018	Azufrado	1,58	0,56	0,21	0,16	0,17	72,03	38,64	301,24	8,87	1,61	6,91	43,21	365,81
SDP053	2018	Bayo gordo	1,61	0,59	0,15	0,17	0,16	71,11	34,79	296,53	7,55	3,53	6,33	37,43	544,88
SDP072	2018	Dorado	1,55	0,52	0,12	0,16	0,13	49,55	26,93	180,15	7,31	4,7	5,95	21,16	255,04
SDP005	2018	Small Red	1,65	0,47	0,1	0,18	0,16	59,33	32,64	373,7	7,48	0,77	6,63	60,31	736,77
SDP067	2018	Red Mexican	1,53	0,47	0,08	0,14	0,14	48,77	23,13	176,66	6,25	3,58	5,02	16,83	175,8
SDP225	2018	Negro opaco	1,82	0,58	0,19	0,2	0,18	72,39	38,08	169	8,1	3,81	10,91	80,09	683,77
Máximo			1,89	0,63	0,31	0,2	0,18	72,39	40,07	373,7	8,95	8,09	10,91	80,09	833,05
Mínimo			1,47	0,42	0,08	0,14	0,13	47,92	20,76	163,14	4,96	0,77	5,02	16,31	175,8
Promedio			1,66	0,53	0,17	0,16	0,15	59,89	31,86	255,65	7,67	3,81	6,97	37,17	504,79
RSD			7,78	10,78	37,04	10,59	9,42	14,5	18,09	26,98	14,82	61,7	21,43	51,21	37,02
SDP308	2017	Faba Granja	1,59	0,6	0,14	0,15	0,23	69,78	31,34	1386,43	7,47	9,09	6,99	30,91	632,28
SDP067	2017	Red Mexican	1,52	0,53	0,12	0,15	0,26	91,65	25,8	1498,76	5,94	2,11	5,66	30,62	284,56
SDP225	2017	Negro opaco	1,65	0,54	0,16	0,18	0,24	72,45	33,79	1923,91	7,16	4,15	9,13	91,22	712,3
Consumo diario recomendado (mg)**			2000	700	800	375	-	14	10	-	1	0,05	2	-	-

*: Determinación semicuantitativa. **: Fuente: Reglamento (UE nº 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de octubre de 2011. RSD: Desviación estándar relativa.



Tabla 1.- Contenido mineral de las muestras de semilla de *P. vulgaris* L. estudiadas.

previa digestión con agua regia en horno microondas. La cuantificación se realizó a partir de una calibración externa con 4 patrones internos: escandio (Sc), germanio (Ge), iridio (Ir) y rodio (Rh). En aquellos elementos para los que no se dispuso de patrones se realizó una determinación semicuantitativa a partir de las calibraciones incorporadas en el software del equipo (MassHunter 4.5).

En la Tabla 1 se recogen las variedades analizadas, su composición mineral y la cantidad de ingesta diaria recomendada de algunos de los minerales analizados.

En todos los casos, el potasio (K) fue el componente mineral más abundante, constituyendo entre el 1,5 y el 1,9% en peso. Otros minerales mayoritarios fueron fósforo (P), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S), por este orden (ver Tabla 1). En general, los valores hallados para estos elementos no mostraron diferencias relevantes entre las variedades ensayadas, y los rangos de concentración son comparables a los descritos en otras leguminosas como garbanzos y habas secas, pero superiores a los encontrados en lentejas y guisantes secos (https://www.aesan.gob.es/AECO-SAN/docs/documentos/noticias/2017/Informe_Legumbres_Nutricion_Salud.pdf)

Con valores promedio superiores al mg/kg se encontraron cinco minerales: hierro (Fe), cinc (Zn), silicio (Si), cobre (Cu) y molibdeno (Mo). Cualitativamente, estos elementos resultan de alto interés nutricional por ser cofactores de diferentes enzimas y, cuantitativamente, destaca el elevado contenido de molibdeno en todas las muestras analizadas. Para este oligoelemento se detectaron diferencias entre variedades de más de un orden de magnitud, con valores entre 0,77 mg/kg (línea SDP005, fenotipo Small Red) y 9,09 mg/kg (línea SDP308, fenotipo Faba Granja). Por lo tanto, las judías secas pueden ser consideradas como fuente recomendada de molibdeno en la dieta, dado que una ración (80 g) aporta una cantidad superior a la ingesta diaria de referencia (50 µg). El Mo es un cofactor de enzimas que juegan un papel fundamental en procesos biológicos como la producción de energía celular o la eliminación de toxinas.

Por último, se detectaron niveles inferiores al mg/kg en otros minerales esenciales como níquel (Ni), manganeso (Mn) y cobalto (Co), con valores promedio entre 7 µg/kg para manganeso y 505 µg/kg para níquel.

Además, se detectaron diferencias significativas en el contenido de azufre y silicio



Foto 1.- Semillas de las 14 líneas analizadas para el contenido en minerales.



↑

Foto 2.- Plantación de Faba Asturiana en Arbón (Navia).

Foto 3.- Parcela experimental de fabes del SERIDA.

dependiendo del año de cosecha. Ambos minerales fueron más abundantes en las muestras cosechadas en el año 2017, destacando las diferencias, de más de un orden de magnitud, encontradas entre años para el silicio. Este mineral resulta indispensable para estabilizar las uniones del tejido conectivo.

Por otro lado, los niveles promedio de minerales de las variedades asturianas del tipo varietal Faba Granja no presentaron diferencias significativas frente al resto del panel de muestras analizadas, aunque se precisan estudios adicionales para valorar la interacción variedad-cosecha en el contenido de estos minerales.

Según el contenido promedio de los datos reflejados en la Tabla 1, una ración de judía seca aportaría el 34% del consumo recomendado de hierro y magnesio, más del 60% de las necesidades de potasio, fósforo y cobre y seis veces la ingesta diaria necesaria de molibdeno (<https://www.boe.es/doue/2011/304/L00018-00063.pdf>).

Conclusiones

- La judía es un alimento rico en minerales, aporta una cantidad significativa a la dieta de todos los minerales analizados y destaca especialmente por su contenido en potasio, fósforo, magnesio, hierro, cobre y molibdeno.
- El contenido mineral de las variedades del tipo Faba Granja es similar a los descritos en otros tipos varietales.

- El año y la variedad influyen en el contenido mineral de la semilla.
- La variación encontrada en el contenido mineral apunta resultados interesantes para el desarrollo de programas de mejora de judía enfocados a la biofortificación.

Agradecimientos

Información generada por el proyecto MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y fondos FEDER “Una manera de hacer Europa” (proyecto AGL2017-87050R).

Referencias

- RODRÍGUEZ MADRERA, R.; CAMPA NEGRILLO, A.; SUÁREZ VALLES, B.; FERREIRA FERNÁNDEZ, J. Phenolic Content and Antioxidant Activity in Seeds of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Foods*, 2021, 10, 864, doi:10.3390/foods10040864.
- CAMPA A, MURUBE E, FERREIRA JJ. Genetic Diversity, Population Structure, and Linkage Disequilibrium in a Spanish Common Bean Diversity Panel Revealed through Genotyping-by-Sequencing. *Genes (Basel)*, 2018; 9, 518, doi:10.3390/genes9110518. ■



Polifenoles: “fruto” oculto del castaño

FRANCISCO FUENTE-MAQUEDA. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa Forestal. francisco@serida.org
LUCÍA RODRÍGUEZ PÉREZ. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa Forestal. luciar@serida.org
ISABEL FEITO DÍAZ. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa Forestal. ifeito@serida.org

El castaño en Asturias

La extensión del castaño (*Castanea sativa* Mill.) en España es de unas 440.000 ha, según el 4º Inventario Forestal Nacional (AIEF, 2012), y aunque se distribuye por casi todo el territorio español, destaca en el noroeste peninsular. La expansión del Imperio Romano promovió el cultivo del castaño en España, pero no lo introdujo como especie. Estudios recientes constataron su existencia anterior a la romanización, ya que se encontraron restos en las hogueras de cuevas prehistóricas y restos de polen que así lo confirmaron, siendo el área cantábrica, y en particular Asturias, uno de los principales refugios climáticos del castaño hace más de 20.000 años (Roces-Díaz et al., 2018).

Asturias presenta un 72,6 % de bosques y áreas forestales de la superficie del

suelo, frente al 54,7 % de media nacional (DGCEAMN, 2017). Dentro de este potencial forestal asturiano, el 57,4 % (770.549,93 ha) corresponde a monte de arbolado denso, con un 85,8 % formado por especies frondosas, de las cuales *C. sativa* está presente en 80.560,05 ha, lo que supone el 7,6 % de la superficie de Asturias y el 49,5 % de los castañares de España (AIEF, 2012).

En Asturias, esta especie tiene el valor añadido de su fuerte integración social, tanto paisajística como cultural, haciendo que el castaño sea una especie de suma importancia para esta región. Su rentabilidad económica en nuestra comunidad autónoma ha ido cambiando con el tiempo en función de la evolución industrial. Durante el siglo XVIII y parte del XIX, la castaña fue un recurso alimenticio para la población asturiana, tanto para alimentar a las personas como a su ganado. La aparición

de cultivos emergentes durante el siglo XIX redujo el consumo de castaña, pero el uso del castaño como materia prima mantuvo su importancia. La madera de castaño comparte protagonismo con su fruto. El empleo de madera de castaño en la construcción de pequeñas edificaciones (hórreos, cuadras y cobertizos) también fue uno de los mayores usos que se le dio a esta especie. La demanda internacional de madera en el siglo XVIII supone una oportunidad para la industria naval, que Asturias aprovechó hasta el siglo XX, cuando el desarrollo de las industrias minera y siderometalúrgica conllevó la reducción en la demanda de madera para el sector

uso generalizado de materiales sintéticos en detrimento del cuero, hacen que esta industria no acabe el siglo.

Actualmente, en Asturias, el principal aprovechamiento del castaño se centra en su madera, existiendo empresas dedicadas a la gestión forestal, primera transformación, comercialización de su madera y segunda transformación. Algunas de estas empresas atesoran una gran experiencia en el sector maderero, siendo, en algún caso, referente mundial en cuanto a comercialización de esta especie. Por el contrario, el aprovechamiento de la castaña asturiana se reduce a pocas y pequeñas empresas con potencial

→

Figura 1.- Cartel anunciador de la inauguración de la fábrica dedicada a la extracción de extractos de madera destinados al curtido de pieles, perteneciente a la empresa Extractos y Curtientes del Norte de España S.A., ubicada en Grado (Asturias). Imagen tomada de Asturias. En blanco y negro.

https://www.facebook.com/111102905614305/photos/a.113396052051657/480249795366279/?__tn__=%2CO*F



naval (Suárez-Valdés & Cano, 2018). Otras alternativas de aprovechamiento del castaño en Asturias fueron la minería, que recurrió al castaño para entibar sus galerías, o el curtido de pieles. A mediados del siglo XX, se establece en Grado la empresa Extractos y Curtientes del Norte de España S.A. (Figura 1), dependiente de la catalana Extractos Curtientes y Productos Químicos S.A., que, debido a la reconversión industrial de los países productores de materias primas, que pasaron a obtener ellos mismos los extractos vegetales, decide instalarse en zonas donde pueda aprovisionarse de materias primas, como era Asturias. La competencia del mercado internacional de extractos, la aplicación de productos más rentables y el

de crecimiento e innovación, como ocurre con aquellas cuya actividad principal es la elaboración de harina de castaña.

La producción de fruto se asocia a cultivos seleccionados localmente que se injertaban tradicionalmente sobre patrones de semilla. Actualmente también es frecuente el uso de patrones clonales con diferentes resistencias a enfermedades o más tolerantes al estrés abiótico. En las nuevas plantaciones, o para el reinjerto de plantas adultas, se hace necesario seleccionar adecuadamente los cultivos para lograr producciones de calidad. El SERIDA promovió la inclusión de 11 cultivos asturianos tradicionales ('Bacoa', 'Chamberga',

'Doriga', 'Grúa', 'Llanisca', 'Miguelina', 'Navexa', 'Pelona', 'Rapuca', 'Valduna' y 'Vaquera') en el Registro de Variedades Comerciales (Orden APM/207/2017), como resultado de la prospección e identificación de cultivares asturianos llevadas a cabo con anterioridad.

El escaso aprovechamiento de la castaña en Asturias es una de las razones que llevó a promover, en el Proyecto de Investigación del 2011 "Perfiles fenólicos en *Castanea sativa* Mill. y su interés desde el monte a la industria" (RTA2011-00135-00-00), la caracterización del perfil fenólico de la castaña asturiana, dado que los compuestos fenólicos son considerados de gran relevancia en la ciencia de los alimentos modernos, destacando, además de su papel en la calidad e inocuidad, su significativa contribución al sabor, color y estabilidad, siendo cada vez más reconocidos sus beneficios en la salud humana (Del Bo *et al.*, 2019).

La castaña en la alimentación

El principal uso de la castaña es su consumo en fresco para alimentación humana y animal. No obstante, para la alimentación humana, se encuentra en auge su transformación, como harina o elaborados a partir del fruto en distintas texturas (marrón glacé, en almíbar, mermeladas o cremas), lo que favorece el establecimiento de cultivos con este fin a partir de los cultivares de fruto. El interés de la harina de castaña se debe a que sus propiedades organolépticas confieren a aquellos alimentos que se elaboran con ella unos sabores y aromas diferentes a los proporcionados por otros tipos de harinas. Además, la ausencia de gluten hace que pueda ser consumida por personas celíacas, lo que le confiere un valor añadido a tener muy en cuenta.

Respecto a la alimentación animal con castañas, aprovechamiento tradicional en Asturias que cayó en desuso, parece oportuno ponerla en valor asociada a la recuperación de nuestra raza autóctona "Gochu Asturcelta", dando así salida a aquellas castañas que no son usadas en la alimentación humana, generalmente por su peor calidad, y que incluye el destrío de los cultivares y las castañas de árboles no injertados. El SERIDA ha participado en el proyecto de investigación "Sostenibilidad de sistemas silvopastorales de frondosas caducifolias

iberoatlánticas con razas autóctonas de cerdo en régimen extensivo" (RTA2014-00051-04), en el que se valoró la cría en extensivo del Gochu Asturcelta en castañares (Figura 2), observando la influencia positiva que tenía su incorporación en la alimentación sobre la calidad de la carne. Esta alimentación con castañas ya es una característica diferencial en otras razas de cerdos comercializadas en Asturias, pero procedentes de otras comunidades autónomas. Un ejemplo del impacto económico que esta actividad puede llegar a tener es la compra de 4,7 millones de kilos de castaña para alimentar a cerdos que la mayor cooperativa agroalimentaria de España realizó en 2019 en Galicia, cuya generación de riqueza se estimó en 7,1 millones de euros para la población rural gallega.

↓
Figura 2.- Gochu Asturcelta en extensivo en castañar de Vegadeo (Asturias)



Los polifenoles

Los polifenoles son un tipo de compuestos presentes en las plantas, y cuyas propiedades antioxidantes hacen que la ingesta sea beneficiosa para la salud, especialmente sobre el sistema cardiovascular: poseen efecto vasodilatador, mejoran el perfil lipídico, atenúan la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad y también presen-

tan actividad antiinflamatoria (Ruskovska *et al.*, 2020). Desde el punto de vista de la fisiología del vegetal, constituyen una parte importante del llamado metabolismo secundario de las plantas, diferenciando los que se sintetizan durante el desarrollo normal de la planta y los que se sintetizan en respuesta al medio. Sus propiedades son utilizadas por las plantas para varios fines: repelentes/disuasorios frente a herbívoros, filtros de la radiación ultravioleta, protectores estructurales o inhibidores del desarrollo de otras especies vegetales o animales (Singh *et al.*, 2021).

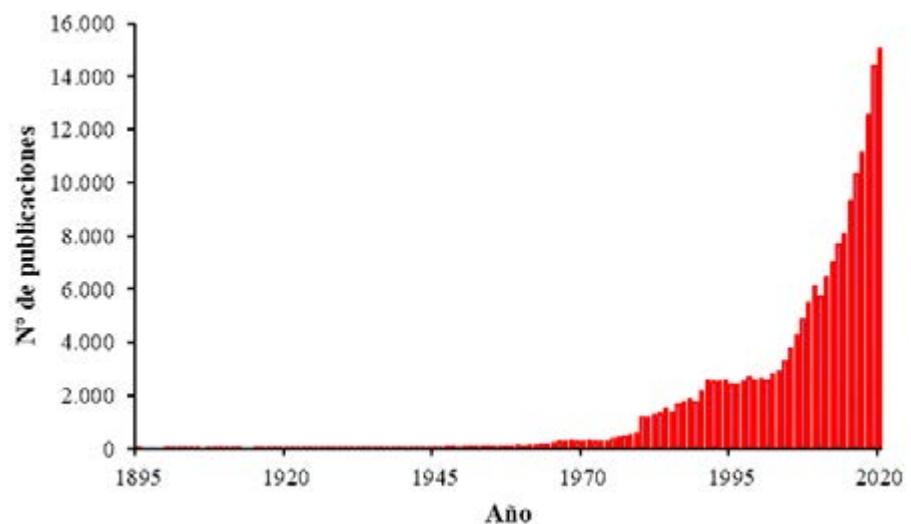
Caracterización fenólica de la castaña

El perfil fenólico se determinó sobre castañas procedentes de monte bajo (castañar en Vegadeo) y castañas de 2 cultivares tradicionales (variedades ‘Chamberga’ y ‘Paredé’). El castañar seleccionado para recoger las castañas de monte bajo tendría una calidad intermedia/baja. En Asturias, la mayoría de castañares son de calidad 2 y 3 dentro de las 4 clases establecidas por Menéndez-Miguélez *et al.* (2016) para una edad de referencia de 20 años y en base a la altura dominante, que determina

→

Figura 3.- Número de publicaciones científicas internacionales que incluyen la palabra *phenolic*.

Fuente: Web of Science (WOS, 2021)



Existe una gran cantidad de compuestos fenólicos, que van desde los más simples, formados por adición de pequeños sustituyentes, hasta complejas estructuras, creadas por la reacción de diferentes unidades estructurales, como los taninos. Las numerosas investigaciones llevadas a cabo sobre estos compuestos están ampliando su conocimiento e importancia en la vida humana. El aumento exponencial del número de publicaciones científicas a nivel internacional que incluyen la palabra *phenolic* (fenólico) recogidas en las principales bases de datos, da una idea del interés por estos compuestos (Figura 3). Las principales áreas de investigación en las que se publican estos trabajos dan idea de su carácter básico y aplicado: Química, Biología Molecular, Ciencias Vegetales, Alimentación, Farmacología, Ingeniería y Ecología (WOS, 2021).

el índice de sitio, parámetro de interés en aprovechamiento maderero. Las variedades de castañas elegidas, ‘Chamberga’ y ‘Paredé’, se seleccionaron por ser 2 de las más populares en Asturias, posiblemente debido a su amplia distribución, fácil pelado y sabor dulce.

La caracterización fenólica se realizó en las 2 cubiertas (cáscara y tegumento) y en el grano. Los análisis que se realizaron fueron: fenoles totales, taninos condensados y taninos hidrolizables, diferenciando estos últimos en galotaninos y elagitaninos.

La enorme complejidad del metabolismo fenólico hace difícil unificar y estandarizar metodologías de análisis para los diferentes materiales vegetales. Optimizar la eficiencia de extracción, manteniendo la integridad de los compuestos, es difícil, ya que se trata de cuantificar compuestos que se encuentran

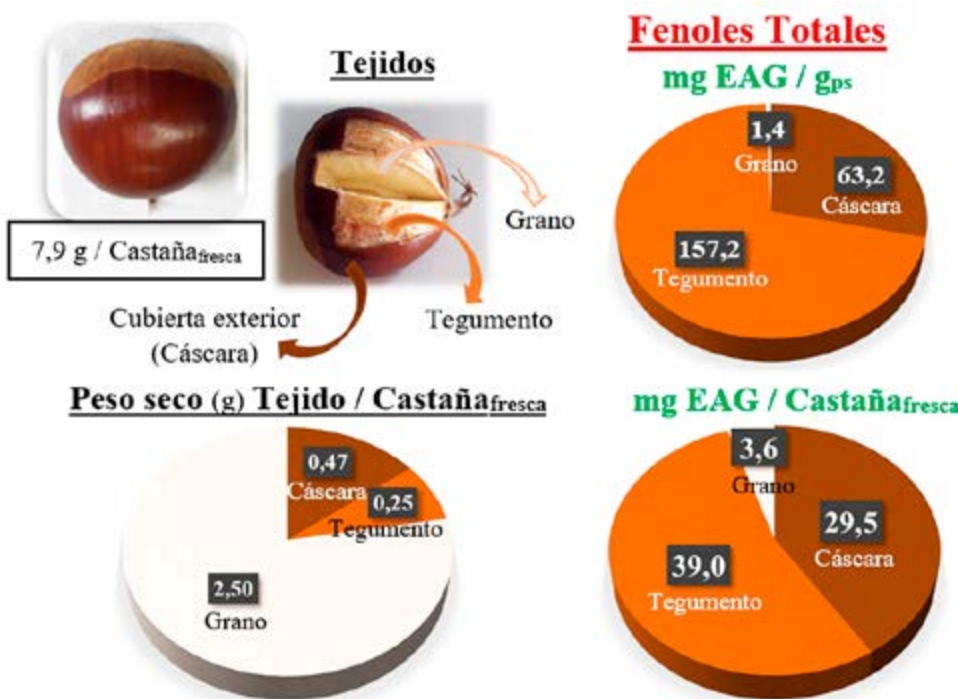
en los tejidos interaccionando con otros, lo que se conoce analíticamente como matrices complejas. Aunque se trabaje con una sola especie, unificar la metodología extractiva es complejo, pues nada tienen que ver los extractos procedentes de un tejido de protección, como las cubiertas de la semilla, con un tejido de reserva rico en nutrientes, como el grano. En este sentido, tras una exhaustiva revisión bibliográfica, se seleccionaron aquellos métodos que, *a priori*, eran más idóneos, lo que permitió optimizar una metodología sencilla y eficiente (Fuente-Maqueda *et al.*, 2020). Con esta metodología, los compuestos de interés se extraen de los tejidos mediante mezcla hidroalcohólica en los que la solubilidad de los mismos es máxima y la de los interferentes mínima.

La conservación y el procesado de los tejidos que analizamos también es fundamental para conseguir una máxima eficiencia. Por esto, salvo para los puntos en que es imprescindible incrementar la temperatura, como en el pelado del grano, el resto del procedimiento se realiza a la mínima temperatura posible. La molienda de los tejidos es otro paso determinante, pues es necesario adaptarla para maximizar la extracción

fenólica. En unos casos, el alto contenido en fibra es lo que dificulta la homogeneidad de la muestra molida, como en las cubiertas. En otros casos, la presencia de alto contenido en compuestos de reserva (almidón o grasas) limita la extracción, como en el grano. Así, para una mejor conservación y mayor homogenización de la muestra, la molienda se realiza criogénicamente (en nitrógeno líquido, a -196 °C), lo que permite preservar las características funcionales de los compuestos en evaluación.

Tras la extracción inicial, se hace necesario eliminar el solvente orgánico empleado (evaporación) y los interferentes que acompañan a las biomoléculas de interés mediante mezclas de solventes apropiadas (purificación). Los extractos obtenidos se concentran para que estén en cantidades que permitan la cuantificación de los compuestos a analizar. El contenido fenólico total se determinó mediante el ensayo de Folin-Ciocalteu, los taninos condensados con el ensayo de la vainillina, y los taninos hidrolizables se cuantificaron por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC).

En la Figura 4 se muestran los resultados correspondientes a los pesos medios de las



←
Figura 4.- Contenido fenólico total en los distintos tejidos de la castaña. EAG: equivalentes de ácido gálico. ps: peso seco

castañas y tejidos que se analizaron, el contenido fenólico total en las distintas partes y la estima de la cantidad de polifenoles que aportaría cada fracción en base al peso que representan en el total de la castaña. Para el peso medio y la materia seca (40,7 %) de la castaña fresca y el peso seco de los diferentes tejidos, los datos que se muestran son valores medios de las castañas 'Chamberga', 'Paredé' y de varias parcelas de monte bajo (Vegadeo, Allande, Caso y Riosa). Los datos de los fenoles totales son valores medios de las castañas de los 2 cultivares y las de monte bajo de Vegadeo. El mayor contenido fenólico se encuentra en el tegumento. Por el contrario, el grano es el tejido que menor contenido fenólico presenta. Los resultados expresados por gramo de peso seco de cada tejido muestran las mayores diferencias. Sin embargo, al estimar el reparto fenólico en la castaña en fresco, el aporte del tegumento se reduce, aunque continúa siendo el mayor, y se incrementa el aporte del grano, debido a que en peso representa la fracción más importante. La cáscara se sitúa intermedia en ambas representaciones.

Grano

A pesar del aparente bajo contenido fenólico en el grano de la castaña, en comparación con los otros 2 tejidos (cáscara y tegumento), los valores obtenidos son superiores a los que presentan otros granos usados para la elaboración de harinas. En general, la harina más consumida es la elaborada con trigo. Sánchez (2016) analizó el contenido polifenólico en 4 variedades

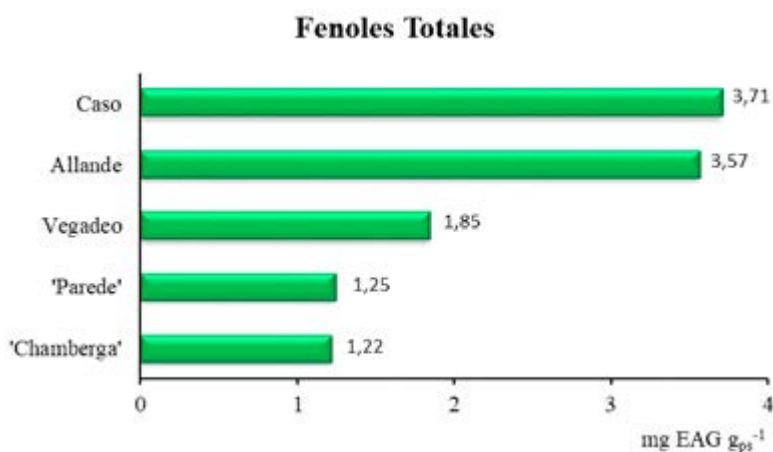
de trigo, obteniendo un contenido medio para harinas blancas (sólo grano) de 0,43 mg EAG g⁻¹. Para harinas integrales (sin descascarillar), el valor medio en polifenoles ascendió hasta 1,83 mg EAG g⁻¹. Considerando harinas sin gluten, la más usada es la de maíz. Salinas-Moreno *et al.* (2007) analizaron fenoles totales en grano crudo de 10 tipos de muestras de maíz, diferenciando pericarpio (cáscara) y el endospermo (grano). Los rangos que obtuvieron fueron 0,50-0,85 mg EAG g⁻¹ en el grano y 1,53-2,48 mg EAG g⁻¹ en la cáscara.

Los datos obtenidos en el análisis realizado en los distintos tipos de castaña (Figura 5) muestran que el contenido fenólico total que presenta el grano difiere en las distintas procedencias: monte bajo de los concejos de Allande, Caso y Vegadeo, y entre variedades: 'Chamberga' y 'Paredé', siendo claramente superior en la castaña que denominaríamos silvestre, no injertada, lo que podría hacerlas idóneas para la obtención de harinas, al menos, en lo que respecta al aporte en polifenoles.

El contenido polifenólico en el grano de las castañas es claramente superior al descrito para trigo y maíz, incluso en las que menos aportan. Además, considerar la elaboración de harinas integrales de castaña, incluyendo en estas el tegumento, podría ser una alternativa que aportaría un mayor contenido polifenólico. Según los valores medios para fenoles totales (mg EAG g⁻¹) mostrados en la Figura 4, y considerando el porcentaje en seco que suponen el grano y el tegumento en la castaña, se estima que el contenido

→

Figura 5.- Fenoles Totales (mg equivalentes de ácido gálico/g de peso seco) en el grano de las castañas de *C. sativa* procedentes de monte bajo (concejos de Allande, Caso y Vegadeo) y de las variedades "Chamberga" y "Paredé".





←
Figura 6.- Contenido en Taninos Condensados y Taninos Hidrolizables (Galotanninos y Elagitaninos) en el grano de las castañas de monte bajo (MB) de Vegadeo y las variedades 'Chamberga' (Ch) y 'Paredé' (P).
EC: equivalentes de catequina. GM: galato de metilo. AE: ácido elágico. ps: peso seco.

fenólico total que llegaría a tener una harina integral de castaña formada por grano y tegumento, en las proporciones en peso en que se encuentran en el fruto, sería de 15,1 mg EAG g^{ps-1}. Esta opción debería valorarse organolépticamente para intentar encontrar el equilibrio adecuado que establezca un contenido polifenólico (y de fibra) beneficioso para la salud, a la vez que resulte agradable al paladar.

El contenido en taninos condensados e hidrolizables del grano de las castañas de monte bajo (Vegadeo) y las variedades 'Chamberga' y 'Paredé' se muestra en la Figura 6. Este tipo de polifenoles se encuentra en cantidades muy bajas en este tejido, mostrando valores algo más altos en las castañas de monte bajo, especialmente en los taninos condensados. En alimentación, el contenido tánico es importante, ya que la interacción de algunos de estos compuestos con otras moléculas de los alimentos, como proteínas y polisacáridos, y con proteínas salivales se vinculan a la astringencia y amargor (Soares *et al.*, 2020).

Cáscara y tegumento

La concentración de residuos en cualquier actividad transformadora se puede convertir en un problema de gestión. La cáscara y el tegumento en las industrias que elaboran productos con las castañas se convierten en residuos no siempre aprovechados. El contenido polifenólico que aportan estos 2 tejidos (Figura 4), puede ser un punto de partida interesante para su revalorización a través del aprovechamiento en la obtención de biomoléculas (polifenoles), como otros investigadores también promueven (Vella *et al.*, 2018; Tu *et al.*, 2021).

La caracterización fenólica de estos tejidos en las castañas de monte bajo (Vegadeo) y las variedades 'Chamberga' y 'Paredé' se muestra en la Figura 7. Al contrario de lo obtenido en el grano, para las cubiertas se observa mayor contenido polifenólico en las castañas de variedades, destacando el contenido en galotanninos del tegumento. El contenido en taninos condensados también resulta notable, tanto en las variedades como en las castañas de monte bajo.

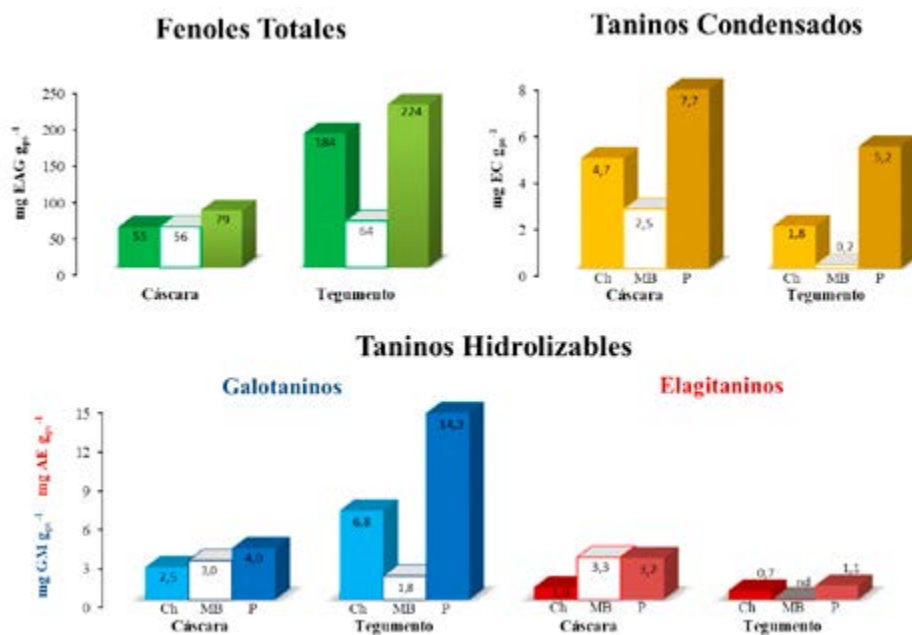
Cuando consumimos castañas, nuestra preferencia es el grano limpio (sin cubiertas), ya que además de la diferente textura que tienen las cubiertas, el sabor también se modifica. En general, el retirar el tegumento del grano suele ser por el amargor/astringencia que esta parte proporciona por su contenido tánico, especialmente en galotanninos y en menor medida taninos condensados. Para los cerdos, menos exigentes en cuanto a la textura de lo ingerido, si están bien alimentados, desechan la cubierta exterior o cáscara (decortican) (Ciordia *et al.*, 2018). La poca palatabilidad de la cáscara puede ser el motivo de rechazo de esta parte, pero también debido a los taninos que presenta, principalmente condensados, lo que posiblemente la haga más astringente y amarga.

Bioeconomía circular del sector de la castañicultura

Berbel & Borrego-Marín (2021) describen la bioeconomía circular (BEC) como un nuevo sector que integra los conceptos de bioeconomía y economía circular con la vocación de representar un modelo económico sostenible económica, social y ambientalmente. La BEC engloba la mejora del uso de los

→

Figura 7.- Caracterización fenólica de la cáscara y tegumento de las castañas de monte bajo (MB) de Vegadeo y las variedades 'Chamberga' (Ch) y 'Paredé' (P). EAG: equivalentes de ácido gálico. EC: equivalentes de catequina. GM: galato de metilo. AE: ácido elágico. ps: peso seco.



recursos y la ecoeficiencia, la reducción de la huella de carbono, la reducción de la demanda de carbono fósil y la valorización de los residuos. En la última década, la BEC está apareciendo en la agenda política cada vez con más intensidad, incluyéndola en las distintas planificaciones en materia de bioeconomía.

los máximos exponentes del crecimiento y desarrollo natural de una especie. La circularidad de esta economía se aplicaría a los residuos generados en el procesado del fruto, mayoritariamente cáscara y tegumento, que se podrían aprovechar para la extracción de biomoléculas, que serían materias activas para otras industrias.

↓

Tabla 1.- Caracteres descriptivos de las castañas de monte bajo (Vegadeo) y variedades ('Chamberga' y 'Paredé') muestreadas en 2 años consecutivos.

La castaña y su entorno productivo pueden ser un claro ejemplo de BEC. La bioeconomía está representada por el cultivo específico de las distintas variedades de castaña, fácilmente adaptable a los requerimientos de la agricultura ecológica, y los castaños silvestres del monte bajo, que son uno de

La cantidad de cáscara y tegumento generada como residuo en seco se sitúa en torno al 22 % de la castaña, porcentaje variable y dependiente del tipo de castaña y del año de recolección, como podemos ver en la Tabla 1. En esta tabla también se recoge el peso total por castaña, el número de

Castaña	Peso total (g)/ castaña		Nº de frutos/ kg		Humedad (%)/ castaña		% Cáscara		% Tegumento		% Grano	
	Año1	Año 2	Año1	Año 2	Año1	Año 2	Año1	Año 2	Año1	Año 2	Año1	Año 2
'Chamberga'	8,8	12,2	132	83	57,8	58,9	13,6	15,5	6,8	7,3	79,6	77,2
Monte bajo	5,2	7,0	193	144		54,3		14,7		7,0		78,3
'Paredé'	8,5	7,6	134	143	50,7	52,6	13,0	15,7	5,0	7,6	82,0	76,8

Nota: el % de humedad se refiere al contenido de agua que la castaña presenta en fresco. Los porcentajes de reparto en cáscara, tegumento y grano se obtuvieron en seco.

frutos por kg y la humedad de la castaña en fresco, datos que nos permiten constatar que, además de la importante variabilidad en cuanto a tamaño y reparto de las fracciones, tampoco se puede asumir una relación entre tamaño de la castaña y porcentaje de cubierta.

El potencial fenólico de la cáscara y el tegumento abren la puerta a multitud de aplicaciones de este tipo de compuestos extraíbles de estos tejidos. Además de los clásicos usos de estos compuestos en el curtido de pieles o tonelería, o aquellos más actuales centrados en su potencial como quelantes, algunos ejemplos innovadores de su papel sobre la salud que se están estudiando actualmente son: prevenir y reducir los síntomas de algunas enfermedades, como la diabetes (Sun *et al.*, 2020) o la degeneración macular asociada a la edad (Cornebise *et al.* 2020), su potencial antimicrobiano (Álvarez-Martínez *et al.*, 2021) o la inhibición *in vitro* de la principal actividad proteasa del COVID-19 (Zhu & Xie, 2020).

Conclusión

El contenido polifenólico de la castaña proporciona un valor añadido a este fruto promoviendo su aprovechamiento integral. A nivel alimentario, mostrando un contenido polifenólico en grano superior al que aportan trigo o maíz, principales materias primas para la elaboración de harinas. Y, en cuanto al aprovechamiento de residuos, el elevado contenido polifenólico de cascara y tegumento los hace ser una importante fuente de biomoléculas con una gran variedad de propiedades fisicoquímicas y biológicas (antioxidantes, antimicrobianas, antifúngicas, quelantes o protectoras frente a la radiación UV) idóneos para diversos sectores demandantes de compuestos de este tipo.

Agradecimientos

Este trabajo fue posible gracias al proyecto "Perfiles fenólicos en *Castanea sativa* Mill. y su interés desde el monte a la industria" (RTA2011-00135-00-00), que fue subvencionado a través del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) del Ministerio de Ciencia e Innovación de España y cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). Queremos agradecer a los investigadores

Marta Ciordia y Alejandro Argamentería su colaboración en este objetivo del proyecto. Así mismo agradecemos también la ayuda de los compañeros del Programa Forestal del SERIDA, que aportaron parte de su tiempo: Juan Carlos Hernández, en la recogida de las castañas, y Antonio Fernández, en la molienda de las muestras.

Referencias bibliográficas

- AIEF (ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICAS FORESTALES) (2012). Cuarto Inventario Forestal Nacional: Principado de Asturias. Ed. Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (España). 58 pp.
- ÁLVAREZ-MARTÍNEZ, F. J.; RODRÍGUEZ, J. C.; BORRÁS-ROCHER, F.; BARRAJÓN-CATALÁN, E. & MICOL, V. (2021). The antimicrobial capacity of *Cistus salviifolius* and *Punica granatum* plant extracts against clinical pathogens is related to their polyphenolic composition. *Scientific reports*, 11 (1): 1-12.
- BERBEL, J. & BORREGO-MARÍN, M. M. (2021). La bioeconomía circular. Fundación Economía Circular. <https://economia-circular.org/la-bioeconomia-circular> (10/09/2021).
- CIORDIA, M.; ARGAMENTERÍA, A. & DE LA ROZA-DELGADO, B. (2018). Asociación sostenible entre el castaño y el porcino autóctono del tronco celta. *Tecnología Agroalimentaria - SERIDA*, 21: 34-42.
- CORNEBISE, C.; COURTAUT, F.; TAILLANDIER-COINDARD, M.; VALLS-FONAYET, J.; RICHARD, T.; MONCHAUD, D.; AIRES, V. & DELMAS, D. (2020). Red Wine Extract Inhibits VEGF Secretion and Its Signaling Pathway in Retinal ARPE-19 Cells to Potentially Disrupt AMD. *Molecules*, 25 (23): 5564.
- DEL BO, C.; BERNARDI, S.; MARINO, M.; PORRINI, M.; TUCCI, M.; GUGLIELMETTI, S.; CHERUBINI, A.; CARRIERI, B.; KIRKUP, B.; KROON, P.; ZAMORA-ROS, R.; HIDALGO, N.; ANDRES-LACUEVA, C. & RISO, P. (2019). Systematic review on polyphenol intake and health outcomes: is there sufficient evidence to define a health-promoting polyphenol-rich dietary pattern? *Nutrients*, 11 (6): 1355. ■

- DGCEAMN (DIRECCIÓN GENERAL DE CALIDAD y EVALUACIÓN AMBIENTAL y MEDIO NATURAL) (2017). Perfil Ambiental de España 2016. Ed. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid (España). 335 pp.
- FUENTE-MAQUEDA, F.; RODRÍGUEZ, A.; MAJADA, J.; FERNÁNDEZ, B. & FEITO, I. (2020). Methodology optimization for analysis of phenolic compounds in chestnut (*Castanea sativa* Mill.). Food Science and Technology International. 26 (6): 520-534.
- MENÉNDEZ-MIGUÉLEZ, M.; ÁLVAREZ-ÁLVAREZ, P.; MAJADA, J. & CANGA, E. (2016). Management tools for *Castanea sativa* coppice stands in northwestern Spain. Bosque (Valdivia). 37 (1): 119-133.
- ORDEN APM/207/2017, de 7 de marzo, por la que se dispone la inclusión de diversas variedades de distintas especies en el Registro de Variedades Comerciales. Boletín Oficial del Estado. 60 (11/03/2017): 18161-18165.
- ROCES-DÍAZ, J. V.; JIMÉNEZ-ALFARO, B.; CHYTRÝ, M.; DÍAZ-VARELA, E. R. & ÁLVAREZ-ÁLVAREZ, P. (2018). Glacial refugia and mid-Holocene expansion delineate the current distribution of *Castanea sativa* in Europe. Palaeogeography. Palaeoclimatology. Palaeoecology. 491: 152-160.
- RUSKOVSKA, T.; MAKSIMOVA, V. & MILENKOVIC, D. (2020). Polyphenols in human nutrition: from the in vitro antioxidant capacity to the beneficial effects on cardiometabolic health and related inter-individual variability – an overview and perspective. British Journal of Nutrition, 123 (3): 241-254.
- SALINAS-MORENO, Y.; LÓPEZ-REYNOSO, J. D. J.; GONZÁLEZ-FLORES, G. B. & VÁZQUEZ-CARRILLO, G. (2007). Compuestos fenólicos del grano de maíz y su relación con el oscurecimiento de masa y tortilla. Agrociencia, 41 (3): 295-305.
- SÁNCHEZ, I. (2016). Nutrientes y compuestos bioactivos del trigo: fibra y polifenoles. Trabajo Fin de Grado. Departamento de Nutrición y Bromatología II. Bromatología. Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid. 20 pp.
- SINGH, S.; KAUR, I. & KARIYAT, R. (2021). The multifunctional roles of polyphenols in plant-herbivore interactions. International Journal of Molecular Sciences, 22 (3): 1442.
- SOARES, S.; BRANDÃO, E.; GUERREIRO, C.; SOARES, S.; MATEUS, N. & DE FREITAS, V. (2020). Tannins in food: Insights into the molecular perception of astringency and bitter taste. Molecules, 25 (11): 2590.
- SUÁREZ-VALDÉS, J. O. & CANO, P. S. (2018). «Pequeños», familiares y competitivos: astilleros y construcción naval en Asturias (c. 1750-2015). Investigaciones de Historia Económica. 14 (1): 1-10.
- SUN, C.; ZHAO, C.; GUVEN, E. C.; PAOLI, P.; SIMAL GANDARA, J.; RAMKUMAR, K. M.; WANG, S.; BULEU, F.; PAH, A.; TURI, V.; DAMIAN, G.; DRAGAN, S.; TOMAS, M.; KHAN, W.; WANG, M.; DELMAS, D.; PORTILLO, M. P.; DAR, P.; CHEN, L. & XIAO, J. (2020). Dietary polyphenols as antidiabetic agents: Advances and opportunities. Food frontiers, 1 (1): 18-44.
- TU, F.; XIE, C.; LI, H.; LEI, S.; LI, J.; HUANG, X. & YANG, F. (2021). Effect of in vitro digestion on chestnut outer-skin and inner-skin bioaccessibility: The relationship between biotransformation and antioxidant activity of polyphenols by metabolomics. Food Chemistry, 363: 130277.
- VELLA, F. M.; LARATTA, B.; LA CARA, F. & MORANA, A. (2018). Recovery of bioactive molecules from chestnut (*Castanea sativa* Mill.) by-products through extraction by different solvents. Natural product research, 32 (9): 1022-1032.
- WOS (Web of Science™) 2021. Clarivate™ Analytics.
<https://clarivate.com/webofsciencegroup/solutions/web-of-science/> (26/01/2021).
- ZHU, Y. & XIE, D. Y. (2020). Docking characterization and in vitro inhibitory activity of flavan-3-ols and dimeric proanthocyanidins against the main protease activity of SARS-Cov-2. Frontiers in Plant Science, 11(Article 601316): 1-14. ■

ABRIL						
L	M	X	J	V	S	D
				2	3	4
			9	10	11	12
			16	17	18	19
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

JULIO						
L	M	X	J	V	S	D
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

DICIEMBRE						
L	M	X	J	V	S	D
						5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

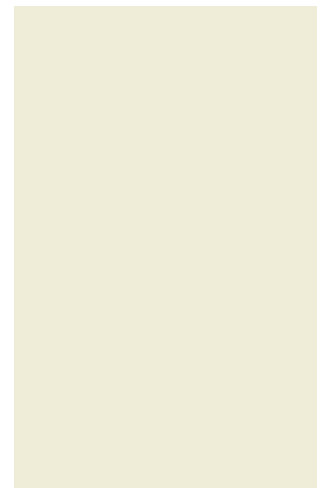
La avispa del castaño, ¿dónde pasa el invierno?

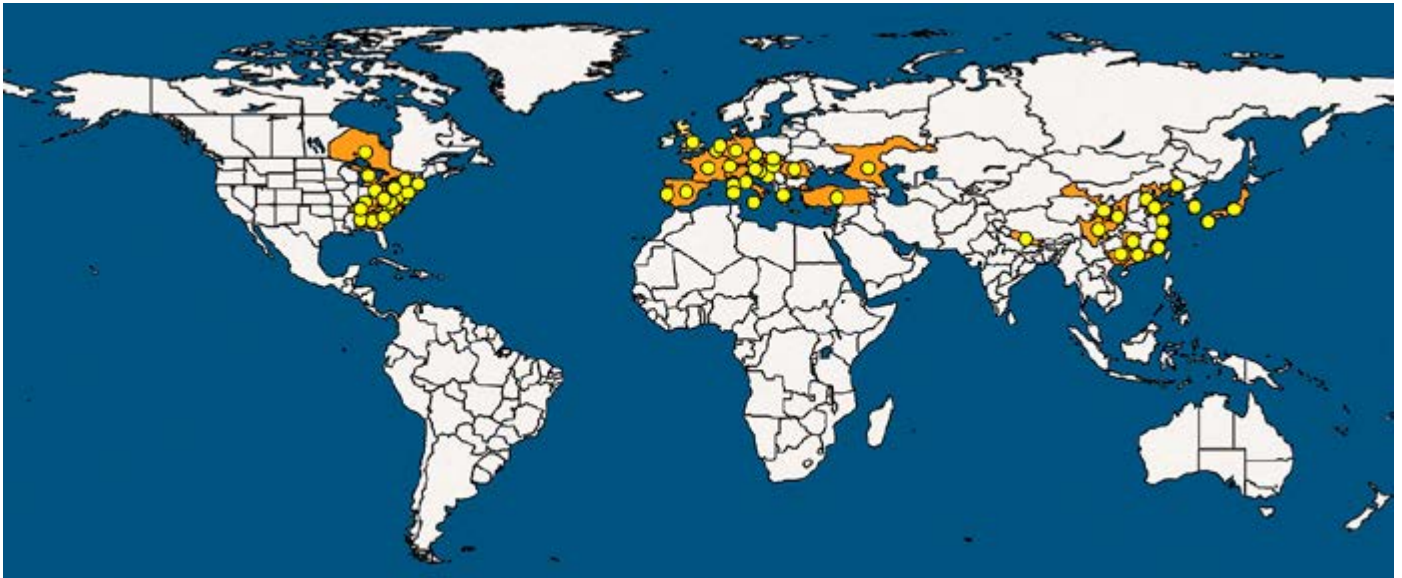
FRANCISCO FUENTE-MAQUEDA. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa Forestal. francisco@serida.org
 LEILA RIMADA. Centro de Alerta y Control de Plagas y Especies Invasoras del Principado de Asturias. leilarimada@serpasa.es
 JUAN CARLOS HERNÁNDEZ. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa Forestal. juancahd@serida.org
 ISABEL FEITO DÍAZ. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa Forestal. ifeito@serida.org

La avispa del castaño

La avispa del castaño (*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu) es un pequeño insecto himenóptero de la familia Cynipidae, que se ha convertido en una de las plagas más perjudiciales para el castaño, ya que disminuye su capacidad fotosintética (reducción del área foliar hasta del 70 %) y la fructificación (hasta el 80 %), afectando negativamente a la productividad, tanto de madera como de fruto. Afecta a distintas especies de castaño: *Castanea crenata* Siebold & Zucc. (castaño japonés), *C. dentata* (Marshall) Borkh. (americano), *C. mollissima* Blume y *C. sequinii*

Dode (chinos) y al castaño europeo *C. sativa* Mill. En América del Norte, dos especies silvestres (*C. pumila* L. Mill. y *C. alnifolia* Nutt.) parecen no ser atacadas por la avispa (EPPO, 2021). En cuanto a los híbridos, la mayoría de ellos también son sensibles, pero algunos muestran resistencia. Según hemos podido constatar, la resistencia consiste en inhibir el desarrollo de los huevos puestos por el insecto, al menos en los clones (*C. sativa* × *C. crenata*) resistentes que forman parte de nuestros ensayos: clon U-3 (Material Forestal de Reproducción del Centro de Investigación Forestal de Lourizán) y 'Bouche de Bétizac'.





↑

Figura 1.- Distribución geográfica mundial de la avispiella del castaño. Fuente: EPPO® (2021), 15/09/2021

La avispiella del castaño es originaria de China, desde donde se fue extendiendo por gran parte del mundo: 1941 Japón, 1963 Corea del Sur, 1974 Estados Unidos, 2002 Italia, 2012 España (Cataluña); en 2014 se detecta en Asturias. Su rápida expansión ha llevado a que, actualmente, esta plaga esté presente tanto en el sudeste asiático, como en la costa este de Estados Unidos, y en la mayor parte de los países europeos con masas de castaño. En España también se encuentra en la mayor parte del territorio peninsular. Esta expansión de la avispiella se debe a que, por un lado, su presencia es indetectable en los primeros estadios de desarrollo que ocurren dentro de las yemas del castaño y, por otro lado, a su peculiaridad reproductiva, ya que al ser partenogénicas, es suficiente el traslado de una hembra para su propagación. En sus estadios iniciales larvarios se detecta solamente por observaciones estereomicroscópicas, como las que se muestran en este trabajo, y por técnicas moleculares, que utilizan varios marcadores para su detección. La propagación natural de este insecto implica 2 tipos de dispersión: 1) Local o de corta distancia, que incluye principalmente la distribución continua de individuos a baja escala espacial debida al movimiento aleatorio natural de los adultos, así como la dispersión causada por fuerzas motrices naturales, y 2) Larga distancia, debida a ciertas situaciones no naturales, generalmente relacionadas con el transporte de material vegetal. En la Figura 1 se

muestra la distribución geográfica mundial actual de este insecto.

En 2006 se publicó la Decisión 2006/464/CE de la Comisión de 27 de junio de 2006, relativa a las medidas provisionales urgentes para prevenir la introducción y propagación en Europa de este organismo. Ocho años después se procedió a su derogación (Decisión de Ejecución de la Comisión 2014/690/UE, de 30 de septiembre de 2014), ya que la plaga se propagó y asentó ampliamente por gran parte de Europa. Actualmente, en Europa y según el Reglamento de Ejecución (UE) 2019/2072 de la Comisión de 28 de noviembre de 2019, la avispiella del castaño está considerada como una plaga cuarentenaria de las zonas protegidas de Irlanda y Reino Unido.

En 2021, la Organización Europea y Mediterránea de Protección Fitosanitaria (EPPO, European and Mediterranean Plant Protection Organization) revisó y actualizó la hoja de datos sobre este insecto (primera versión publicada en su Boletín en 2005), disponible en formato electrónico de acceso gratuito en la base de datos global que esta organización tiene (EPPO, 2021).

El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España, consciente de la problemática que supone esta plaga para los castaños españoles, ha catalogado a la avispiella del castaño como organismo nocivo para la sanidad vegetal y considera nece-

saría la articulación de medidas nacionales para su control integrado (MAPA, 2021).

En Asturias, la gran masa forestal de castaño de que disponemos hace necesarias actuaciones para controlar, en la medida de lo posible, la expansión de esta plaga. Para ello se informa y proponen medidas de prevención (inspecciones tanto en las masas forestales como en los viveros) y control (poda y destrucción de ramas afectadas, selección de variedades resistentes y lucha biológica con el parasitoide específico de la plaga, *Torymus sinensis* Kamijo) (CARA, 2014).

De las características biológicas de esta avispiña, hay que destacar que es una especie univoltina (una generación por año) y que se reproduce por partenogénesis telioquia (hembras no fecundadas por machos que producen hembras), desconociéndose la existencia de machos. Su tiempo de vida es corto (2-10 días). Su ciclo biológico está altamente sincronizado con la fenología del castaño. Emerge a principios del verano e inmediatamente ponen huevos en las yemas del castaño (hasta 300 huevos por individuo). Los primeros estadios larvarios evolucionan lentamente dentro de las yemas durante el otoño e invierno, y en la primavera aceleran su desarrollo induciendo la formación de agallas en los brotes del castaño. Cada individuo se desarrolla dentro de una cámara (cavidad), pudiendo darse varias cámaras por agalla.

Ciclo de vida de la avispiña del castaño en Asturias

Tras la detección de la avispiña en la parcela del SERIDA, situada en la Finca Experimental La Mata en Grado (43° 22' 34" N, 6° 04' 18" W), se inició un seguimiento en campo de la plaga a nivel macroscópico, comprobando su expansión y sincronización con los ejemplares de castaño de la finca, y a nivel microscópico en el laboratorio (SMZ 800 Nikon). En los últimos 3 años, el seguimiento se está realizando mensualmente, con lo que hemos captado el estadio en el que la avispiña se encuentra en cada mes, tanto en las fases iniciales dentro de las yemas del castaño, como en las finales, cuando en las agallas formadas se puede observar a simple vista.

Finalmente, también evaluamos su evolución en el periodo de vida adulta, a través de las curvas de vuelo, que nos permiten conocer el riesgo de infestación en la zona. Con todo ello hemos elaborado un calendario visual de carácter anual (Figura 2) con los detalles mensuales, y cuya utilidad va desde el conocimiento necesario para plantear la investigación en estas especies, castaño y avispiña, hasta la mejora en el establecimiento de medidas de control y lucha contra la plaga. Esta Figura 2 recoge únicamente la información relativa a *C. sativa*, ya que, aunque también se hizo el seguimiento de los clones híbridos (*C. sativa* × *C. crenata*), el desarrollo, tanto del castaño como de la avispiña, es similar, pero con algunos matices como que el desarrollo fenológico es ligeramente más avanzado en los clones y paralelamente el ciclo de la avispiña o el diferente grado de afectación por la avispiña dependiendo del clon.

Siguiendo los criterios de nomenclatura y morfología descritos por la EPPO (2021) se establecen los siguientes estadios del desarrollo de la avispiña:

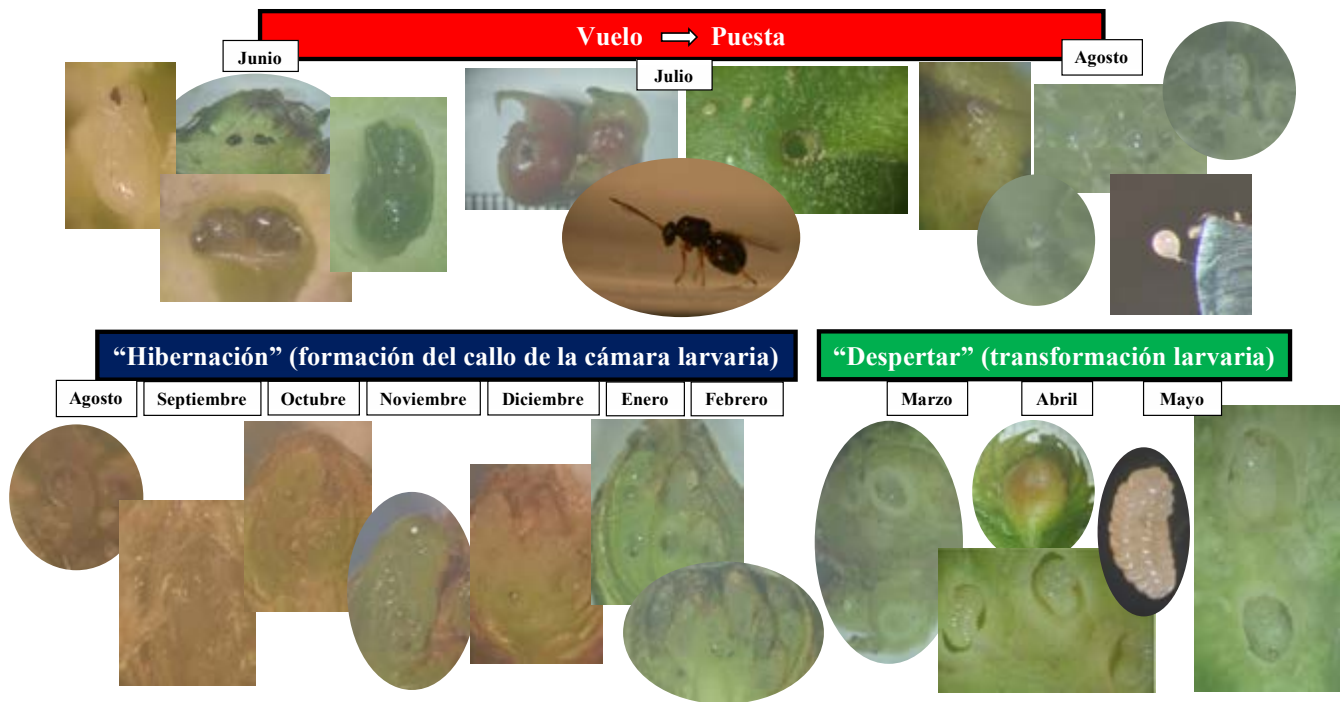
Huevo: Forma elipsoide, de color blanco lechoso, traslúcido y de aproximadamente 0,15 mm de largo y 0,10 mm de ancho, con un delgado pedúnculo de unos 0,4 mm de longitud.

La puesta se inicia nada más emerger el adulto, que en nuestra parcela se produce durante los meses de junio, julio y agosto. La avispiña es capaz de penetrar la yema del castaño con su ovopositor y deposita los huevos en el interior de la misma. Los orificios de puesta se pueden ver a simple vista en algunos casos, pero es realmente difícil, por lo que con la observación microscópica los confirmamos.

Larva. Se diferencian 3 etapas larvarias:

- 1ª: Larvas subglobulares, con mandíbulas muy pequeñas. Estadio de desarrollo muy lento, con larvas de 0,2-0,6 mm de largo. Difícilmente distinguible del huevo.

Estas larvas se empiezan a diferenciar entorno al mes después de la oviposición. En nuestras observaciones estas larvas se aprecian desde agosto-sep-



↑
Figura 2.- Imágenes de los diferentes estadios del ciclo de vida de la avispa del castaño (*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu) en castaño (*Castanea sativa* Mill.) en la parcela experimental de castaño del SERIDA en La Mata, Grado (43° 22' 34" N, 6° 04' 18" W)

tiembre hasta la primavera siguiente. Durante este tiempo, las cámaras larvarias van formándose, incrementando progresivamente el tejido vegetal anómalo (callo) alrededor de la larva, lo que la protege y aísla.

- 2ª: Larvas himenopteriformes de 0,8-1,5 mm de largo con mandíbulas con dos dientes distales.

La sincronización de estas larvas con la activación vegetativa es evidente, siendo con el inicio de la primavera cuando observamos las primeras larvas de este tipo, que en aquellos casos más avanzados se observan desde finales de marzo, hasta abril. En esta época, la cámara larvaria ya se observa muy avanzada, con un buen callo vegetal protector.

- 3ª: Larvas himenopteriformes de 2,3 mm de largo con mandíbulas asimétricas con dientes.

Este último estadio larvario se puede observar desde abril hasta mayo, con la cámara larvaria ya consolidada.

Crisálida (pupa). En este estadio previo al adulto, la avispa alcanza una longitud

de 2,5 mm de largo y pueden presentar diferente color, desde blanco hasta marrón oscuro y negro, en función de su desarrollo.

La metamorfosis de la pupa se inicia a mediados de mayo y puede llegar hasta agosto. Estos últimos cambios, previos a la emergencia, coinciden también con la última etapa de formación de la agalla en los brotes del castaño.

Adulto. La hembra adulta mide de 2,5-3,0 mm de largo. El cuerpo es de color negro parduzco, la cabeza negra y las patas, antenas y mandíbulas marrón amarillento.

Cerrando el ciclo, la avispa emerge a finales de junio y permanece en campo hasta agosto, periodo durante el que lleva a cabo la puesta, iniciando así un nuevo ciclo de vida. Con la curva de vuelo generada (Figura 3) complementamos la información sobre el tiempo que la avispa, en estado adulto, permanece en campo.

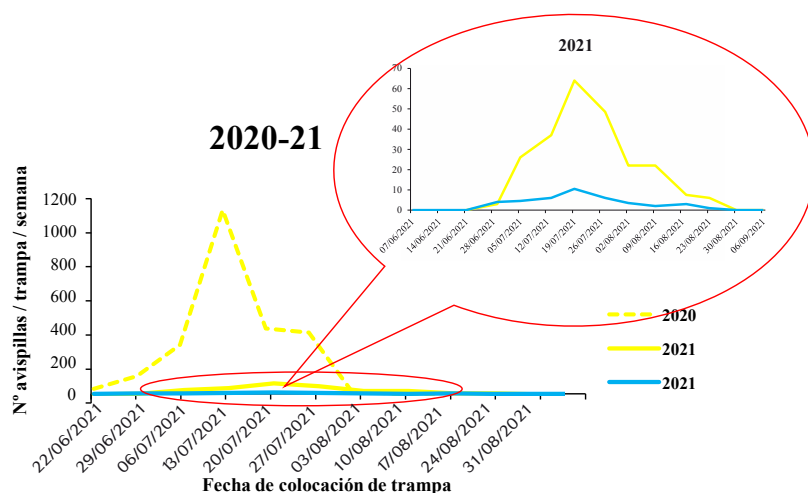
Curva de vuelo de la avispa

Tan interesante como ver la evolución de la infestación sobre el huésped es conocer en cada zona cuál es el riesgo de infestación real. Para ello se realizan las llamadas “Curvas de Vuelo” que consisten en capturas

de los individuos adultos mediante trampas atrayentes. Existen muchas modalidades de trampeo, pero las más utilizadas por razones prácticas y económicas son las trampas adhesivas, que se utilizaron en 2020 y 2021 en la parcela experimental de castaño para el seguimiento de las poblaciones de individuos. Las trampas utilizadas tenían un tamaño de 25 x 40 cm (Horiver®, Koppert Biological Systems) y se colocaron colgadas de los árboles a la altura de la copa. Este tipo de trampeo se basa en la atracción de los insectos por color, y por ello se comercializan en diferentes colores. En 2020 iniciamos las capturas con trampas amarillas, las más usadas, y en 2021 suplementamos las capturas colocando paralelamente trampas azules. Los

población de la avispiella posiblemente sea debida a las dos actuaciones llevadas a cabo en la parcela:

- inicio de actuaciones de control biológico mediante suelta del parasitoide *T. sinensis*, introducido en 2017 de forma experimental por la Consejería de Medio Rural y Cohesión Territorial, a través del Centro de Alerta y Control de Plagas y Especies Invasoras de La Mata (Grado)
- poda de ramas del 50 % de los árboles para realizar la cosecha del parasitoide



←
Figura 3.- Curvas de vuelo de la avispiella del castaño en la parcela experimental de castaño del SERIDA en Grado. Los colores amarillo y azul corresponden con el color de las trampas adhesivas empleadas

resultados de las curvas de vuelo obtenidas muestran el número medio de avispiellas recogidas por trampa (Figura 3).

De las curvas de vuelo se obtuvieron unas conclusiones muy interesantes:

- Los perfiles de la curva coinciden en ambos años, observándose un claro máximo a mediados de julio, y sólo diferenciándose en una semana, lo que permite suponer que su ciclo es bastante estable.
- Gran disminución de la presencia de la avispiella en 2021 (máximo de 11 avispiellas / trampa en 2020 frente a las 64 en 2021). Esta reducción en la

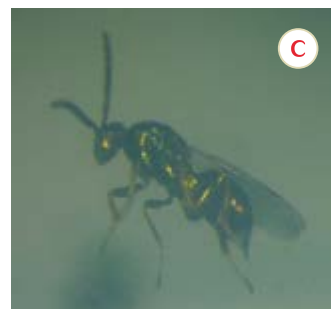
- La selección visual de la avispiella hace que la trampa de color amarillo capture más individuos que la de color azul (máximo de 64 avispiellas / trampa amarilla frente a las 11 de la azul).

Parasitoides de la avispiella

Según informa la EPPO (2021), en todos los países a los que llegó la avispiella del castaño, los parasitoides nativos pasaron de los cinípidos de roble a la avispiella invasora del castaño, registrándose un gran número de especies parasitoides de este insecto. Estos parasitoides son especies polífagas y, en muchos casos, multivoltinas (varias generaciones -ciclos vitales- en un año). Entre estas especies, *Bootanomyia*

→

Figura 4.- Diferentes fases de *Torymus sinensis* observadas en la parcela experimental de castaño del SERIDA en Grado.
A: larva de *T. sinensis* (la pequeña) alimentándose de la larva de la avispa.
B: larva adulta de *T. sinensis*. C: *T. sinensis* adulto



dorsalis Fabricius, *Torymus flavipes* Walker y *Eupelmus urozonus* Dalman son las que se describen como más abundantes, que junto con *Sycophila variegata* Curtis, se han observado posibles especímenes en la parcela experimental de castaño del SERIDA (pendiente de confirmar identificación de estas especies).

Sin embargo, la efectividad de estos parasitoides nativos para controlar a la avispa sigue siendo baja, debido a que no están sincronizadas en cuanto a sus ciclos de desarrollo. Además, el aumento del nivel de parasitismo por parte de los parasitoides nativos puede conducir a efectos no deseados en sus huéspedes primarios, ya que, si estos parasitoides se desplazan hacia la avispa del castaño, es posible que la incidencia de las plagas del roble, o de otras especies, altere el equilibrio biológico alcanzado, incrementando las plagas en estas especies por ser insuficiente la población de parasitoides autóctonos. Por estos motivos, y para acelerar el proceso que, de forma natural, se podría producir tras muchas generaciones, es por lo que se recurre al parasitoide *T. sinensis* (Figura 4) como método más efectivo para controlar la plaga de la avispa.

T. sinensis procede de la misma zona de origen que *D. kuriphilus* y es la especie que mayor especificidad presenta contra la avispa del castaño, debido a la buena sincronización de su ciclo de vida con el de esta plaga. Los resultados de sueltas de este parasitoide en distintos países demostraron que el uso de *T. sinensis* para controlar a la avispa es uno de los casos más exitosos de control biológico clásico contra una plaga forestal. Entre otras ventajas, es capaz de asentarse en condiciones climáticas muy variadas y actuar sobre amplio rango de huéspedes, castaños

asiáticos, americanos o europeos, lo que le permite una introducción de individuos puntual (se podría conseguir con una sola suelta, aunque se suelen hacer más para acelerar el proceso) que conseguirá, en un plazo no muy extenso (entre 5 y 10 años), equilibrar las poblaciones de la plaga y recuperar la producción de fruto en unos rangos asumibles.

En Asturias, el programa de sueltas controladas de este parasitoide sigue en vigor, con el propósito de alcanzar un equilibrio biológico entre plaga y parasitoide y mantener el nivel de daños por debajo del umbral de lo tolerable desde el punto de vista económico y ambiental (<https://www.viverolamata.es/torymus/torymus.htm>). La parcela experimental de castaño del SERIDA en Grado fue una de las seleccionadas para la introducción de *T. sinensis*. Tras la suelta realizada en 2017, su asentamiento fue exitoso, como constatan las curvas de vuelo para la avispa (Figura 3) y los datos de emergencia del parasitoide obtenidos en esta parcela, con un 13 % de parasitación en las agallas recogidas (Tabla 1).

Consideraciones futuras

Es necesario continuar con el seguimiento de la avispa, tanto a nivel micro (estereomicroscopio) como macroscópico (curvas de vuelo) para poder evaluar la evolución de la plaga y confirmar que el descenso poblacional en vuelo de *D. kuriphilus* se debe a la presencia del parasitoide, lo que reduciría la población de la avispa, o para valorar si este descenso se debe a algún otro factor, como puede ser, además de la poda realizada, que las condiciones climáticas no hayan favorecido el desarrollo de la plaga en 2021.

Nº de Agallas	Nº de <i>T. sinensis</i>	♂/♀	Parasitación (<i>T. sinensis</i> emergidos / 100 agallas)
	TOTAL	5.775	2,35
'Chamberga'	♂	1.722	12,95
	♀	4.053	

El seguimiento microscópico constata la información general que la EPPO proporciona, coincidiendo con lo esperado en base a los periodos de vuelo/puesta. De esta forma, esta información es fundamental para realizar muestreos que permitan analizar, desde el punto de vista fisiológico y molecular, la interacción de la plaga y su huésped.

La coincidencia de perfiles en las curvas de vuelo es un dato muy importante, pues, si continúa así en los próximos años, permitiría optimizar la temporalización de otras actuaciones a realizar para controlar la avispiña.

A nivel de información básica se constata que en junio la incidencia de la plaga en Grado es muy baja, y que por tanto el ciclo de puesta se inicia, en el mejor de los casos, a finales de junio, siendo julio el mes más determinante, pues en agosto la densidad de plaga baja considerablemente.

Agradecimientos

Este trabajo fue posible gracias a la financiación que el Programa de Investigación Forestal del SERIDA recibe de la Consejería de Medio Rural y Cohesión Territorial del Principado de Asturias. Queremos agradecer a Eloy Álvarez, del Centro de Alerta y Control de Plagas y Especies Invasoras del Principado de Asturias, el intercambio de información en lo referente a la lucha biológica con *T. sinensis* que están llevando a cabo contra *D. kuriphilus*. También agradecemos a Antonio Fernández, del Programa Forestal del SERIDA, el mantenimiento realizado de la parcela experimental de castaño que el SERIDA tiene en La Mata (Grado).

Referencias bibliográficas

CARA (2014). Avispiña del castaño. Consejería de Agroganadería y Recursos Autóctonos del Principado de Asturias.

https://www.asturias.es/Asturias/descargas/PDF_TEMAS/Agricultura/sanidad%20vegetal/fichas_y_boletines/27_2014_Dryocosmus.pdf (15/09/2021).

EPPO (2021). *Dryocosmus kuriphilus*. EPPO datasheets on pests recommended for regulation.

<https://gd.eppo.int/taxon/DRYCKU/datasheet> (15/09/2021).

MAPA (2021). *Dryocosmus kuriphilus*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España.

<https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/organismos-nocivos/Dryocosmus-kuriphilus/> (15/09/2021). ■



Tabla 1.- Numero de agallas y de ejemplares de *Torymus sinensis* obtenidos en la recolección de agallas efectuada en 2021 en la parcela de castaño del SERIDA en Grado



La Fiebre Q en Asturias: conclusiones del proyecto de estudio de la infección realizado en el SERIDA

ALBERTO ESPÍ FELGUEROSO, Área de Sanidad Animal. aespi@serida.org
ANA DEL CERRO ARRIETA, Área de Sanidad Animal. anadc@serida.org



Ganado bovino y ovino.
Santoveña (Amieva).

Antecedentes

En la convocatoria de la Agencia Estatal de Investigación del año 2017 se aprobó un proyecto para el estudio de la Fiebre Q en Asturias, presentado por el Área de Sanidad Animal del SERIDA en coordinación con el Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario -NEIKER- (García-Pérez y Espí, 2017). El estudio se ha llevado a cabo entre los años 2018 y 2021.

Una descripción de esta infección, junto a los resultados preliminares del estudio,

ya fue avanzada en el número 21 de esta revista, en el artículo titulado: “La fiebre Q: qué es, qué importancia tiene en Asturias y qué medidas de control pueden realizarse en las explotaciones ganaderas” (Tecnología Agroalimentaria, 2018).

A punto de finalizar el proyecto, y habiendo publicado gran parte de los resultados en revistas de ámbito internacional (Espí et al, 2021; del Cerro et al, en revisión), es el momento de divulgar estos resultados al sector ganadero y al resto la población de la región.





¿Por qué realizamos el estudio?, ¿en qué consistió?, ¿qué conclusiones obtuvimos? y ¿cuáles su utilidad?

Asturias en una zona de España donde cada año se diagnostica un número significativo de casos humanos de Fiebre Q, siendo los animales la única fuente de infección para las personas.

Además, este es el primer estudio realizado en Asturias en el que se aborda de forma integrada la infección en los animales domésticos, la fauna silvestre y el medio ambiente, así como en las personas.

Nuestros resultados pusieron de manifiesto que un porcentaje notable de rumiantes domésticos y ungulados silvestres de todas las áreas geográficas de la región habían estado en contacto con el agente causal de la infección (*Coxiella burnetii*). Además, la bacteria podía detectarse en el aire y / o el polvo de las ganaderías (Figura 1).

Se realizó un análisis estadístico para estudiar los factores de riesgo (edad, sexo, área

geográfica, etc.) en la población humana de la región. Estos hallazgos ayudarán a las autoridades sanitarias locales a conocer el origen del problema, facilitando la aplicación de medidas preventivas en las explotaciones ganaderas afectadas.

Resultados obtenidos en animales

La bacteria causante de la infección fue detectada indirectamente (mediante la detección de anticuerpos en sangre específicos contra dicha bacteria) en un 8,4% de las ovejas, 18,4% de los bovinos y 24,4% de las cabras examinadas en Asturias (Tabla 1).

El análisis con la técnica PCR (técnica molecular que amplifica fragmentos específicos del ADN de la bacteria) de muestras ambientales recogidas en 25 ganaderías de Asturias detectó ADN de *Coxiella* en polvo y/o aerosoles recogidos de 20 de ellas.

El análisis de sueros de 327 ungulados silvestres (ciervos, corzos, gamos, rebecos y jabalíes) mostró un menor porcentaje de positivos que el encontrado en rumiantes

↑

Figura 1.- Recogida de muestras ambientales y de tanque de leche en explotaciones ganaderas.

↓

Tabla 1.- Seroprevalencia de *C. burnetii* en rumiantes domésticos de las tres áreas geográficas de Asturias.

AREA	Ovejas				Cabras				Vacas			
	Censo (n)	Analizados (n)	ELISA+ (n)	Seroprevalencia	Censo (n)	Analizados (n)	ELISA+ (n)	Seroprevalencia	Censo (n)	Analizados (n)	ELISA+ (n)	Seroprevalencia
Oeste	7.493	26	1	3,8	6.609	24	1	4,2	150.250	45	11	24,4
Central	14.557	49	0	0,0	5.676	25	7	28,0	132.841	39	6	15,4
Este	23.954	79	12	15,2	18.738	86	25	29,1	109.698	79	13	16,5
Asturias	46.004	154	13	8,4	31.023	135	33	24,4	392.789	163	30	18,4



Tabla 2.- Seroprevalencia de *C. burnetii* en ungulados silvestres de Asturias.

ESPECIE	Analizados (n)	ELISA POSITIVO (n)	Seroprevalencia
Ciervo (<i>Cervus elaphus hispanicus</i>)	83	7	8,43
Corzo (<i>Capreolus capreolus</i>)	57	2	3,51
Rebeco (<i>Rupicapra rupicapra</i>)	41	3	7,32
Gamo (<i>Dama dama</i>)	73	5	6,85
Jabalí (<i>Sus scrofa</i>)	73	4	5,48
Total	327	21	6,42

domésticos: el 8,4% de los ciervos, 7,3% de los rebecos, 6,9% de los gamos, 5,5% de los jabalíes y 3,5% de los corzos (Tabla 2).

Resultados obtenidos en personas

La exposición a la bacteria causante de la Fiebre Q en humanos se determinó en el Servicio de Microbiología del HUCA mediante análisis indirecto (presencia de anticuerpos) de 1.312 muestras de sangre recogidas de pacientes ingresados en centros de salud con síntomas compatibles con la Fiebre Q, como fiebre y/o neumonía.

Los resultados mostraron que el 15,9% de los pacientes analizados padecían una probable infección aguda. En la tabla 3 se muestra la distribución de los casos positivos según diferentes parámetros.

Este estudio es un ejemplo de un enfoque "Una sola salud" (One Health) con instituciones médicas y veterinarias involucradas en la investigación de enfermedades zoonóticas.

Principales especies afectadas y factores de riesgo para las personas

Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran que, en general, el porcentaje de infección en rumiantes domésticos es mayor que en ungulados silvestres, lo que sugiere que la infección es más activa dentro del ciclo doméstico que en el salvaje.

El ganado, y en especial las cabras, puede ser el reservorio más importante en Asturias.

Pero, aunque el riesgo de transmisión de la infección de pequeños rumiantes a humanos parece ser mayor que el del ganado vacuno, el estudio realizado destaca que el papel del ganado vacuno como reservorio de la bacteria causante de la Fiebre Q no debe subestimarse.

En cuanto a los casos humanos, la edad, la ubicación geográfica y la estación del año se asociaron con el riesgo de exposición a la Fiebre Q. En la zona oriental, donde el censo de ovinos es el más grande y las cabras también están presentes en un gran número, el porcentaje de pacientes de 41 a 60 años fue mayor en primavera. La abundancia de pequeños rumiantes en la zona puede suponer un alto riesgo de infección para los seres humanos. Además, los casos de Fiebre Q humana en otras regiones españolas se han asociado a los meses posteriores al pico de partos ovinos, que en general se concentran en primavera.

¿Qué podemos hacer? la importancia de la prevención

Dado el elevado porcentaje de rebaños de la región infectados y el riesgo de difusión de esporas desde las explotaciones afectadas a otras zonas circundantes, las estrategias de prevención y control están encaminadas a limitar los riesgos de transmisión de la bacteria por vía aerógena.

Estas medidas, que denominamos de "bioseguridad" ya las hemos detallado en el anterior artículo pero, resumidamente consisten en evitar la salida del estiércol de la explotación para ser utilizado como abono antes de tener la completa seguridad de



EDAD	H	M	n	ESTACIÓN	n	Título IFAT	n
1–40	17	13	30	Primavera (Mar–May)	74	1:128	76
41–60	46	17	63	Verano (Jun–Oct)	68	1:256	56
61–80	62	23	85	Otoño–Invierno	66	1:512	44
81–100	19	11	30	(Nov–Feb)		1:1024	31
						1:4096	1
Total	144	64	208	Total	208	Total	208

que la bacteria se encuentra inactivada, realizar labores de limpieza y desinfección de las instalaciones, evitar los partos fuera de las instalaciones, retirada rápida y destrucción de fetos y placenta, aislamiento de los animales que han abortado, prohibición de acceso a la explotación de personal ajeno a la misma y uso por parte del personal de la explotación de guantes, botas y ropa de uso exclusivo dentro de la explotación.

Esta publicación es parte del proyecto de I+D+i RTA2017-00055-C02-02, financiado por MCIN/ AEI/10.13039/501100011033/ y FEDER “Una manera de hacer Europa”

Bibliografía

ESPÍ A, DEL CERRO A, OLEAGA Á, RODRÍGUEZ-PÉREZ M, LÓPEZ CM, HURTADO A, RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ LD, BARANDIKA JF, GARCÍA-PÉREZ AL. One health approach: An overview of Q fever in livestock, wildlife and humans in Asturias (northwestern Spain). *Animals* 2021, 11(5), 1–12. <https://doi.org/10.3390/ani11051395>

ESPÍ A, DEL CERRO A. La fiebre Q: qué es, qué importancia tiene en Asturias y qué medidas de control pueden realizarse en las explotaciones ganaderas. *Tecnología Agroalimentaria* 2018. Boletín informativo del SERIDA. Nº 21. Págs. 53 – 57. ISSN 1135-6030

DEL CERRO A, GARCÍA-PÉREZ AL, OLEAGA A, SOMOANO A, BARANDIKA JF, GARCÍA-PÉREZ AL, HURTADO A, ESPÍ A. Molecular identification of tick-borne pathogens (*Rickettsia* spp., *Anaplasma phagocytophilum*, *Borrelia* spp., *Coxiella burnetii*, and *piroplasms*) in questing and feeding hard ticks from North-Western Spain. *Ticks and Tick Borne Diseases* (pendiente de revisión).

GARCÍA-PÉREZ, A.L. y ESPÍ, A. Memoria científica del proyecto “Estrategia una sola salud (One Health) para el estudio de la Fiebre Q en la interfaz animales-humanos-medio ambiente en el norte de España”. INIA RTA2017-00055-C02. ■



Tabla 3.- Distribución de casos humanos considerados como “probable fiebre Q” según edad, sexo, estación y título de IFAT (Técnica de inmunofluorescencia indirecta).





Productos para un control sostenible de plagas y enfermedades del viñedo

M^º DOLORES LOUREIRO RODRÍGUEZ. Área de Tecnología de los Alimentos. SERIDA. mdolorlr@serida.org
BELÉN SUÁREZ VALLES. Jefa del Área de Tecnología de los Alimentos. SERIDA. mbsuarez@serida.org



De izquierda a derecha:
Oídio y Mildiu.

España es líder a nivel mundial en superficie de viñedo y el tercer productor de vino (<https://www.interprofesionaldelvino.es/publicaciones/informe-importancia-sector-vitivin%C3%ADcola/>). Este sector genera a nivel nacional un valor añadido bruto total superior a los 23.700 millones de euros anuales, y crea más de 427.700 empleos de forma directa e indirecta. Sin embargo, este cultivo demanda un alto consumo de

fitosanitarios para su protección, lo que ocasiona un perjuicio medioambiental que se traduce en disminución de la biodiversidad, contaminación de los suelos y las aguas tanto subterráneas como superficiales.

España es uno de los países europeos con mayor consumo de pesticidas. En 2019 fue el primer comprador de fungicidas y bactericidas de la UE y el segundo de herbicidas,





ENFERMEDAD	Producto/Agente de biocontrol (BCA)
Armilaria	<i>Trichoderma asperellum</i> + <i>Trichoderma gamsii</i>
Botritis	<i>Aureobasidium pullulans</i>
	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>
	<i>Bacillus subtilis</i>
	Eugenol+Geraniol+Timol
	Hidrogenocarbonato de potasio
	<i>Pythium oligandrum</i>
	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
	<i>Trichoderma atroviride</i>
Enfermedades de madera	<i>Trichoderma asperellum</i> + <i>Trichoderma gamsii</i>
	<i>Trichoderma atroviride</i>
Mildiu	Aceite de naranja
	COS-OGA
	Fosfonato disódico
	Fosfonato potásico
Oídio	Aceite de naranja
	<i>Ampelomyces quisqualis</i>
	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>
	<i>Bacillus pumilus</i>
	COS-OGA
	Eugenol+Geraniol+Timol
	Hidrogenocarbonato de potasio
	Laminarin
	Polisulfuro de calcio
PLAGA	Producto/Agente de biocontrol (BCA)
Ácaros tetraníquidos	<i>Beauveria bassiana</i>
Erinosis	Aceite de naranja
Piral	<i>Bacillus thuringiensis</i>
Polilla del racimo	Difusores de feromona
	<i>Bacillus thuringiensis</i>
Trips	<i>Beauveria bassiana</i>



Tabla 1.- Productos alternativos para el control de enfermedades y plagas en viñedo.



insecticidas y acaricidas (<https://ec.europa.eu/eurostat/>). Los efectos nocivos de los fitosanitarios convencionales sobre el medio ambiente y la salud humana han hecho que la legislación sea cada vez más restrictiva. La Directiva 2009/128/EC establece el marco de actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas. Dicha norma fue transpuesta al ordenamiento nacional en los Reales Decretos 1702/2011 y 1311/2012. El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación coordina la elaboración del Plan de Acción Nacional para el Uso Sostenible de los Productos Fitosanitarios (PAN), de acuerdo con el Comité Fitosanitario Nacional, con las CCAA y con otros departamentos de la Administración General del Estado que asumen parte del Plan en el ejercicio de sus competencias (<https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/uso-sostenible-de-productos-fitosanitarios>).

El Pacto Verde Europeo (Green Deal) busca dar soluciones al cambio climático y a la degradación del medio ambiente, para lo cual ha diseñado siete líneas de acción. Entre ellas, la estrategia *De la granja a la mesa (Farm to Fork)* tiene como objetivo transformar la manera de producir y de consumir alimentos en Europa, para reducir la huella medioambiental de los sistemas alimentarios y garantizar la disponibilidad de alimentos saludables y asequibles para la población actual y generaciones futuras. Entre los objetivos que la estrategia pretende alcanzar para el 2030 destacan:

- Reducir en un 50% el uso y el riesgo de pesticidas químicos
- Reducir las pérdidas de nutrientes al menos un 50% sin deteriorar la fertilidad del suelo. Esto reducirá el uso de fertilizantes al menos un 20%
- Lograr que al menos un 25% de las tierras agrícolas de la UE se dediquen a la agricultura ecológica

En este trabajo se presentan productos alternativos a los fitosanitarios convencionales que posibilitan que los viticultores encaminen el cultivo de sus viñedos hacia la sostenibilidad.

Productos alternativos a los fitosanitarios de síntesis

El Ministerio competente dispone de una página web diseñada para cubrir las necesidades de información en el entorno de los productos fitosanitarios (<https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/fitos.asp>) que pone a disposición de todos los usuarios una información precisa, fiable y actualizada, lo que permite una utilización de los fitosanitarios más responsable, segura, eficaz y cada vez más respetuosa con el medio ambiente. La web contiene una base de datos en la que crece paulatinamente el número de autorizaciones de productos fitosanitarios alternativos a los productos de síntesis. En la Tabla 1 se recogen algunos de estos productos alternativos para el control de las enfermedades y plagas más importantes en el viñedo.

Existen productos de origen biológico que pueden contribuir al control de las plagas y enfermedades. Los agentes de biocontrol (BCA) son organismos vivos que tienen la ventaja de que no tienen toxicidad para el medio ambiente y el ser humano; tampoco tienen problemas de residuos en los alimentos y no contaminan, manteniendo el equilibrio biológico. Al ser organismos vivos, su eficacia depende de factores como el tipo de viticultura (orgánica o convencional), la edad de la planta, las condiciones climáticas, las interacciones planta-suelo, estreses bióticos y abióticos e incluso el tipo de variedad de vid. Además, hay que tener en cuenta que muchos son incompatibles con algunos plaguicidas, con lo cual es muy importante seguir escrupulosamente las recomendaciones de uso.

Los BCA contra patógenos fúngicos actúan mediante combinación de diversos mecanismos, incluyendo la competencia por espacio y nutrientes, la inhibición directa del patógeno mediante la secreción de sustancias antifúngicas, y la resistencia sistémica inducida (ISR) en la planta. *Bacillus* es uno de los géneros de bacterias usados en biocontrol debido a la liberación de moléculas antifúngicas, antimicrobianas, insecticidas, promotoras del crecimiento de la planta y también ISR-inductoras, de baja toxicidad y biodegradables. Tiene la ventaja

de formar endosporas para sobrevivir ante ausencia de nutrientes y en severas condiciones medioambientales, lo que implica mayor supervivencia en los viñedos que otros BCA. En España están autorizadas para viñedo diversas cepas de este género contra oídio, botritis y polilla del racimo.

Entre los hongos, *Ampelomyces quisqualis* parasita el género *Erysiphaceae*, que es el causante del oídio en la vid y en otros cultivos. Su modo de acción se basa en la producción de antibióticos de naturaleza lipopeptídica de la familia de las iturinas, fengicinas y surfactinas, que desestabilizan las membranas de las células del oídio y producen su muerte. Posteriormente, *A. quisqualis* puede formar picnidios con nuevas esporas que comenzarán un nuevo ciclo de desarrollo ante condiciones medioambientales favorables. Se puede utilizar desde la brotación hasta la vendimia. Esta última aplicación es muy importante, ya que el tratamiento al inicio del desarrollo de los cleistotecios del oídio (color amarillento y antes de que pasen a color negro) que suelen aparecer a partir de finales de agosto o septiembre, dependiendo de la zona geográfica, reduce al año siguiente la carga del inóculo de oídio debido a la parasitación por *A. quisqualis* de las formas invernantes.

Trichoderma es un género de hongos filamentosos de amplio empleo en biocontrol contra distintos patógenos en numerosos cultivos, debido a su alta capacidad de colonización y supervivencia en ambientes dispares. Pueden producir estructuras de resistencia (clamid esporas) y sobrevivir en condiciones muy adversas. Muchas cepas de *Trichoderma* son capaces de colonizar las raíces, controlando a los hongos patógenos mediante una combinación de micoparasitismo, antibiosis, competencia por los nutrientes y elicitación de las respuestas de defensa e inducción de la resistencia sistémica de la planta. En el viñedo, diversas cepas de *Trichoderma* sp. están autorizadas contra botritis y *Armillaria*.

Distintas especies de este mismo hongo se utilizan también para proteger las heridas de poda de la vid contra enfermedades fúngicas de madera. Es importante la temperatura a la que se realiza el tratamiento y

el momento de aplicación. Para aumentar la efectividad se debe aplicar lo antes posible tras la poda y en ausencia de fuertes lluvias que puedan arrastrar sus esporas (<http://www.winetwork-data.eu/es/default.asp>). Las enfermedades de la madera de la vid suponen un coste anual de replantación en el mundo de 1.132 millones de euros. Están ocasionadas por un complejo de hongos que actúan en momentos diferentes a lo largo del ciclo vegetativo de la vid causando la muerte de la planta. Estas patologías provocan sólo en Francia que un 12% de sus viñedos sean improductivos. En la actualidad no hay medidas curativas, por lo que es imprescindible la plantación de material vegetal sano, evitar el estrés de las plantas durante los primeros años, realizar prácticas respetuosas de poda y proteger las heridas para minimizar el riesgo de infección.

Aureobasidium pullulans y *Pythium oligandrum* son dos especies de hongos naturalmente presentes en el viñedo y ambos están autorizados contra botritis. *P. oligandrum* ha demostrado en estudios recientes efecto contra algunos de los hongos asociados a enfermedades de la madera de vid (Daraignes et al. 2018).

Beauveria bassiana es otro hongo autorizado contra trips y ácaros en viñedo. En condiciones de elevada humedad, cuando sus esporas entran en contacto con el insecto, germinan, penetran su cutícula e invaden sus órganos internos, causando su muerte.

Otra estrategia de control diferente al uso de organismos vivos se basa en la estimulación y/o potenciación de las respuestas de defensa de la planta por medio de elicitores. En sentido amplio, los elicitores son sustancias químicas de distintos orígenes que activan la producción de formas reactivas de oxígeno, estimulan la producción de hormonas, la inducción de genes de defensa, la producción de metabolitos secundarios o el engrosamiento de paredes celulares, contribuyendo a detener el desarrollo del patógeno. Existe una amplia variedad de elicitores de origen biológico como el quitosano, biopolímero que desencadena la acumulación de fitoalexinas, resveratrol y viniferina, reduciendo las

infecciones por botritis y mildiu; el complejo de oligosacáridos COS-OGA, formado por dos cadenas de pectinas estabilizadas por una cadena de quitosano, que activa y estimula en las plantas respuestas de defensa más rápidas, tempranas y eficaces contra ciertos patógenos, principalmente oídio y mildiu; el laminarin, oligosacárido extraído del alga *Laminaria digitata* y que induce resistencia de la vid contra oídio; el Cerevisane, constituido por extractos de las paredes de levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) que incluye en su formulación quitina, mananos, glucanos y glicopéptidos, y que se encuentra autorizado para la inducción de la resistencia sistémica en viñedo frente a oídio, mildiu y botritis.

Los fosfonatos, sales o ésteres del ácido fosforoso, pueden ser considerados como elicitores de origen abiótico. El fosfonato potásico, fungicida con bajo impacto ambiental y en la salud, aumenta la eficacia de productos contra el mildiu permitiendo reducir las dosis de cobre en el viñedo. El cobre, usado desde 1885 por su eficiencia fungicida, de bajo coste y permitido en agricultura ecológica, se acumula en el suelo y reduce su fertilidad biológica. En el ámbito del Proyecto LUCAS (Land Use/Land Cover Area Frame Survey) se evaluó el contenido en cobre de más de 21.000 muestras de suelos muy diversos, procedentes de 25 países de la UE, concluyendo que los suelos de viñedo eran los que presentaban la mayor concentración de este metal.

Existen otros productos, basados en extractos vegetales o en minerales, con interés para el control sostenible de plagas y enfermedades en viñedo. Por ejemplo, el aceite de naranja provoca la deshidratación de las cutículas de los insectos de cuerpos blandos, así como de las paredes celulares de las formas aéreas de los hongos. La combinación de diversos principios activos de la familia de los terpenos (eugenol-geraniol-timol) tiene una acción preventiva, bloqueando el desarrollo del micelio de la botritis, y curativa destruyéndolo. La sal bicarbonato o hidrogenocarbonato de potasio, de origen mineral, está autorizada contra oídio y botritis en España; tiene acción de contacto por aumento del pH, choque osmótico y acción directa de los

iones carbonato/bicarbonato, produciendo una acción desecante sobre las partes externas del hongo.

En el caso de plagas, otras estrategias adicionales no basadas en la aplicación de productos, tales como la confusión sexual (feromonas) y el empleo de parasitoides y/o depredadores (murciélagos contra la polilla del racimo; *Cryptolaemus montrouzieri* y *Anagyrus vladimirii* contra la cochinilla) son de gran utilidad. El uso combinado de varias medidas será más efectivo, pero es importante tener en cuenta las posibles interferencias entre ellas; por ejemplo, se recomienda que, para evitar una reducción de la eficiencia del parasitoide, debería liberarse al menos 8 días antes que el depredador.

Un buen esquema de manejo implicaría la utilización de estos productos alternativos que, en momentos de elevada presión de la enfermedad, se podrían combinar con fitosanitarios convencionales. Sin embargo, estos productos en general se aplican de manera muy limitada por los viticultores debido, en parte, a su desconocimiento y a que su eficacia se puede ver muy reducida si no se aplican siguiendo exactamente las indicaciones del fabricante.

En conclusión, el empleo de fitosanitarios alternativos a los convencionales de síntesis en el control de plagas y enfermedades permite una gestión más sostenible del viñedo.

Referencias

- DARAIGNES L., GERBORE J., YACOLUB A., DUBOIS L., ROMAND C., ZEKRI O., ROUDET J., CHAMBON P., FERMAUD M. (2018) Efficacy of *P. oligandrum* affected by its association with bacterial BCAs and rootstock effect in controlling grapevine trunk diseases. *Biological Control* 119: 59-67.
- GONZÁLEZ-DOMÍNGUEZ E., CAFFI T., LEGLER S.E., ROSSI V. (2020) Nuevas estrategias para controlar el oídio de la vid. *Vida rural* 484: 26-31. ■

6º Festival del Arándano y Frutos Rojos de Asturias

Jornada Técnica

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

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

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



El SERIDA participó en el 6º Festival del Arándano y Frutos Rojos que se celebró en Villaviciosa del 23 al 25 de julio, organizado por el Ayuntamiento con la colaboración especial del SERIDA, con el fin de promover y fomentar la innovación en el cultivo y comercialización de los berries y sus productos derivados.

El comienzo tuvo lugar el viernes 23, con la Jornada Técnica sobre el arándano, a cargo del SERIDA, un encuentro dirigido tanto a profesionales como al público en general, que se desarrolló en el Teatro Riera, y cuya apertura fue realizada por Alejandro Vega, alcalde de Villaviciosa y Mamen Oliván, directora gerente del Serida.

En esta jornada introducida por Moisés Fernandes, técnico del SERIDA, se presentaron tres ponencias: *Nuevo panorama varietal y productivo del arándano para Asturias* y *la Cornisa Cantábrica*, a cargo de Juan Carlos García técnico del Área de Experimentación y Demostración Agroforestal del SERIDA, que habló sobre el recambio varietal y otros aspectos del cultivo del arándano como la época de cosecha, tipo de cultivo, variedades y perspectivas de futuro, donde destacó la importancia de la mejora de la calidad y la especialización para la Cornisa Cantábrica como una zona de producción ecológica o residuo 0.

A continuación, Jesús Muñoz, representante de la empresa Intercom abordó en su charla



Inauguración. Por la izquierda, Alejandro Vega, alcalde de Villaviciosa, y Mamen Oliván, directora gerente del SERIDA.

→
Mesa redonda del Sector
del Arándano.



La situación actual de la comercialización de los pequeños frutos, aspectos como la distribución, el aumento de las zonas de producción de frutos rojos, incremento de los costes de producción y recomendaciones para competir en el mercado global, apostando por la profesionalización, reducción de costes de producción, promoción, tanto a nivel de productores como institucional.

Por último, Juan Pérez, asesor técnico de

fresa en la provincia de Huelva presentó su intervención *El cultivo de la fresa, sistema tradicional y fuera de suelo, con especial referencia a las diferentes técnicas y manejo de cultivos en la provincia de Huelva*, destacando así mismo el interés de la producción de fresa en nuestra región, principalmente en la época de verano-otoño.

Para finalizar se celebró una mesa redonda, moderada por Guillermo García, técnico del

→
Homenaje a Manuel
Coque. Por la izquierda,
Mamen Oliván, Alejandro
Vega y Manuel Coque.





Visita de autoridades al stand del SERIDA.

SERIDA, y donde intervinieron los ponentes, así como Juan Llera, presidente de la Asociación Asturiana de Producción de Pequeños Frutos (AAPPF), en la que se revisaron algunos de los temas expuestos anteriormente, así como otros aspectos relacionados con la problemática del sector.

Al final de la jornada se rindió un homenaje a Manuel Coque, antiguo director del SERIDA, e introductor del cultivo y la investigación de los frutos rojos en España, cuya figura fue glosada por la investigadora Marta Ciordia del Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales.

Manuel Coque fue un impulsor de la fruticultura asturiana, en su búsqueda continuada de cultivos y técnicas punteras para la mejora de las rentas del sector agrario. No solamente estudió las variedades comerciales, sino también los recursos fitogenéticos locales como el avellano, que completó con el kiwi y pequeños frutos, cultivos adaptados a Asturias desde hace más de 30 años.

Con el fin de promocionar estos cultivos emergentes, organizó y participó en numero-

sas conferencias y seminarios, reflejándose sus conclusiones y resultados en diversos libros, artículos y guías de cultivo.

Al final del acto el alcalde de Villaviciosa, en presencia de la directora gerente del SERIDA le hizo entrega de un galardón al homenajeado.

El encuentro fue retransmitido a través de Youtube y redes sociales del SERIDA y del Ayuntamiento de Villaviciosa.

Mercado del Arándano

El sábado 24, tuvo lugar la inauguración oficial del Festival, en la que estuvieron presentes Alejandro Vega, alcalde de Villaviciosa, Begoña López, directora general de Desarrollo Rural y Agroalimentación y Mamen Oliván, directora gerente del SERIDA, además de otras autoridades y patrocinadores del certamen; que realizaron un recorrido por el Mercado del Arándano instalado en el Parque Ballina. El SERIDA acudió a esta cita con un stand y una muestra de cultivos de frutos rojos. ■



EL SERIDA en AGROPEC

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

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

El Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA) estuvo presente en la 35 edición de la Feria del Campo y de las Industrias Agrícolas, Ganaderas, Forestales y Pesqueras (AGROPEC), que se celebró en el Recinto Ferial de Asturias "Luis Adaro" de Gijón, desde el 24 al 26 de septiembre.

El SERIDA mostró la exposición Variedades de manzana tempranas de la DOP "Sidra de Asturias" en el Pabellón 1 del recinto ferial, dentro del Mercado "Alimentos del Paraíso", donde se dieron cita un importante número de alimentos acogidos a esta marca de calidad. ■

→

Visita a la exposición. Por la izquierda, Begoña López, directora general de Desarrollo Rural y Agroalimentación; Enrique Dapena, investigador del SERIDA; Alejandro Calvo, consejero de Medio Rural y Cohesión Territorial; Carmen Díez, jefa del Departamento de Investigación y Servicios Tecnológicos del SERIDA y Félix Baragaño, presidente de la Cámara de Comercio de Gijón.



→

Exposición del SERIDA. Variedades de Manzana Tempranas de la DOP "Sidra de Asturias".



XXXIII Festival de la Manzana de Villaviciosa

Jornada Técnica sobre el sector de la manzana

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

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



Villaviciosa celebró el XXXIII Festival de la Manzana del 8 al 12 de octubre. La presentación se llevó a cabo en una de las fincas experimentales de manzano del SERIDA en Villaviciosa, y en la misma participaron la directora gerente del SERIDA y el alcalde de Villaviciosa, acompañados por representantes de las entidades colaboradoras, miembros de la corporación municipal, la jefa de Investigación del SERIDA y el responsable del Programa de Fruticultura del SERIDA.

El Festival comenzó con la Jornada técnica sobre el Sector de la Manzana celebrada el viernes, 8 de octubre en el Teatro Riera.

Fue inaugurada por Mamen Oliván, directora gerente del SERIDA y Alejandro Vega, alcalde de Villaviciosa y en ella participaron investigadores del Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA) y del Instituto de Productos Lácteos (IPLA).

Las primeras intervenciones de la jornada corrieron a cargo de Abelardo Margolles y Lorena Ruíz, investigadores del IPLA, que hablaron de *la pectina de la magaya dentro de los componentes bioactivos de subproductos de la manzana*, en las que destacaron algunas de las nuevas aplicaciones en medicina, alimentación y cosmética

↑
Presentación de la Jornada Técnica. Por la izquierda, Enrique Dapena, responsable del Programa de Fruticultura del SERIDA, Alejandro Vega, alcalde de Villaviciosa, y Mamen Oliván, directora gerente del SERIDA.



Mesa redonda del Sector de la Manzana.



de las pectinas y las principales propiedades de las mismas, mostrando el potencial que conlleva la magaya más allá de su uso tradicional como alimento del ganado. En sus intervenciones también pusieron de relieve los principales resultados sobre la composición de las pectinas extraídas de la magaya de nueve variedades de manzana acogidas a la DOP "Sidra de Asturias", en el marco de un trabajo realizado por el IPLA en colaboración con el Programa de Fruticultura del SERIDA, destacando algunas cualidades particulares de las pectinas de las variedades 'Solarina', 'Regona' y 'Perico'.

A continuación, las investigadoras Anna Picinelli y Belén Suárez, del Área de Tecnología de los Alimentos del SERIDA hablaron de los antioxidantes naturales de la magaya, resaltando la importancia de este subproducto de la industria de la sidra por su alto contenido en polifenoles, ácidos triterpénicos y fibra, y su potencial aprovechamiento para la obtención de productos de alto valor. En Asturias se procesan unas 45.000 toneladas anuales de manzana, de las cuales un 30% se transforma en magaya.

Seguidamente, los investigadores del Programa de Fruticultura del SERIDA Álvaro Delgado y Enrique Dapena presentaron la ponencia *Necesidades del frío invernal y análisis de las repercusiones del cambio climático en la floración de las variedades de manzano*. Destacaron que el incremento de la temperatura media de la atmós-

fera en los últimos 40 años a causa del calentamiento global, a razón de 0,30°C por década, no ha provocado grandes cambios en la floración, debido a que se produjo un retraso en el inicio de la acumulación de frío invernal que compensó el incremento de acumulación de calor al inicio de la primavera, aunque si hubo algunas variaciones de comportamiento entre cultivares. Así, los cultivares de floración temprana mostraron una ligera tendencia hacia un retraso en la floración, mientras que se observaron avances en la fecha de floración en cultivares de floración intermedia y tardía. También comentaron los resultados obtenidos sobre las proyecciones a lo largo del siglo XXI en el descenso de la acumulación de frío invernal como consecuencia del impacto del cambio climático y las posibles repercusiones negativas que podrían producirse en las variedades con exigencias más elevadas en requerimientos de frío invernal.

Por último, Enrique Dapena en colaboración con las investigadoras María José Antón y Mercedes Fernández, destacó las cualidades agronómicas y tecnológicas de las nuevas obtenciones del SERIDA, incluidas en la DOP "Sidra de Asturias", entre las que se encuentran variedades con resistencia al pulgón ceniciento y una mayor resistencia a enfermedades como el moteado, la disponibilidad de variedades de producción regular, así como otras de elevado contenido en fenoles y maduración tardía. Además, estas nuevas variedades presentan un mayor potencial productivo.



La jornada finalizó con una visita guiada a una finca colaboradora en El Cierrín, Villaverde, para conocer *in situ* algunas de las nuevas obtenciones del SERIDA, en la que los asistentes pudieron ver el buen estado sanitario de los árboles y la rápida entrada en producción de la mayor parte de las variedades.

Esta jornada fue retransmitida a través del canal de Youtube y redes sociales del SERIDA y del Ayuntamiento de Villaviciosa.

Exposición “Variedades de Manzana incluidas en la DOP Sidra de Asturias”

El SERIDA presentó una exposición sobre las 76 variedades de manzana incluidas en la DOP “Sidra de Asturias” en la Casa de los Hevia, durante los días 9 al 12 de octubre en el marco del Festival de la Manzana, en la que se mostró cada una de las variedades con un resumen de la descripción agronómica y tecnológica de cada una de ellas, así como los trabajos de investigación desarrollados para la mejora y obtención de nuevas variedades.

La exposición fue inaugurada por Begoña López, directora general de Desarrollo Rural y Agroalimentación y Alejandro Vega, alcalde de Villaviciosa, acompañados por Rocío Vega, concejal de Cultura de Villaviciosa y Enrique Dapena, responsable del Programa de Fruticultura del SERIDA.

Otras actividades

Dentro del programa del XXXIII Festival de la Manzana organizado por el Ayuntamiento de Villaviciosa, el SERIDA tuvo una amplia



participación, así, las investigadoras María José Antón y Mercedes Fernández del Programa de Fruticultura impartieron el taller dirigido al público infantil “Caracterización morfológica de manzanas”, también se celebró una Cata Sensorial “Sidra vs Manzanas, La DOP, el SERIDA y su ¿por qué?” dirigido por el sumiller Iñaki Busto, en la que participaron Enrique Dapena, responsable del Programa de Fruticultura del SERIDA, Daniel Ruiz, gerente del Consejo Regulador de la DOP “Sidra de Asturias” y Tano Collada, enólogo de El Gaitero.

Asimismo, la entidad, contó con un espacio de información en la XXXV Exposición de Manzana de Mesa y de Sidra de Asturias.

Por otra parte, técnicos del SERIDA participaron como miembros del jurado en el XV Concurso de las Mejores Plantaciones de Manzano de Asturias y en el XXXV Concurso-Exposición de Manzana de Mesa y de Sidra de Asturias. ■

↑
Visita guiada a la finca colaboradora del Cierrín, Villaverde.

↑
Inauguración de la exposición “Variedades de Manzana de la DOP “Sidra de Asturias”. Desde la izquierda, Rocío Vega, concejal de Cultura de Villaviciosa, Enrique Dapena, responsable del Programa de Fruticultura del SERIDA, Alejandro Vega, alcalde de Villaviciosa y Begoña López, directora general de Desarrollo Rural y Agroalimentación.

El seminario de técnicos y especialistas en horticultura celebró su 50^a edición

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



↑
Asistentes al seminario.

Durante los días 15 al 19 de noviembre de 2021, se celebró en Las Palmas de Gran Canaria y en Santa Cruz de Tenerife el 50 Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura, coorganizado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, el Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA) del Gobierno de Canarias y el Área de Agricultura, Ganadería y Pesca del Cabildo Insular de Tenerife.

El Seminario, constituye un foro de exposición e intercambio de los resultados de los trabajos de investigación y experimentación en todos los aspectos de la producción hortícola, llevados a cabo por investigadores, técnicos y especialistas que desarrollan su labor en entidades o instituciones de

investigación, tanto públicas (consejerías de agricultura de las comunidades autónomas, cabildos, universidades, etc.) como privadas (empresas, cooperativas, ...).

Desde hace 51 años, interrumpido solamente el pasado 2020 por la pandemia, el Seminario se celebra cada año en una comunidad autónoma diferente, con el objeto de que los técnicos y especialistas asistentes puedan conocer sobre el terreno la realidad del sector hortícola español en cada uno de sus territorios.

Este año, participaron un total de 55 personas de la mayoría de las comunidades autónomas españolas, que presentaron 49 ponencias orales, agrupadas en las siguientes

tes sesiones temáticas: Compostaje y valorización de residuos en agricultura, Manejo de plagas y enfermedades, Técnicas de cultivo, Material vegetal, Riego y fertilización, y otros temas como: transferencia y formación, relevancia de la mujer en las explotaciones hortícolas, cultivos subtropicales en cultivo protegido como alternativa a hortícolas, cadena de valor y seguridad alimentaria.

El Seminario, al que asisten los técnicos del SERIDA involucrados en la producción hortícola, contó este año con la participación de Guillermo García, técnico del Área de Experimentación y Demostración Agroforestal, con el objeto de continuar el contacto con estos grupos de especialistas, dar a conocer a otros investigadores las líneas de trabajo desarrolladas en el SERIDA, y entablar relaciones con grupos de trabajo de otros centros de investigación y experimentación involucrados en líneas de trabajo paralelas a las que se desarrollan o que, eventualmente, se podrían desarrollar en este centro.

Aunque el evento está dirigido a investigadores, profesionales y técnicos del sector hortícola, incluyó una Jornada Técnica, dirigida principalmente a agricultores profesionales, pero abierta a todo el público interesado, con el título: "Hacia una producción agrícola sostenible".

En la isla de Gran Canaria se realizaron cinco visitas técnicas a diversas explotaciones representativas de la Horticultura canaria en la actualidad: patata y hortícolas al aire libre para cuarta gama, pimiento (en invernadero y al aire libre) y lechugas, zanahoria y plátano en cultivo ecológico, y cultivos subtropicales (papaya) como alternativa a la producción hortícola, para finalizar con una visita a una explotación de agroturismo de cultivos subtropicales, que incluye una bodega y en la que destaca la única plantación de café en Europa.

En Tenerife, se visitó una explotación dedicada principalmente al cultivo de fresa en cultivo sin suelo con recogida de la solución de drenaje, además de otras 18 hortalizas al aire libre y en invernadero.

Con ocasión de la celebración de la 50ª edición del Seminario, se ha realizado un homenaje en las dos sedes del mismo a

Jose Luis Pérez Afonso, Ingeniero Agrónomo especialista Horticultura, con una larga y brillante carrera profesional, que ha asistido desde la primera edición.

Se destaca, por parte de los responsables políticos que han participado en los diferentes actos y por los ponentes de la Jornada Técnica, la importancia de la transferencia de tecnología en el escenario actual de la Horticultura. Por ello, la celebración de este Seminario y la divulgación de sus resultados a todo el sector hortícola sigue siendo muy necesaria, explorando todos los canales para que los desarrollos tecnológicos mostrados en el mismo lleguen al sector, desde los más clásicos en formato físico hasta los más actuales (redes sociales). De forma general, es el propio sector el que propone los temas a abordar, en función de la problemática en campo y de las nuevas oportunidades que van surgiendo.

La próxima edición del Seminario se celebrará, en el año 2022, en Almería, y su organización será coordinada por Dña. Carmen García García del centro de La Mojenera (Almería) del Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA) de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía. ■



←
Cartel del Seminario.

I Concurso de Fotografía online del SERIDA

ANA RODRÍGUEZ NAVARRO. Responsable de Biblioteca y Archivo. biblioteca@serida.org



Galardonados en el I Concurso de Fotografía online del SERIDA, con Alejandro Vega y Mamen Oliván.

En agosto de este año se decidió convocar el I Concurso de Fotografía online del SERIDA. Con él se pretenden promocionar los campos de investigación en los que se encuentra implicada la institución, divulgar su presencia en medios sociales, favorecer su acercamiento a la sociedad, así como desarrollar la creatividad y la capacidad de observación del medio natural. El concurso va a tener una periodicidad bianual, y en él podrá participar cualquier persona, de cualquier nacionalidad, mayor de 18 años.

El lema que se escogió para esta primera edición fue "La naturaleza y la pandemia" al objeto de que se presentasen imágenes que describieran lo que la naturaleza, la agricultura y la ganadería nos han aportado durante estos meses.

En las bases se establecieron dos categorías de galardones:

- Un galardón popular a la fotografía con mayor número de "me gusta" en

el álbum creado al efecto en la página de Facebook del SERIDA.

- Tres galardones otorgados por un comité de expertos.

El plazo de recepción de imágenes estuvo abierto entre el 15 de agosto y el 15 de octubre y se presentaron un total de 26 fotografías.

Entre el 20 de octubre y el 3 de noviembre se pudo votar libremente a las fotografías expuestas en el álbum de la página del Facebook del SERIDA, resultando finalmente que la fotografía con más "me gusta", con un total de 177 votos, fue la titulada "Ahora, resistencia", cuyo autor es Jesús Antonio Tamargo Fernández.

El comité de expertos estuvo presidido por Lidya Santamarina Pedregal, directora del Museo Barjola de Gijón, e integrado por los siguientes vocales: Marcos Miñarro Prado, doctor investigador en el Área de



Cultivos Hortofrutícolas y Forestales del SERIDA, Blanca Gutiérrez Pérez, periodista especializada en comunicación institucional y difusión de I+D+i, y Guillermo García González de Lena, técnico del Área de Experimentación y Demostración Agroforestal del SERIDA. Actuó como secretaria, Ana Rodríguez Navarro, responsable de la Unidad de Archivo y Biblioteca y de las redes sociales del SERIDA.

Este comité decidió otorgar los tres galardones que establecen las bases a las siguientes fotografías:

- **“Distancia social”**
de Ángela Fernández Iglesias
- **“Cuestión de perspectiva”**
de Eduardo Cires Rodríguez
- **“Nosotras seguimos trabajando”**
de Antonio López Vázquez

Estas tres fotografías, junto con la premiada por el público son las que aparecen publicadas en este número de nuestra revista.

Además, el comité de expertos seleccionó por su interés y calidad, otras 12 fotografías:

- **“Amaneciendo un nuevo día”**
de Marta Alonso Guervós
- **“Confinamiento”**
de Eduardo Cires Rodríguez
- **“Cuarentena autoimpuesta”**
de Hugo Huerta López

- **“El resurgir de la vida”**
de Hugo Huerta López
- **“La vida sigue...”**
de Eduardo Cires Rodríguez
- **“Naturaleza tranquila en tiempos revueltos”** de Marta Alonso Guervós
- **“Preparando la invasión a la ciudad”**
de Hugo Huerta López
- **“Rosa suculenta”**
de Félix Méjica Pérez
- **“Salvad@s de la pandemia”**
de Javier Valle Menéndez
- **“Tiempo de hierba”**
de Iván Díez Bueno
- **“Trabajadores esenciales”**
de Ángela Fernández Iglesias
- **“Una buena madre”**
de Félix Méjica Pérez

El sábado 20 de noviembre, en el marco de la clausura de los actos de la Semana de la Ciencia organizada por el SERIDA, tuvo lugar la ceremonia de entrega de los galardones a los premiados, a la que asistió el alcalde de Villaviciosa.

Ese mismo día se inauguró en la Casa de los Hevia de Villaviciosa, la exposición con las fotografías galardonadas y seleccionadas y que permaneció abierta al público hasta el 12 de diciembre. La exposición contó con el patrocinio de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) y el Ayuntamiento de Villaviciosa.



Entrega de galardones.

Semana de la Ciencia en el SERIDA

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

CARMEN DíEZ MONFORTE. Jefa del Departamento de Investigación y Servicios Tecnológicos. mcdiez@serida.org



Presentación. Por la izquierda, Lorena Villar, teniente de alcalde de Villaviciosa, Mamen Oliván, directora gerente del SERIDA y Cristina González, directora general de Universidad.

El SERIDA, en colaboración con la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología y el Ayuntamiento de Villaviciosa, celebró la Semana de la Ciencia, uno de los eventos más importantes de comunicación social de la ciencia y la tecnología. Con el objetivo de acercar la ciencia a la sociedad, y a su vez despertar vocaciones científicas entre los más jóvenes, entre los días 15 y 20 de noviembre se programaron múltiples eventos con el formato de charlas y talleres divulgativos sobre algunos de los temas que forman parte del trabajo habitual de los investigadores del SERIDA.

Estas actividades se desarrollaron en tres sedes de Villaviciosa: la Casa de los Hevia, que acogió al alumnado del Colegio San Rafael y público general, el Colegio Público Maliayo y el Instituto de Educación Secundaria Víctor García de la Concha.

La presentación de la Semana de la Ciencia en el SERIDA, tuvo lugar el 8 de noviembre con la presencia de la directora gerente del SERIDA, Mamen Oliván; la directora general de Universidad, Cristina González y la teniente de alcalde del Ayuntamiento de Villaviciosa, Lorena Villar.



A lo largo de la semana se desarrollaron 10 talleres y charlas impartidas por investigadores de las distintas áreas del SERIDA con los siguientes títulos:

1. Una travesía en el Arca de Noé: ¿Qué razas asturianas domésticas están en peligro de extinción y cómo se están conservando?
2. Casting para elegir un toro como semental: ¿Qué deben tener en cuenta los ganaderos para acertar en la selección de un toro como semental?
3. Cuéceme...nos retó la larva: ¿Cómo eliminar la avispa del castaño?
4. Carne a "Con-ciencia": en este taller se han descubierto muchas curiosidades de la carne como un alimento propio de nuestra gastronomía, analizando sus
5. El origen de la vida en vitro: ¿cómo se producen embriones bovinos en el laboratorio?
6. Los bichos de las cacas. ¿Por qué son importantes y cuáles son sus amenazas? El desconocido universo de la fauna asociada a las heces del ganado. De cómo los "microbichos" trabajan en pro de la salud del suelo y de los cultivos.
7. Las enfermedades de nuestras vacas. ¿Cómo se controlan las enfermedades animales y qué se hace para garantizar que comamos una carne segura?
8. La PCR, ¿Eso qué ye?: ¿En qué se basa y cómo se realiza una PCR?



La investigadora Cristina Blanco imparte el taller "Las enfermedades de nuestras vacas". Colegio Público Maliayo.

→

Participantes en las charlas y talleres en la Casa de los Hevia, Colegio Público Maliayo e Instituto de Educación Secundaria "Víctor García de la Concha".

9. De la Manzana a la sidra: la aventura de una manzana asturiana para convertirse en un rico culín de sidra.
10. Virus que salvan árboles: no todos los virus causan pandemias. Hay cepas hipovirulentas de virus que infectan a hongos patógenos y permiten el tratamiento de las enfermedades que producen.

La Semana de la Ciencia en el SERIDA, finalizó con la participación de más de 700 alumnos de todas las etapas educativas de los tres centros de Villaviciosa, que han tenido la oportunidad de conocer de mano de los investigadores algunas líneas de trabajo más ligadas al territorio asturiano, y otras de gran actualidad e interés general.

La clausura se celebró el 20 de noviembre, en la Casa de los Hevia, con las intervenciones de Mamen Oliván, directora gerente del SERIDA y Alejandro Vega, alcalde de Villaviciosa. En este mismo acto se entregaron los galardones del I Concurso de Fotografía online del SERIDA.



Nuevos proyectos de I+D+i

Financiación de Grupos de Investigación Consolidados

Ayudas a Grupos de Investigación Consolidados: Nutrición y Sanidad Animal (NYSA-SERIDA)

Entidad financiadora: FICYT, FEDER

Referencia: IDI/2020/000102

Investigador Principal: Dr. Luis J. Royo Martín

Cantidad concedida: 162.712 €

Duración: 2021 – 2023

Descripción: La actividad investigadora del grupo NYSA se enmarca dentro de la estrategia de especialización inteligente para Asturias S3, en el campo de la Agroalimentación, y del Objetivo de Desarrollo sostenible 12, que intenta garantizar un consumo y una producción de alimentos responsable, que use de manera eficiente la energía y los recursos, que tenga en cuenta el bienestar animal, que limite su impacto en el medio ambiente, así como la creación de empleos dignos en el sector y con ello contribuir al desarrollo rural y al mantenimiento de la población frente al reto demográfico.

La actividad del Grupo gira en torno a la producción de leche de calidad diferenciada, en base a pastos y forrajes propios. Hablar de calidad diferenciada, implica establecer mecanismos de certificación del producto final (leche) con su sistema de producción, permitiendo una trazabilidad desde “la granja a la mesa”. En este sentido, en los últimos años se está llevando a cabo un enorme esfuerzo de investigación en la búsqueda de marcadores que permitan asociar la composición de la leche con el sistema de producción del ganado y, por tanto, garanticen llevar a cabo una producción láctea segura, trazable y autenticada según su sistema de producción y/u origen geográfico, que genere confianza en el consumidor.

Para abordar esta investigación se plantean los siguientes objetivos estratégicos en la doble vertiente de calidad y seguridad alimentaria:

- Control de enfermedades en los rebaños, mediante una estrategia global basada en el diagnóstico, la prevención, la vigilancia sanitaria de la fauna silvestre, el control de vectores y el manejo de los pastos de aprovechamiento común.
- Implementación y desarrollo de estrategias científicas y tecnológicas que permitan entender la patogenia, epidemiología, patología y dinámica de las enfermedades que afectan al ganado, desde una perspectiva “One-health”, con el fin de establecer medidas de control futuras.
- Estudio de los beneficios que los servicios ecosistémicos aportan al bienestar de los animales en producción, a la inmunidad aprendida o entrenada, y al efecto barrera frente a enfermedades emergentes.
- Estudio y caracterización de modelos de producción y alimentación animal que impliquen en la práctica reducir al mínimo los residuos y las emisiones de gases de efecto invernadero, así como maximizar el aprovechamiento de los recursos propios y de fuentes de alimentación alternativas que contribuyan a la economía circular, adaptando los sistemas a los condicionantes del Pacto Verde Europeo.
- Caracterización de una leche diferenciada, segura y de calidad en base a un sistema de producción sostenible, e identificación de biomarcadores que permitan su trazabilidad.
- Desarrollo de herramientas para el análisis cualitativo/cuantitativo de marcadores de calidad, trazabilidad y/o seguridad en leche y estudio de la funcionalidad de los productos agroalimentarios. Análisis “in-situ”.

Ayudas a Grupos de Investigación Consolidados: Cultivos Sostenibles Sustcrop (Sustainable Crop)

Entidad financiadora: FICYT, FEDER

Referencia: ID/2020/000104

Investigadora Principal: Dra. Ana María Campa Negrillo

Cantidad concedida: 124.670 €

Duración: 2021 – 2023

Descripción: La agricultura y la alimentación son esenciales para el ser humano, pero a la vez son una de las actividades más contaminantes. La UE estima que la agricultura supone el 15-20% de las emisiones de gases de efecto invernadero. La actividad de investigación del grupo SUSTCROP tiene como objetivo general coordinar esfuerzos para mejorar la sostenibilidad de los cultivos utilizando como modelo el cultivo de judía común (*Phaseolus vulgaris* L.). El reto es conseguir sistemas agrícolas que sean eficientes en el uso de la energía y de los recursos, económicamente viables, socialmente aceptables, y que, además, sean técnicamente apropiados y no degraden el medio ambiente. SUSTCROP tiene una constitución multidisciplinar incluyendo a tres equipos diferentes pero complementarios en su ‘background’: Genética Vegetal (GV), Tecnología Alimentos (TA) y Programa Forestal (PF). El concepto de sostenibilidad de los cultivos se aborda desde dos grandes enfoques: el material vegetal y el aprovechamiento de subproductos de la industria. Las líneas de actividad conjunta son:

- **Conservación de la diversidad.** Una de las políticas prioritarias de la UE (GreenDeal, Horizonte Europa, PAC) es la conservación de la biodiversidad. En el SERIDA se conservan varias colecciones de especies cultivadas y forestales, como arándano, avellano, pino o castaño, y una colección de semillas establecida en el año 1991 en la que la especie mejor representada es la judía, con más de 400 accesiones locales. Además de material local, se conservan



diferentes paneles que representan la diversidad nacional, europea y mundial para esta especie, así como materiales silvestres relacionados, líneas de mejora y poblaciones de mapeo. Este material vegetal es la base de los proyectos vigentes AGL2017, BRESOV, e INCREASE. Es indiscutible el valor del material conservado en esta colección, pero en las condiciones actuales de conservación (humedad y temperatura controladas) no es posible asegurar la viabilidad del material más de 10 años sin un plan de regeneración.

- Conocimiento detallado de la diversidad. Fenotipados y genotipados de precisión.** El potencial uso de la diversidad mantenida requiere un conocimiento detallado desde diferentes enfoques (morfológico, agronómico, químico, nutricional, genómico, transcrito-mómico, metabolómico, etc). Los paneles de diversidad mencionados anteriormente han sido caracterizados desde diferentes puntos de vista: agronómico, morfológico, genético (mediante genotipados masivos) o para resistencia a enfermedades. Desde el año 2017 en el SERIDA se abordan caracterizaciones nutricionales y funcionales de judía y de otras especies (arándano, avellano), que tienen un gran interés desde el punto de vista de la alimentación humana. En los últimos años, el desarrollo de las nuevas tecnologías permite fenotipados de mayor precisión, basados en la toma de imágenes multiespectrales. También la caracterización a nivel genético ha experimentado un salto enorme haciendo accesible la secuenciación y el ensamblado de los genomas, el genotipado basado en la secuenciación, el análisis funcional del transcriptoma y del metaboloma, etc. Es necesario adaptar estas nuevas herramientas de caracterización que en su conjunto conducen a unos fenotipados/genotipados de precisión y a una mejora genética de precisión, más eficiente que la mejora tradicional.
- Aprovechamiento de subproductos.** El uso de bioestimulantes, enmiendas u otros compuestos que mantengan o incrementen la productividad se convierten en demanda de los agricultores, que necesitan mantener dicha productividad sin detrimento de la calidad, y de los consumidores, que exigen productos cada vez más saludables. Por otra parte, la UE está reduciendo las materias activas autorizadas de síntesis para el control de plagas y enfermedades en los cultivos y promueve la producción orgánica o ecológica en las que no están permitidas estas materias activas. Así mismo, el fomento de la Economía Circular permite reintroducir en las cadenas de producción subproductos generados en la actividad humana, minimizando la generación de residuos. La potencialidad de los residuos de la producción agroalimentaria para constituirse como materias primas y fuente de biomoléculas es una de las líneas que integra la trayectoria de este grupo. La actividad sidrera asturiana origina alrededor de 26.000 Tn de residuos cuya potencialidad para obtener nuevas materias primas y biomoléculas ha sido una de las principales líneas de trabajo de TA. La caracterización de madera autóctona de castaño y el uso de los residuos de la industria maderera ha sido abordado por el PF juntamente con TA para estudiar el envejecimiento acelerado de aguardientes de sidra.

Área de Sistemas de Producción Animal

Sistemas alternativos de pastoreo mixto-rotacional apoyados en las Tecnologías de la Información Geográfica para la producción sostenible de carne en base a pasto (MEATGIT)

Entidad financiadora: Agencia Estatal de Investigación (AEI)

Referencia: PID2020-120601RR-I00

Investigador Principal: Dr. Rafael Celaya Aguirre

Cantidad concedida: 147.620 €

Duración: 2021 – 2024

Descripción: La combinación de las Tecnologías de Información Geográfica (TIG) y los manejos de pastoreo eficientes puede ayudar a implementar sistemas de producción animal innovadores que sean sostenibles y medioambientalmente respetuosos, fomentando la viabilidad y resiliencia de las explotaciones ganaderas y beneficiando al medio rural y a la sociedad. La utilización eficiente del pasto como recurso principal para la alimentación de los animales es uno de los factores clave para poder desarrollar sistemas productivos y sostenibles, algo fundamental para el mantenimiento de la población rural y de los servicios ecosistémicos que proveen.

El objetivo global del proyecto es fomentar la producción ganadera extensiva en zonas de monte mediante la implantación de manejos alternativos de pastoreo y el uso de las herramientas TIG. Ciertas estrategias alternativas de manejo ganadero, como el pastoreo mixto (con varias especies de herbívoros domésticos) o el rotacional, pueden incrementar la eficiencia de utilización de los recursos disponibles, reduciendo los costes de alimentación durante la invernada y diversificando la producción. Por otro lado, la utilización de imágenes satelitales para monitorizar el estado del pasto (biomasa y calidad nutritiva) mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) y de dispositivos GPS (collares para la geolocalización de animales) posibilita un mejor conocimiento del sistema para la correcta toma de decisiones (entradas-salidas de animales, fertilización, siega para ensilado, etc.). Mediante este proyecto se pretende evaluar el manejo convencional con vacuno de carne en pastoreo continuo frente a otros (pastoreo rotacional, pastoreo mixto con ganado ovino/caprino más pastoreo secuencial con ganado caballar, y la combinación de ambos) en pastos de monte más o menos



matorralizados, y utilizando imágenes de Sentinel-2 para conocer los cambios temporales en cantidad-calidad del pasto disponible, y collares GPS para determinar la ubicación de los animales y utilización de las distintas comunidades vegetales.

Se estudiará la sostenibilidad de los sistemas ganaderos propuestos desde diversos ámbitos como la producción animal, la conducta de pastoreo, las características agrobiológicas del pasto (producción de hierba y ensilado, calidad nutritiva, composición y diversidad botánica), los servicios ecosistémicos (salud del suelo y biodiversidad) y la rentabilidad económica. Se desarrollará una herramienta informática basada en técnicas de aprendizaje automático para predecir la provisión de distintos servicios ecosistémicos según el manejo ganadero y pascícola en una superficie determinada. Además, se realizará una encuesta en las explotaciones ganaderas extensivas ubicadas en zonas de monte para conocer su situación socioeconómica y el potencial de los manejos alternativos estudiados y las TIG evaluadas para modernizarlas y hacerlas más eficientes y competitivas.

Área de Nutrición, Pastos y Forrajes

Recuperación del patrimonio genético apícola local (RescueBee)

Entidad financiadora: FICYT, FEDER

Referencia: IDI/2021/000318

Investigador Principal: Dr. Luis J. Royo Martín

Cantidad concedida: 40.000 €

Duración: 2021



Descripción: Estudios poblacionales de abejas realizados a gran escala señalan a la Península Ibérica como una zona de gran variabilidad genética, aunque dicha variabilidad se encuentra amenazada por las actuales técnicas apícolas. Con la aparente desaparición tanto de las abejas en estado silvestre, como de la apicultura en muchos pueblos de montaña (asociado al despoblamiento rural), se ha reducido drásticamente un importante agente polinizador, así como la diversidad de especies en los ecosistemas, observándose también un descenso en la producción de frutos silvestres. Este proyecto que se desarrolla en colaboración con FAPAS Ambiental, S.L., propone un estudio a nivel local, con un muestreo exhaustivo en los territorios de la Cordillera Cantábrica donde vive el oso, apoyado por una potente herramienta genética, que garantice, en caso de que existan, la identificación de ecotipos locales de abejas, y con ello sentar las bases para la recuperación de este importante patrimonio genético.

Open Lab La Granja

Entidad financiadora: FICYT, FEDER

Referencia: IDI/2021/000200

Investigador Principal: Dra. Adela Martínez Fernández

Cantidad concedida: 46.719 €

Duración: 2021 - 2023

Descripción: El Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA) en colaboración con la Corporación Alimentaria Peñasanta, S.A (CAPSA FOOD), crean un grupo mixto de investigación "Open Lab" en Agroalimentación, orientado a lograr la neutralidad de carbono en las explotaciones lecheras de la Cornisa Cantábrica (emisiones 0). El objetivo general de este "Open Lab" es consolidar un modelo de Granja Demostrativa en la que ensayar alternativas innovadoras a través de una batería de estrategias, orientadas a la optimización del manejo de los suelos, los cultivos y los animales, que permitan alcanzar la neutralidad futura de carbono de las explotaciones lecheras de la Cornisa Cantábrica, permitiendo el desarrollo de nuevos productos que se podrán definir como "neutros/emisiones0", y contribuyendo así a la estrategia de reducción de emisiones, presente en diferentes iniciativas de ámbito internacional y nacional (Farm to Fork, Green Deal, Estrategia de biodiversidad...).

"Open Lab" tiene un enfoque multidisciplinar con una concepción integradora del sistema agro-ganadero. Desde la dimensión particular de la parcela experimental y gran parcela, a través del análisis a un nivel intermedio de explotación ganadera, se podrán realizar extrapolaciones más amplias a nivel de Cornisa Cantábrica.



Consortio de las Misiones Científicas del Principado de Asturias: Reducción emisiones y gases efecto invernadero

Entidad financiadora: Consejería de Ciencia y Universidad, Principado de Asturias

Referencia: AYUD/2021/98712

Cantidad concedida: 19.340 €

Duración: 2021

Descripción: El proyecto consiste en la realización de una investigación coordinada para identificar e inventariar las fuentes de emisiones y de absorciones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y de producción de residuos dentro de la cadena de valor agroalimentaria en el Principado de Asturias, y el diseño y realización de ensayos para poner a punto sistemas, metodologías e instrumentos que permitan un seguimiento de los cambios en las emisiones y capacidades de secuestro de GEI y en la reducción de residuos, ya sea como consecuencia de su prevención, reutilización, reciclaje o valorización, o de la reducción en la fuente, con el fin de poder medir de manera rigurosa el progreso en la Misión.

En una primera fase, los miembros del Consorcio realizarán una investigación coordinada para identificar e inventariar las fuentes de emisiones y de absorciones de GEI y de producción de residuos dentro de la cadena de valor agroalimentaria en el Principado de Asturias, cuantificando su volumen y caracterizando su composición con el mayor nivel de detalle posibles. Para cada una de las emisiones y residuos se identificarán las Mejores Técnicas Disponibles (MTD) para su reducción y, en el caso de los residuos, reutilización, reciclaje o valorización. Los resultados de esta primera fase serán utilizados para la definición de la intervención integrada y la agenda de investigación e innovación que proponga el Consorcio para avanzar en la Misión.

En una segunda fase, se realizarán ensayos para demostrar la capacidad del Consorcio y de su propuesta de intervención para reducir las emisiones de GEI y los residuos en la cadena de valor. Estos ensayos servirán también para poner a punto de sistemas, metodologías e instrumentos para medir el impacto que pueden tener sobre las emisiones o la producción de residuos las iniciativas y proyectos de I+D+i que desarrolle el Consorcio o sus miembros. Los resultados de los ensayos serán validados a través de los mecanismos de revisión por pares y otros internacionalmente admitidos para que puedan ser aceptados como metodologías de nivel 3 en la elaboración de los Inventarios Nacionales de GEI. Los sistemas, metodologías e instrumentos de medición desarrollados en este proyecto piloto se integrarán en el Observatorio de emisiones de GEI y de la economía circular en la cadena de valor agroalimentaria en el Principado de Asturias.

El Consorcio está coordinado por la entidad Desarrollo de Estrategias Exteriores (DEX), y participan además del SERIDA, Universidad de Oviedo, INDUROT, Instituto de Productos Lácteos de Asturias (IPLA-CSIC), Instituto de Ciencia y Tecnología del Carbono (INCAR-CSIC), Central Lechera Asturiana (CLAS, S.A.T.), Corporación Alimentaria Peñasanta (CAPSA), COGERSA, Fundación Centro Tecnológico y Forestal de la Madera (CETEMAS), Fundación CTIC para el Desarrollo en Asturias de las Tecnologías de la Información, Fundación Idonial, ASINCAR, Neoalge y CAMPOASTUR.

Colaboran además otras diez entidades Consejo Regulador DOP Casin, Consejo Regulador de la DOP Afuega'l Pitu, Asociación de Queseros del Principado de Asturias, Valle Ballina y Fernández, S.A. Colegio Oficial de Químicos de Asturias y León, IGP Ternera Asturiana, Asturiana, las asociaciones de ganaderos ASCOL, ASEAVA y ASEAMO y el Consejo Regulador DOP "Sidra de Asturias".

Gestión de precisión en extensivo de ganado porcino del tronco celta en bosques caducifolios iberoatlánticos (GO Forescelta)

Entidad financiadora: FEDER, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Programa Nacional de Desarrollo Rural

Referencia: 00000226e2000043673

Investigador Principal: Dra. Carmen Díez Monforte

Cantidad concedida: 29.907 €

Duración: 2020 – 2023

Descripción: Este proyecto en el que participan el SERIDA, la Xunta de Galicia, a través del Centro de Investigación Forestal Lourizán, Asociación InterEo, que agrupa municipios de Asturias y Galicia, Asociación de Criadores de Gochu Asturcelta, Asociación de Criadores de Raza Porcina Celta, Municipio Do Carballo, Centro Tecnológico de la Carne y Asociación de Propietarios Forestales del Occidente de Asturias, surge con la finalidad de afrontar el proceso de despoblación y abandono de las tierras de cultivo en los municipios afectados de Asturias y Galicia. Por otra parte, la demanda de carne de cerdo del tronco Celta (Porco Celta y Gochu Asturcelta) está en aumento, y para hacer frente a la misma es necesario impulsar el desarrollo tecnológico del sector, mediante el aumento de la producción, homogeneización de productos, mejora de la gestión y reducción de costes.

Entre los objetivos del proyecto cabe destacar:

- La evaluación de un mecanismo automatizado de alimentación y control animal, en bosques caducifolios de roble, castaño y otras especies en zonas con régimen de abandono y un despoblamiento rural importante. Se trata de un sistema móvil, autónomo y digitalizado de alimentación y control animal, cuya finalidad es reducir costes, facilitar el manejo de los animales y, consecuentemente, la recuperación y el mantenimiento de las razas porcinas del tronco celta, permitiendo además una mejora y homogeneización de las canales como producto de alta calidad sensorial y alimentaria.
- Aprovechamiento sostenible de las masas forestales y prevención de incendios forestales.
- Inclusión del producto en los canales de distribución y consumo.



Innovando para usar leguminosas españolas en la alimentación animal (GO INPULSE)

Entidad financiadora: FEDER, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Programa Nacional de Desarrollo Rural

Referencia: 000000226e2000044341

Investigador Principal: Dra. Adela Martínez Fernández

Cantidad concedida: 40.902 €

Duración: 2020 – 2023

Descripción: En el contexto actual, con una creciente competencia mundial por la proteína vegetal, el descenso del cultivo de leguminosas en España y en Europa agrava el déficit de abastecimiento de la demanda interna, teniendo una galopante dependencia de las importaciones, particularmente de soja, lo cual supone un grave riesgo para nuestra balanza de pagos, tiene efectos perjudiciales para el medio ambiente y, lo que es más grave, supone un riesgo de seguridad alimentaria, afectando a la competitividad y sostenibilidad de la cadena de alimentación animal por su situación de dependencia externa, poniendo a nuestras industrias lácteas y cárnicas en manos de las oscilaciones del precio internacional de la soja.

En estas circunstancias, El GO INPULSE tiene con principal objetivo la promoción de producción y uso de leguminosas españolas, para reducir la dependencia externa en proteína para piensos de la cadena de alimentación animal en España, promoviendo un abastecimiento estable y sostenible de alimentos y piensos y favoreciendo la economía circular a nivel estatal, mediante diseño y evaluación de un mecanismo sistematizado, adaptado a las necesidades de la cadena.

El GO INPULSE pretende diagnosticar las necesidades de los agentes de la cadena de alimentación animal, las barreras a la incorporación de leguminosas en piensos y reconectar dicha cadena y fomentar la transferencia de conocimiento desde y hacia la investigación.

El GO INPULSE considera necesario romper la dinámica de desconexión en la cadena de alimentación animal en España. En dicha cadena participan los agricultores productores de leguminosas (COAG), cuyo producto se agrupa en origen (FACA) y se transforma en pienso (FACA y CESFAC) para servir de alimento a la ganadería (COAG). En todos estos eslabones, participan empresas a través de las citadas organizaciones. En este proceso, es imprescindible contar con la ciencia, a través de centros de investigación, tanto en aspectos agronómicos como en la alimentación animal en distintas producciones y zonas del país (IAS-CSIC, CITA y SERIDA).

- COAG: Coordinadora de Organizaciones de Agricultores y Ganaderos (Representante del GO INPULSE)
- CESFAC: Confederación Española de Fabricantes de Alimentos Compuestos para Animales
- FACA-CAA: Cooperativas Agroalimentarias de Aragón
- IAS-CSIC: Instituto de Agricultura Sostenible

- CITA: Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón
- SERIDA: Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (IP Adela Martínez)

Además con el objetivo aportar conocimiento experto en distintos ámbitos que permita guiar correctamente los avances del proyecto el GO INPULSE contará con la colaboración de empresas de producción de piensos y de producción ganadera (ARS ALENDI y COVAP), centros tecnológicos especialistas en la mejora de la extracción de proteínas o la caracterización físico-química-nutricional de granos, y en procesos de extrusión y pelletizado (CARTIF), entidades expertas en valoración nutricional e incorporación de leguminosas en piensos comerciales (FEDNA) o sociedades científicas con investigadores de reconocido prestigio nacional e internacional en el campo de las leguminosas (AEL).





ADVanced AGROecological approaches based on the integration of insect farming with local field practices in MEDiterranean countries (ADVAGROMED)

Entidad financiadora: Agencia Estatal de Investigación (AEI)

Investigadora Principal (SERIDA): Dr. Luis J. Royo Martín / Dra. Rocío Rosa García

Cantidad concedida: 175.000 €

Duración: 2022 – 2025

Descripción: El principal objetivo de ADVAGROMED es la introducción de prácticas agrícolas sostenibles para aumentar la resiliencia de los sistemas de medios de vida agrícolas basados en principios agroecológicos. En este sentido, se desarrolla una integración inteligente de la producción local de cultivos y animales que se traduce en una producción de alimentos sistémica cercana a las granjas de animales vivos para tener una producción primaria más eficientes y rentable. Utilizando un enfoque multiactor, capitalizando los conocimientos ya adquiridos por los diferentes miembros del consorcio en fertilidad de suelos y producción agrícola), cría de insectos, uso de insectos como alimento, y aspectos ambientales / socioeconómicos, ADVAGROMED aplica el principio de Economía Circular (CE) / residuo cero desarrollando un sistema agrícola sostenible e innovador en el Área Mediterránea.

ADVAGROMED utilizará subproductos / desechos orgánicos de las producciones agrícolas locales para la cría de insectos [*Hermetia illucens* (HI) y *Tenebrio molitor* (TM)] entregando diferentes productos: 1) excremento de insectos para usar como fertilizante para mejorar los suelos agrícolas, para mejorar la calidad del suelo y su biodiversidad microbiana, y para producir un efecto antimicrobiano (disminuyendo el uso de fertilizantes inorgánicos y pesticidas), y 2) larvas vivas para alimentar razas avícolas locales asegurando un buen rendimiento animal, salud y calidad del producto (disminuyendo el uso de alimentos importados). ADVAGROMED utilizará excrementos de insectos y estiércol animal producidos localmente para fertilizar la producción agrícola local, a través de regímenes alternativos de fertilización natural y estrategias de estimulación del crecimiento vegetal y protección de cultivos naturales.

Área de Cultivos Hortícolas y Forestales

Programa de Fruticultura

Servicios y diservicios ecosistemáticos de aves y murciélagos en cultivos frutales (BatBirdFruit)

Entidad financiadora: Agencia Estatal de Investigación (AEI)

Referencia: PID2020-120239RR-I00

Investigador Principal: Dr. Marcos Miñarro Prado

Cantidad concedida: 163.350 €

Duración: 2021 – 2024

Descripción: La humanidad se enfrenta al desafío de alcanzar escenarios de beneficio mutuo en los que la preservación de la biodiversidad sea

compatible e incluso mejore la producción agrícola. Hoy en día está ampliamente aceptado que los rendimientos de los cultivos dependen de los servicios ecosistémicos proporcionados por la biodiversidad, como es el control de plagas por los enemigos naturales (EN). Sin embargo, los organismos silvestres también pueden causar diservicios ecosistémicos cuando sus funciones implican mermas en los cultivos. Así, parece crucial estimar los efectos netos de la biodiversidad en el rendimiento de los cultivos al comprender cómo los servicios y diservicios ecosistémicos de diferentes (o incluso los mismos) grupos de organismos se compensan entre sí.

El objetivo general del proyecto es determinar el papel y efecto neto de aves y murciélagos como proveedores de servicios y diservicios ecosistémicos en manzano y arándano, dos cultivos fundamentales en Asturias y la región Cantábrica. Con un enfoque de ecología trófica se tratará de comprender las complejas interacciones entre el manzano y el arándano (planta), los insectos plaga (consumidores de plantas), las arañas (predadores intermedios) y las aves y los murciélagos (predadores superiores), considerando además que las aves también pueden alimentarse de frutos.

- El primer objetivo es caracterizar la comunidad de murciélagos en plantaciones de manzanos en una amplia gama de condiciones ambientales. Como previamente con otros grupos animales, se espera una alta biodiversidad de murciélagos y, al mismo tiempo, una notable variabilidad entre plantaciones que sea explicada tanto por características del paisaje (e.g. diversidad de hábitats a gran escala) como locales (e.g. abundancia de lepidópteros plaga).
- El segundo objetivo es determinar el papel de aves, murciélagos y arañas como predadores de plagas en manzano y arándano. Aplicando metabarcoding para detectar ADN de presas en arañas y en heces de aves y murciélagos.
- El tercer objetivo es cuantificar los efectos netos de aves y murciélagos en cultivos de arándano. Mediante experimentos de exclusión de aves y/o murciélagos de las plantas, se prevé mayor abundancia de artrópodos (plagas y enemigos naturales) en plantas excluidas, particularmente cuando ni aves ni murciélagos pueden acceder a las plantas para cazar. Por último, se esperan efectos netos positivos de los murciélagos en el cultivo debido a los servicios de control de plagas (a pesar de la posible depredación intragremial) pero efectos netos negativos de las aves (porque los diservicios de consumo de frutas y depredación intragremial superen los servicios de control de plagas).

Con este proyecto se pretende alcanzar hallazgos innovadores en agroecología, conservación de la biodiversidad y manejo sostenible de recursos, así como generar modelos de gestión de la biodiversidad que permitan mejorar los rendimientos agrícolas y desarrollar una agricultura amigable con el medio ambiente.



Área de Tecnología de los Alimentos

Industrias tradicionales en la nueva era y economía circular: Oportunidades sostenibles en la valorización de subproductos de la industria sidrera (CID-4-PROFIT)

Subproyecto 1 (SERIDA): Recuperación de compuestos bioactivos y uso de subproductos como sustratos de fermentación para obtener compuestos de alto valor.

Entidad financiadora: Agencia Estatal de Investigación (AEI)

Referencia: PID2020-118737RR-C21

Investigador Principal: Dras.: Anna Picinelli Lobo, Rosa Pando Bedriñana

Cantidad concedida: 197.230 €

Duración: 2021 – 2025

Descripción: España es uno de los principales productores de sidra, con una producción anual de 100M de litros. Esta actividad genera unos 30.000 hL de lías de sidra y 50.000 T de magayas que son descartados o infravalorados en la actualidad. Sin embargo, deben considerarse una fuente potencial de actividades económicas de alto valor.

En el Subproyecto 1, desarrollado por el SERIDA, el objetivo de valorizar los subproductos de la industria sidrera será abordado desde dos rutas:

- Recuperación de compuestos bioactivos. Continuando con trabajos previos se llevará a cabo una profunda caracterización química de las lías de sidra y las magayas. Para ello se optimizará una serie de métodos de extracción asistida por ultrasonidos de potencia para obtener fitoquímicos (polifenoles y ácidos triterpénicos), aceites de pepita (ácidos grasos y tocoferoles) y glucanos. Se evaluará la obtención de oligosacáridos pécticos (POS) a partir de magayas así como la actividad antioxidante, antidiabética y anti-obesidad de los extractos. Las propiedades saludables de estos productos serán también evaluadas de acuerdo con la técnica consenso de digestión gastrointestinal in vitro. Además, los extractos de lías de sidra serán utilizados como sustratos en cultivos fecales para determinar su influencia sobre las poblaciones de bacterias del colon.

Finalmente, se realizará un escalado de las condiciones de extracción optimizadas y se evaluará su viabilidad para la recuperación de compuestos bioactivos.

- Explotación de subproductos sidreros como sustratos de bajo coste para la obtención de compuestos de alto valor (manitol y aceites microbianos) mediante procesos de fermentación. En una primera etapa, ambos subproductos serán caracterizados por su contenido en carbono y nitrógeno, y después se optimizarán las condiciones de fermentación. Se proponen cuatro estrategias de valorización con el fin de dar a la industria información sobre las posibilidades de aplicación y viabilidad de las mismas, permitiendo así la toma de decisiones sobre la creación de nuevos negocios:
 - Uso de lías de sidra como ingrediente en la dieta de peces.
 - Uso de extractos de glucano para la elaboración de productos sin gluten.
 - Uso de glucanos para la elaboración de zumos de manzana enriquecidos, comparando sus perfiles químicos y sensoriales con zumos de manzana fermentados con una bacteria láctica probiótica.
 - Uso de lías de sidra y magayas como sustratos de fermentación para obtener manitol y aceites microbianos a escala piloto mediante el uso de un biorreactor.

Todas estas estrategias, ejecutadas en colaboración con industrias de diferentes sectores (gestión de residuos, elaboradores de sidra y alimentos) proporcionarán a la comunidad científica un mayor conocimiento e información técnica sobre el potencial de valorización de los subproductos de la industria sidrera. Los resultados obtenidos en el subproyecto 1 serán evaluados en términos de sostenibilidad y rentabilidad económica con el fin de identificar la mejor tecnología. Esto permitirá crear nuevos modelos de negocio basados en procesos sostenibles, competitivos respetuosos con el medio ambiente, contribuyendo a una mejora de la economía y la creación de empleos verdes.





Nuevos convenios, contratos, acuerdos y protocolos

Protocolos

Protocolo de prestación de servicios entre el SERIDA y Sidra Fran S.L. para el depósito de cepas de levaduras

Objeto: Establecer las reglas de la prestación del servicio que el SERIDA realizará para la empresa, en relación al Depósito y Mantenimiento de la Colección derivada de la ejecución del proyecto que ha sido abordado entre el SERIDA y la empresa (Años 2019 y 2020).

Duración: desde el 22 de marzo de 2021 hasta el 21 de marzo de 2025.

Protocolo de colaboración entre el SERIDA y la Dirección General de Pesca Marítima del Principado de Asturias

Objeto: Acordar la colaboración científico técnica entre la Dirección General de Pesca Marítima y el SERIDA para la investigación conjunta en el ámbito de la patología de peces y otros organismos marinos, la higiene y la seguridad alimentaria de los productos de la pesca y la acuicultura marina en el Principado de Asturias.

Duración: desde el 27 de mayo de 2021 hasta el 31 de diciembre de 2022.

Protocolo de colaboración entre SERIDA y D. Álvaro Tamargo Fernández para el ensayo de métodos de inoculación de cepas hipovirulentas para el control del chancro del castaño

Objeto: Regular las condiciones para la toma de muestras para el diagnóstico y determinación de los grupos de compatibilidad vegetativa en la totalidad de los ejemplares de castaño de la parcela de su propiedad, sita en la municipio de Las Regueras, así como el posterior desarrollo de los ensayos de tratamiento con cepas hipovirulentas de los ejemplares afectados por chancro.

Duración: desde el 27 de mayo de 2021 hasta el 26 de mayo de 2023.

Protocolo de colaboración entre la Consellería do Medio Rural de la Xunta de Galicia y el SERIDA relativo a las líneas de investigación orientadas a optimizar la gestión integral de las poblaciones de rata topera, *Arvicola scherman*, en Lugo.

Objeto: El establecimiento de un marco general de colaboración científico-técnica entre la Dirección Xeral de Gandaría, Agricultura e Industrias Agroalimentarias y el SERIDA para la realización de actividades orientadas a optimizar la gestión integral de las poblaciones de rata topera, *A. scherman*, en Galicia, con el fin de mitigar los efectos negativos de sus poblaciones sobre los pastos, prados de siega y plantaciones de frutales, y conocer y tomar conciencia ante los posibles riesgos derivados del papel de esta especie como reservorio de enfermedades zoonóticas perjudiciales para la salud animal y humana.

Duración: desde el 7 de junio de 2021 hasta el 6 de junio de 2024.



Tesis y seminarios

Trabajos Fin de Máster



Diseño de un protocolo de PCR-HRM para el diagnóstico de las dos variantes del Adenovirus canino tipo I en la población de los lobos de Asturias

Autor: Iris Domingo Alonso

Año: 2021

Tutores: Dr. Luis José Royo Martín (SERIDA), Dra. Ana Belén Soldado Cabezueto (Universidad de Oviedo)

Lugar de presentación: Universidad de Oviedo

El Adenovirus Canino tipo I (CAV-1), responsable de la Hepatitis Canina Infecciosa (HIC). La prevalencia de este virus en los animales domésticos ha disminuido gracias a la vacunación. Recientemente se ha descrito como una causa de muerte en poblaciones en peligro de extinción como por ejemplo el oso pardo cantábrico (*Ursus arctos arctos*), por lo que resulta interesante estudiar la presencia de este virus en otros carnívoros silvestres como el lobo,

y conocer si pueden estar actuando como reservorios del virus. Un muestreo en las poblaciones de lobos en la región ha permitido identificar una mutación de una base en la secuencia nucleotídica del CAdV-I.

Atendiendo a estas consideraciones, en este Trabajo Fin de Máster, se ha desarrollado un protocolo de PCR-HRM (*Polimerase Chain Reaction - High Resolution Melting*) con el objetivo de ser capaces de diagnosticar las dos variantes del CAdV-1 en muestras de ADN extraído del bazo de diferentes lobos de la región. Para ello se desarrollaron diferentes protocolos a partir del diseño de cebadores específicos para el segmento de la secuencia en la que se encuentra la mutación.

El protocolo de PCR-HRM desarrollado se aplicó al análisis de veinte lobos positivos a CAdV-I, encontrándose dos animales portadores de la mutación. Ambas muestras procedían de lobos de la misma localidad, aunque obtenidas en años diferentes, por lo que se puede suponer que el virus portador de la mutación está activo y se transmite, al menos, entre los animales de la zona.

Con el objetivo de validar los resultados obtenidos mediante PCR-HRM, se realizó la secuenciación de las muestras, confirmándose así que los resultados obtenidos con la metodología propuesta eran satisfactorios. Por tanto, aunque la secuenciación es la técnica de referencia, nuestro protocolo de PCR-HRM se propone para utilizarlo en próximos estudios epidemiológicos del virus CAdV-I en la Cordillera Cantábrica.

Agradecimientos: NySA-SERIDA; Dirección General de Medio Natural y Planificación Rural del Principado de Asturias (Protocolo Investigación

conjunta en el ámbito de la Sanidad Animal y la Conservación de los Recursos Naturales en el Principado de Asturias).

Publicaciones

FOLLETOS



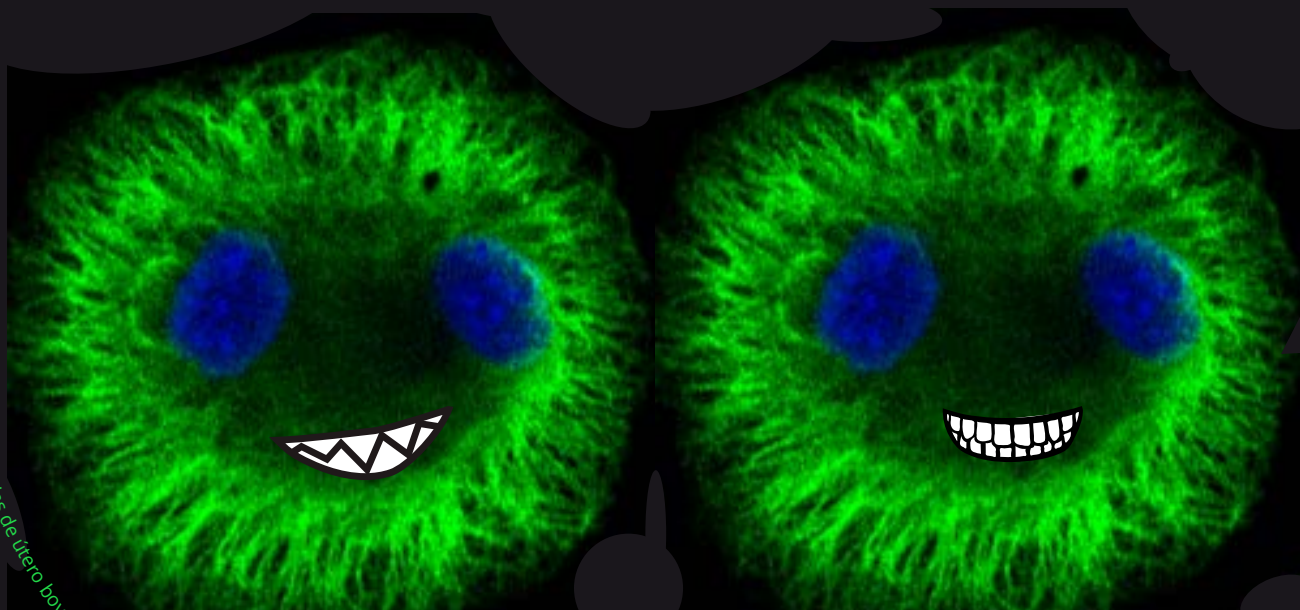
Los programas de mejora genética bovina en Asturias: 25 años avanzando

Carlos O. Hidalgo Ordóñez
Carolina Tamargo de Miguel
J. Néstor Caamaño Gualdoni
Ángel Fernández García
M^a José Merino Hernantes
Depósito Legal: AS 2172-2021
Año: 2021

Edita: SERIDA, Consejería de Medio Rural y Cohesión Territorial
[Online] <http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=8263>

Esta monografía recoge el trabajo colaborativo realizado a través del Área de Selección y Reproducción Animal durante el último cuarto de siglo, y cuyo objetivo ha sido adaptar la cabaña ganadera a las nuevas demandas del mercado. Los programas de mejora genética que se describen en esta publicación, han contribuido al incremento de la productividad de las explotaciones, en particular la ganadería de leche con animales de la raza frisona, y a la conservación de dos razas autóctonas de aptitud cárnica: la asturiana de los valles y la asturiana de la montaña o casina.

Semana de la Ciencia en el SERIDA



Células de útero bovino

MONSTRUOSAMENTE DIVERTIDA

¡VEN A NUESTROS TALLERES DIVULGATIVOS!

del 15 al 20 de noviembre de 2021

Casa de los Hevia

Villaviciosa

ORGANIZA:



CON LA COLABORACIÓN DE:



AYUNTAMIENTO DE
VILLAVICIOSA

Más información



@seridaAst



“Nosotras seguimos trabajando”

Antonio López Vázquez

I Concurso de Fotografía online del SERIDA. Galardón comité de expertos

INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AL SERVICIO DEL CAMPO



“Distancia social”

Ángela Fernández Iglesias

I Concurso de Fotografía online del SERIDA. Galardón comité de expertos

