



Tecnología Agroalimentaria

Boletín informativo del SERIDA

Número 32 - 2026

Proliferación del manzano ■ Mirlos y jabalíes merman cosecha de arándano ■ Fracción líquida de digestato y fertirrigación
Monitorización de rata topera ■ Drones contra malas hierbas ■ Mosquitos: estudio ■ Perfil de ácidos grasos en judías



SUMARIO

Tecnología Agroalimentaria - SERIDA

Número 32 - 2026

Actualidad

2 La enfermedad de la proliferación del manzano: un problema influido por el entorno y las prácticas de cultivo

Aitor Somoano García
J. Sabaté Rabella
A. Batle i Durany
Enrique Dapena de la Fuente

Fidel Castro
José Antonio Fernández
Carmen Méndez
Víctor Andrés Álvarez
Pablo Iglesias

Información agrícola

9 Los mirlos y los jabalíes pueden disminuir la cosecha de arándanos

Marcos Miñarro Prado
José Javier Jiménez-Albarral
Daniel García García

Información ganadera

30 Drones para identificar y eliminar malas hierbas en pastos y cultivos: La tecnología GRASSGUARD del proyecto GUARDIANS

Rocío Rosa García
Jairo García Rodríguez
Rafael Celaya Aguiere
Carmen Díez Monforte
Fernando Vicente Mainar
Jitka Kumhálová
Frantisek Kumhála

Sanidad animal

37 Estudio de mosquitos de interés sanitario presentes en Asturias

Alberto Espí Felgueroso

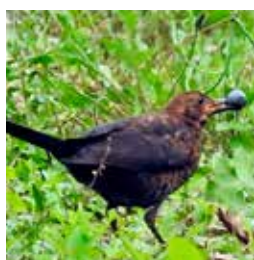
Tecnología de los Alimentos

43 Perfil de ácidos grasos en semilla de judía (*P. Vulgaris* L.)

Roberto Rodríguez Madrera
Ana Campa Negrillo
Marcos Bueno Arce
Juan José Ferreira Fernández



2



9



17



30



23



37

43

Actividades de Transferencia

- 48** | El SERIDA celebra el Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia
- 49** | El SERIDA en la XXXI Xornaes de les Fabes de Villaviciosa
- 50** | El SERIDA participa en la III Feria de la Ciencia y la Innovación de Asturias
- 52** | I Jornada del SERIDA-HUB El poder transformador de la ciencia
- 53** | El SERIDA en el 10º Festival del Arándano y Frutos Rojos de Asturias
- 55** | El SERIDA lleva a la FIDMA sus proyectos de investigación en manzano y sidra
- 56** | Agropec 2025: fotografía e innovación alimentaria derivada de la producción de sidra.
- 57** | Participación del SERIDA en el XXXV Festival de la Manzana de Villaviciosa
- 59** | El SERIDA celebra el *Apple Day*

- 60** | III Concurso de Fotografía del SERIDA
- 62** | V Semana de la Ciencia del SERIDA

Cartera de Proyectos

- 64** | Nuevos proyectos de I+D+i

Catálogo de convenios

- 66** | Nuevos convenios, contratos, acuerdos, y protocolos

Tesis y seminarios

- 67** | Trabajo Fin de Máster
- 68** | Tesis doctoral

Publicaciones

- 69** | Libros

48



Contraportada:
Foto: APANAR
Autor: Aitor Ferreras
Castillo
III Concurso de
Fotografía del SERIDA
Premio AGROPEC.
Finalista

Portada:
Foto 1: POLA SANGRE QUE VERTIESTI
Autora: Analia Pello García. III Concurso
de Fotografía del SERIDA. Premio del Jurado
Foto 2: REFLEJOS
Autora: Esperanza Labrador Rdgz.
III Concurso de Fotografía
del SERIDA. Finalista

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

Consejo de redacción: M^a del Carmen Oliván García, Carmen Díez Monforte, Raquel Lavandera Fernández, M^a del Pilar Oro García
Coordinación editorial: M^a del Pilar Oro García

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

Sede central: Ctra. AS-267 PK19, 33300 Villaviciosa, Asturias - España
Telf.: (+34) 985 890 066. Fax: (+34) 985 891 854

E-mail: seridavilla@asturias.org

Imprime: Gráficas Summa S.A.

D.L.: 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.



Consejería de
Ciencia, Industria
y Empleo





La enfermedad de la proliferación del manzano: un problema influido por el entorno y las prácticas de cultivo

AITOR SOMOANO GARCÍA. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Fruticultura. SERIDA. aitor.somoanogarcia@asturias.org

JORDI SABATÉ RABELLA. Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA). jordi.sabate@irta.cat

ASSUMPCIÓ BATLE I DURANY. Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA). assumpcio.batle@irta.cat

ENRIQUE DAPENA DE LA FUENTE. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Fruticultura. SERIDA. enrique.dapenadela Fuente@asturias.org

La proliferación del manzano es una de las enfermedades más dañinas que afectan a este cultivo en Europa y está causada por el microorganismo *Candida-*

tus Phytoplasma mali. Se manifiesta con síntomas visibles como la aparición de numerosos brotes anormales ("escobas de bruja"), hojas agrandadas y cambios

de color, junto con una menor floración y frutos más pequeños y de peor calidad, lo que provoca importantes pérdidas económicas. Dado que no existen tratamientos curativos eficaces, esta enfermedad está regulada en la Unión Europea como plaga no cuarentenaria.

El patógeno se transmite principalmente por dos insectos, *Cacopsylla picta* y *Cacopsylla melanoneura*, que pasan el invierno en coníferas y se desplazan después a los manzanos. La presencia de estos insectos y la propagación de la enfermedad dependen de factores como el paisaje, la cercanía de fuentes de infección y determinadas prácticas agrícolas. Aunque se están estudiando alternativas al control químico, como el uso de enemigos naturales o estrategias de atracción y repulsión, el manejo sigue basándose en gran medida en insecticidas. Además, aspectos como el tipo de portainjerto, la alta densidad de plantación o el uso de injertos infectados pueden favorecer la transmisión.

En España, donde la producción de manzana supera las 600.000 toneladas anuales, la proliferación del manzano representa una amenaza creciente. Asturias, con plantaciones destinadas en su mayoría a la producción de sidra, bajo uso de pesticidas y paisajes variados, constituye un entorno especialmente adecuado para estudiar esta enfermedad, cuyo avance está estrechamente ligado a la dinámica de los insectos vectores y a las características del entorno agrícola.

Muestreo y análisis de los datos

El estudio se realizó en invierno de 2016, en 86 plantaciones semintensivas de manzano para sidra en Asturias, distribuidos en 67 fincas y 33 municipios. Se evaluaron variedades locales enmarcadas en la DOP Sidra de Asturias, principalmente 'De la Riega', 'Durona de Tresali', 'Raxao', 'Regona', 'Verdialona' y 'Xuanina', plantadas en líneas diferenciadas. Las plantaciones se agruparon en cuatro rangos de edad (1–4, 5–9, 10–14

y >14 años) y se registró la superficie de plantación, la proximidad entre árboles, el portainjerto utilizado, los tratamientos insecticidas (aceite mineral, diflubenzurón) y el vivero de origen. También se analizaron los datos de uso del suelo en los alrededores de cada plantación y vivero. Se calculó la proporción de la superficie dedicada al cultivo del manzano y a plantaciones de coníferas en radios de 1 km y 27 km, respectivamente. Los datos se extrajeron de la cartografía temática de cultivos de manzano (INDUROT, 2010) y de los conjuntos de datos CORINE Land Cover (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2018).

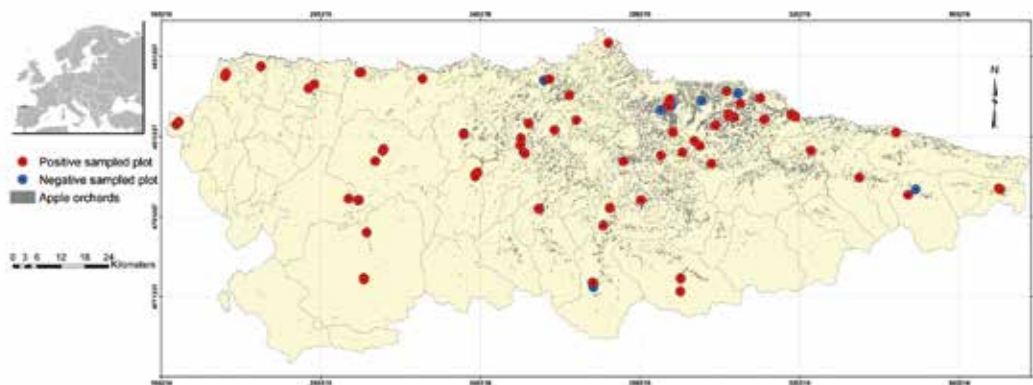
La incidencia de la enfermedad se midió como el porcentaje de árboles con síntomas visibles ("escobas de bruja", Fig. 1), y la severidad se estimó mediante un Índice de Severidad (IS). Las evaluaciones se realizaron mediante transectos perpendiculares a las filas, con al menos 40 árboles por parcela y un enfoque específico en la variedad 'Regona'.



Figura 1. Proliferación de brotes axilares ("escobas de bruja"), síntoma distintivo de la enfermedad de la proliferación del manzano asociada con el fitoplasma *Candidatus Phytoplasma mali*



Figura 2. Distribución de las plantaciones de manzano en Asturias. Los puntos rojos y azules representan respectivamente plantaciones muestreadas (parcelas) con síntomas de la enfermedad de la proliferación del manzano (escobas de bruja) y plantaciones asintomáticas.



El IS se cuantificó de acuerdo a una escala de 0 a 3 según el número de ramas afectadas por árbol:

$$IS = [(n_1 + 2n_2 + 3n_3) / 3N] \cdot 100$$

donde n_1 , n_2 , n_3 corresponden al número de árboles con una, dos o tres o más ramas afectadas, y N es el total de árboles evaluados. Los datos se procesaron mediante pruebas no paramétricas (Mann-Whitney, Kruskal-Wallis) y correlaciones de Pearson, Spearman y parciales empleando SPSS v20.0.

Resultados

Se detectaron árboles con síntomas característicos de la enfermedad de la proliferación del manzano en todos los municipios muestreados (Fig. 2). El 80,2 % de las plantaciones presentó síntomas. Se observó una correlación significativa entre incidencia e IS ($r_s = 0,96$,

$p < 0,01$), y la variedad 'Regona' mostró una mayor incidencia e IS que el promedio de variedades (Tabla 1).

La incidencia y la severidad aumentaron significativamente con la edad de la plantación ($H' = 10,167$, $p < 0,05$; $H' = 10,380$, $p < 0,05$), siendo más bajas en parcelas igual o menor a 4 años (41,7 %) y superiores al 80 % en aquellas de mayor edad (Tabla 1). Las plantaciones de coníferas mostraron una correlación positiva con la incidencia e IS en plantaciones de 1 a 4 años ($r = 0,73$, $p < 0,01$; $r = 0,61$, $p < 0,05$), pero no en plantaciones de más años ($p > 0,05$) (Fig. 3). La superficie cultivada mostró correlaciones negativas con la incidencia e IS en plantaciones de 'Regona' de 5–9 años ($r = -0,63$, $p < 0,05$). La proximidad entre árboles no mostró una correlación significativa con la incidencia ni con el IS ($p > 0,05$).



Tabla 1. Incidencia (%) y severidad (IS) de la infección por *Ca. P. mali* en las plantaciones muestreadas según el rango de edad. Se muestra el número de plantaciones y el valor medio ($\pm$ EE) tanto para todos los cultivares como para los cultivares 'Regona'. Las diferencias significativas entre rangos de edad (pruebas U de Mann-Whitney) se indican con letras mayúsculas diferentes.

Edad de la plantación (años)	Plantaciones multivarietales								Plantaciones con 'Regona'					
	N	Incidencia (%)				Índice de Severidad (IS)			N	Incidencia (%)			Índice de Severidad (IS)	
		Promedio	± SE	Mann-Whitney U-test		Promedio	± SE	Mann-Whitney U-test			Promedio	± SE	Promedio	± SE
1-4	12	3,13	1,31	A		1,25	0,52	A	5	3,50	2,92	1,50	1,30	
5-9	17	12,10	3,37	AB		6,89	2,49	AB	12	33,20	7,22	19,61	4,81	
10-14	23	9,70	2,09	AB		5,04	1,22	AB	16	23,50	4,44	12,22	2,79	
> 14	34	11,30	1,49	B		5,72	0,90	B	21	24,27	4,00	12,61	2,18	
Total	86	9,92	1,09			5,15	0,71		54	24,11	2,75	13,02	1,69	

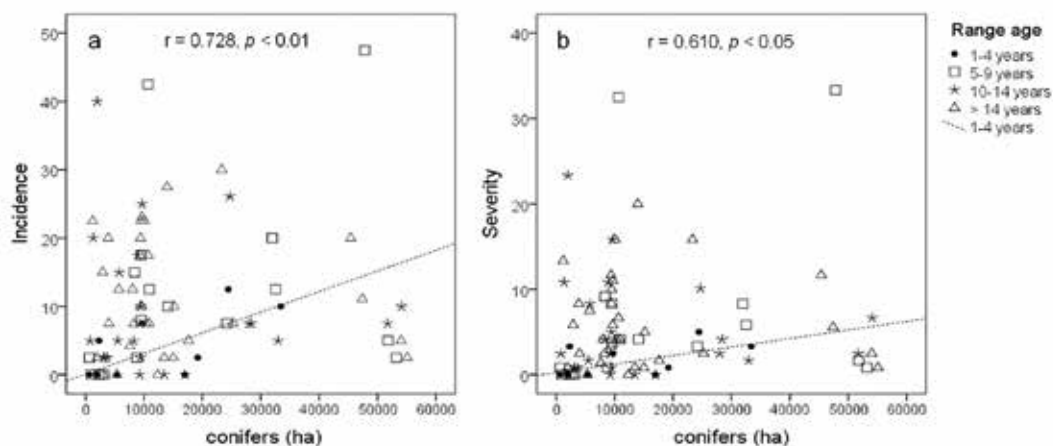


Figura 3. Relación entre la superficie circundante de plantaciones de coníferas (ha) y (a) la incidencia (%) o (b) la severidad de la infección por la enfermedad de la proliferación del manzano en plantaciones de todos los cultivares según rangos de edad. Las líneas discontinuas muestran la correlación correspondiente para plantaciones de manzano de 1–4 años.

La distancia entre árboles se correlacionó positivamente con la incidencia e IS en MM106 ($r_s = 0,77$, $p < 0,01$; $r_s = 0,71$, $p < 0,05$) y negativamente en el caso de M7 ($r_s = -0,67$, $p < 0,05$; $r_s = -0,67$, $p < 0,05$). El vivero no afectó significativamente a la incidencia ni al IS (Kruskal-Wallis H', $p > 0,05$). La incidencia y el IS en las plantaciones más jóvenes aumentaron con la extensión de las plantaciones de coníferas en los alrededores de los viveros.

La aplicación de aceite mineral redujo significativamente la severidad,

especialmente en las plantaciones con más de 14 años, tanto en 'Regona' (U-test = 8,00, $p < 0,01$) como en el conjunto de variedades (U-test = 45,50, $p < 0,05$) (Fig. 4). También se observó una reducción en la incidencia, significativa en 'Regona' (U-test = 9,00, $p < 0,05$) y marginal en el conjunto (U-test = 49,00, $p = 0,052$) (Fig. 4). Las plantaciones tratadas fueron en promedio más extensas que las no tratadas. El diflubenzurón no mostró efectos significativos en ningún grupo de edad ($p > 0,05$).

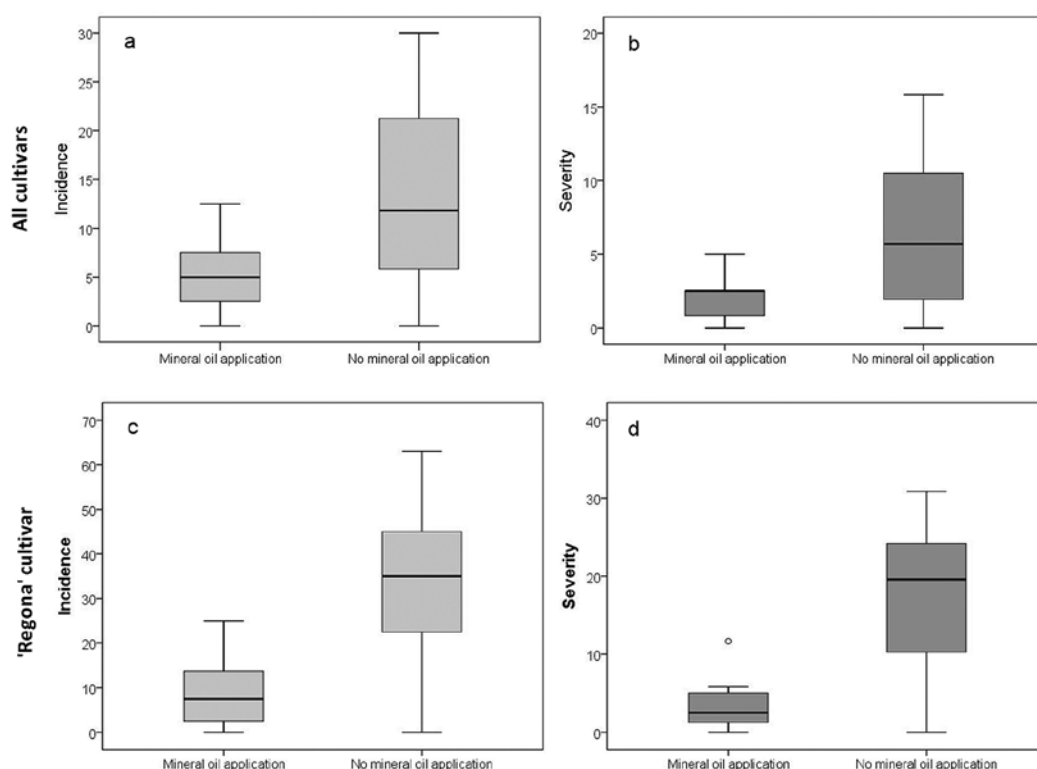


Figura 4. Valores de incidencia (%) (a, c) y severidad (b, d) de la enfermedad de la proliferación del manzano según la aplicación o no de aceite mineral en plantaciones de todos los cultivares y en plantaciones con 'Regona' mayores de 14 años. La línea oscura central en las cajas representa la mediana; la parte inferior y superior de la caja indican el percentil 25 y 75, respectivamente. Las líneas (bigotes) que se extienden desde las cajas marcan los valores mínimos y máximos.

Discusión

Este estudio epidemiológico confirma la presencia generalizada de la proliferación del manzano en Asturias, donde este cultivo es clave para la elaboración de sidra (Dapena et al., 2005). La edad de las plantaciones influyó notablemente en la incidencia y severidad de la enfermedad, lo que sugiere un efecto acumulativo en la transmisión del fitoplasma. Las plantaciones de mayor edad mostraron menos “escobas de bruja”, posiblemente debido a un menor crecimiento vegetativo o eliminación de árboles infectados. La severidad según el cultivar, donde ‘Regona’ podría actuar como “variedad centinela” para la detección temprana.

Las plantaciones de coníferas cercanas influyeron en la incidencia y severidad de la enfermedad, sobre todo en plantaciones jóvenes. Las coníferas sirven de refugio invernal para *C. picta* y *C. melanoneura*, y en febrero los adultos remigran a los manzanos, generando una nueva cohorte en mayo (Miñarro et al., 2016b). Estos individuos tienen alta eficiencia de transmisión y prefieren hojas correspondientes a árboles sin infectar. La migración con ayuda del viento hasta zonas elevadas, donde frecuentemente se establecen las plantaciones de coníferas, sugiere que la proximidad no es esencial. La presencia regional de coníferas aumenta la probabilidad de retorno de psyllidos, favoreciendo la propagación de *Ca. P. mali*. *C. picta* es el vector principal en Asturias por su abundancia y capacidad de adquisición del fitoplasma (Miñarro et al., 2016b), y su rol epidemiológico se refuerza al alimentarse únicamente del manzano y de coníferas. Por el contrario, *C. melanoneura* también se reproduce en espinos albar (*Crataegus* spp.), común en la zona. Otras especies (ej. *C. crataegi*, *C. mali*, *Ctenarytaina* spp.) pueden portar *Ca. P. mali*, pero su papel epidemiológico es incierto

(Rosa-García et al., 2013; Miñarro et al., 2016a). Aunque se esperaba que una mayor abundancia de manzanos pudiera hacer aumentar la incidencia por atracción de los insectos vectores, no se observó relación con el tamaño de la plantación o la superficie cultivada circundante. Por el contrario, en plantaciones con ‘Regona’ de 5–9 años, se observó una correlación negativa entre superficie y severidad, indicando mayor riesgo en explotaciones pequeñas, posiblemente por mayor abundancia de vectores o manejo deficiente. Estas plantaciones también recibieron menos tratamientos orientados al control de plagas.

La aplicación de fitosanitarios en Asturias no es general ni regular, especialmente en plantaciones escasamente atendidas. No obstante, los tratamientos con aceites minerales en invierno se asociaron a una menor incidencia de la enfermedad, indicando su efectividad contra los psyllidos vectores. Estos aceites repelen e inhiben la puesta de huevos. Insecticidas como diflubenzurón o fenoxicarb tienen eficacia limitada probablemente al ser aplicados en mayo, cuando solo coinciden parcialmente con la nueva generación de psyllidos. Los productos con caolín podrían complementar estas estrategias (MAPA, 2025), aunque se requiere precaución por su potencial impacto en polinizadores y enemigos naturales. Optimizar el uso de insecticidas selectivos, especialmente aceites minerales, mediante aplicaciones sincronizadas es clave. Considerar el clima para anticipar la remigración de insectos vectores podría aumentar la eficacia y reducir el impacto ambiental.

La elección del portainjerto parece influir en la transmisión de *Ca. P. mali*. No obstante, se requieren más estudios sobre los mecanismos moleculares de transmisión vía raíz, y evaluación de cultivares locales resistentes para orientar programas de mejora con líneas apomícticas como *Malus sieboldii*.

Hasta los recientes cambios normativos (BOE 2016; Reg. UE 2016/2031), los viveros españoles no estaban obligados a implementar medidas contra la enfermedad de la proliferación del manzano, lo que probablemente contribuyó a la alta incidencia en nuevas plantaciones. La variabilidad entre viveros puede deberse al manejo del material vegetal, mientras que la proximidad a coníferas también podría influir.

Conclusiones

La epidemiología de la enfermedad de la proliferación del manzano está determinada por una interacción compleja entre insectos vectores, paisaje y manejo agrícola. Las plantaciones de coníferas contribuyen a las infecciones al proporcionar hábitats de hibernación a gran escala para los vectores, mientras que las plantaciones más pequeñas y escasamente atendidas pueden actuar como zonas de cría para los psílidos vectores. Las aplicaciones de aceite mineral han demostrado ser prometedoras para reducir la infección, lo que resalta la importancia de estrategias de control bien programadas y dirigidas. La selección del portainjerto también podría jugar un papel crucial en la dinámica del fitoplasma, especialmente en plantaciones de alta densidad. Para reducir eficazmente la propagación de la enfermedad es esencial reforzar las normativas fitosanitarias e implementar estrictos programas de certificación en los viveros. Una estrategia de manejo integrada que tenga en cuenta las características del paisaje, el control de vectores, la gestión de cultivos y el diseño de la plantación es fundamental para mitigar la propagación del fitoplasma y garantizar la sostenibilidad a largo plazo de la producción de manzana.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Campoasur y a los productores su colaboración.

Financiación

Esta investigación fue financiada por el Proyecto RTA2013-00097-00-00 (INIA, Ministerio de Economía y Competitividad y FEDER).

Bibliografía

- BATLLE, A., SABATÉ, J., BERRA, D., & LAVIÑA, A. (2012). Epidemiological study of apple proliferation in Spain. *Petria Giornale di Patologia delle Piante*, 22(3): 176-180.
- BOE (2016). Real Decreto 929/1995. Texto consolidado del 31 de diciembre de 2016. Reglamento técnico de control y certificación de plantas de vivero de frutales. *Boletín Oficial del Estado* (Spain).
- DAPENA, E., MIÑARRO, M., & BLÁZQUEZ, M.D. (2005). Organic cider-apple production in Asturias (NW Spain). *IOBC/wprs Bulletin*, 28(7): 142-146.
- INDUROT (2010). *Cartografía del manzano en el Principado de Asturias*. Consejería de Medio Rural y Pesca, Gobierno del Principado de Asturias, Asturias, Spain.
- LAVIÑA, A., SABATE, & J., BATLLE, A. (2011). *Candidatus Phytoplasma mali*: identification of potential insect vectors in Spanish apple orchards. *Bulletin of Insectology*, 64: 125-126.
- MAPA. (2025). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Gobierno de España. Registro de productos fitosanitarios. Available at: <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/registro-productos/>.
- MAPA. (2022). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Gobierno de España. Superficies y produc-

ciones anuales. Available at: <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticasagrarias/agricultura/superficies-producciones-anuales-cultivos/>

MIÑARRO, M., SOMOANO, A., & ROSA-GARCÍA, R. (2016a). Presencia de dos plagas del eucalipto sobre el manzano. *Tecnología Agroalimentaria: boletín informativo del SERIDA*, (17), 7-12.

MIÑARRO, M., SOMOANO, A., MORENO, A., & ROSA-GARCÍA, R. (2016b). Candidate insect vectors of apple proliferation in Northwest Spain. *Springer Plus*, 5(1): 1240.

ROSA-GARCÍA, R., SOMOANO, A., MORENO, A., BURCKHARDT, D., DE QUEIROZ, D.L., & MIÑARRO, M. (2013). The occurrence and abundance of two alien eucalypt psyllids in apple orchards. *Pest Management Science*, 70(11): 1676–1683.

SOMOANO, A., SABATÉ, J., BATLLE, A., & DAPENA, E. (2025). Orchard characteristics, landscape factors, and management strategies influencing the spread of apple proliferation: epidemiological insights from cider orchards in Northern Spain. *European Journal of Plant Pathology*, 1-12. ■





Los mirlos y los jabalíes pueden disminuir la cosecha de arándanos

MARCOS MIÑARRO PRADO. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Investigación en Fruticultura. marcos.minarroprado@asturias.org

JOSÉ JAVIER JIMÉNEZ-ALBARRAL. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Investigación en Fruticultura. josejavier.jimenezalbarral@asturias.org

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

En investigaciones previas sobre manzanos de sidra, hemos confirmado que las aves son beneficiosas para el cultivo al reducir las poblaciones de numerosas plagas y los daños que provocan (García et al., 2018; Miñarro y García, 2021; García et al., 2022). En otros cultivos, este efecto positivo podría verse contrarrestado en parte si las aves también se alimentan del propio cultivo. Este parece ser el caso del arándano, según las quejas expresadas por productores asturianos y de regiones limítrofes.

Los cultivos de arándanos tienen características que los hacen particular-

mente vulnerables a ataques intensos por parte de diversas especies de vertebrados. Primero, los frutos son llamativos, blandos y pequeños, lo que facilita que muchos animales grandes los consuman enteros y en grandes cantidades. Además, las plantas son de porte bajo y los frutos se desarrollan cerca del suelo, lo que permite el acceso a una amplia variedad de vertebrados, desde pequeñas aves que se posan en las plantas hasta grandes mamíferos que alcanzan las plantas desde el suelo. Finalmente, las plantaciones de arándanos ofrecen una fuente de alimento prolongada, gracias a la coexistencia de variedades con periodos de maduración superpuestos.

En consecuencia, la gama de posibles consumidores de arándanos en el norte de España puede ser amplia, dada la diversidad y abundancia de aves y mamíferos que se alimentan de frutos.

Por lo tanto, es fundamental comprender mejor la magnitud y los patrones de consumo de frutos (frugivoría) por parte de los vertebrados en las plantaciones de arándanos de Asturias. Con este objetivo, nos planteamos dos preguntas: 1) ¿Qué especies de aves y mamíferos se alimentan de los cultivos de arándanos? y 2) ¿Tiene la frugivoría un efecto negativo generalizado sobre las cosechas, o depende de factores como la plantación o la variedad?

Para responder a estas preguntas, caracterizamos la comunidad de vertebrados frugívoros mediante observación directa y cámaras trampa, y realizamos un experimento de exclusión de vertebrados para estimar el impacto del consumo de frutos sobre la producción de arándanos (Jiménez-Albarral et al., 2025).

En qué consistió el estudio

En 2022 y 2023 estudiamos la frugivoría por vertebrados en once plantaciones de arándanos. Ninguna de las plantaciones tenía cubiertas sobre el cultivo. Seleccionamos dos variedades de arándano en cada plantación, teniendo en cuenta sus fechas de maduración: una variedad temprana, 'Duke', que madura en junio, y una variedad tardía, 'Ochlockonee', que madura entre agosto y septiembre. En algunos casos, incluimos 'Centrablu' o 'Aurora', también variedades tardías, cuando 'Ochlockonee' no estaba disponible.

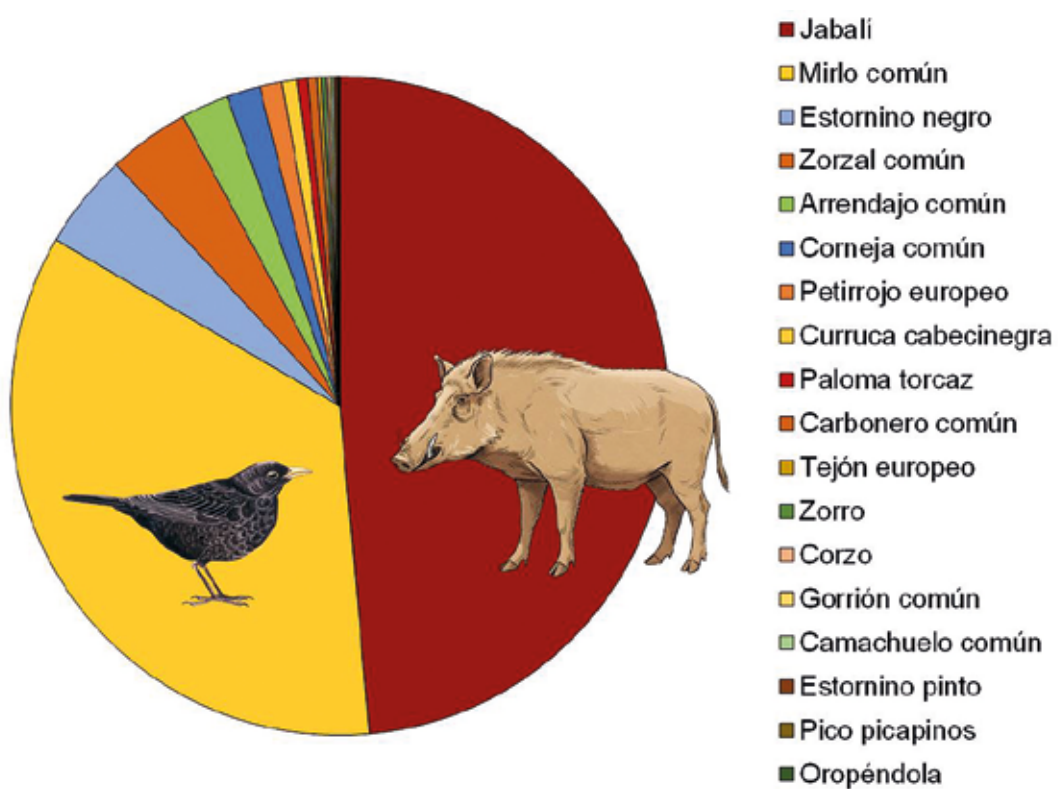
Para detectar el consumo de frutos de arándano por vertebrados, realizamos observaciones durante el período de maduración de cada variedad objetivo utilizando dos métodos complementarios: observación directa y cámaras trampa que grababan vídeos al detectar movimiento de vertebrados (Figura

1A). Con ambos métodos, registramos la especie de vertebrado, la hora y si los animales consumían el fruto del suelo o directamente de la planta. El consumo de arándanos fue cuantificado como el número de eventos de alimentación realizados por cada especie.

Para el experimento de exclusión, seleccionamos ocho plantas de arándano similares en tamaño y carga de frutos en cada plantación y variedad. Aleatoriamente, asignamos a las plantas uno de dos tratamientos: exclusión y abiertas. Las plantas del grupo de exclusión se encerraron individualmente en jaulas de 2 m³ (1 m x 1 m de base x 2 m de altura) hechas con un marco de tubos de PVC y malla de nylon (con poro de 20 x 20 mm) para evitar el acceso de los vertebrados (Figura 1B). Las plantas del grupo abierto permanecieron sin cubrir, accesibles para los animales. Para evaluar el impacto de la frugivoría, comparamos el peso de los frutos cosechados de plantas con exclusión y de plantas abiertas. Otros detalles metodológicos pueden consultarse en Jiménez-Albarral et al. (2025).

Aves y mamíferos consumen arándanos

Al menos 14 especies de aves y 4 especies de mamíferos consumieron arándanos en las plantaciones de estudio (Figura 2). Los jabalíes (*Sus scrofa*) fueron responsables de la mitad (49%) de los 1.454 eventos de consumo registrados, mientras que los mirlos comunes o ñervatos (*Turdus merula*) representaron un tercio (35%) de dichos eventos. Sin embargo, el consumo de frutos por parte de jabalíes solo se observó en cuatro plantaciones, y el 82% de estos eventos se concentraron en una única plantación y en la variedad 'Duke' (Figura 3A). En cambio, los mirlos consumieron arándanos en ambas variedades en casi todos los sitios de estudio (Figura 3A). Por lo tanto, podemos considerar a los mirlos como el principal vertebrado responsable del consumo de arándanos cultivados en



↑
Figura 1. Cámara trampa utilizada para registrar el consumo de arándanos las 24 horas del día (izquierda) y jaula empleada para excluir vertebrados y proteger las plantas del consumo de frutos (derecha).

←
Figura 2. Especies de vertebrados consumidores de arándanos, ordenadas según los eventos de consumo observados.



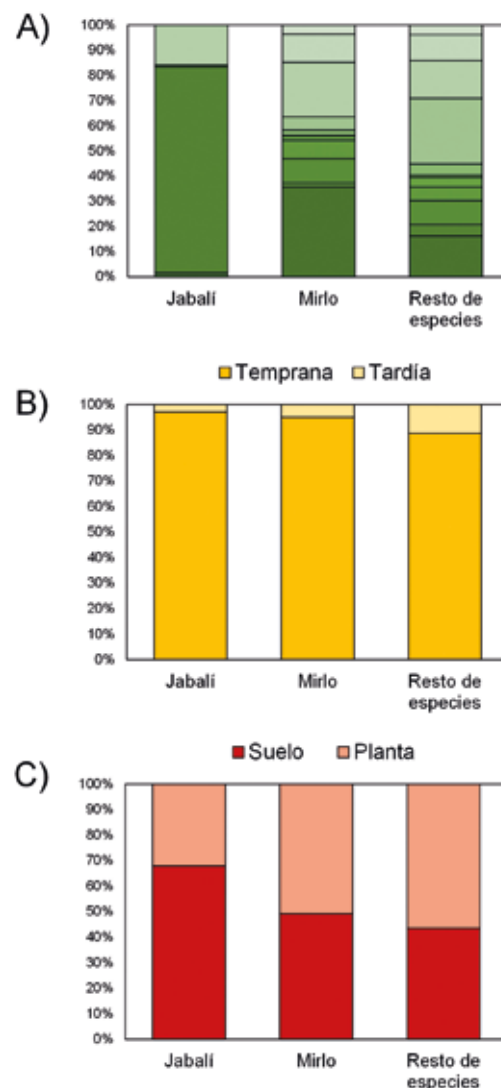
Figura 3. Porcentaje de consumo de arándanos por los dos principales consumidores (jabalí y mirlo) y el resto de especies agrupadas, según: A) consumo en las diferentes plantaciones (cada tono de verde representa una plantación), B) consumo según la fenología de la variedad, y C) consumo de arándanos en el suelo o sobre la planta.

nuestra región, mientras que el jabalí, aunque localmente dañino, no tiene un impacto tan generalizado. Las demás especies de aves y mamíferos tienen una influencia comparativamente menor sobre el cultivo (Figuras 2 y 4).

En cuanto al patrón diario de actividad, las aves consumieron arándanos a lo largo del día, con mayor intensidad en torno a las nueve o diez de la mañana, mientras que los mamíferos mostraron dos picos de actividad: uno al atardecer y otro al amanecer (Figura 5). Este estudio resalta el consumo de arándanos por parte de los mamíferos, que a menudo pasan desapercibidos debido a su comportamiento nocturno. Sin embargo, en el caso del jabalí, sus actividades se hacen evidentes por las ramas destrozadas esparcidas por el suelo.

La frugivoría dependió en gran medida de la variedad, siendo la de maduración temprana la más afectada, con el 95% de los eventos de consumo registrados (Figura 3B). Este patrón puede explicarse en parte por el buen sabor de esta variedad, ya que 'Duke' es muy apreciada por su calidad para el consumo humano. Además, la coincidencia entre la maduración de los arándanos y la dinámica de las poblaciones de vertebrados también podría jugar un papel importante. En nuestro caso, la maduración de 'Duke' en junio coincide con el final de la temporada de cría para una proporción significativa de las especies de aves que observamos en el estudio, como los mirlos y los zorzaes comunes (*Turdus philomelos*). Esto es relevante, ya que muchas de nuestras observaciones de consumo sobre 'Duke' correspondieron a jóvenes mirlos que seguían a los adultos en las plantaciones antes de su emancipación.

Los vertebrados no sólo consumen arándanos directamente de la planta. Curiosamente, más de la mitad de los eventos de frugivoría observados ocurrieron sobre frutos caídos al suelo (57% de los registros de consumo), en comparación con aquellos que permanecían



adheridos a las plantas (Figura 3C). Este fenómeno fue especialmente notable en los jabalíes, que consumieron el 68% de los arándanos directamente del suelo. Los frutos caídos podrían haber sido tirados por los vertebrados durante su alimentación, pero también podrían haber caído debido a factores como el viento, la lluvia o las actividades de cosecha. En cualquier caso, estos frutos caídos, que no son cosechables, podrían ya estar infestados o incluso ser utilizados por la principal plaga del arándano, la mosca de alas manchadas *Drosophila suzukii*, para la puesta de huevos. De hecho, la eliminación de los frutos caídos alrededor de las plantas es una medida de higiene recomendada para combatir esta plaga, aunque a menudo no se lleva a cabo debido a la gran cantidad de mano



de obra que requiere la recolección manual de dichos arándanos caídos.

Por lo tanto, la eliminación espontánea de los frutos caídos por parte de los vertebrados, al reducir la probabilidad de un aumento en la población de *D. suzukii*, podría considerarse un proceso de protección fitosanitaria gratuito, lo que ayudaría a compensar parcialmente la pérdida de rendimiento del cultivo por frugivoría. Además, hay que tener

en cuenta que la mayoría de las aves observadas comiendo arándanos en este estudio tienen una dieta variada, que incluye plagas agrícolas en otras épocas del año. Investigaciones adicionales sobre los posibles beneficios y perjuicios que estas especies de vertebrados pueden generar en relación con el cultivo serían útiles para comprender mejor el balance coste-beneficio y el rol global que los vertebrados juegan en este agroecosistema.

Figura 4. Imágenes de vertebrados comiendo arándanos: (A) jabalí, (B) mirlo juvenil (C) corneja, (D) zorro, (E) zorzal común y (F) tejón.

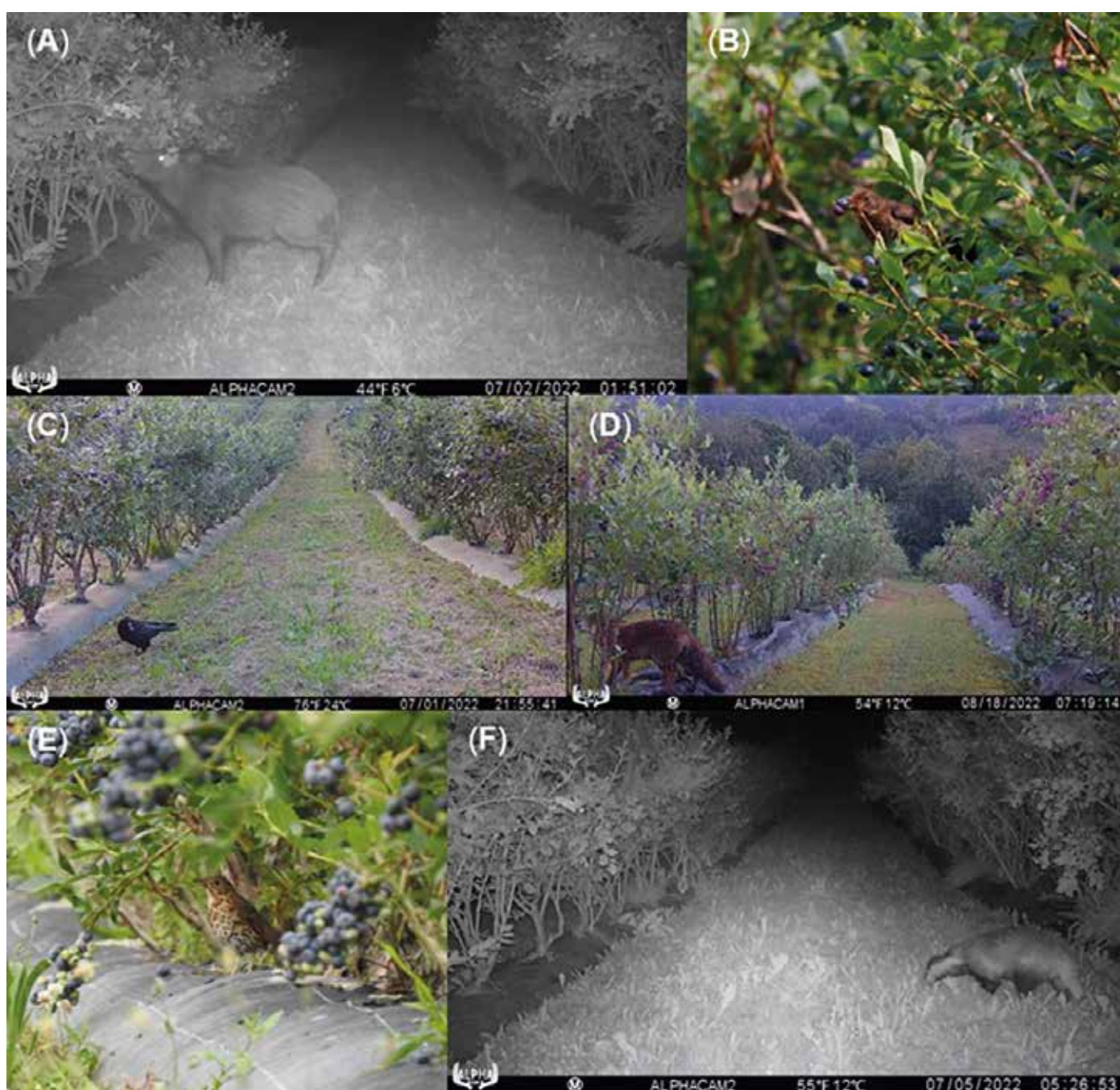
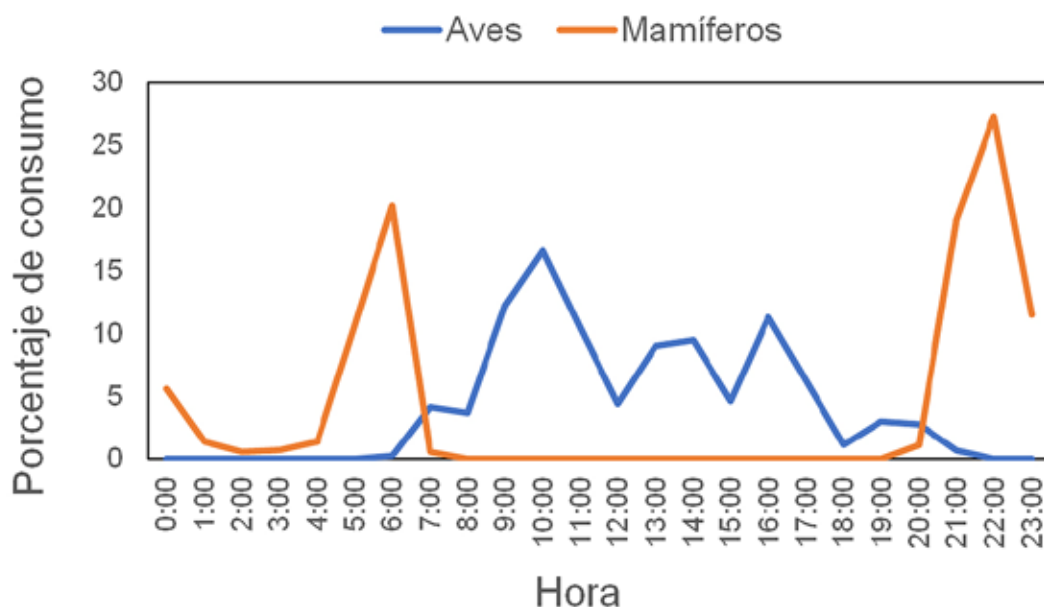




Figura 5. Patrones horarios de consumo de arándanos por aves y mamíferos.



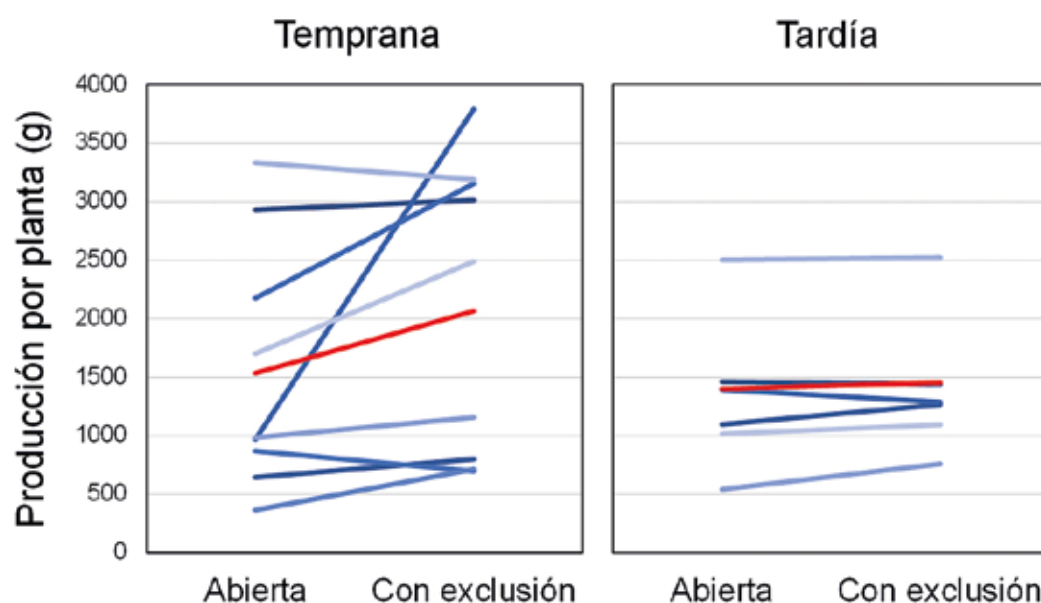
El efecto en la cosecha depende de la plantación y la variedad

El experimento de exclusión confirmó que el consumo de arándanos por aves y mamíferos reduce el rendimiento del cultivo. La producción fue significativamente mayor en las plantas de las que se excluyó a los vertebrados (1.873 g de media en todas las plantaciones, variedades y años) que en aquellas abiertas, expuestas a aves y mamíferos (1.589 g). Esto

representa una reducción global del 15,2% en la cosecha, aunque con una considerable variabilidad entre sitios y variedades. En algunas plantaciones y variedades no se observó impacto, mientras que en otras, especialmente en la variedad temprana, se perdió hasta el 75% de la cosecha en una plantación (Figura 6). De hecho, el efecto negativo de los vertebrados sobre la producción fue significativo solo en la variedad temprana, lo que coincide con que la mayoría del consumo se observó en esa variedad.



Figura 6. Producción de arándanos en plantas abiertas y en plantas con exclusión de vertebrados, para las variedades temprana y tardía. Las líneas azuladas representan diferentes plantaciones, mientras que la línea roja muestra el promedio de todas ellas.





Conclusiones y recomendaciones de manejo para mitigar la frugivoría

La comunidad de vertebrados que consumen arándanos cultivados en Asturias es diversa, con al menos 18 especies diferentes de aves y mamíferos. Sin embargo, dos especies, el mirlo y el jabalí, fueron responsables de más del 80 % del consumo. El experimento de exclusión confirmó un impacto negativo de los vertebrados sobre la producción de arándanos, aunque este efecto fue variable entre sitios y variedades, siendo las de maduración temprana las más vulnerables a las pérdidas de cosecha.

Durante nuestras visitas a las fincas de arándanos, observamos que se utilizan con frecuencia diversos dispositivos visuales, acústicos y odoríferos (como cañones de propano, señuelos que imitan rapaces, cintas reflectantes o bolsas con repelentes) para disuadir a las aves frugívoras (Figura 7). Sin embargo, estos métodos suelen ser poco eficaces, principalmente porque las aves tienden a habituarse a ellos. Combinar y rotar estas técnicas podría ayudar a contrarrestar parcialmente ese efecto de habituación.

La táctica más efectiva es evitar que los vertebrados accedan a los cultivos. Redes o cubiertas plásticas que protejan todo el cultivo pueden excluir completamente a las aves frugívoras, aunque su implementación puede resultar excesivamente costosa. Las cubiertas plásticas parciales, ya utilizadas en algunas plantaciones de arándanos en Asturias (con partes laterales y frontales descubiertas para facilitar la ventilación), tienen el potencial de disuadir a muchas especies de aves que acceden al cultivo volando desde arriba, como las palomas torcaces (*Columba palombus*) o los estorninos (*Sturnus* spp.). Sin embargo, probablemente no sean tan efectivas contra especies que utilizan el

suelo o la vegetación baja, como los mirlos. La exclusión de jabalíes y otros mamíferos parece más sencilla, pues puede lograrse mediante cercados o el uso de pastor eléctrico.

Además, las estrategias de manejo del hábitat también pueden reducir los daños causados por las aves. La instalación de posaderos y cajas nido para rapaces puede crear “paisajes de miedo” para las aves frugívoras al aumentar la presencia de estos depredadores en los cultivos y sus alrededores. A nivel paisajístico, un mayor porcentaje de hábitats arbóreos alrededor de los cultivos proporcionaría refugio para rapaces que se alimentan de aves, las cuales podrían utilizar los cultivos como hábitats de caza. Asimismo, la cetrería, o incluso el uso de halcones robóticos, podría ser una alternativa interesante para crear estos paisajes de miedo y disuadir a las aves.

Sin embargo, aún falta evidencia empírica sobre la efectividad de estos métodos de control y su análisis coste-beneficio, así como sobre las posibles consecuencias que puedan tener en los servicios agrícolas proporcionados por las especies de aves involucradas (o incluso otras especies), como el control de plagas de insectos. Todo esto requiere más investigación para poder optimizar las estrategias de manejo.

Financiación y agradecimientos

Esta investigación fue financiada por MCIN/AEI/ 10.13039/ 501100011033 – FEDER (PID2020-120239RR-100). J.J. Jiménez-Albarral recibió el apoyo de una beca FPI (PRE2021-096887). Manuel Soto ofreció una valiosa asistencia técnica en el trabajo de campo y es autor de varias de las fotografías. Los propietarios de las plantaciones amablemente nos dieron permiso para trabajar en sus cultivos y recopilaron los datos de producción.





Figura 7. Dispositivos visuales, acústicos y odoríferos para disuadir a las aves frugívoras: A) búho de plástico, B) cañón de propano, C) espantapájaros y D) bolsa con repelente.

Bibliografía

GARCÍA, D., MIÑARRO, M., MARTÍNEZ-SASTRE, R., PEÑA, R. (2018). Control de plagas de manzano de sidra por aves silvestres. *Tecnología Agroalimentaria* 21: 2-9.

GARCÍA, D., MIÑARRO, M., ILLERA, J.C., PALOMAR, G., Rumeu, B. (2022). Aves insectívoras y control biológico de plagas en cultivos de manzano de sidra de Asturias. *Phytoma* 336: 17-23.

JIMÉNEZ-ALBARRAL, J.J., GARCÍA, D., MIÑARRO, M. (2025). Vertebrate frugivory in blueberry crops: patterns across birds and mammals and consequences for yield. *Crop Protection* 193: 107213.

MIÑARRO, M., GARCÍA, D. (2021). Las cajas nido para pájaros ayudan a controlar las plagas del manzano. *Tecnología Agroalimentaria* 24: 2-7. ■



Uso de la fracción líquida del digestato como complemento a la fertirrigación en la rotación de cultivo tomate/lechuga

ISABEL FEITO DÍAZ, Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales, Programa Forestal. isabel.feitodiaz@asturias.org

JOSÉ FRANCISCO FUENTE MAQUEDA, Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales, Programa Forestal. josefrancisco.fuentemaqueda@asturias.org

LUCÍA RODRÍGUEZ PÉREZ, Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales, Programa Forestal. marialucia.rodriguezperez@asturias.org

JUAN CARLOS HERNÁNDEZ DOMÍNGUEZ, Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales, Programa Forestal. juancarlos.hernandezdominguez@asturias.org

SILVIA BAIZÁN GONZÁLEZ, Área de Experimentación y Demostración Agroforestal. silvia.baizangonzalez@asturias.org

El Residuo

El purín es quizá el residuo más problemático en las ganaderías, por los volúmenes en que se producen y por los potenciales riesgos medioambientales que conlleva su gestión.

La digestión anaerobia se plantea como una alternativa viable, si bien esta transformación genera a su vez residuos, que es necesario incorporar en actividades que resulten viables económica y medioambientalmente. Dentro de estos residuos, la Fracción Líquida o

Digestato Líquido (DL) es la más conflictiva por el volumen generado. Está fracción, obtenida tras un proceso de separación de la parte sólida, mediante centrifugación u otras técnicas, genera un coste económico, ya que ha de ser depurado.

La composición de este residuo puede ser variable, dependiendo del purín de entrada. Potencialmente puede convertirse en abono orgánico, incluso en biofertilizante, promoviendo la recirculación de nutrientes; reemplazando parcial o totalmente los fertilizantes sintéticos con el consiguiente ahorro, y cerrando el círculo del mantenimiento de la fertilidad dentro de la

biológicos. Se evaluó el vibrotamizado, con corte a 25 μm , como modo de eliminar sólidos en suspensión que podrían generar obturación de los microcanales de los sistemas de fertirriego. Se desestimó finalmente por no solucionar totalmente el problema, ya que se producen precipitaciones en el almacenado, y encarecía excesivamente las instalaciones de riego.

Las analíticas realizadas al DL no detectaron cantidades significativas de agentes patógenos y el contenido en materia seca y orgánica eran bajos, 2,0 y 0,8 %, respectivamente, así como las cantidades de macronutrientes que aportaban (Tabla 1).



Tabla 1. Contenido porcentual de los principales macronutrientes del Digestato Líquido previo a la depuración. Datos cedidos por CLAS.

Parámetro	Método	Resultado	Unidades	Aporte por m^3
N TOTAL	CALCULO / LFQ/RS/PT/012	0,49	%	4,9 kg
P₂O₅ TOTAL	METODO OLSEN / LFQ/RS/PT/004	<0,23	%	-
K₂O TOTAL	ICP/OES / LFQ/RS/PT/001	0,25	%	2,5 kg

propia explotación. No obstante, su uso podría generar lixiviados indeseados y potencialidad para alojar microorganismos patógenos, por lo que se hace necesaria la evaluación previa.

Este reaprovechamiento alcanzaría su máxima expresión en cultivos extensivos muy demandantes, como el maíz, donde se propone como riego estratégico en momentos de máxima demanda, no obstante, paralelamente se plantean otros usos complementarios, como el fertirriego de hortalizas. Con este objetivo se planteó constatar la viabilidad, desde el punto de vista productivo y medioambiental, de la sustitución total o parcial de la fertirrigación estándar por el DL en cultivos tipo, como la lechuga y el tomate.

Se utilizó DL procedente de la centrifugación, sin ningún tipo de tratamiento posterior, tratando de evitar los costes de depuración y aprovechar sus componentes orgánicos y micro-

El Cultivo

Los ensayos de tomate se realizaron con la variedad indeterminada 'Maxfuerte' y los de la lechuga con las variedades tipo 'Batavia', 'URSA' y 'Madie'.

El primer año se llevó a cabo el cultivo en contenedor para establecer las dosis de aplicación de DL en condiciones controladas. Para la lechuga se utilizó contenedor de 2 L y para el tomate de 7,5 L. El número de réplicas por tratamiento fue de 5 y se distribuyeron en las mesas de cultivo de forma secuencial. Los contenedores se rellenaron con suelo proveniente de la capa arable de la finca donde se realizarán los ensayos finales y con sustrato comercial *Press-topf* (Gramoflor). El cultivo se realizó en invernadero de cristal con control de humedad ($70 \pm 5\%$) y temperatura (20 ± 2 °C).



←
Figura 1. Ensayo de
tomate, izquierda, y
lechuga, derecha, en
contenedor.

Tras establecer la dosis de aplicación del DL, el ensayo demostrativo se realizó en invernadero de 24 x 8,5 m, con pilares rectos, cubierta de polietileno de 800 galgas y ventilación lateral. El diseño de plantación para ambos cultivos consistió en 5 repeticiones distribuidas alternando tratamiento y control, tanto transversal como longitudinalmente. Para el tomate incluía 5 líneas simples a 1,25 m, con una separación entre plantas de 0,30 m y para la lechuga líneas pareadas a tresbolillo (0,36 m x 0,20 m). La distribución de los fertilizantes se realizó alternando tubería ciega con goteros integrados. Para el segundo cultivo se utilizó la misma instalación de riego principal, pero fue necesario renovar las tuberías portagoteros ya que quedaron inservibles con el uso del DL y con la limpieza no se consiguió mantener caudales uniformes.

Se acolchó, en ambos cultivos, las líneas con plástico negro (Transmisión Relativa de Luz $\leq 1E-2$ %, EN 13655) de 60 Galgas (ISO 4591) y se colocan 4 tensiómetros, para control de riego a demanda (Irrometer ISR), así como ban-

dejas para el seguimiento de la uniformidad de los riegos. La fertilización se estableció en base a las demandas del cultivo. Para la lechuga, con una producción de 30 a 40 t/ha, las extracciones son de 120 a 140 kg/ha de N, 30 a 50 kg/ha de P y 180 a 230 kg/ha de K. Para el tomate, con una producción de 100 a 120 t, son de 340 a 410 kg/ha de N, 160 a 180 kg/ha de P y 600 a 700 kg/ha de K.

En la Tabla 2 se muestran los equilibrios utilizados para ambos cultivos, basados en los utilizados en ensayos previos del SERIDA. Para la lechuga se estableció una cadencia de 2 riegos/semana durante 9 semanas. Para el tomate, se aporta fertirrigación diaria, media de 1L/planta/día. Los microelementos se aportan como mezcla comercial Dropomix (AGRIMOR) a la dosis recomendada, 25 mg/L. La demanda hídrica de ambas especies es superior por lo que se complementa el aporte hídrico según demanda. El tomate se condujo a una sola guía, tutorado con rafia y despuntado al 5º racimo.





Tabla 2. Fertirrigación utilizada en los ensayos para lechuga y tomate.

meq/L	Lechuga	Tomate			
	Todo el cultivo	Plantación a 2º racimo	3º racimo a 5º racimo	5º racimo a 2ª recogida	2ª recogida a final
NO ₃ ⁻	19	15	15	13	13 a 11
H ₂ PO ₄ ⁻	2	2	2	1.5	1.5
SO ₄ ²⁻	2.2	6	6	5	4
Cl ⁻		2	2	2	2
NH ₄ ⁺	1.2	1.5	1.5	1	1
K ⁺	11	7.5	9	9.5	7.5
Ca ²⁺	9	12	12	8	9 a 7
Mg ²⁺	2	4	4	3	3
K/Ca+Mg		0.4	0.6	0.8	0.6 a 0.75

Los tratamientos con DL se establecen en base al aporte de N y se fijan cinco niveles de sustitución del aporte químico: 100% fertirrigación inorgánica (control); 75% fertirrigación inorgánica + 25% DL; 50% fertirrigación + 50% DL; 25% fertirrigación + 75% DL y 0% fertirrigación + 100 % DL. Tras establecer la dosis idónea en base a datos de crecimiento y calidad, se fija la proporción de DL en un 25% para los ensayos demostrativos. Solo se aplican fitosanitarios al tomate para el control de *Tuta absoluta*.

Tanto para el ensayo en contenedor, como en el ensayo demostrativo, se evaluaron diferentes parámetros, de carácter productivo y de calidad del cultivo, adecuados a cada especie y sistema de cultivo. Para el tomate, en el ensayo final, se evaluó producción de fruto, sus calibres y sus características morfológicas y, en lechuga, se evalúa tamaño y características del cogollo comercial. Se cuantifican pigmentos en hoja de lechuga y se anotan todas las fisiopatías de cada cultivo, además de la presencia de enfermedades. Se realizan análisis foliares en ambos casos.

La Dosificación

En cultivo de lechuga, los ensayos en turba no muestran diferencias en cuanto al aporte de DL, si nos referimos al tamaño final de las mismas. Pero si se utiliza suelo, la sustitución de la fertirrigación inorgánica por DL reduce el

tamaño de la parte aérea proporcionalmente a la dosis aplicada ($y=20,156x + 159,63$, $R^2=0,7817$).

En los análisis de pigmentos se establece, a partir de la relación de clorofilas a/b, que sólo la dosis más elevada de DL indujo fitotoxicidad, no obstante, para no penalizar la productividad, se establece una dosis máxima de sustitución del 25%.

Los resultados del cultivo del tomate, a diferentes dosis de sustitución, no mostraron diferencias en cuanto a desarrollo vegetativo, indicando que incluso la dosis más alta podría ser aplicable. No obstante, dado que para este cultivo no se pudo realizar control de producción de fruto, se decidió utilizar a la lechuga como indicador, desestimando las dosis por encima del 25%. A esta decisión contribuyó la problemática en la utilización de este residuo en la instalación de riego ya que, lógicamente, la proporción de obturación es proporcional a la dosis aplicada.

El Ensayo Demostrativo

El cultivo del tomate presentó como principal problemática la excesiva vegetación, con formación de brotes incluso entre los folíolos de las hojas, lo cual se suele relacionar con fertilización nitrogenada excesiva. No obstante, no se aprecia alto contenido de este elemento en los análisis foliares, pareciendo estar relacionada esta anomalía con el cultivar seleccionado. Dado que se manifiesta en ambos tratamientos, no se puede atribuir al uso de DL.

Se aprecia también rizado de hojas y clorosis de hojas basales, indicando posibles desequilibrios en los microelementos y magnesio en ambas fertilizaciones. A nivel de microelementos los análisis permiten corroborar la deficiencia en zinc. El manganeso también fue deficitario en ambos tratamientos, probablemente debido a un exceso de fosfatos, dada la alta cantidad de este macronutriente detectado en hoja.

La producción final de tomate fue baja, 7,8 kg/m², si se tienen en cuenta los estándares en Asturias para este cultivo en invernadero. Entre tratamientos no hubo diferencias en producción. El reparto por calibres se distribuyó uniformemente para ambos fertirriegos, aunque en peso total primaron ligeramente los de menor tamaño para la fertirrigación suplementada con DL y los de mayor tamaño para los que recibieron fertirriego control (Figura 2). La presencia de plagas y de fisiopatías provocó pérdidas importantes.

Respecto al tamaño y la calidad de las lechugas, no se aprecian diferencias entre tratamientos, alcanzando los 475 g de media en el cultivo con DL y 448 g en la fertirrigación totalmente química. Respecto al acogollado, las diferencias fueron aún menores. El índice de acogollado, obtenido de la relación entre los dos diámetros, dio unos valores de 0,73 para la fertilización con aditivo de DL y 0,72 para la inorgánica (Figura 3). No hubo prácticamente destrío en ninguno de los tratamientos.

Los resultados del análisis foliar no muestran diferencias entre los dos fertirriegos y ponen de manifiesto que se aplicaron algunos macronutrientes en exceso y, por el contrario, los microelementos pudieron ser limitantes, al menos hierro y manganeso, aunque se apreció sintomatología de deficiencia en hoja. Respecto a los pigmentos, no hay diferencias entre tratamientos para el contenido de clorofilas a+b y la relación entre ambas a/b, constatando la ausencia de efecto tóxico

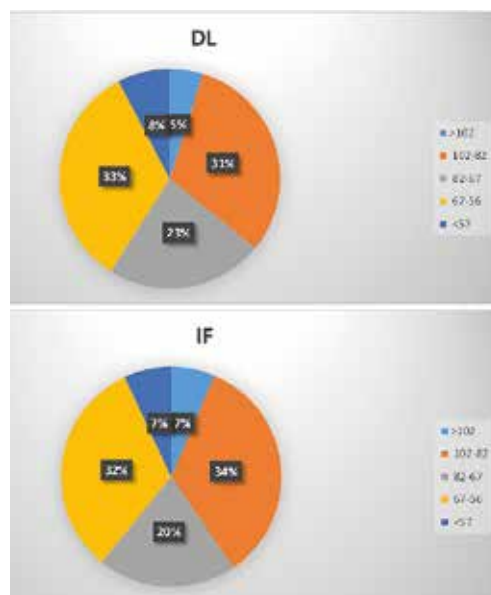


Figura 2. Distribución porcentual por calibres según tipo de abonado: abonado suplementado con Digestato Líquido (DL) y abonado inorgánico (IF).

Figura 3. Ensayo de final de lechuga, arriba, y tomate, abajo, con sustitución parcial de la fertirrigación, 25% de la demanda de nitrógeno, por DL.

El Suelo

En el análisis efectuado, antes, entre cultivos y al final de la rotación, se evalúa el impacto de los tratamientos sobre la composición química y las potenciales modificaciones de la actividad microbiológica. Se evalúa también la penetrabilidad o dureza.

El análisis físico-químico previo revela que se trata de un suelo de tipoología franco/arcillosa, con pH próximo a la neutralidad, 7,3, y una composición en materia orgánica muy buena, 3,5 %. La composición en ácidos húmicos, 1,98%, y fúlvicos, <0,50%, con un extracto húmico 2,15%, es adecuada. Presentaba una relación carbono/nitrógeno baja, menor de 10, lo que indicaría una excesiva liberación de nitrógeno nítrico. La salinidad es muy baja, con conductividad eléctrica de 0,183 mS/cm.

El impacto de la fertirrigación, desde el punto de vista físico-químico, sobre los parámetros generales como salinidad, pH, materia orgánica o la relación C/N es muy bajo o nulo. La evolución es muy similar para ambos fertirriegos, destacando que desde el intercultivo hasta el final de la rotación, el suelo pasa a ser ligeramente más fértil en nitrógeno y potasio, pero pierde dos de los microelementos, hierro y manganeso, cuyo aporte ya vimos que había sido limitante en base a los análisis foliares.

El análisis de los perfiles catabólicos-fisiológicos bacterianos muestra que la carga bacteriana, en función de los datos de la biomasa y de la respiración basal, descendería tras la rotación, respecto a la situación inicial, no apreciándose diferencia en función del tipo de riego. La diversidad funcional, medida a través del índice de Shannon, indica una tendencia a la mejora en ambos casos.

Respecto a la dureza del suelo varia notablemente en los 20 cm de profundidad evaluados y la tendencia es a una

mayor impenetrabilidad cuando se aplica el DL como complemento a la fertilización inorgánica.

Conclusión y perspectivas de futuro

La sustitución de la fertirrigación inorgánica por DL, en un porcentaje del 25%, en base al nitrógeno demandado, no supone una modificación del suelo ni de la productividad de los cultivos, por lo que sería viable. No obstante, teniendo en cuenta el consumo de DL, 620 L en toda la campaña, el volumen de este residuo potencialmente reutilizable en esta actividad no va a ser muy representativo, ya que en un invernadero estándar en nuestra zona, unos 200 m², se consumirían 1240 L en la rotación completa, que en base a la producción de purín en las ganaderías, estimada en 26 m³ por UGM, resulta un volumen muy bajo. Por tanto, siendo una actividad viable, su repercusión es muy baja, y conlleva una problemática de mantenimiento de los sistemas de fertirriego.

Agradecimientos

El desarrollo de los ensayos no habría sido posible sin la inestimable participación del personal operativo de campo y del personal administrativo que colaboró en las tramitaciones. Agradecemos a CLAS el suministro del DL y la información proporcionada sobre el residuo, incluidos los datos analíticos. Agradecemos también la colaboración de COGERSA que permitió valorar el sistema de vibrotamizado.

Financiación

Proyecto CERES: Tecnologías circulares innovadoras para la transformación y la resiliencia del sector agroalimentario. CPP2021-008651/AEI/10.13039/501100011033/ Unión Europea NextGenerationEU/PRTR. ■



Monitorización vía satélite de las poblaciones de rata topera para mejorar su control a gran escala

AITOR SOMOANO. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Investigación en Fruticultura. SERIDA. aitor.somoanogarcia@asturias.org

ANA DEL CERRO. Área de Sanidad Animal. anamaria.delcerroarrieta@asturias.org

CARLOS GARCÍA. Tragsatec. Galicia, España. cgarci13@tragsa.es

FIDEL CASTRO. Tragsatec. Galicia, España. fcastro2@tragsa.es

JOSÉ ANTONIO FERNÁNDEZ. Tragsatec. Galicia, España. jferna19@tragsa.es

CARMEN MÉNDEZ. Tragsatec. Galicia, España. cmendez2@tragsa.es

PABLO IGLESIAS. Servicio de Explotación Agrícola de Lugo, Xunta de Galicia. Galicia, España. pablo.iglesias.lopez@xunta.gal

VÍCTOR ANDRÉS ÁLVAREZ. Servicio de Explotación Agrícola de Lugo, Xunta de Galicia. Galicia, España. victor.andres.alvarez.arias@xunta.gal

Los pequeños mamíferos desempeñan un papel clave en los ecosistemas terrestres, tanto por su participación en las redes tróficas como por los servicios ecosistémicos que prestan. No obstante, algunas especies pueden convertirse en plagas agrícolas cuando alcanzan elevadas densidades poblacionales. Este es el caso de la rata topera (*Arvicola scherman*), una especie

autóctona ampliamente distribuida en zonas prados, pastos y plantaciones de frutales del norte de España (Somoano 2020), que causa importantes pérdidas agrícolas como consecuencia de su alimentación sobre los cultivos y su actividad excavadora (Somoano 2023). Esta especie experimenta oscilaciones muy notables en su densidad poblacional, con años de elevada abundancia y no-



Imagen de parcelas afectadas por la rata topera y ejemplo de paisaje dominante en los Ancares, Lugo, Galicia.



tables daños agrícolas asociados, seguidos de otros con densidades considerablemente menores. Cuando ocurren las explosiones demográficas (picos de población), estos roedores pueden dispersarse fácilmente en paisajes dominados por hábitats favorables (prados, pastizales y plantaciones de frutales), posibilitando que estos incrementos de densidad poblacional sucedan a gran escala. En áreas como el noroeste de la península ibérica, estas explosiones demográficas se han vuelto recurrentes, generando pérdidas económicas significativas en plantaciones de frutales y en los sistemas agroganaderos extensivos (Somoano et al. 2018, Somoano 2024), y aumentando el riesgo sanitario por su potencial como reservorio de patógenos zoonóticos (Espí et al. 2017).

El seguimiento y control de esta especie se enfrenta a múltiples limitaciones, especialmente en paisajes agrarios de alta heterogeneidad (Somoano et al. 2022). Métodos tradicionales basados en muestreo de campo resultan costosos y laboriosos, mientras que las particularidades ecológicas de *A. scherman*, como su rápida capacidad de dispersión y colonización de nuevos hábitats, dificultan la implementación de estrategias de control efectivas (Somoano et al. 2025b). En este contexto, tecnologías como la teledetección han mostrado cierto potencial para optimizar programas de monitoreo a gran escala, permitiendo evaluar de forma indirecta la distribución y abundancia de roedores a partir de la respuesta espectral de la vegetación (Somoano et al. 2025a).

El presente trabajo tiene como objetivo desarrollar un marco metodológico integrador para la predicción de hábitats de la rata topera y el seguimiento de sus poblaciones en paisajes de montaña del noroeste peninsular, empleando datos del satélite Sentinel-2 y algoritmos de inteligencia artificial. En concreto, se pretende (1) generar un modelo predictivo de hábitat a alta resolución espacial basado en variables espectrales, topográficas y climáticas, y

(2) establecer un índice de daño derivado de la teledetección que permita inferir la abundancia relativa de la especie en función de la severidad del impacto sobre la vegetación herbácea (Somoano et al. 2025a).

Área de estudio y muestreo

El estudio se llevó a cabo en un sistema agrario de media montaña localizado en el oriente de la provincia de Lugo (Galicia, NW España; 42°45'N, 7°14'W), abarcando una superficie aproximada de 1.285 km² distribuidos en ocho municipios: As Nogais, Baleira, Cervantes, Folgoso do Courel, Navia de Suarna, Pedrafita do Cebreiro, Samos y Triacastela (Fig. 1). El paisaje presenta una elevada heterogeneidad espacial, conformado por un mosaico de prados de siega, pastos permanentes, cultivos anuales, pequeños núcleos rurales y fragmentos de vegetación seminatural, principalmente bosques de frondosas y coníferas, y brezales. La actividad agroganadera se basa en explotaciones de tipo extensivo, con parcelas de reducido tamaño separadas por muros de piedra o setos arbustivos, coexistiendo con superficies comunales de mayor tamaño dedicadas principalmente al aprovechamiento forrajero.

La abundancia relativa de *A. scherman* fue estimada mediante observación de signos de actividad en superficie, principalmente montículos de tierra (Somoano et al. 2025a). En cada parcela muestreada se trazó un transecto a lo largo de su mayor dimensión, dividiéndolo en intervalos de 10 m. Para cada intervalo se registró la presencia o ausencia de actividad en una superficie de 2 m². El Índice de Abundancia (IA) se calculó como el cociente entre el número de intervalos positivos y el total de intervalos del transecto, y se categorizó en cinco niveles: 0 (ausencia), 1 (1–25%), 2 (25–50%), 3 (50–75%) y 4 (>75%). Los muestreos se realizaron dos veces al año (primavera y otoño) entre 2021 y 2024 (Somoano et al. 2025a).

Datos de teledetección y desarrollo de modelos de inteligencia artificial

Se emplearon imágenes del satélite Sentinel-2 obtenidas a través de la API de Google Earth Engine. Para garantizar la calidad de los datos se utilizó una herramienta que permitió depurar errores mediante el análisis temporal de los índices espectrales. Se incorporaron datos meteorológicos proporcionados por Open-Meteo, incluyendo promedios mensuales de temperatura, precipitación y humedad relativa correspondientes al periodo de estudio. Se analizaron 26 variables espectrales, incluyendo bandas nativas del satélite y diferentes índices de vegetación y humedad. Estas variables se emplearon tanto para la predicción de hábitats como para el desarrollo de un índice de daño. El índice de daño se ajustó posteriormente a las condiciones climáticas anuales para generar un Índice de Daño Optimizado (ODI).

Para la predicción de hábitats potenciales, se etiquetaron 82.905 píxeles de 10x10 m con información sobre presencia/ausencia de *A. scherman* en el municipio de Cervantes (Fig. 2). Se utilizó un algoritmo de Random Forest con técnicas de estandarización y balanceo de clases mediante SMOTE. La predicción se aplicó sobre un total de 15.697.648 píxeles en los ocho municipios. El modelo para el ODI se entrenó con 16.768 registros de abundancia de rata topera provenientes de todas las localidades

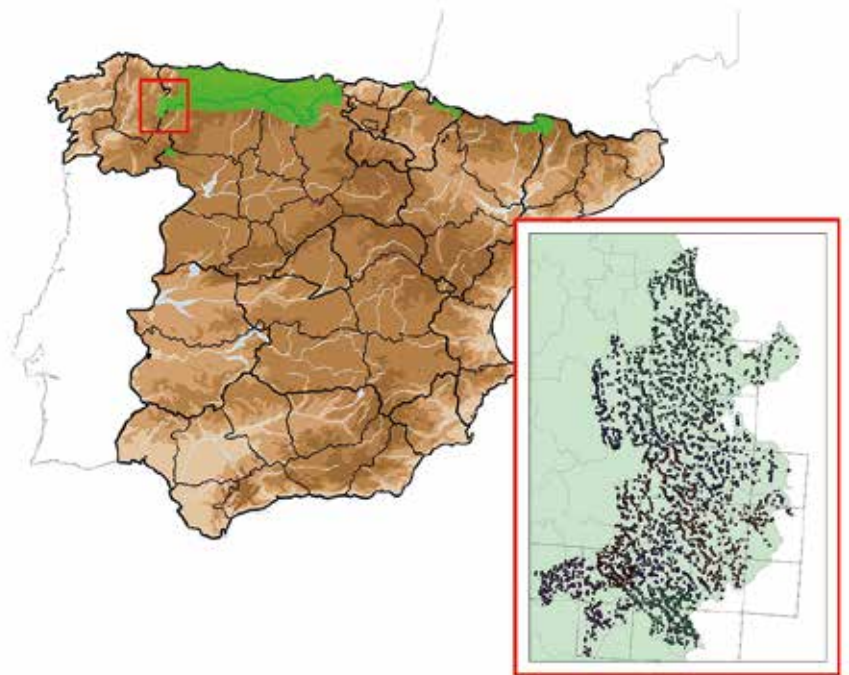


Figura 1. Área de distribución de la rata topera, *A. scherman*, en España (verde), con la zona de estudio resaltada en rojo. Los puntos de muestreo se muestran dentro del área de estudio.

del estudio. Se emplearon combinaciones personalizadas de las bandas NIR y SWIR de Sentinel-2, ajustadas por variables climáticas mensuales. Todo el procesamiento y análisis de datos fue realizado mediante Python 3.11.5, mientras que QGIS 3.28 se empleó para tareas de etiquetado geoespacial.

Aplicación de los modelos

Durante el periodo de muestreo se evaluaron un total de 23.834 parcelas, abarcando una superficie aproximada de 8.058 hectáreas afectadas por la presencia de *A. scherman*. Se obtuvieron 16.768 estimaciones de abundancia relativa a lo largo de las campañas de campo. El modelo de predicción de hábitats alcanzó una precisión del 97,01 % utilizando una partición del 80 % de los datos para entrenamiento y el 20 % para validación. La validación arrojó una precisión media del 96,39 %, con una desviación estándar de 0,0016. La aplicación del modelo permitió identificar adecuadamente las zonas potenciales de ocupación por parte de la especie, estimando que aproximadamente el 30 % de los 15.697.648 píxeles analizados corresponden a hábitats adecuados para *A. scherman* en el área de estudio.



Figura 2. Izquierda de la página. Ortofoto de la zona de prueba de predicción y los resultados de la clasificación, donde los píxeles de 10x10 metros asignados al hábitat de *A. scherman* aparecen resaltados en amarillo claro.



Tabla 1. Variación media mensual y anual del Índice de Daño Optimizado (IDO) según el Índice de Abundancia (IA) de *A. scherman*.

Promedio ODI	IA = 0	IA = 1	IA = 2	IA = 3	IA = 4
Enero	0,76	0,74	0,74	0,73	0,70
Febrero	0,77	0,77	0,73	0,74	0,71
Marzo	0,81	0,80	0,77	0,74	0,74
Abril	0,85	0,82	0,77	0,76	0,72
Mayo	0,84	0,81	0,79	0,77	0,70
Junio	0,79	0,73	0,74	0,69	0,71
Julio	0,72	0,72	0,69	0,68	0,63
Agosto	0,74	0,70	0,69	0,63	0,61
Septiembre	0,72	0,71	0,72	0,67	0,70
Octubre	0,79	0,76	0,74	0,71	0,69
Noviembre	0,81	0,74	0,77	0,74	0,74
Diciembre	0,81	0,77	0,78	0,73	0,75
Media anual	0,75	0,74	0,73	0,68	0,67

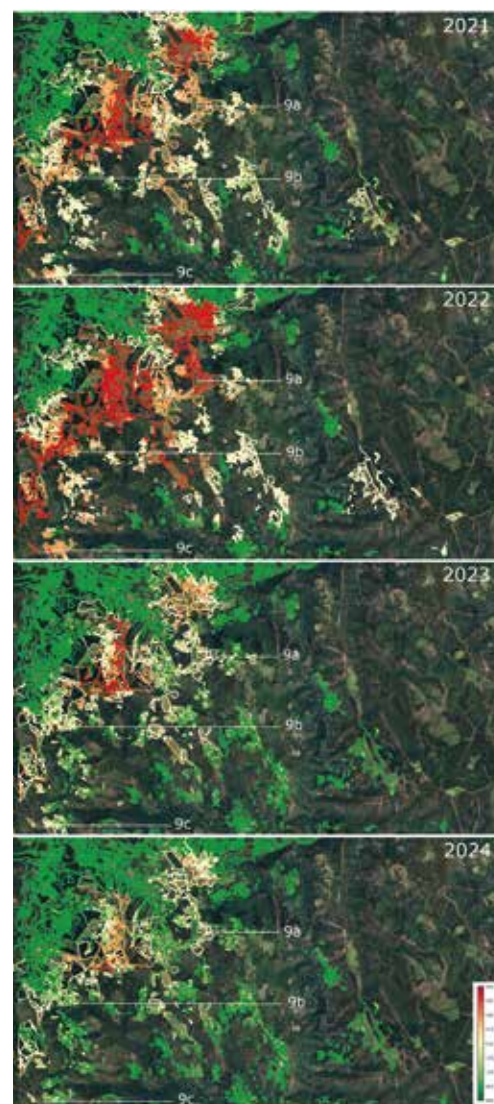


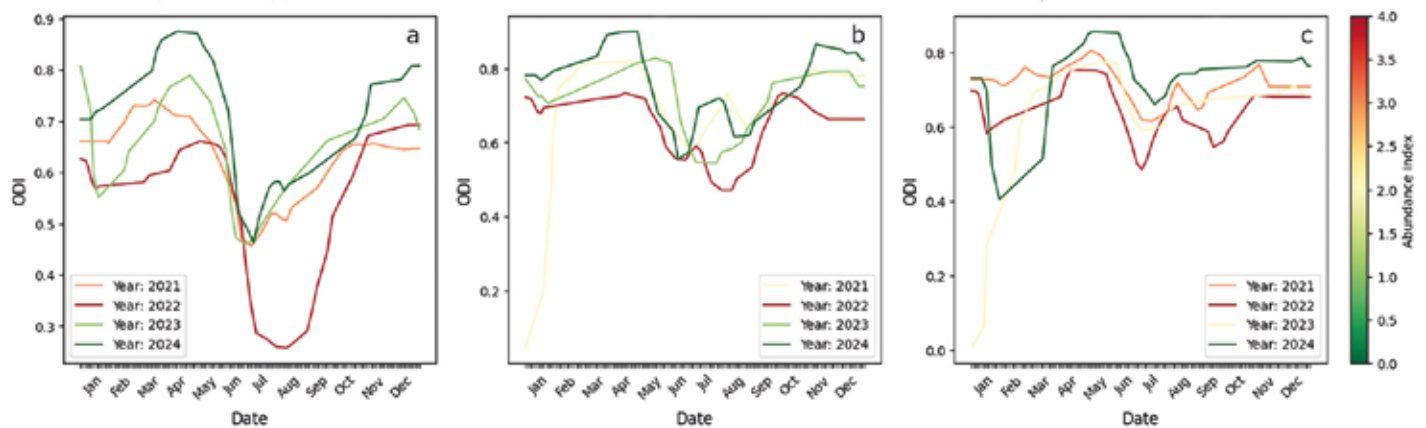
Figura 3. Derecha de la página. Área afectada por *A. scherman*, donde se aplicaron tanto el modelo de identificación de hábitats como el modelo de Índice de Daño Optimizado (IDO) para inferir la abundancia de especies en relación con el daño a la vegetación en los hábitats potenciales. El color de los contornos representa el Índice de Abundancia (IA) inferido de cada parcela para cada año, como indica el gradiente de la derecha. Se hace referencia a tres parcelas correspondientes a los gráficos de la figura 3 (a, b, c).

El índice de daño permitió distinguir los patrones anuales generales de los prados respecto a otras coberturas no asociadas al hábitat del topillo. Utilizando las 16.768 observaciones de IA registradas en campo, se calcularon valores medios del ODI a escala anual y mensual (Tabla 1). Los periodos correspondientes al conjunto del año y a los meses de abril y agosto resultaron ser los más robustos para detectar reducciones del vigor vegetal asociadas a la presencia de topillos (anual: $r = -0,26$; abril: $r = -0,39$; agosto: $r = -0,42$; $p < 0,01$).

La aplicación del modelo final sobre el conjunto de los 15.697.648 píxeles permitió identificar las parcelas potencialmente ocupadas por la especie. En la Figura 3 se representan una zonas a lo largo de los años 2021, 2022, 2023 y 2024, visualizándose variaciones temporales en la distribución y densidad de *A. scherman*. Asimismo, se seleccionaron

tres parcelas con datos de abundancia para vincular directamente las estimaciones del ODI con los registros de campo (Fig. 4a–c). En conjunto, los años 2021 y especialmente 2022 presentaron valores medios bajos de ODI, lo que indica mayores niveles de daño y actividad de topillos, mientras que en 2023 y 2024 se observó una disminución en la actividad de la especie, coincidiendo con signos de recuperación de la vegetación y una reducción progresiva de las densidades registradas. Aunque no se dispone de estimaciones de abundancia directa en campo para algunos de estos años, el modelo fue capaz de inferir variaciones poblacionales durante estos periodos (Fig. 5), siguiendo patrones temporalmente consistentes al comparar con parcelas para las que sí existe información.





Discusión

Este trabajo, ha puesto de relieve el potencial de las imágenes satelitales Sentinel-2 para el seguimiento y la predicción de las poblaciones de ratas topera, una especie excavadora que ocasiona graves pérdidas en sistemas agrícolas (Somoano et al. 2018, Somoano 2024). Esta herramienta ofrece una alternativa eficaz y de bajo coste a los métodos tradicionales de muestreo en campo, que suelen ser laboriosos y limitados en escala (Somoano et al. 2025b), abriendo nuevas posibilidades para una vigilancia más amplia, preci-

sa y en tiempo real. El estudio integra un modelo de identificación de hábitat con una precisión del 97% y un Índice de Daño Optimizado (ODI), diseñado para diferenciar mejor el impacto de los topillos frente a efectos climáticos como sequías o variaciones estacionales en la salud de la vegetación (Somoano et al. 2025a). A diferencia de índices convencionales (NDVI, EVI, SAVI), el ODI incorpora variables climatológicas, lo que reduce las inconsistencias interanuales y permite una interpretación más fiable de los daños. Los resultados destacan especialmente los meses de abril y agosto como periodos clave, ya que coinciden con

Figura 4. Gráficos que muestran la relación entre el Índice de Abundancia (IA) y el Índice de Daños Optimizado (ODI) de *A. scherman* para las parcelas indicadas en la Fig. 4 con datos de muestreos múltiples. Los gráficos ilustran cómo varía el índice entre el 1 de enero y el 31 de diciembre para una parcela dada a lo largo de diferentes años. El color de cada línea representa el IA de esa parcela para cada año, como indica el gradiente de la derecha.

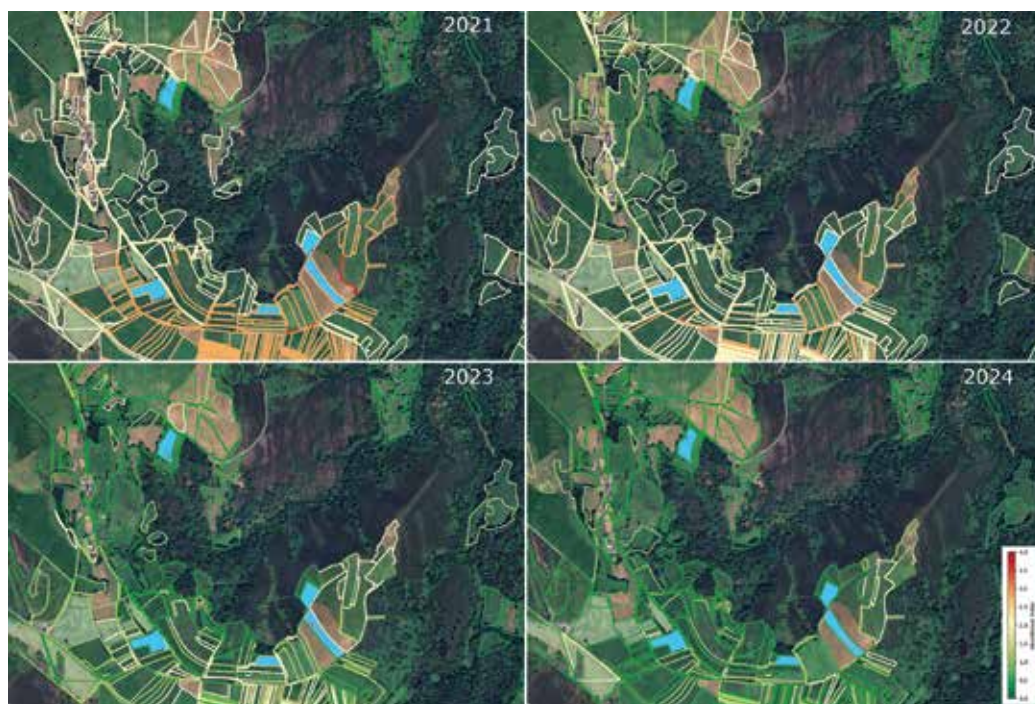


Figura 5. Detalle de un área afectada por *A. scherman*, en la que se aplicaron tanto el modelo de identificación de hábitats como el modelo del Índice de Daño Optimizado (ODI) para estimar la abundancia de la especie en relación con el daño a la vegetación en los hábitats potenciales. Las parcelas que aparecen en azul indican ubicaciones con datos de estudios de campo sobre la abundancia relativa. El color de las curvas de nivel representa el Índice de Abundancia (AI) estimado de cada parcela para cada año, tal y como indica el degradado de la derecha.



picos en la dinámica de la vegetación y con una mayor actividad de los roedores (abril), lo que facilita la detección de daños relacionados con su presencia (Somoano et al. 2025a).

La capacidad del modelo para detectar tanto hábitats ocupados como potenciales, y para inferir dinámicas poblacionales incluso en años sin datos de campo, aporta una ventaja estratégica. Esto posibilita identificar zonas de riesgo y orientar la gestión hacia un enfoque más preventivo, priorizando áreas críticas y optimizando el uso de recursos incluso en zonas con un paisaje muy heterogéneo y orografía compleja (Somoano et al. 2022). La dinámica de esta especie incluye dispersión juvenil y sobreexplotación de hábitats, lo que genera fluctuaciones locales (Somoano 2024). En este sentido la integración de índices sensibles a determinadas especies vegetales podría la relevancia ecológica de las predicciones y permitiría anticipar patrones de colonización y dispersión.

El estudio subraya la importancia de continuar refinando los modelos mediante la incorporación de datos climáticos de mayor resolución, la validación con series de campo a largo plazo y el uso de nuevas tecnologías, como sensores térmicos o drones, que permitan detectar madrigueras y daños en vegetación densa (Somoano et al. 2025a). También plantea el reto de integrar técnicas de aprendizaje automático para mejorar la clasificación del uso del suelo y comprender cómo influye en la dispersión del topillo, avanzando hacia modelos predictivos que simulen con mayor realismo la colonización y expansión de la especie. No obstante, esta investigación muestra que el uso de teledetección y modelos avanzados no solo puede mejorar la vigilancia y el control de la rata topera en paisajes heterogéneos, sino que también puede contribuir a estrategias de manejo más sostenibles, económicas y adaptadas a gran escala (Somoano et al. 2025a). En conjunto,

estos avances apoyan una transición hacia estrategias de control preventivo adaptadas al contexto agrícola y ecológico de la Cornisa Cantábrica.

Conclusiones

De este trabajo se desprenden varias aplicaciones prácticas relevantes:

1. **Detección temprana y control focalizado:** identificar hábitats de riesgo y momentos de mayor actividad permite aplicar medidas de control más eficaces y prevenir daños extensivos en cultivos.
2. **Vigilancia rentable:** el uso de datos gratuitos de Sentinel-2 reduce la necesidad de trabajo de campo, facilitando el monitoreo a gran escala con recursos limitados.
3. **Integración en sistemas de apoyo a la decisión:** los modelos desarrollados pueden incorporarse a plataformas regionales de gestión de plagas, aportando predicciones espaciales en tiempo real.
4. **Adaptabilidad a otras especies o regiones:** este marco metodológico puede aplicarse al seguimiento de otras plagas agrícolas o en distintos agroecosistemas con desafíos similares.

Financiación

Este trabajo fue financiado por la Dirección Xeral de Ganadería, Agricultura e Industrias Agroalimentarias de la Consellería do Medio Rural de la Xunta de Galicia, la Dirección General de Medio Natural y Planificación Rural de la Consejería de Medio Rural y Cohesión Territorial del Principado de Asturias, el Plan Complementario de Agroalimentación AGROALNEXT (Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, Gobierno de España – NextGeneration EU), y el proyecto GRUPIN NYSA (IDE/2024/000764).



Agradecimientos

Los autores agradecen a Geoffroy Couval y a Patrick Giraudoux por su valioso apoyo en la consolidación del marco teórico y práctico que hizo posible el desarrollo de esta investigación. Un agradecimiento especial a todos los agricultores que generosamente permitieron el acceso a sus tierras.

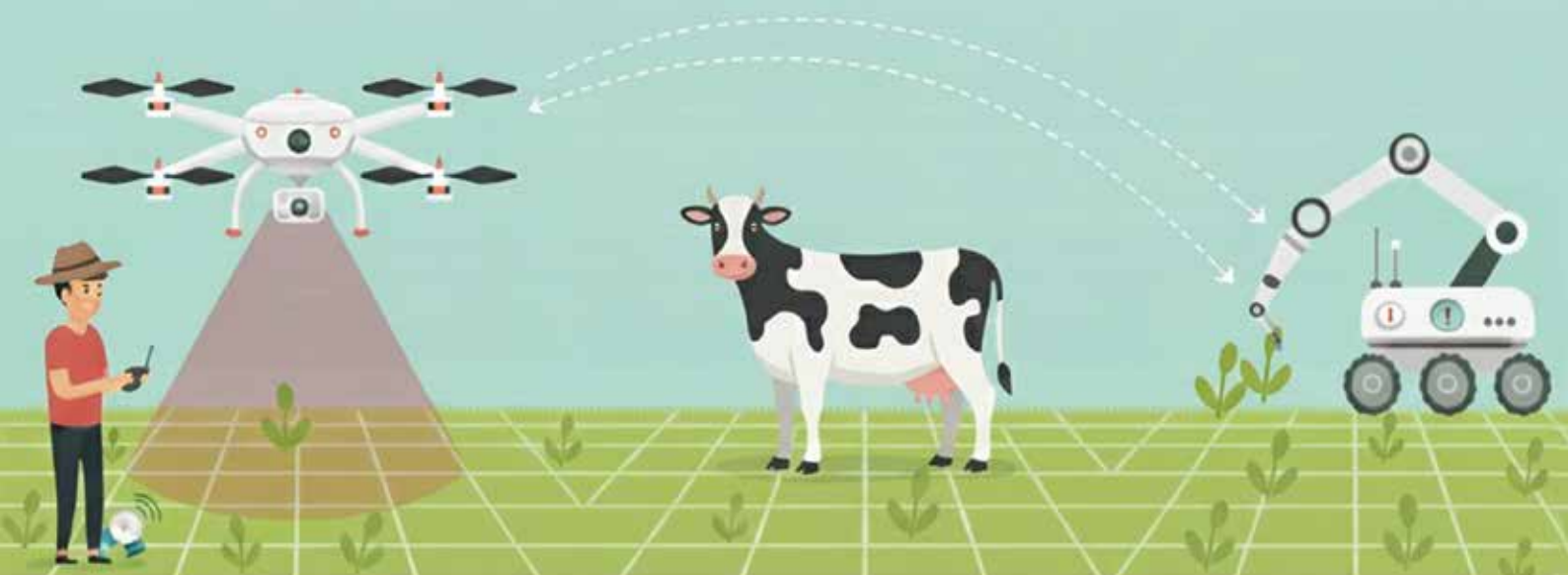
Referencias bibliográficas

- ESPÍ, A., DEL CERRO, A., SOMOANO, A., GARCÍA, V., PRIETO, J. M., BARANDIKA, J. F., GARCÍA-PÉREZ, A. L. 2017. Prevalencia y diversidad de *Borrelia burgdorferi* sensu lato en garrapatas y pequeños mamíferos de una Reserva Natural del noroeste de España donde la borreliosis de Lyme es endémica. Incidencia en las poblaciones humanas circundantes. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 35(9), 563-568.
- SOMOANO, A., VARONA, L., RUBIO, A., TARRAGONA, C., DEL CERRO, A. (2025). Large-scale remote sensing model enables an integrated monitoring approach for high-resolution tracking pest vole populations. *Scientific Reports*, 15(1), 41201.
- SOMOANO, A., DEL CERRO, A., GARCÍA, C., CASTRO, F., FERNÁNDEZ, J.A., MÉNDEZ, C., LÓPEZ-LÓPEZ, C., Espí, A., Couval, G., Giraudoux, P., Iglesias, P., Álvarez, V.A. 2025. Campagnols - Explosion démographique en Espagne: conséquences et expériences. *Phytoma*, 783, 21-26.
- SOMOANO, A. 2024. Actualización de la distribución de la rata topera, *Arvicola scherman*, en Asturias y León, NO de España. *Galemys, Spanish Journal of Mammalogy*, vol 36.
- SOMOANO, A. 2023. *Arvicola scherman* Shaw (Rata topera), en Guía de Gestión Integrada de Plagas para el cultivo de Pasto. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, pp. 79-84
- SOMOANO, A., VENTURA, J., MIÑARRO, M. 2022. El paisaje agrícola tradicional de Asturias limita la expansión de las plagas de roedores. *Tecnología Agroalimentaria*. 27: 24 - 29.
- SOMOANO, A. 2020. El papel de la rata topera (*Arvicola scherman*) como plaga agrícola en el noroeste de España: ¿desde cuándo? *Galemys*. 32: 61-63.
- SOMOANO, A., VENTURA, J., MIÑARRO, M. 2018. Reproducción continua de la rata topera en pomaradas asturianas. *Tecnología Agroalimentaria*. 20: 22 - 27. ■



←
Indicios hierba alta,
toperas secas





Drones para identificar y eliminar malas hierbas en pastos y cultivos: la tecnología GRASSGUARD del proyecto GUARDIANS

JAIRÓ GARCÍA RODRÍGUEZ. Área de Nutrición, Pastos y Forrajes. jairo.garciarodriguez@asturias.org

CARMEN DÍEZ MONFORTE. Departamento de Investigación y Servicios Tecnológicos. mariadelcarmen.diezmonforte@asturias.org

RAFAEL CELAYA AGUIRRE. Área de Sistemas de Producción Animal. rafael.celayaaguirre@asturias.org

FERNANDO VICENTE MAINAR. Área de Nutrición, Pastos y Forrajes. fernando.vicentemainar@asturias.org

JITKA KUMHÁLOVÁ. Departamento de Vehículos y Transporte Terrestre. Facultad de Ingeniería de la Universidad Checa de Ciencias de la Vida (CZU). kumhalova@tf.czu.cz

FRANTISEK KUMHÁLA. Departamento de Maquinaria Agrícola. Facultad de Ingeniería de la Universidad Checa de Ciencias de la Vida (CZU). kumhala@tf.czu.cz

ROCÍO ROSA GARCÍA. Área de Nutrición, Pastos y Forrajes. rocio.rosagarcia@asturias.org

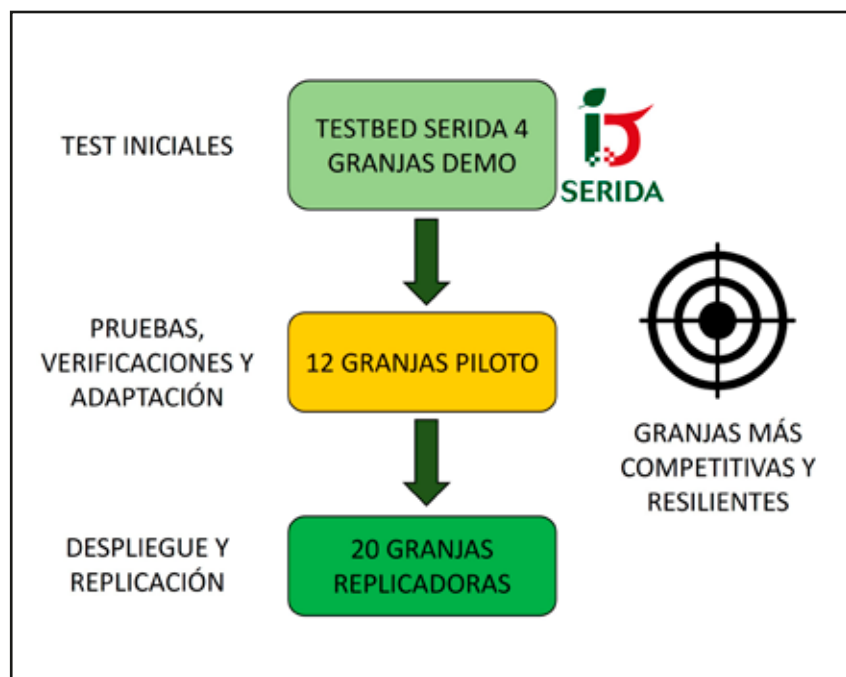
El Proyecto GUARDIANS

El SERIDA y la Facultad de Ingeniería de la Universidad Checa de las Ciencias de la Vida de Praga (TF CZU), junto con otros 19 socios, forman parte del consorcio del proyecto Horizonte Europa "GUARDIANS" desde el año 2023. El propósito principal de este proyecto es proporcionar a los pequeños y medianos ganaderos y agricultores soluciones tecnológicas innovadoras adaptadas al contexto social y regional, con la intención de hacerlos más competitivos en mercados dominados actualmente por grandes explotaciones agropecuarias. Esto permitiría, además, promover la instauración y el uso de modelos producti-

vos más respetuosos con el medioambiente. En este sentido, la revolución digital vivida en los últimos tiempos ha propiciado un entorno adecuado para aplicar la automatización y robotización en el campo de la agricultura y la ganadería, lo que puede contribuir a mejorar la productividad y competitividad, reduciendo a su vez la carga de trabajo manual a desempeñar por los productores. La entidad coordinadora de este proyecto es la Fundación Centro Tecnológico de la Información y la Comunicación (CTIC). El consorcio GUARDIANS está formado por 21 socios de ocho países europeos, e incluye desarrolladores de tecnología, centros de investigación, cooperativas agrícolas, centros agroali-

mentarios, centros de integración digital, grandes empresas alimentarias y entidades de innovación empresarial y social.

La Figura 1 muestra una representación esquemática de los recursos disponibles y la secuencia de actividades que se están realizando en el proyecto GUARDIANS, con el fin de evaluar y validar varias soluciones digitales en las explotaciones agropecuarias. En primer lugar, se probaron nueve tecnologías en cuatro granjas experimentales o granjas demo del SERIDA (Tabla 1) que ofrecen un ambiente controlado y relevante, por lo que han jugado un destacado papel como banco de pruebas o *testbed* en el proyecto. Para más información sobre estas tecnologías se puede consultar el artículo realizado por García Rodríguez et al. (2024).



GRANJAS EXPERIMENTALES DEL SERIDA				
	Samielles	Villanueva	La Mata	Carbayal
Tipología de la granja	Pastos y cultivos herbáceos	Pastos y agricultura regenerativa	Pastos y cultivos leñosos	Pastos para producción ganadera
Tipo de ganado	Ganado bovino de leche	Ganado bovino de carne	Ganado bovino y ovino de carne	Ganado bovino, ovino, caprino y caballar de carne
Vegetación	Pastos mejorados, praderas y cultivos forrajeros	Pastos y praderas seminaturales	Praderas, huertos y frutales	Pastos mejorados, matorrales y repoblaciones forestales
Superficie (ha)	23	28	20	220
Altitud (m.s.n.m.)	20-50	40-100	60-65	800-1000

Las granjas demo del SERIDA son ejemplos de tipologías agroambientales relevantes de granjas a nivel europeo: desde cultivos herbáceos (Samielles) a leñosos (La Mata), pasando por la agricultura regenerativa (Villanueva) y los pastos con superficies herbáceas y/o matorrales (El Carbayal). Una vez evaluada la funcionalidad básica de las nueve tecnologías en las granjas del

SERIDA, éstas se están probando en un ambiente real en 12 granjas piloto de varias regiones de la Unión Europea, concretamente de España (Castilla y León y Asturias), Italia, Suecia y República Checa. Una vez las tecnologías hayan sido probadas, adaptadas y mejoradas en estas granjas, el proyecto se centrará en el despliegue y la replicación de las

Figura 1. Resumen de los recursos y la secuencia de actividades para la implementación de las tecnologías digitales innovadoras en el proyecto GUARDIANS. *Testbeds* = 4 granjas demo del SERIDA para realizar las pruebas preliminares. Granjas piloto = 12 granjas de 6 regiones de la UE para probar, mejorar y adaptar las tecnologías. Granjas replicadoras = 20 granjas de la UE para replicar las pruebas de las tecnologías bajo diferentes condiciones.

Tabla 1. Resumen de las características de las cuatro granjas demo del SERIDA

tecnologías en unas 20 granjas replicadoras, bajo condiciones diferentes a las de las granjas piloto. Se espera que las tecnologías desarrolladas en GUARDIANS lleguen a un total de 95 explotaciones agropecuarias de toda la UE al final del proyecto.

Además, en el año 2025 se lanzó una convocatoria abierta (*Open Call*) para incluir más tecnologías innovadoras que puedan ser útiles para pequeñas y medianas explotaciones agropecuarias. Las propuestas fueron evaluadas por un panel de evaluadores expertos externos al proyecto, incorporándose otras nueve soluciones digitales innovadoras a GUARDIANS para su desarrollo y validación.

La tecnología GRASSGUARD

Este artículo se centra en la tecnología GRASSGUARD, que está siendo desarrollada en la TF CZU de Praga. El equipo de la TF CZU está compuesto por expertos del Departamento de Maquinaria Agrícola, del Departamento de Vehículos y Transporte Terrestre y la empresa *start-up* Prolab Engineering s.r.o. Este equipo multidisciplinar está desarrollando una plataforma tecnológica automática formada por dos unidades: un dron terrestre y un dron aéreo. El dron terrestre se encargará de segar de forma selectiva los restos vegetales no pastados en base a la información obtenida a partir de imágenes georreferenciadas u ortofotos tomadas por el dron aéreo semiautónomo. En este sentido, el término georreferenciar indica la posibilidad de localizar en el espacio los elementos presentes en imágenes utilizando las coordenadas geográficas. Por su parte, una ortofoto se define como una imagen aérea corregida digitalmente para que tenga la misma escala en toda su superficie y la precisión geométrica de un mapa, eliminando las distorsiones causadas por la perspectiva de la cámara o el relieve del terreno.

Los drones aéreos y terrestres pueden ser herramientas muy útiles de apoyo para muchas tecnologías. El sector productivo está incorporando activamente estas herramientas para obtener fotografías de gran calidad con drones cuyos precios son cada vez más asequibles. Además, estas imágenes se pueden georreferenciar con facilidad, lo que da lugar a una gran variedad de potenciales aplicaciones para su uso en intervenciones controladas, como pueden ser la detección y eliminación de maleza, la detección de enfermedades en los cultivos o pastos, o la evaluación de su estado de crecimiento.

GRASSGUARD se diseñó inicialmente para trabajar sobre pastos. El ganado tiene preferencia por ciertas plantas sobre otras, lo que puede potenciar el desarrollo de las menos apetecibles. Si no se actúa a tiempo, los pastos pueden perder calidad al reducirse la superficie ocupada por las plantas con mayor valor nutritivo para el ganado. Sin embargo, la tarea de eliminar estas plantas suele exigir bastante trabajo y tiempo a los agricultores y ganaderos, especialmente cuando se trata de grandes áreas.

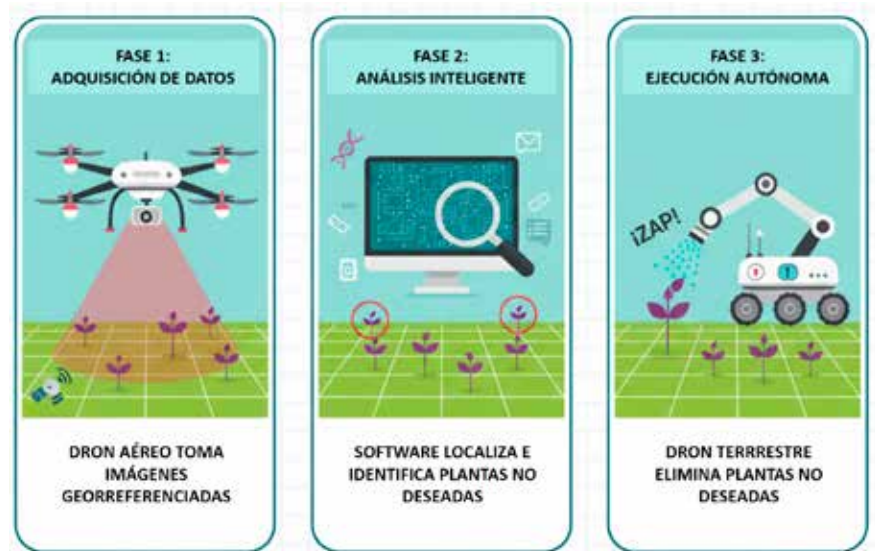
La tecnología GRASSGUARD consiste en tres fases fundamentales (Figura 2). Inicialmente (Fase 1) hay que tomar las imágenes georreferenciadas del área de interés utilizando un dron aéreo. A continuación, a partir de estas imágenes se generan ortofotos en las que se reconocen las principales plantas no deseadas, incluyendo su localización en el pasto (Fase 2). Por último, estas especies vegetales se eliminan utilizando un dron terrestre que trabaja de forma autónoma (Fase 3). Así, esta tecnología podría tener un gran potencial para mejorar el manejo de las explotaciones y su competitividad, que es uno de los principales objetivos del proyecto GUARDIANS.

La tecnología GRASSGUARD en el SERIDA: de la teoría a la práctica

Para la validación inicial de esta tecnología se seleccionaron los pastos de dos granjas demo del SERIDA, situadas ambas en Villaviciosa (Asturias) y especializadas en ganado vacuno en pastoreo. Esta fase de ensayo en un banco de pruebas es crucial para ajustar la tecnología al contexto local, detectar problemas técnicos y prácticos, y buscar la forma de resolverlos. La granja de Samielles cuenta con un rebaño de ganado vacuno lechero de raza frisona y la granja de Villanueva con un rebaño de vacuno de carne de la raza autóctona Asturiana de los Valles. El objetivo de esta prueba era garantizar que los procedimientos fueran repetibles y se pudieran incorporar en la práctica habitual de una granja, por lo que la preparación completa de esta fase incluyó varias etapas.

Inicialmente, se seleccionaron las parcelas que se iban a fotografiar con el dron aéreo. Para ello, las parcelas se clasificaron previamente en distintas categorías en función de su uso: pastoreo rotacional de vacuno lechero, pastoreo rotacional de vacuno de carne, praderas cultivadas y rotación de cultivos de maíz y especies forrajeras de invierno. Antes de los vuelos con los drones, se recopiló información de las parcelas y se realizaron los trámites administrativos necesarios para los vuelos de los drones. Para ello se completaron las siguientes actividades:

- Determinar la ubicación y la altura exacta del relieve, ya que el terreno en esta zona es muy irregular y las líneas eléctricas suelen atravesar las parcelas.
- Obtener los permisos de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea para realizar los vuelos en caso de que la categoría de vuelo lo requiera.



- Inspección visual detallada de las parcelas por personal del SERIDA.

Una vez seleccionadas las parcelas, el personal del SERIDA identificó sobre el terreno la vegetación no pastada, incluyendo árboles y arbustos, antes de realizar los vuelos. Esta información es fundamental para verificar los resultados obtenidos por la tecnología.

Para esta prueba preliminar se transportaron tres modelos de drones aéreos propulsados por baterías eléctricas desde República Checa a España:

- 1) Multicóptero Autel EVO 2 Pro con capacidad de establecer un plan de vuelo automatizado, equipado con una cámara RGB que capta la luz del espectro visible.
- 2) eBeeX con una cámara RGB S.O.D.A. más económica, y una cámara fotogramétrica Aeria X más cara (véase la figura 3).
- 3) VTOL Wingtra con una cámara SONY RX1RII RGB.

Tras una serie de conversaciones entre el SERIDA y los miembros de la TF CZU, se decidió probar el modelo Autel EVO 2 Pro debido al relieve irregular y el clima inestable, así como para minimizar el ruido y evitar molestar al ganado que estaba pastando. Además,

Figura 2. Fases de las que consta la tecnología GRASSGUARD para la detección y eliminación de malas hierbas en los pastos y cultivos. Imagen generada por IA con Google Gemini 2025 (21 de noviembre de 2025).



Figura 3. Personal del SERIDA y de la TF CZU con dos de los modelos de drones aéreos que se transportaron para fotografiar las parcelas de las granjas demo del SERIDA.

este modelo era el más asequible económicamente, lo que es un punto muy importante a tener en cuenta al tratarse de una tecnología diseñada para pequeñas y medianas explotaciones agropecuarias. Como el tiempo era bastante inestable, los planes de vuelo se diseñaron para fotografiar cada parcela de forma individual (ver Figura 4).

Una vez escaneadas las parcelas, las imágenes individuales se fusionaron en ortofotos (ver Figura 5) utilizando el software PiX4D y el software de código abierto OpenDroneMap, y se localizaron los parches de zonas sin pastar. Una vez realizados los vuelos y generadas las ortofotos, el personal del SERIDA identificó de nuevo sobre el terreno los restos de vegetación sin pastar, los árboles y los arbustos.



Figura 4. Una de las parcelas de la granja demo de Samielles fotografiada por el dron mientras los animales estaban pastando.



Las ortofotos generadas se evaluaron mediante un análisis de imagen RGB y se realizó la clasificación de las áreas no pastadas, árboles y arbustos (ver Figura 6). Dichas áreas se detectaron basándose en diferencias estructurales y en los distintos tonos de verde. Para refinar los resultados se usaron datos LiDAR disponibles a través del catastro, con el fin de generar modelos digitales del terreno que fueron posteriormente recortados para que coincidan con la forma del pasto o parcela fotografiados por los drones. Los datos LiDAR se obtienen utilizando una tecnología láser que permite generar modelos 3D del terreno con una elevada precisión, incluyendo modelos normalizados de vegetación y edificación, esenciales para la planificación urbanística, el cálculo de cotas y la extracción de alturas.

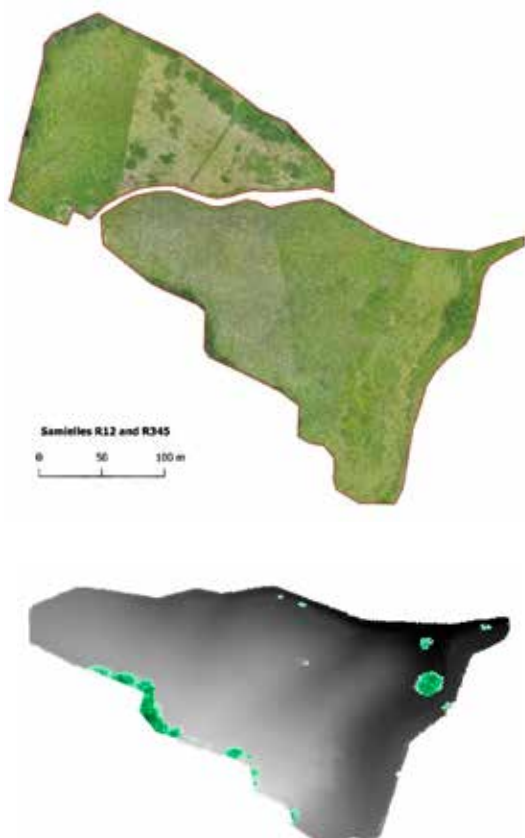
Al solapar el modelo digital del terreno con el modelo digital de superficie obtenido a partir de los datos captados por los drones, se crea un modelo de altura del dosel arbóreo. Si se aplica un filtro umbral a los datos obtenidos de esta forma, los objetos menores de la altura umbral seleccionada (p. ej. 1,5 metros) se pueden eliminar mediante segado. Así, los objetos más altos de la altura umbral se consideran árboles y arbustos, y los que son más bajos de esa altura se consideran zonas de vegetación no pastada.

Una vez completadas estas tareas se generó un mapa de la finca con las zonas a tratar identificadas y localizadas, en base al cual se puede llevar a cabo la siega selectiva de los pastos utilizando un dron terrestre.

Posteriormente se dividieron los datos en polígonos, que representan diferentes clases de plantas, en función de la clasificación previamente realizada sobre el terreno. En base a esto, las características (valores de RGB asociados a los colores de las distintas clases de plantas) se pueden extraer de los datos de entrenamiento. El modelo obteni-

do debe entrenarse utilizando métodos de aprendizaje automático como son los algoritmos Random Forest o Support Vector Machine. Para ello se debe nutrir el modelo con un número de imágenes de pastos suficientemente elevado, para entrenar al modelo de forma que pueda reconocer las diferentes clases de plantas con una precisión que sea de utilidad. En este caso, se logró alcanzar una precisión de en torno al 95%, con el objetivo principal de garantizar que el modelo no identifique un árbol o arbusto como zona sin pastar, aunque en alguna ocasión pueda llegar a identificar una zona sin pastar como un árbol o arbusto. Esto se debe a que el dron terrestre no está diseñado para cortar árboles o arbustos de gran porte y, de intentarlo, se podrían causar daños estructurales al equipo.

En resumen, la generación de ortofotos y la detección de zonas sin pastar se realizó utilizando los softwares Pix4D, Open Drone Maps, QGIS y ArcGIS, y los algoritmos mencionados.



Del SERIDA a las granjas piloto: más cerca del usuario final, pero sin dejar de mejorar la tecnología

Uno de los principales hallazgos de este ensayo preliminar de GRASSGUARD en el SERIDA fue que esta tecnología es relativamente fácil de utilizar para el usuario, ya que las rutas de vuelo automatizadas simplifican la recopilación de datos. Sin embargo, los usuarios necesitan un entrenamiento básico para interpretar de forma efectiva las ortofotos generadas a partir de los vuelos. Además, el modelo de dron empleado con éxito (Autel EVO 2 Pro) tiene un precio asequible, lo cual aumenta las posibilidades de que esta tecnología sea incorporada a las pequeñas y medianas explotaciones.

La replicación de la tecnología GRASSGUARD en las condiciones de la República Checa se está desarrollando en las parcelas de las explotaciones piloto de la cooperativa agrícola ZD Květná, localizadas en la región checa de Pardubice. El objetivo de esta fase piloto es llevar las soluciones digitales que se mostraron exitosas en los ensayos preliminares en el SERIDA a explotaciones en condiciones reales, pero todavía controladas. Así, este proceso contribuye a mejorar y adaptar la tecnología GRASSGUARD a diferentes condiciones geográficas y sociales, mejorando así el nivel de madurez de la tecnología.

En el caso de las pruebas de GRASSGUARD en la granja piloto, las imágenes de los pastos se capturaron con dos tipos de drones: el ya mencionado Autel Evo 2 Pro, y el DJI Mavic 3M adquirido por la cooperativa ZD Květná. El ensayo de esta parte de la tecnología en la granja piloto condujo a resultados similares a los obtenidos en las granjas experimentales del SERIDA. Del mismo modo, se está elaborando un mapa preciso para la siega automática utilizando un dron terrestre en base a la evaluación de las imágenes y a la localización de los parches de zonas sin pastar.

←
Figura 5. Ortofoto creada a partir de las imágenes capturadas por el dron aéreo equipado con cámara RGB en la granja demo de Samielles del SERIDA.

←
Figura 6. Detalles de una de las ortofotos con los árboles y arbustos identificados.



Figura 7. Dron terrestre diseñado por el equipo de la CZU para llevar a cabo la siega automática de las zonas no pastadas.



Figura 8. Sistema de transporte del dron terrestre, formado por un remolque equipado con paneles solares.

El equipo de la CZU está ultimando el diseño del dron terrestre y del adaptador para la propulsión eléctrica. En lo que respecta al mecanismo de siega, se está avanzado en el diseño. La anchura total de este dron terrestre es de un metro, así que la anchura de trabajo del mecanismo de siega será similar. Este sistema de siega está formado por cinco rotores con un eje vertical de rotación (ver Figura 7), cada uno de los cuales posee su propio motor eléctrico. Además, se está desarrollando un sistema de transporte para el dron terrestre, que consiste en un remolque equipado con paneles solares (ver Figura 8). Estos paneles generan electricidad que alimenta a la unidad de carga, a la cual se puede conectar el dron para cargar su batería.

Las primeras pruebas del dron terrestre en una granja piloto ya se han realizado. Por el momento, la herramienta en su totalidad parece funcionar correctamente. Ahora, el equipo de la CZU se está enfocando en mejorarlo con el fin de facilitar su uso para los ganaderos

y los agricultores, así como para hacerlo más asequible económicamente.

En definitiva, las pruebas llevadas a cabo hasta el momento en las granjas demo del SERIDA y en la granja piloto demuestran el potencial de la tecnología GRASSGUARD y su utilidad para las explotaciones agropecuarias. Además, a través de estas pruebas se ha podido comprobar la versatilidad de distintos modelos de drones aéreos, optimizando el uso del modelo adecuado en función de las características del terreno, el tipo y el tamaño de la explotación, la disponibilidad de recursos económicos o las condiciones meteorológicas del lugar. A pesar de que aún queda trabajo por hacer, todo indica que los ensayos van por buen camino y que la tecnología podrá ser validada en el marco del proyecto GUARDIANS.

Financiación

El proyecto GUARDIANS está financiado por el Programa de Investigación e Innovación Horizonte Europa de la Unión Europea (Nº 10108446), que financia el contrato de Jairo García Rodríguez.

Los autores forman parte del Grupo NySA (Nutrición y Sanidad Animal) financiado por el Gobierno del Principado de Asturias a través de SEKUENS (IDE/2024/000764), cofinanciado por FEDER.

Referencias bibliográficas:

GARCÍA RODRÍGUEZ, J.; Díez MONFORTE, C.; CELAYA AGUIRRE, R.; VICENTE MAINAR, F.; ROSA GARCÍA, R. (2024). El proyecto GUARDIANS: Soluciones inteligentes para que las pequeñas y medianas explotaciones se conviertan en guardianes de sus territorios. Tecnología Agroalimentaria: boletín informativo del SERIDA, nº 31, pp 2-9.

GOOGLE GEMINI. (2025, noviembre 21). Imágenes generadas por IA que muestran la tecnología GRASSGUARD y sus fases. <https://gemini.google.com> ■





Estudio de mosquitos de interés sanitario presentes en Asturias

ALBERTO ESPÍ FELGUEROSO. SERIDA Deva. Área de Sanidad Animal. alberto.espifelgueroso@asturias.org

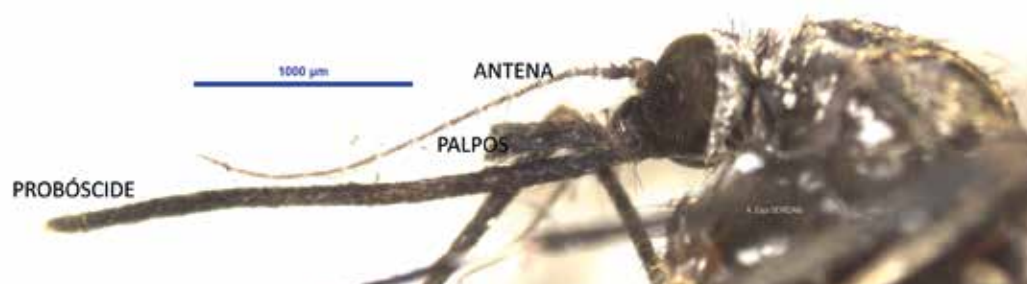
¿Qué entendemos por mosquitos?

Bajo el nombre popular de “mosquitos” se conocen un buen número de insectos voladores que, muchas veces, no tienen mucho que ver con los mosquitos verdaderos; éstos se caracterizan, principalmente, por tener un aparato bucal modificado, en forma de aguja, que les permite penetrar la piel y realizar así la ingesta de sangre (figura 1).

La taxonomía, que es la ciencia dentro de la biología que realiza una ordenación jerarquizada y sistemática de los grupos de animales, encuadra a los mosquitos verdaderos en el orden Diptera (insectos con un par de alas membranosas), suborden Nematocera (dotados de antenas finas) y familia Culicidae (probóscide, antenas y patas

largas, cuerpo con escamas) (Becker y cols., 2010). Esta diferenciación es muy importante, ya que son las hembras de los mosquitos culícidos las que constituyen un problema de salud pública, al alimentarse de sangre y poder así transmitir infecciones.

Existen muchas especies de mosquitos culícidos, en concreto en España se han citado 64 pertenecientes a 7 géneros (Bueno-Mari y cols., 2012), de las cuales 13 son vectores de algún tipo de patógeno de mayor o menor repercusión sanitaria para el ser humano. Durante los últimos años, a las especies nativas como el mosquito común (*Culex pipiens*) se ha sumado la introducción de especies invasoras (*Aedes albopictus* y *Ae. japonicus*). En estudios recientes, realizados por el SERIDA en Asturias, hemos detectado tanto especies nativas como invasoras (figura 2).



←
figura 1. Aparato bucal de un mosquito verdadero



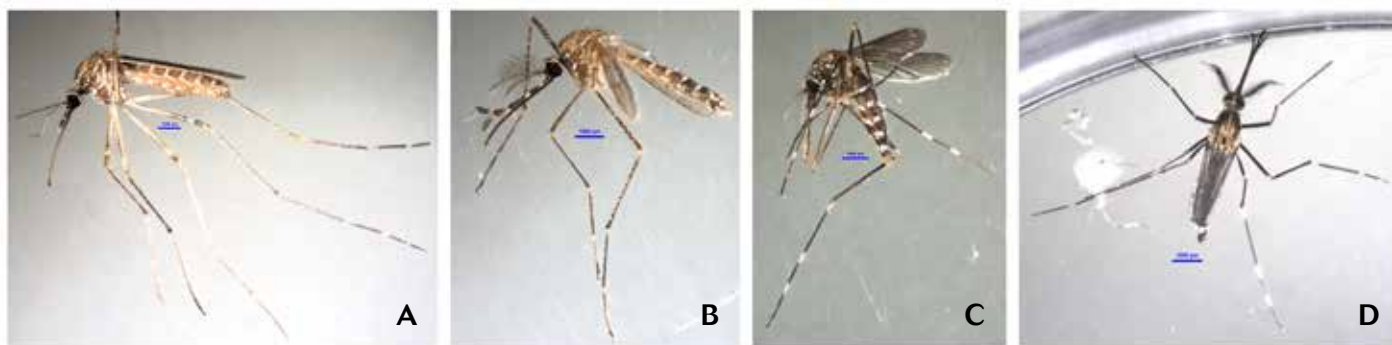


figura 2. Hembra (A) y macho (B) de *Culex* spp. y hembra (C) y macho (D) de *Ae. japonicus* capturados en Asturias en 2024



figura 3. Ciclo de un mosquito

Algunos datos sobre su biología

Los mosquitos son insectos voladores comunes que viven en la mayor parte del mundo. Algunas de sus características más destacables son:

- Los mosquitos adultos viven en espacios interiores y al aire libre.
- Los mosquitos pueden picar de día y de noche.
- Los mosquitos adultos viven durante unas 2 a 4 semanas según la especie, humedad, temperatura, etc.
- Solo los mosquitos hembra se alimentan de sangre, que necesitan para producir sus huevos.

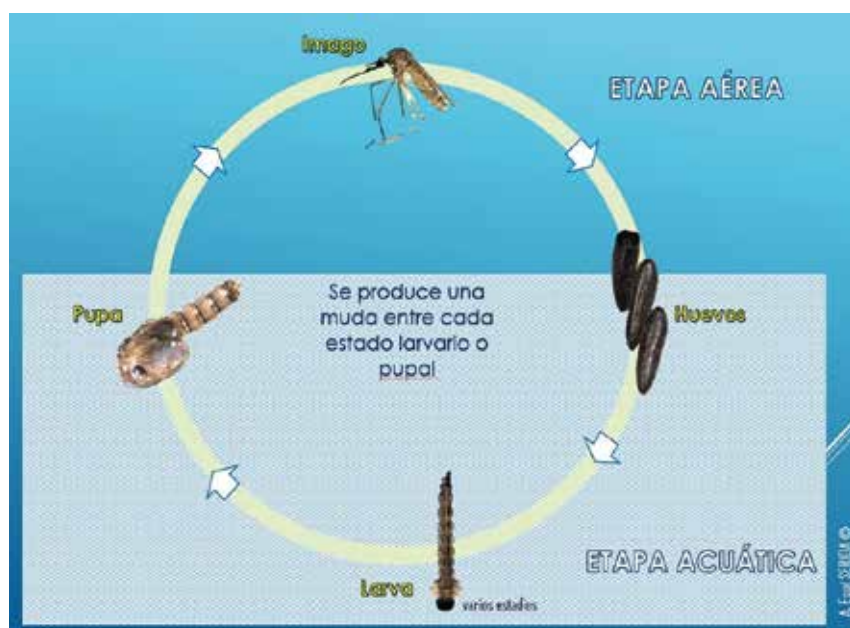
- Los mosquitos machos tienen una dieta exclusivamente vegetariana; sus mandíbulas no son aptas para picar.
- La abundancia y distribución de mosquitos están determinadas en gran medida por el clima y el paisaje.

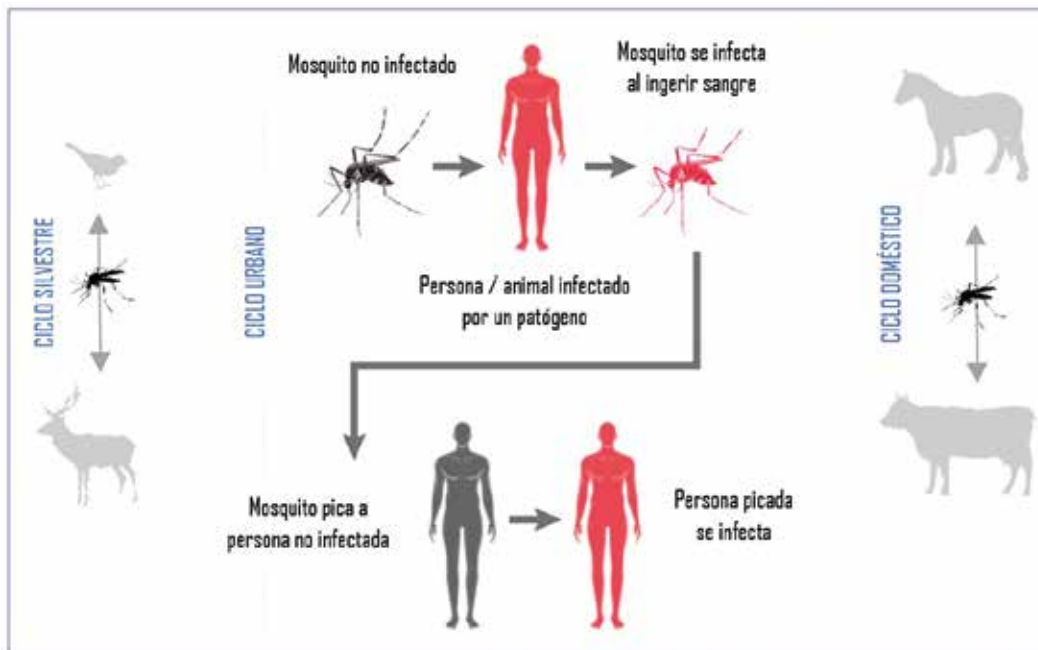
Los mosquitos pasan por cuatro etapas en sus ciclos de vida (figura 3): huevo, larva, pupa y adulto o imago. Las primeras tres etapas (huevo, larva y pupa) son en gran parte acuáticas. Cada una de las etapas suele durar de cinco a catorce días, según la especie y la temperatura ambiente, pero existen importantes excepciones.

¿Por qué son importantes?

Las picaduras de mosquitos producen hinchazón, dolor y picor, resultado de una reacción alérgica a las proteínas de su saliva, pero lo más relevante es que pueden actuar como vectores de enfermedades transmitiendo patógenos infecciosos entre personas, o de animales a personas (figura 4).

Cada año más de 700.000 personas pierden la vida debido a enfermedades como el paludismo, el dengue, la esquistosomiasis, la tripanosomiasis africana humana, la leishmaniasis, la enfermedad de Chagas, la fiebre amarilla, la encefalitis japonesa y la oncocercosis. Estas enfermedades, que afectan especialmente a los grupos de población más pobres, se concentran especialmente en las zo-





←
figura 4. Transmisión vectorial de enfermedades (mosquitos)

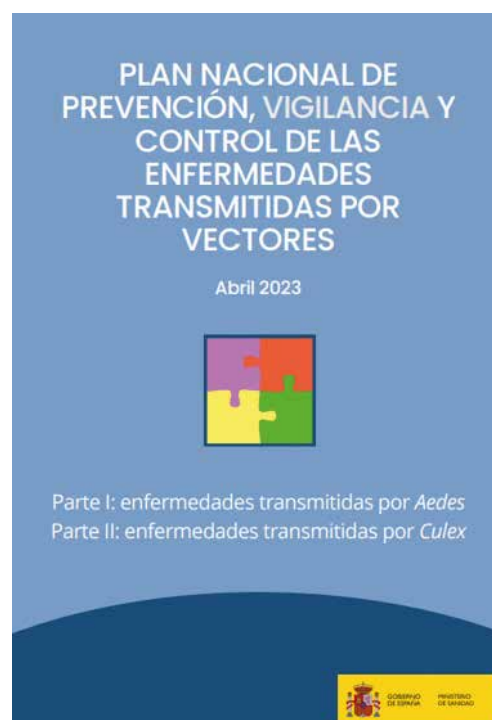
nas tropicales y subtropicales. Pero, el cambio climático está afectando enormemente a los patógenos, los vectores y los hospedadores, y ha modificado la transmisión de muchas enfermedades. Actualmente, muchos vectores han ampliado la franja de latitudes y altitudes a las que se desplazan y permanecen activos durante periodos más largos en el año (Semenza y cols., 2018).

Las enfermedades de transmisión vectorial son enfermedades provocadas por bacterias, parásitos o virus que son transmitidos por vectores como los mosquitos. En España, aunque la malaria y la fiebre amarilla fueron erradicadas, hay actualmente otras enfermedades transmitidas por mosquitos con riesgo de transmisión local como el dengue, el virus del Nilo Occidental y la fiebre chikungunya. El principal riesgo proviene de la expansión de mosquitos exóticos como el *Aedes albopictus* (mosquito tigre) y el *Aedes aegypti*.

¿Qué se está haciendo para prevenir estas enfermedades?

El Plan Nacional de Prevención, Vigilancia y Control de las enfermedades transmitidas por vectores (figura 5), pu-

blicado en abril de 2023 por el Ministerio de Sanidad, busca integrar todos los esfuerzos realizados durante los últimos años, por instituciones y profesionales de distintos ámbitos en la vigilancia y control de vectores y sus enfermedades asociadas. Con él, se busca impulsar una respuesta coordinada frente a este riesgo para la salud pública, bajo un enfoque de "Una Sola Salud".



←
figura 5. Plan Nacional de Prevención, Vigilancia y Control de las enfermedades transmitidas por vectores (Partes I y II)

Pero este plan no es la primera actuación que se realiza en España. Los diferentes Servicios de Control de Mosquitos gestionados desde las administraciones públicas han acumulado una experiencia de más de cuarenta años en el control vectorial y, en los últimos años, también en la vigilancia de vectores. De hecho, la primera parte del plan, dedicada a las enfermedades transmitidas por mosquitos del género *Aedes*, fue publicada por primera vez en 2016, y se actualiza en esta edición de 2023.

Monitoreo de las poblaciones de mosquitos

Uno de los elementos fundamentales de cualquier plan de control es el estudio de la presencia de mosquitos en una determinada zona. La amplia variedad de métodos utilizados actualmente para monitorear las poblaciones de mosquitos puede agruparse en las siguientes categorías (Liu y cols., 2023):

1. Contaje de larvas y pupas: requiere conocer las ubicaciones de los sitios de reproducción y visitar residencias particulares varias veces al año; para ello se precisa mucho personal; este dato demuestra, además, una pobre correlación con las densidades posteriores de vectores adultos.

2. Trampas para hembras portadoras de huevos: el método de las ovitrampas consiste en utilizar pequeños recipientes que se llenan con agua y de las que sobresalen pequeñas tiras de madera. Los mosquitos hembra grávidos ponen sus huevos en estas tiras. Es un método sencillo y barato, dado que nosotros mismos podemos elaborar las trampas (figura 6, dcha.).
3. Trampas para hembras adultas en busca de hospedador: es el método más eficaz para obtener una imagen precisa del riesgo de infección en un área específica. En concreto, la trampa BioGents-Sentinel (BG-Sentinel), imita las corrientes de convección creadas por el cuerpo humano, emplea señales visuales atractivas y libera sustancias atrayentes sobre una gran superficie (figura 6, izda.). La trampa se utiliza en combinación con un cebo atrayente, el BioGents-Lure, que consiste en una combinación de sustancias no tóxicas que se han identificado en la piel humana. Como inconvenientes cabe mencionar su coste y la necesidad de tener una fuente de corriente eléctrica.



figura 6. Trampas BG-Sentinel (izda.) y de oviposición (dcha.)



Participación del SERIDA en el monitoreo de mosquitos en Asturias

Los diferentes centros con los que cuenta el SERIDA en Asturias son sitios idóneos para el establecimiento de puntos permanentes de captura y detección de mosquitos (figura 7, fotos superiores) al ser instalaciones cerradas y controladas, incluir recintos con ganado que atraen a los vectores, contar con laboratorios próximos dotados de personal cualificado para la realización de identificaciones entomológicas.

Por otra parte, las inmediaciones de las estaciones de servicio, situadas en la red de comunicaciones de la región, son la opción más adecuada para tratar de detectar la entrada de especies invasoras mediante trampas de oviposición (figura 7, fotos inferiores).

Para la correcta identificación de la especie a partir de los huevos depositados en las trampas de oviposición, utilizamos *eclosionadores* para completar el desarrollo hasta la fase adulta (figura 8).

Resultados preliminares:

1. En el estudio que estamos realizando en Asturias los mosquitos del género *Culex* (mosquito común) han sido los más abundantes, hasta el momento. Este género está ampliamente distribuido en la geografía de España. La tolerancia de *Culex pipiens* a los ambientes alterados por el hombre ha facilitado enormemente su distribución global en áreas naturales y antropizadas (Farajollahi et al., 2011). Los análisis de la ingesta de sangre muestran diferencias en los patrones de alimentación entre los dos biotipos de la especie: los *pipiens* se alimentan principalmente de aves y los *olestus* se alimentan predominantemente de mamíferos, incluidos los humanos (Fritz et al., 2015).

2. En Europa, seis especies de mosquitos invasores del género *Aedes* han sido introducidas desde la década de 1970 y algunas tienen poblaciones establecidas conocidas. De ellas, solo dos especies están presentes en España:

- a. *Ae. albopictus*, especie con capacidad para adaptarse a temperaturas frías e invernar en regiones templadas. Se considera un mosquito que se reproduce en contenedores y es notoria su capacidad para ocupar hábitats en entornos urbanos. Nosotros no hemos detectado esta especie,

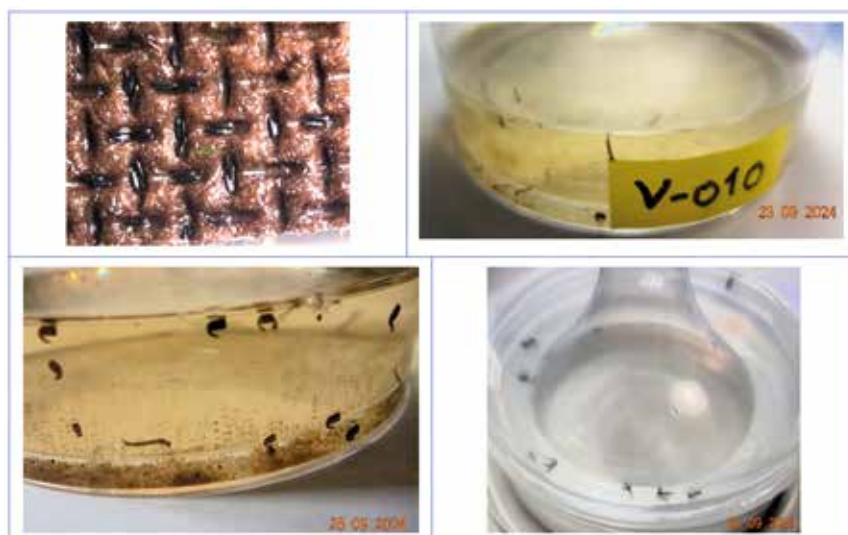


cie, pese a que las estaciones de servicio estudiadas en las autopistas y autovías de Asturias parecían, en principio, un lugar idóneo.

- b. *Ae. japonicus*, se detectó por primera vez en 2000 en Francia y en 2018 en España, en concreto en Asturias en el municipio de Siero (Eritja y cols., 2019). Está bien adaptado a los climas templados y es capaz de soportar inviernos fríos y nevados. A diferencia de *Ae. albopictus*, esta especie prefiere áreas boscosas y arbustivas y las larvas se pueden encontrar en huecos de árboles, charcas de agua de lluvia y otros recipientes

↑
figura 7. Ubicación de las trampas BG-Sentinel (izda.) y de oviposición (dcha.) en el SERIDA Deva. Fotos superiores. Ubicación de las trampas de oviposición en estaciones de servicio de Robledo (izda.) y Colunga (dcha.). Fotos inferiores

↓
figura 8. Huevos de mosquitos en las tablillas de las trampas de oviposición (arriba izda.) y posterior proceso de eclosión y desarrollo hasta la fase adulta



naturales o artificiales. A diferencia de la anterior especie, ésta la hemos capturado con bastante frecuencia a lo largo del año mediante trampas BG-Sentinel o de oviposición, tanto en el Centro del SERIDA en Deva (Gijón) como en estaciones de servicio del centro, oriente y occidente de Asturias.

- c. En lo que llevamos de estudio, todavía no hemos capturado ningún mosquito del género *Anopheles*, pese a que existen descripciones de su presencia en Asturias de *An. atroparvus* (Delacour y cols., 2009), perteneciente al complejo *An. Maculipennis* y especie más ampliamente distribuida en España, ya que su bioecología le permite tener muy diversos biotopos larvarios. *An. atroparvus* está considerada, de entre todas las especies, el principal vector potencial del paludismo en España.

Es necesario continuar los estudios iniciados para tener un mejor conocimiento de las especies presentes en la región, detectar lo más rápidamente posible la posible entrada de nuevas especies invasoras, valorar es necesario adoptar medidas de control en alguna zona, y de qué tipo, así como realizar análisis de patógenos que puedan portar esos mosquitos.

Bibliografía

- BECKER, N. et al. Mosquitoes and their control (2nd ed.). Springer Science & Business Media, 2010.
- BUENO-MARI, R., A. BERMUÉS-BAÑERES, AND R. JIMÉNEZ-PEYDRÓ. Update checklist and distribution maps of mosquitoes (Diptera: Culicidae) of Spain. Eur. Mosq. Bull. 2012; 30: 91-126.

DELACOUR S., MELERO-ALCIBAR R., ARANDA C., CORTÉS M., ERITJA R., ESCOSA R. et al. Detailed maps of the geographical distribution of the mosquitoes of Spain based on a literature review. Part II: Genus *Anopheles*. The 5th European Mosquito Control Association Workshop. Turin Italy (2009).

ERITJA, R., RUIZ-ARRONDO, I., Delacour-Estrella, S. et al. First detection of *Ae. japonicus* in Spain: an unexpected finding triggered by citizen science. Parasites Vectors 2019;12, 53. <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3317-y>

FARAJOLLAHI A, Fonseca DM, Kramer LD, Marm Kilpatrick A. "Bird biting" mosquitoes and human disease: a review of the role of *Culex pipiens* complex mosquitoes in epidemiology. Infect Genet Evol. 2011 Oct;11(7):1577-85. <https://doi.org/10.1016/j.mee-gid.2011.08.013>.

FRITZ, M.L., Walker, E.D., Miller, J.R., Severson, D.W. and Dworkin, I. Divergent host preferences of above- and below-ground *Culex pipiens* mosquitoes and their hybrid offspring. Med Vet Entomol 2015; 29: 115-123. <https://doi.org/10.1111/mve.12096>

LIU, Q. M., GONG, Z. Y., & WANG, Z. A review of the surveillance techniques for *Ae. albopictus*. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene 2023, 108(2), 245–251. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.20-0781>

SEMENZA, J. C., & SUK, J. E. Vector-borne diseases and climate change: A European perspective. FEMS Microbiology Letters 2018, 365(2), 1–9. <https://doi.org/10.1093/femsle/fnx244> ■



Perfil de ácidos grasos en semilla de judía (*P. vulgaris* L.)

ROBERTO RODRÍGUEZ MADRERA. Área de Tecnología de los Alimentos. roberto.rodriguezmadrera@asturias.org
ANA CAMPA NEGRILLO. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Genética Vegetal. anamaria.campanegrillo@asturias.org
MARCOS BUENO ARCE. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Genética Vegetal. marcos.buenoarce@asturias.org
JUAN JOSÉ FERREIRA FERNÁNDEZ. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Genética Vegetal. juanjose.ferreira@asturias.org

La faba o judía común (*Phaseolus vulgaris* L.) es una de las leguminosas más importantes a nivel mundial para el consumo humano. Es una especie muy diversa para diferentes caracteres como morfología de la semilla, composición química o morfología de planta. Su origen se localiza en el continente americano, donde ha sido domesticada en tiempos precolombinos en dos acervos genéticos principales: Andino y Mesoamericano. Ambos acervos genéticos fueron introducidos y diseminados por Europa llegando a generar una nueva diversidad con diferentes niveles de introgresión entre ambos acervos (formas intermedias).

Nutricionalmente las semillas de *P. vulgaris* destacan por su alto contenido de proteínas, carbohidratos, minerales y compuestos bioactivos como fibra y antioxidantes. Por el contrario, el contenido en grasa es bajo (~2 %), aunque esta fracción lipídica resulta especialmente interesante por ser una fuente, entre otros, de ácidos grasos (AG) esenciales como el linoleico (omega-6) y el α -linolénico (omega-3).

El SERIDA mantiene un panel de diversidad constituido por 308 líneas de judía que representan la principal diversidad de esta especie a nivel español: Panel de Diversidad Español o

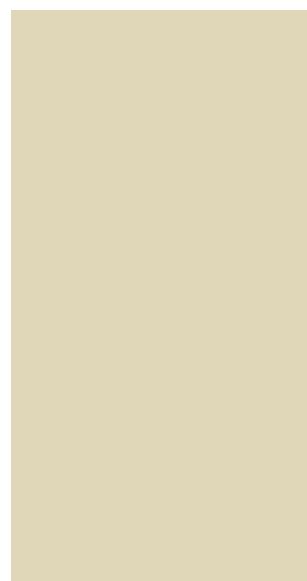




Figura 1. Cromatograma característico del perfil de ácidos grasos en un extracto de semilla de *P. vulgaris*.

1: Misistato de metilo; 2: Pentadecanoato de metilo; 3: Palmitato de metilo; 4: Palmitoleato de metilo; 5: Margarato de metilo; 6: Estearato de metilo; 7: Oleato de metilo; 8: cis-Vaccenato de metilo; 9: Linoleato de metilo; 10: Linolenato de metilo; 11: Arachidato de metilo; 12: Behenato de metilo; 13: Tricosanato de metilo; 14: Lignocerato de metilo; IS: Estandar interno (nonadecanoato de metilo).

Spanish Diversity Panel (SDP, Campa y col. 2018). Este Panel ha sido sometido a caracterizaciones morfológicas, agronómicas, genéticas y físico-químicas en diferentes proyectos de investigación (AGL2017-87050-R, PID2021-123919OB-I00) que ha sido publicado en distintos artículos científicos (Campa y col. 2018; Rodríguez Madrera y col. 2020a, 2020b y 2021). En este artículo se resumen los resultados de la caracterización del SDP para el contenido de AG (Rodríguez Madrera y col 2024; Campa y col 2025).

Materiales y métodos

Se utilizaron 172 líneas del SDP, incluyendo líneas derivadas de variedades locales y élite para consumo de semilla y vaina fresca (fréjoles). Según los datos de Campa y col. (2018), se indica el acervo genético en el que se incluye cada una de las líneas (Andino, Mesoamericano o Intermedio). El material analizado incluye 65 líneas de origen Andino, 51 líneas de origen Mesoamericano y 56 líneas de origen Intermedio o recombinantes entre ambos acervos genéticos, que fueron cultivadas en los años 2018 y 2023 en las instalaciones del SERIDA en Villaviciosa. Las semillas secas se mantuvieron a -20°C , al vacío, hasta el momento de su análisis.

La derivatización, extracción y análisis de los AG se realizó según se descri-

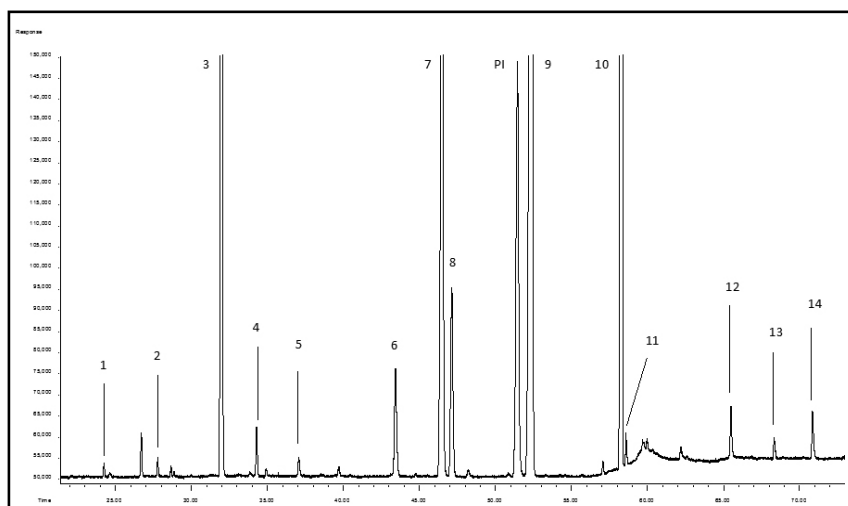
be en Rodríguez Madrera y col (2024). Para ello, se molieron y se tamizaron 50 g de semilla por variedad (tamiz n° 18). Los AG de la harina (0,15 g) se derivatizaron a sus correspondientes derivados metílicos en tubos de centrifuga en presencia de 2 mL de cloruro de acetilo (5% en metanol), 1 mL de hexano y 50 μL de una disolución de ácido nonadecanoico (4 mg/mL en metanol). Los tubos se calentaron a 100°C durante 60 min. Al cabo de este tiempo, los tubos se enfriaron en un baño de hielo, se añadieron 2 mL de agua destilada, se centrifugaron y se tomó una alícuota de la fase orgánica para su análisis por cromatografía de gases.

La existencia de diferencias significativas entre cosechas y acervos genéticos se evaluó mediante un análisis de varianza de dos factores. Para establecer diferencias significativas entre los acervos genéticos se aplicó el test de Duncan.

Resultados

En la Tabla 1 se resume el contenido de los principales AG para la muestra de 172 líneas del SDP. Una información más detallada del perfil de AG para cada línea está disponible en el enlace Campa y col (2025; <https://zenodo.org/records/17098041>).

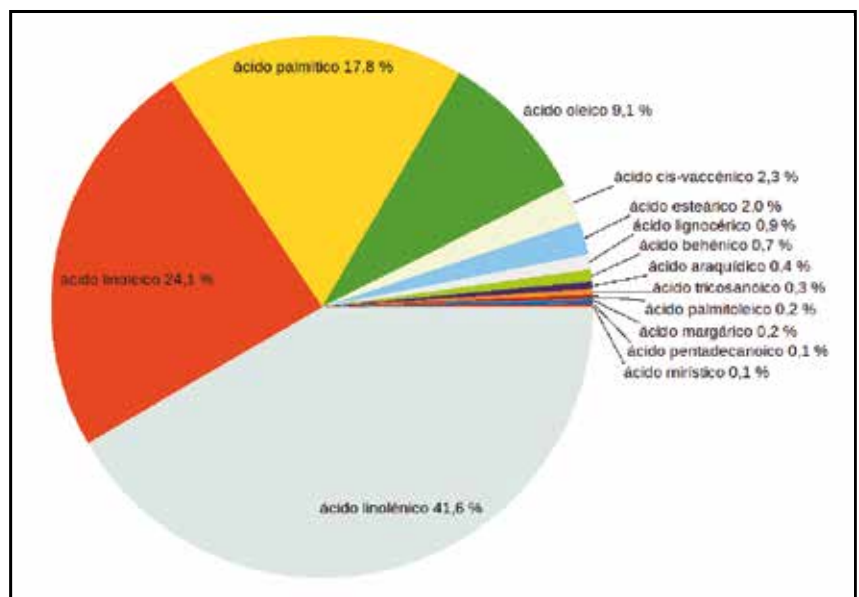
Se identificaron un total de 14 AG (Figura 1), 9 de ellos saturados (AGS): ácido mirístico, ácido pentadecanoico, ácido palmítico, ácido margárico, ácido esteárico, ácido araquídico, ácido behénico, ácido tricosanoico y ácido lignocérico, y 5 insaturados (AGI): ácido palmitoleico, ácido oleico, ácido cis-vaccénico, ácido linoleico y ácido linolénico. Desde un punto de vista cuantitativo, todas las líneas concentraron el 95% del total de AG en seis principales: linolénico, linoleico, palmítico, oleico, esteárico y cis-vaccénico. El resto de AG identificados contribuyeron con menos del 1 % al total, por lo que su aportación en el perfil lipídico de la especie es poco relevante (Figura 2).



Los AGI representaron la mayor parte de los AG totales (72–80%), siendo a su vez los poliinsaturados (AGPI, linoleico y linolénico) la fracción más importante (54–72%) frente a los monoinsaturados, (AGMI, 5–23%). En la Figura 3 se muestra el contenido centesimal promedio de AGS, AGMI y AGPI en la especie. Además, hay que destacar la preponderancia del ácido linolénico (omega-3) frente al linoleico (omega-6), resultando una relación omega-6/omega-3 muy baja, con valores que oscilaron entre 0,23 y 1,37. Desde un enfoque nutricional, el aporte de AGPI con baja relación omega-6/omega-3 resulta beneficioso al promover la salud cardiovascular, cerebral, y reducir la inflamación. Muchas de las enfermedades crónicas modernas se asocian con dietas con un consumo excesivo de omega-6 y una baja ingesta de omega-3 (Wang y col 2023; Kaur y col 2021; Marianetu y col 2021).

Desde el punto de vista de la variabilidad entre líneas cabe señalar la influencia del acervo genético (Andino, Mesomericano, Intermedio) tanto en el contenido total de AG del panel (entre 11 y 26 mg/g) como para los principales AG que lo constituyen, destacando la alta variabilidad observada entre líneas, de casi un orden de magnitud, para el contenido de ácido linoleico, entre 1,78 y 9,22 mg/g, y ácido oleico, entre 0,45 y 3,95 mg/g (Tabla 1).

Respecto al acervo genético de las líneas que forman el SDP, el grupo de origen Mesoamericano presentó niveles más elevados de los ácidos palmítico, esteárico, linoleico y linolénico, y, en promedio, un mayor nivel de AG totales. Esto sugiere que dicho acervo puede aportar alelos favorables para aumentar el contenido total de AG y, concretamente, de AGPI; por otro lado, el grupo de origen Andino se caracterizó por mayores niveles relativos de ácido cis-vaccénico y, en general, por relaciones omega-6/omega-3 más bajas que las del grupo Mesoamericano. Por lo que respecta al grupo Intermedio, se detectaron valores intermedios o cercanos al Andino para la mayoría de los AG (Tabla 1).



Por último, hay que señalar que se detectaron diferencias significativas entre años de cultivo (2018 vs 2023) para los ácidos esteárico, oleico y linolénico, lo que confirma la influencia de condiciones ambientales sobre la composición lipídica. Sin embargo, la interacción acervo genético $\times$ año no fue significativa y la heredabilidad en sentido amplio (H^2) fue alta para los principales AG (linoleico $H^2 \approx 0,87$; linolénico $H^2 \approx 0,82$; oleico $H^2 \approx 0,80$; cis-vaccénico $H^2 \approx 0,86$; palmítico $H^2 \approx 0,74$). Una heredabilidad alta indica un elevado componente genético en la expresión de estos caracteres, lo que ofrece la posibilidad de incrementar el contenido mediante programas de mejora genética. Además, alrededor del 60 % de las

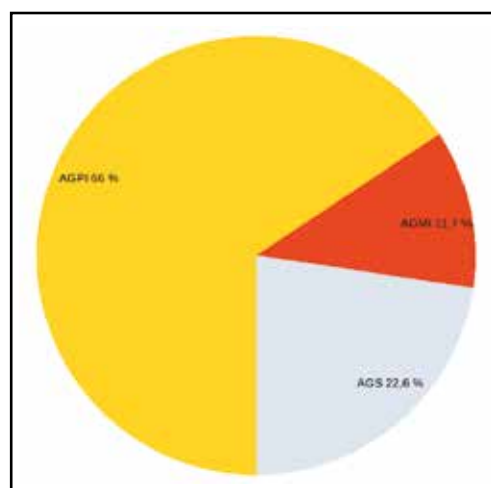


Figura 2. Composición centesimal promedio de ácidos grasos en las semillas analizadas del Spanish Diversity Panel.

Figura 3. Composición centesimal promedio de ácidos grasos saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI) y poliinsaturados (AGPI) en las semillas analizadas del Spanish Diversity Panel.

		Ácido palmitico	Ácido esteárico	Ácido oleico	Ácido cis- vaccénico	Ácido linoleico	Ácido linolénico	AGT	AGS	AGI	AGMI	AGPI	ω -6/ ω -3
Panel SPD (n=172)	promedio	2,88	0,33	1,48	0,37	3,90	6,74	16,20	3,67	12,53	1,89	10,64	0,59
	máximo	4,50	0,75	3,95	0,55	9,22	9,26	25,76	6,14	19,85	4,38	17,38	1,37
	mínimo	2,09	0,18	0,45	0,21	1,78	4,33	11,22	2,62	8,60	0,77	7,48	0,23
Acervo genético													
Andino (n=65)	promedio	2.77 ^a	0.29 ^a	1.43	0.38 ^b	3.53 ^a	6.81 ^b	15.69 ^a	3.49 ^a	12.2 ^a	1.86	10.34 ^a	0.52 ^a
	máximo	3.38	0.56	3.80	0.51	5.54	8.76	19.72	4.50	15.68	4.18	13.73	0.89
	mínimo	2.09	0.18	0.52	0.28	1.78	5.09	11.22	2.62	8.60	0.85	7.54	0.23
Mesoamericano (n=51)	promedio	3.09 ^b	0.37 ^c	1.56	0.33 ^a	4.57 ^b	6.83 ^b	17.28 ^b	3.95 ^c	13.33 ^b	1.93	11.4 ^b	0.7 ^b
	máximo	4.35	0.71	3.95	0.47	8.30	9.26	25.46	5.61	19.85	4.38	15.47	1.37
	mínimo	2.45	0.22	0.66	0.21	1.97	4.33	13.63	3.10	10.12	1.00	8.37	0.25
Mixto (n=56)	promedio	2.81 ^a	0.35 ^b	1.47	0.39 ^b	3.71 ^a	6.58 ^a	15.81 ^a	3.62 ^b	12.19 ^a	1.90	10.28 ^a	0.57 ^a
	máximo	4.50	0.75	2.79	0.55	9.22	8.84	25.76	6.14	19.61	3.18	17.38	1.13
	mínimo	2.24	0.19	0.45	0.25	1.82	4.76	12.37	2.92	9.20	0.77	7.48	0.29
Año de cultivo													
2018 (n=172)	promedio	2.86	0.36 ^b	1.58 ^b	0.38	3.80	6.62 ^a	16.11	3.69	12.42	2.00 ^b	10.42	0.59
	máximo	3.89	0.71	3.80	0.53	7.57	8.95	22.17	5.25	16.93	4.18	15.33	1.37
	mínimo	2.24	0.19	0.49	0.21	1.86	4.33	12.37	2.91	9.20	0.79	7.48	0.23
2023 (n=172)	promedio	2.89	0.31 ^a	1.38 ^a	0.36	3.99	6.87 ^b	16.29	3.65	12.64	1.79 ^a	10.86	0.59
	máximo	4.50	0.75	3.95	0.55	9.22	9.26	25.76	6.14	19.85	4.38	17.38	1.37
	mínimo	2.09	0.18	0.45	0.24	1.78	4.76	11.22	2.62	8.60	0.77	7.54	0.25
Acervo genético x Año de cultivo		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Heredabilidad, H²		0.74	0.79	0.80	0.86	0.87	0.82	0.76	0.78	0.75	0.78	0.75	0.93

AGT: Ácidos grasos totales; AGS: Ácidos grasos saturados; AGI: Ácidos grasos insaturados; AGMI: Ácidos grasos monoinsaturados; AGPI: Ácidos grasos poliinsaturados. Diferentes letras indican diferencias significativas ($p < 0.05$). n.s.: no significativo. n: número de líneas.



Tabla 1. Contenido de los principales ácidos grasos en el panel en judía común (*Phaseolus vulgaris* L.) para la muestra de 172 líneas del panel SDP, según acervo genético y año de cosecha. (expresado en mg/g) y heredabilidad en sentido amplio

muestras ubicadas en el primer cuartil y el 50 % en el cuarto cuartil se mantuvieron entre años, lo que refuerza la heredabilidad moderada-alta observada para el contenido total de AG (Tabla 1).

En resumen, la información reunida contribuye una base de datos robusta sobre las características nutricionales de la especie, permitiendo la identificación de líneas de *P. vulgaris* con mayor interés nutricional tanto para el consumo directo como en la formulación de productos alimenticios. El perfil de AG de la especie se puede considerar definido por 6 AG que representan más del 95% de total: 4 de ellos son AGI (ácidos linoleico, linolénico, oleico y cis-vaccénico) y 2 AGS (ácidos palmítico y esteárico). Además, desde un punto de vista nutricional, cabe destacar la presencia de dos AG esenciales, ácidos linolénico y linoleico y la baja relación omega-6/omega-3. Estas características pueden resultar especialmente interesantes en dietas vegetaria-

nas o de baja ingesta de pescado. Por otro lado, la variabilidad genética observada en la especie, junto con la elevada heredabilidad de los perfiles analizados, proporciona una base de datos robusta que puede emplearse para optimizar la calidad lipídica de la semilla.

Financiación

Información generada por el proyecto PID2021-123919OB-I00 y financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y FEDER "Una manera de hacer Europa".

Bibliografía

CAMPA A, MURIBE E, FERREIRA JJ. Genetic diversity, population structure, and linkage disequilibrium in a Spanish common bean diversity panel revealed through genotyping-by-sequencing. *Genes* 2018, 9 (11):518.

CAMPA A, FERREIRA JJ, RODRÍGUEZ MADRERA R. Seed fatty acid profile in 172 common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) lines from the Spanish Diversity Panel [DATASET]. 2025. <https://zenodo.org/records/17098041>.

KAUR N, CHUGH V, GUPTA AK. Essential Fatty Acids as Functional Components of Foods- a Review. J. Food Sci. Technol. 2014, 51, 2289–2303.

MARIAMENATU AH, ABDU EM. Overconsumption of Omega-6 Polyunsaturated Fatty Acids (PUFAs) versus Deficiency of Omega-3 PUFAs in Modern-Day Diets: The Disturbing Factor for Their “Balanced Antagonistic Metabolic Functions” in the Human Body. J. Lipids 2021, 8848161, 1–15.

RODRÍGUEZ MADRERA R, SUÁREZ VALLES B, FERREIRA FERNÁNDEZ JJ. Development and validation of ultrasound assisted extraction (UAE) and HPLC-DAD method for determination of polyphenols in dry beans (*Phaseolus vulgaris*), Journal of Food Composition and Analysis 2020a, 85:103334. doi:10.1016/j.jfca.2019.103334.

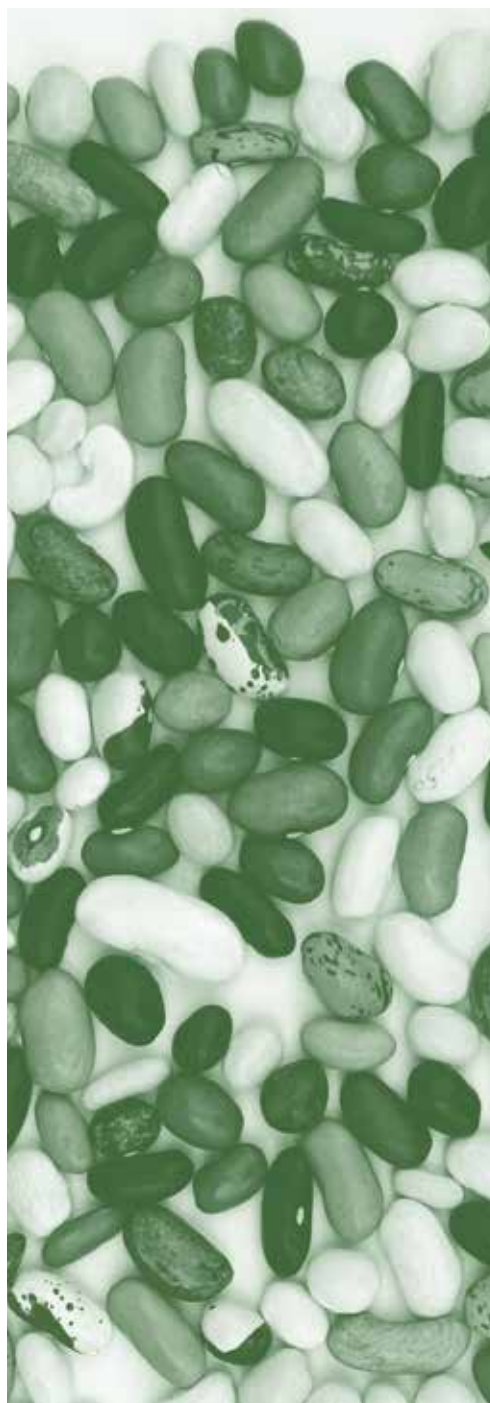
RODRÍGUEZ MADRERA R, CAMPA NEGRILLO A, SUÁREZ VALLES B, FERREIRA FERNÁNDEZ JJ. Characterization of extractable phenolic profile of common bean seeds (*Phaseolus vulgaris* L.) in a Spanish diversity panel. Food Res Int. 2020b, 138 :109713. doi: 10.1016/j.foodres.2020.109713.

RODRÍGUEZ MADRERA R, CAMPA NEGRILLO A, SUÁREZ VALLES B, FERREIRA FERNÁNDEZ JJ. Phenolic Content and Antioxidant Activity in Seeds of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Foods. 2021, 10:864. doi: 10.3390/foods10040864.

RODRÍGUEZ MADRERA R, CAMPA NEGRILLO A, FERREIRA FERNÁNDEZ JJ. Fatty Acids in Dry Beans (*Phaseolus vulgaris* L.): A Contribution to Their Analysis and

the Characterization of a Diversity Panel. Foods. 2024, 13, 2023. doi:10.3390/foods13132023.

WANG Q, ZHANG H, JIN Q, WANG, X. Effects of Dietary Plant-Derived Low-Ratio Linoleic Acid/Alpha-Linolenic Acid on Blood Lipid Profiles: A Systematic Review and Meta-Analysis. Foods 2023, 12, 3005. ■



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

M^a DEL PILAR ORO GARCÍA. Área de Transferencia y Formación. mariadelpilar.oro@asturias.org



Taller: "Nosotras también contamos."

Durante la segunda semana de febrero de 2025, el Serida celebró una nueva edición del Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia mediante la organización de diversas charlas y talleres impartidos por investigadoras y personal técnico en diversos centros educativos de la región.

Esta efeméride pretende visibilizar el trabajo que desarrollan las mujeres

que trabajan en el ámbito científico, así como despertar nuevas vocaciones entre las jóvenes.

A través de estos talleres el alumnado tuvo la oportunidad de descubrir el papel clave que desempeñan las mujeres en la comunidad científica y aspectos curiosos de la investigación en el ámbito agroalimentario.

Centros y talleres impartidos:

- "Nosotras también contamos". Colegio San Lorenzo (Gijón). Carolina Tamargo.
- "Descubriendo los microorganismos". IES Juan José Calvo Miguel (Sotrondio). Ana del Cerro, Marta Muñoz, Susana Carrocera, Aurora García.
- "Anatomía del aparato reproductor de rumiantes". IES. Juan José Calvo Miguel (Sotrondio). Marta Muñoz, Ana del Cerro, Aurora García, Susana Carrocera.
- "Descubriendo los microorganismos". CRA- Castrillón-Illas. Ana del Cerro.
- "Descubriendo caminos: formación salidas profesionales y oportunidades en la ciencia". IES Infiesto. Rosa Pando, Belén García, María Corral, M^a José Antón.
- "Carne a Conciencia". CRA Oscos. Villanueva de Oscos. Verónica Sierra, Nel Álvarez, Ana Castaño, M^a Josefa García.
- "Anatomía del útero". IES Escultor de Villanueva. Pola de Siero. Marta Muñoz, Susana Carrocera. ■



El SERIDA en las XXXI Xornaes de les Fabes de Villaviciosa

M^a DEL PILAR ORO GARCÍA. Área de Transferencia y Formación. mariadelpilar.rogarcia@asturias.org

El SERIDA participó una edición más en las *Xornaes de les Fabes*, celebradas en Villaviciosa del 2 al 6 de abril del pasado año y organizadas por el Ayuntamiento.

El Ateneo Obrero acogió una jornada técnica en la que Juan José Ferreira, investigador y responsable del Programa de Genética Vegetal presentó la ponencia “Estrategias para superar la crisis de producción de faba 2024”, que despertó gran interés entre los productores. Durante su intervención, destacó la importancia de la investigación, la necesidad de incrementar la disponibilidad y el uso de semilla resistente a enfermedades, así como reforzar la coordinación entre agricultores, cooperativas, administración e IGP “Faba de Asturias”.

A continuación, se celebró la mesa redonda “¿Asturias sin fabes?”, organizada por la Cofradía de Amigos de les Fabes de Asturias y moderada por Guillermo García, técnico del SERIDA. En ella participaron productores, distribuidores, técnicos, y restauradores, generando un espacio de reflexión compartida sobre la situación del cultivo.

Asimismo, el SERIDA participó durante el fin de semana en el “Mercáu de Primavera” con un stand, donde se mostraron las principales líneas de investigación en leguminosas, especialmente en faba, así como uno de los proyectos más recientes “SUSTCROP II”. Los visitantes también pudieron conocer las principales variedades asturianas de faba con sus características agronómicas.

Dentro de la extensa programación, Guillermo García formó parte del jura-

do de la V Cata de Faba Asturiana Indicación Geográfica Protegida, mientras que Silvia Baizán, técnica del SERIDA participó como jurado en el Concurso-Exposición de Fabes y Mundo Rural.

La clausura contó con la asistencia de Mamen Oliván, directora gerente del SERIDA; Alejandro Vega, alcalde de Villaviciosa; la vicepresidenta del Principado, Gimena Llamedo; el consejero de Medio Rural, Marcelino Marcos, así como otras autoridades regionales y locales, representantes de la Cofradía de Amigos de les Fabes y Javier Herranz, “Embajador de les Fabes 2025”. ■

↓
Arriba: Visita institucional al stand del SERIDA.

↓
Abajo: Mamen Oliván y Juan José Ferreira durante la presentación.



El SERIDA participa en la III Feria de la Ciencia y la Innovación de Asturias

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

→ Participación del alumnado en el taller: Biotecnología tisular



El SERIDA estuvo presente en la III Feria de la Ciencia y la Innovación de Asturias, celebrada en la Nave de Cañones de la Fábrica de Armas de la Vega en Oviedo, con un stand en el que dio a conocer dos de sus principales líneas de trabajo:

- “Biotecnología tisular: Desarrollo de modelos 3D de mucosa intestinal y endometrio bovino”. Personal investigador de las Áreas de Sanidad Animal y de Genética y Reproducción Animal explicó el proceso de generación de estos modelos, así como sus principales aplicaciones en el ámbito científico.
- “Sidra: Patrimonio y ciencia para el futuro”. Investigadoras

de las Áreas de Tecnología de los Alimentos y Cultivos Hortofrutícolas y Forestales impartieron tres talleres en los que los visitantes pudieron descubrir los factores que influyen en el sabor de la sidra, el aprovechamiento de los subproductos de la industria sidrera y el proceso de polinización.

Este evento constituye un punto de encuentro entre instituciones y empresas que desarrollan actividades de I+D+i en el Principado de Asturias y centros educativos de la región, con el objetivo de fomentar las vocaciones científicas y el interés por la ciencia y la tecnología entre el alumnado.

El consejero de Ciencia, Industria y Empleo, Borja Sánchez y la entonces consejera de Educación Lydia Espina, acompañados por la directora gerente del SERIDA, Mamen Oliván, realizaron un recorrido institucional por la feria, que incluyó la visita al stand de la entidad.

La feria contó con la participación de 69 stands de instituciones y empresas vinculadas a la I+D+i en Asturias, y reunió a más de 2.500 estudiantes que

tuvieron la oportunidad de aproximarse a la ciencia y la tecnología a través de exposiciones, charlas y talleres.

El evento fue organizado por la Consejería de Ciencia, Industria y Empleo, a través de la Fundación para el Fomento en Asturias de la Investigación Científica y la Tecnología (FICYT), en colaboración con la Consejería de Educación, la Agencia SEKUENS, Valnalón y el Centro Europeo de Empresas e Innovación (CEEI).



←
Estudiantes en el stand
“Sidra Patrimonio y
Ciencia para el Futuro”.

M^a DEL PILAR ORO GARCÍA. Área de Transferencia y Formación. mariadelpilar.oroqarcia@asturias.org

El SERIDA-HUB tiene entre sus objetivos potenciar la colaboración público-privada y establecer sinergias entre la ciencia, la técnica, la agricultura y la ganadería. Esta jornada se enmarcó en el Programa Agroalnext Asturias, financiado con fondos europeos NextGeneration, dentro del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. ■



El SERIDA en el 10º Festival del Arándano y Frutos Rojos de Asturias

M^a DEL PILAR ORO GARCÍA. Área de Transferencia y Formación. mariadelpilar.rogarcia@asturias.org

GUILLERMO GARCÍA GONZÁLEZ DE LENA. Área de Experimentación y Demostración Agroforestal. guillermo.garciagonzalezdelena@asturias.org



←
Presentación del
libro "El cultivo de la
zarzamora".

El SERIDA estuvo presente en el 10º Festival del Arándano y Frutos Rojos de Asturias, que se celebró en Villaviciosa del 25 al 27 de julio de 2025.

El festival comenzó con una jornada técnica en la que expertos nacionales e internacionales ofrecieron diversas ponencias centradas en el cultivo de frutos rojos, con especial atención al kiwiberry, una producción emergente en la región. El acto contó con la presencia de Alejandro Vega, alcalde de Villaviciosa, y Mamen Oliván, directora gerente del SERIDA.

El programa incluyó las siguientes intervenciones: "El cultivo del kiwiberry, nociones claves para futuros productores", a cargo de Piotr Latocha, profesor de la Universidad de Ciencias de la Vida (SCCW, Polonia), "El kiwiberry en Portugal" impartida por José Manuel Machado, director general de Minikiwi Farm y "Soluciones Econatur para cultivos de arándano y frutos rojos" de Larry José Lara, gerente de Econatur zona norte de España.

La jornada también sirvió para la presentación del libro *El cultivo de la zarza-*



mora, editado por el SERIDA. El evento contó con la participación de Mamen Oliván y Rocío Vega, concejal del Ayuntamiento de Villaviciosa, junto con los autores Juan Carlos García, Guillermo García, Silvia Baizán y Marta Ciordia, quienes compartieron las principales técnicas de cultivo de este fruto que cada vez despierta más interés entre agricultores y empresas agroalimentarias asturianas.

Además, la Asociación Asturiana de Productores de Pequeños Frutos presentó su nueva junta directiva y sus proyec-

tos. El encuentro concluyó con una visita a la finca de kiwiberry El Cierrón, donde los participantes pudieron conocer de primera mano las prácticas de cultivo.

El fin de semana, el Festival continuó con el Mercado del Arándano y Frutos Rojos de Asturias, que ofreció múltiples actividades para el público. El SERIDA presentó una muestra de cultivos y un stand que despertó gran interés, consolidando el evento como una cita imprescindible para los amantes de los frutos rojos. ■



→
Presentación de la
Jornada.



→
Muestra de cultivos de
frutos rojos.



El SERIDA lleva a la FIDMA sus proyectos de investigación en manzano y sidra

MARÍA DEL PILAR ORO GARCÍA. Área de Transferencia y Formación. mariadelpilar.orongarcia@asturias.org

El Serida presentó su labor investigadora en manzano y sidra en el pabellón del Gobierno del Principado de Asturias, en la 68ª edición de la Feria Internacional de Muestras de Asturias (FIDMA), dedicado a la cultura sidrera. El stand institucional acogió una amplia exposición bajo el lema *Asturies ye Sidrera. Lo Nuestro ye Mundial*, en la que también se desarrollaron múltiples actividades.

En esta muestra, el SERIDA dio a conocer cuatro proyectos financiados por la Unión Europea, centrados en la investigación agroalimentaria:

- Creación de un espacio de datos, como herramienta para la mejora de la sostenibilidad y la rentabilidad del cultivo de manzano de sidra.
- Promoción de la biodiversidad de polinizadores y artrópodos beneficiosos para la agricultura.
- Plan Complementario de Agroalimentación Agroalnext-Asturias, orientado a impulsar la transformación del sector agroalimentario.
- Sustcrop II, entre cuyos objetivos se encuentra la mejora de los recursos genéticos, así como la mejora de los procesos de fermentación de la sidra.

Además, entre las actividades que ofreció el Serida, las autoridades y el público asistente tuvo la oportunidad de experimentar diferentes aromas de la sidra, conocer algunas de las princi-

pales variedades de manzana de sidra caracterizadas por el SERIDA e incluidas en la DOP "Sidra de Asturias", así como descubrir la fermentación en el proceso de elaboración de sidras, a través de un taller desarrollado por las investigadoras Rosa Pando y Mª José Antón, del Área de Tecnología de los Alimentos. ■



Arriba: Visita institucional.

Abajo: jornada de presentación de proyectos europeos.

Fotos: Gobierno del Principado de Asturias



Agropec 2025: fotografía e innovación alimentaria derivada de la producción de sidra

M^a DEL PILAR ORO GARCÍA. Área de Transferencia y Formación. mariadelpilar.rogarcia@asturias.org



Arriba: Visita institucional Agropec 2025.

Abajo: Exposición "Del Residuo al Recurso".

El SERIDA participó en la 39 edición de *Feria del Campo y de las Industrias Agrícolas, Ganaderas, Forestales y Pesqueras* (Agropec), celebrada en el recinto ferial Luis Adaro, en Gijón, del 2 al 17 de agosto. En el marco de este certamen, el SERIDA presentó dos exposiciones.

Con motivo de la celebración del III Concurso de Fotografía del SERIDA bajo el lema "Asturias es sidra" se exhibieron las quince fotografías seleccionadas por el jurado. Los visitantes que acudieron a la muestra tuvieron la oportunidad de votar para seleccionar la fotografía ganadora del premio "Agropec", entre las imágenes expuestas. El galardón recayó en la foto "Apañar" del autor Aitor Ferreras Castillo. Este concurso contó con el patrocinio de Caja Rural de Asturias y La Cooperativa.

Por otro lado, en colaboración con la Fundación Caja Rural de Asturias, y dentro de la exposición "Del residuo al recurso: historias que dan una segunda vida al campo", el SERIDA presentó un proyecto de innovación derivado de la producción de sidra. Este proyecto consiste en la recuperación mediante diversos procesos, de residuos generados por industria sidrera como la magaya, que se transforma en harina y posteriormente se utiliza como ingrediente de galletas.

Finalmente, dentro de las actividades de la feria, los técnicos Guillermo García y Silvia Baizán participaron como miembros del jurado del XLII Concurso Familiar de la Huerta de Asturias. ■



Participación del SERIDA en el XXXV Festival de la Manzana de Villaviciosa

M^a DEL PILAR ORO GARCÍA. Área de Transferencia y Formación. mariadelpilar.rogarcia@asturias.org

ENRIQUE DAPENA DE LA FUENTE. Programa de Investigación en Fruticultura. enrique.dapenadela Fuente@asturias.org

El SERIDA participó, un año más con múltiples actividades en el Festival de la Manzana de Villaviciosa, organizado por el Ayuntamiento, que celebró su XXXV edición entre 9 y el 13 de octubre.

El festival comenzó con la Jornada Técnica “Optimización de la Producción de Manzana de Sidra” organizada por el SERIDA, que se dividió en dos partes. En la primera, celebrada en el Ateneo Obrero de Villaviciosa, Enrique Dapena investigador y responsable del Programa de Fruticultura presentó la ponencia “Creación de un espacio de compartición de datos como herramienta para la mejora de

la sostenibilidad y la rentabilidad del cultivo de manzano de Sidra en Asturias”. Por su parte, Aitor Somoano, completó la sesión con la ponencia “Los roedores que dañan los manzanos. Métodos de control”.

La segunda parte consistió en una visita a dos plantaciones semiextensivas de manzano de sidra en Villaverde y San Justo, donde los asistentes pudieron ver una demostración de trampeo para el control de roedores.

Entre las actividades abiertas al público, el SERIDA organizó una cata de manzanas guiada por los inves-

↓
El investigador Enrique Dapena durante su exposición.



A través de estas actividades el SERIDA mostró su compromiso con la divulgación de la labor investigadora que lleva desarrollando en torno a uno de los productos agroalimentarios de mayor tradición en Asturias. ■



El SERIDA celebra el “Apple Day”

MARÍA DEL PILAR ORO GARCÍA. Área de Transferencia y Formación. mariadelpilar.oro@asturias.org

ENRIQUE DAPENA DE LA FUENTE. Programa de Investigación en Fruticultura. enrique.dapenadela Fuente@asturias.org

El SERIDA organizó, en colaboración con la Sociedad Española de Agricultura Ecológica, una jornada técnica bajo el título “Variedades de manzana para industria y su manejo en cultivo ecológico” el pasado 21 de octubre, con motivo de la celebración del Día Mundial de la Manzana (“Apple Day”). Esta iniciativa nacida en el Reino Unido, en 1990, tiene como objetivo poner en valor este fruto, su conservación y dar a conocer las diferentes variedades que existen.

El evento tuvo lugar en el Ateneo Obrero de Villaviciosa y se dividió en dos partes una teórica y otra práctica. El responsable del Programa de Fruticultura del SERIDA Enrique Dapena, impartió dos ponencias: “Principales características de las variedades de manzano de sidra seleccionadas por el Serida” y “Aspectos a considerar en el establecimiento y manejo de una nueva plantación de manzano de sidra”. Por su parte, Marcos Miñarro, investigador del mismo programa habló de la impor-



tancia de la biodiversidad animal en las plantaciones de manzana de sidra.

La jornada se completó con tres visitas, una a las parcelas experimentales del SERIDA para conocer las variedades de manzana y un sistema de cultivo semiintensivo en producción ecológica; otra a una plantación de manzana de sidra en Villaverde; y finalmente, una visita a una empresa de productos ecológicos derivados de la manzana. ■



↑
Enrique Dapena durante su intervención

←
Asistentes a la jornada



III Concurso de Fotografía del SERIDA

M^a DEL PILAR ORO GARCÍA. Área de Transferencia y Formación. mariadelpilar.oro Garcia@asturias.org



Acto de entrega del "Premio del Jurado".

El Serida celebró su III Concurso de Fotografía, bajo el lema "Asturias es Sidra", tras la declaración de la "Cultura Sidrera Asturiana" como Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad. Este certamen de carácter bianual, y patrocinado por la Caja Rural de Asturias y La Cooperativa, tiene como objetivo acercar a la sociedad los ámbitos de investigación en los que trabaja la entidad.

En esta edición se establecieron tres galardones. El premio del jurado dotado con 500 euros, y concedido por la Fundación Caja Rural de Astu-

rias fue otorgado por un comité de expertos. Asimismo, se concedieron dos premios de carácter popular, uno a la fotografía con mayor número de "Me gusta" en el álbum creado al efecto en la página de Facebook del SERIDA, y otro a la fotografía con mayor número de votos recogidos durante la *Feria del Campo y de las Industrias Agrícolas, Ganaderas y Pesqueras* (AGROPEC). Ambos consistieron en una cesta de productos de la marca "Alimentos del Paraíso", sello de garantía titularidad del Principado de Asturias, patrocinados por La Cooperativa.

Al concurso se presentaron 67 imágenes, de las cuales el jurado seleccionó 15 como finalistas. Entre ellas resultó ganadora la fotografía titulada “Pola sangre que vertiesti” de la autora Analía Pello García. Además, se eligieron dos imágenes para su publicación junto a las premiadas, en la revista Tecnología Agroalimentaria, editada por el SERIDA: “Reflejo”, de Esperanza Labrador Rodríguez y “Apañar” de Aitor Ferreras Castillo.

El jurado estuvo presidido por: Lydia Santamaría Pedregal, directora del Museo Barjola, y contó como vocales con Marcos Miñarro Prado, investigador del Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales, Guillermo García González de Lena, técnico del Área de Experimentación y Demostración Agro-ganadera, ambos del SERIDA, Javier Nievas, responsable de Medio Rural, de la Caja Rural de Asturias, Samuel Vallina Palacio, interventor de la Cooperativa de Agricultores, Consumidores y Usuarios del concejo de Gijón. Actuó como secretario Jorge Fernández Castillo, administrativo del SERIDA.

La entrega de premios tuvo lugar el pasado 24 de octubre, en la Sala de Juntas del SERIDA. El acto contó con la intervención de Mamen Oliván, directora gerente del SERIDA quien, junto con Javier Nievas, hizo entrega del cheque de 500 euros a la ganadora del premio del Jurado, Analía Pello García. Por su parte, Samuel Vallina entregó los premios dotados con una cesta de “Alimentos del Paraíso” a Aitor Ferreras Castillo por su fotografía “Apañar” que obtuvo el mayor número de votos en AGROPEC, y a Griselda Rendal Peña por “Bio-conexión” que obtuvo el mayor número de apoyos en Facebook. Asimismo, Marcos

Miñarro, hizo entrega de los diplomas a los galardonados. El acto fue conducido por Carmen Díez Monforte, jefa del Departamento de Investigación y Servicios Tecnológicos del SERIDA. ■

↓
Acto de entrega de premios



V Semana de la Ciencia del SERIDA

INÉS GAGO MENÉNDEZ. Cronistar. inesgago@cronistar.com

El SERIDA celebró su V Semana de la Ciencia, del 18 al 25 de noviembre, desarrollando seis talleres que se impartieron en nueve centros educativos y una actividad colaborativa.

Los talleres impartidos fueron los siguientes:

- “Un viaje a través de las legumbres”, organizado por del equi-

po de Genética Vegetal, integrado por Carmen García, Ana Elizabeth Portilla y Marta Suárez.

- “Ganadería y agricultura de precisión: el uso de las nuevas tecnologías”, impartido por el investigador Jairo García y la investigadora predoctoral María Campo, ambos pertenecientes al grupo de Nutrición y Sanidad Animal (NySA-SERIDA).
- “Conoce la biodiversidad de los pastos asturianos”, a cargo de la investigadora Rocío Rosa del Área de Nutrición, Pastos y Forrajes.
- Gyncana “Manzana y sidra: Ciencia en Acción”, desarrollada en la sede del SERIDA en Villaviciosa, gracias al equipo formado por Rosa Pando, María José Antón, Mercedes Fernández, Belén García Javier Jiménez, integrantes del Área de Tecnología de los Alimentos y el Programa de Fruticultura.
- “Carne a Con-Ciencia”, organizado por el Área de Sistemas de Producción Animal, con la participación de Verónica Sierra, José M^a Pérez, Nel Álvarez y Ana Castaño.
- “Vectores ¿Qué son? y su importancia en el mundo globalizado”, impartido por el investigador Alberto Espí del Área de Sanidad Animal.



La Semana comenzó en los centros IES César Rodríguez (Grado) y el CP La Reconquista (Cangas de Onís) y continuó el IES Luces (Colunga) Colegio Xentiquina de Lieres, Colegio San Rafael y CP Maliayo (Villaviciosa), IES Concejo de Tineo, CP Marcelo Gago (Avilés) y el CP Lugo de Llanera.

Además, el Programa Forestal en la Mata (Grado), colaboró con el grupo *Llabor*, de la Universidad de Oviedo en una serie de actividades

en torno al castaño, en las que participación el C.P.E.B. El Salvador de Grandas de Salime y el CP El Plagazón (Piloña).

Esta es la quinta edición consecutiva de la Semana de la Ciencia del SERIDA, una iniciativa que cuenta con la implicación de investigadores y técnicos, que diseñan y desarrollan íntegramente sus talleres para acercar la ciencia a los jóvenes y fomentar las vocaciones científicas. ■



←
Taller
"Carne a Con-Ciencia".
Colegio La Reconquista
(Cangas de Onís).



←
Gincana "Manzana y
sidra: Ciencia en acción".
SERIDA - Villaviciosa.



Nuevos proyectos de I+D+i

Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales Programa de Fruticultura

POLITA - Promoción de la biodiversidad de polinizadores y artrópodos beneficiosos para la agricultura

Entidad financiadora: Unión Europea (Interreg-SUDOE)

Referencia: S2/2.7/E0285

Financiación total: 839.713 €

Financiación SERIDA: 167.887 €

Duración: 2025-2028

Coordinador: Marcos Miñarro Prado



Descripción: El sector agrícola del espacio Sudoe es clave económicamente, pero en las últimas décadas ha adoptado prácticas intensivas y el uso de agroquímicos, lo que ha incrementado el monocultivo y degradado el suelo, acelerando la pérdida de biodiversidad. Entre las especies más afectadas se encuentran los insectos polinizadores, arañas y otros artrópodos, que son fundamentales para servicios ecosistémicos como la polinización, el control de plagas y la mejora de la fertilidad del suelo. Además, su interacción con las plantas favorece la microbiota beneficiosa, crucial para la fermentación de uvas o manzanas en la producción de vinos y sidras. En el contexto de la reducción de fitosanitarios y la búsqueda de prácticas más sostenibles, los artrópodos pueden ayudar a estabilizar los cultivos y aumentar la resiliencia de los sistemas agrícolas a largo plazo. Sin embargo, sus poblaciones, especialmente las de insectos, están disminuyendo de manera alarmante. Ante este desafío, el proyecto POLITA tiene como objetivo diseñar prácticas agroecológicas innovadoras que fomenten las comunidades de artrópodos beneficiosos y potencien sus servicios ecosistémicos. En

Asturias, el foco será promover los insectos polinizadores en los cultivos de manzano para la producción de sidra.

El desarrollo del proyecto contribuirá a mejorar la competitividad y resiliencia del sector agrícola, integrando las soluciones en los planes estratégicos de la PAC y apoyando a los productores locales. El fomento de la presencia de polinizadores en los cultivos de manzano, puede derivar en una mayor calidad y cantidad de la cosecha repercutirá directamente en una mejora en la rentabilidad de los productores. Este enfoque agroecológico, alineado con los objetivos de la PAC, permitirá a los agricultores adaptarse a los retos ambientales y de mercado, impulsando un modelo agrícola más competitivo y respetuoso con el entorno.

Colaboran en este proyecto: NEIKER, Dirección General de Desarrollo Rural (Gobierno de Navarra), Instituto Politécnico de Bragança, Fédération des Vins de Bergerac et de Duras, Institut Français de la Vigne et du Vin Pôle Sud-ouest. ■

ASTURDATA - Creación de un espacio de compartición de datos como herramienta para la mejora de la sostenibilidad y la rentabilidad del cultivo de manzano de sidra.

Entidad financiadora: Unión Europea NextGenerationEU, Gobierno de España, Secretaría de Estado de Digitalización e Inteligencia Artificial, Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, Ministerio de la Transformación Digital y de la Función Pública..

Referencia: TSI-100121-2024-104

Financiación: 452.928€

Duración: 2024-2025

Coordinadora: M^a del Carmen Oliván García

Descripción: Actualmente el sector elaborador de sidra debe comprar manzana foránea para completar sus requerimientos de manzana. Se precisa potenciar un incremento de la superficie de cultivo de manzana, así como su productividad, a través de la optimización de las condiciones del manejo de cultivo, que presenta limitaciones debido a un conjunto de singularidades determinadas por la orografía, variaciones a nivel de suelo, topográficas y climáticas que hacen difícil definir el modelo de cultivo más adecuado en cada situación. Otro problema es la limitada capacidad de estimación temprana de la cosecha. En definitiva, es necesario profundizar en el conocimiento sobre el tipo de manejo y la combinación cultivar/portainjerto adecuado para asesorar sobre su aplicación óptima. Con este proyecto se pretende generar un espacio de compartición de datos, en el que el SERIDA sea el promotor, que aglutine información concerniente al cultivo de manzano de sidra para ser utilizado por los miembros del ecosistema, y que a su vez genere servicios de valor añadido. Por otra parte, se pretende 1) desarrollar propuestas de cultivo y de manejo mejor adaptadas a las condiciones de suelo, topográficas y climáticas más frecuentes existentes en las plantaciones de manzano de sidra, a fin de mejorar la productividad y sostenibilidad del cultivo en Asturias; y 2) establecer una metodología adaptada a la



región que permita determinar cada año, con suficiente antelación y precisión, la producción de manzana de sidra que se espera cosechar en Asturias.

Supondrá una ventaja para los cosecheros que sabrán de antemano qué opciones de combinación portainjertos / variedad y sistema de cultivo son los más recomendables en Asturias. Y, por otro lado, una herramienta predictiva de su futura cosecha. Los llagares también se beneficiarán a la hora de prever el aprovisionamiento de manzana, priorizando la adquisición de manzana asturiana. Este Caso de Uso supone un proyecto estratégico para Asturias y permitirá apoyar un sector que es símbolo identitario de Asturias.



Área de Tecnología de los Alimentos

VAL-CIDAPP- Valorización de recursos vegetales: Mejora de la manzana de sidra y de la trazabilidad y calidad en la elaboración de sidra.

Entidad financiadora: Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidad, Agencia Estatal de Investigación (AEI).

Referencia: PID2024-161585OR-I00

Financiación: 175.000 €

Duración: 2025-2028

Coordinador: Dres. Anna Picinelli Lobo, Enrique Dapena de La Fuente

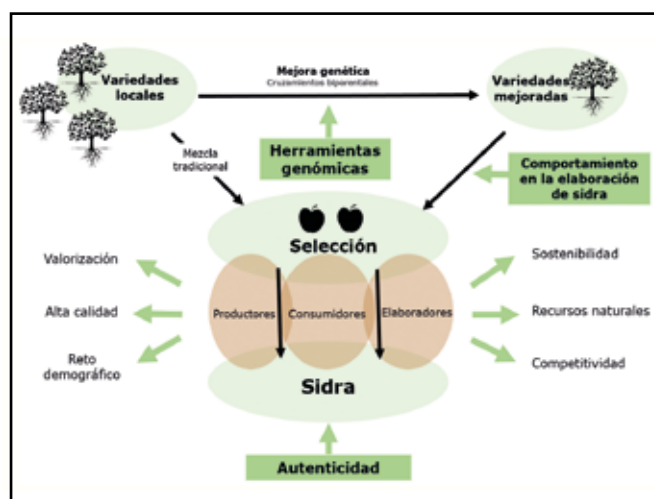
Descripción: El cultivo de manzana de sidra enfrenta desafíos como la vecería, que origina problemas de suministro a la industria elaboradora y fluctuaciones de precios de la manzana. La DOP "Sidra de Asturias" regula la producción, trazabilidad y calidad de la sidra hecha en Asturias a partir de 76 variedades locales seleccionadas, entre las que se incluyen 18 variedades obtenidas por el Programa de Mejora del SERIDA,

caracterizadas por su resistencia a enfermedades, producción regular y calidad del fruto. En este contexto, el proyecto VAL-CIDAPP propone evaluar el potencial de estas variedades mejoradas en fermentaciones controladas, y analizar su idoneidad para la producción de sidra. Uno de los enfoques novedosos del proyecto es la aplicación del análisis de isótopos estables. La identificación de los perfiles isotópicos característicos de las sidras elaboradas en Asturias permitirá su diferenciación de aquellas producidas en otras regiones. Por otro lado, el proyecto pretende avanzar en la mejora genética de la especie, a partir de estudios de asociación del genoma completo (GWAS) con el objetivo de identificar loci asociados a los perfiles fenólicos y polialcoholes. Asimismo, se llevará a cabo la reconstrucción de pedigrís, lo que también contribuirá a mejorar la eficiencia del proceso de mejora mediante la prevención de la endogamia durante el diseño de nuevos cruzamientos.

Los objetivos generales del proyecto son:

1. Evaluación de variedades mejoradas de manzana y estudios de trazabilidad del origen de sidras.
2. Selección de variedades mejoradas mediante aplicación de técnicas de genotipado de alto rendimiento.

VAL-CIDAPP busca optimizar la calidad y regularidad de la sidra asturiana, mejorando su estabilidad productiva y asegurando una oferta constante de manzana de alta calidad. Esto no solo beneficiará a los productores al hacer sus cultivos más rentables y sostenibles, sino que también reforzará la competitividad del sector agroalimentario español en los mercados nacionales e internacionales. Al reducir la dependencia de importaciones y fomentar el uso sostenible de tierras agrícolas en Asturias, el proyecto contribuirá a consolidar el papel de la sidra como un producto emblemático, garantizando su autenticidad y proyección futura en un mercado cada vez más exigente. ■





Nuevos convenios, contratos, acuerdos y protocolos

Convenio de colaboración entre la Administración del Principado de Asturias, a través de la Consejería de Ciencia, Industria y Empleo, y el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario del Principado de Asturias, para la gestión de ayudas de la convocatoria del programa de ayudas "Severo Ochoa" para la Formación en Investigación y Docencia del Principado de Asturias correspondiente a 2024.

Objeto: fijar el marco de colaboración entre las entidades firmantes para la mejor gestión de la convocatoria del Programa de Ayudas "Severo Ochoa" para la formación y en investigación y docencia del Principado de Asturias en el año 2024, cuya finalidad es fomentar la formación docente e investigadora de estudiantes de doctorado en el Principado de Asturias.

Duración: desde el 13 de febrero de 2026 hasta el 12 de febrero de 2030.

Acuerdo de cooperación entre la University of Life Sciences in Lublin, Polonia y el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA) en el ámbito de la investigación científica y la formación.

Objeto: establecer la cooperación de ambas entidades en las siguientes áreas: investigación conjunta, intercambio de conocimientos entre el personal de investigación y educativo, publicación de trabajos científicos, intercambio de publicaciones, organización de conferencias científicas.

Duración: desde el 28 de abril de 2026 hasta el 28 de abril de 2028.

Acuerdo de Transferencia de Material entre la University of Life Sciences in Lublin, Polonia y el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA).

Objeto: la evaluación de la existencia de un vínculo entre las concentraciones de kisspeptina en el plasma seminal o la expresión del receptor de kisspeptina en los espermatozoides y los parámetros de calidad y la capacidad fecundante de semen de toro.

Duración: desde el 28 de abril de 2026 hasta el 28 de abril de 2028.

Protocolo general de actuaciones entre la Asociación Española de Criadores de Ganado Vacuno Selecto de la Raza Asturiana de la Montaña y el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA) para la colaboración científico-técnica mejora de la calidad seminal de toros de la raza asturiana de la montaña en el Centro de Testaje de El Remediú (Nava-Asturias).

Objeto: desarrollo de actividades conjuntas de investigación en el ámbito de la calidad seminal, así como en la impartición de un programa formativo dirigido a trabajadores de ASEAMO en el campo de la valoración seminal.

Duración: desde el 1 de julio de 2025 hasta el 31 de julio de 2027

Protocolo general de actuaciones entre la Asociación Española de Criadores de Ganado Vacuno Selecto de la Raza Asturiana de los Valles y el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA) para la colaboración científico-técnica y formativa en actividades relacionadas con el estudio de la calidad seminal en toros jóvenes

Objeto: desarrollo de actividades conjuntas de investigación en el ámbito de la calidad seminal, así como en la impartición de un programa formativo dirigido a trabajadores de ASEAVA en el campo de la valoración seminal.

Duración: desde el 1 de julio de 2025 hasta el 31 de julio de 2027

Protocolo del presupuesto de prestación de servicios a petición del Ayuntamiento de Grado para la utilización de las instalaciones de invernaderos y otras infraestructuras en la estación experimental del SERIDA "La Mata" (Grado), para la realización de prácticas de proyectos de empleo y formación (Taller de Empleo).

Objeto: cooperación educativa entre el SERIDA y el Ayuntamiento de Grado para la realización de prácticas de alumnos de los programas de empleo-formación del Ayuntamiento de Grado en instalaciones del SERIDA.

Duración: desde el 17 de octubre de 2025 hasta el 14 de julio de 2026.

Presupuesto de prestación del servicio de asistencia científico-técnica a petición del Consejo Regulador de la Denominación de Origen Protegida "Sidra de Asturias" para la caracterización sensorial de la sidra de hielo elaborada en Asturias.

Objeto: establecer las reglas de prestación de servicios que el SERIDA, a través del Área de Tecnología de los Alimentos, realizará para C.R.S.A en relación con la caracterización sensorial de la sidra de hielo elaborada en Asturias

Duración: desde marzo hasta octubre de 2026.

Presupuesto de prestación del servicio de asistencia científico-técnica a petición del Consejo Regulador de la Denominación de Origen Protegida "Sidra de Asturias" para adecuar los ensayos de análisis sensorial de sidras a los requisitos de la Norma UNE-EN ISO/IEC 17025.

Objeto: establecer las reglas de prestación de los servicios que el SERIDA a través del Área de Tecnología de los Alimentos, realizará para el C.R.S.A para adecuar los ensayos de análisis sensorial de sidras a los requisitos de la Norma UNE-EN ISO/IEC 17025.

Duración: desde junio de 2025 hasta junio de 2026. ■



Tesis y seminarios

Trabajo Fin de Máster



Uso de cepas hipovirulentas para tratar el chancro del castaño causado por *Cryphonectria parasitica*

Autora: Corina Bauer Fernández

Año: 2025

Directoras: Dras. Ana J. González (SERIDA), Mónica Meijón (Universidad de Oviedo)

Lugar de presentación: Universidad de Oviedo

El chancro del castaño, causado por el hongo *Cryphonectria parasitica*, constituye una de las principales amenazas para los castañares europeos. Este patógeno genera lesiones en la corteza que afectan a los tejidos de transporte, pudiendo provocar la muerte del árbol. Una estrategia eficaz de control biológico consiste en el uso de cepas hipovirulentas infectadas por un hipovirus, el cual puede transmitirse a otras que pertenezcan al mismo grupo de compatibilidad vegetativa (GCV) y que presenten los mismos idiomorfos MAT, reproduciéndose entonces de manera asexual. En este trabajo, se partió de 24 cepas de *C. parasiti-*

ca aisladas anteriormente en una finca con castaños afectados por chancro. Mediante el método de barrera-fusión, se determinó que pertenecían a los grupos EU1 y EU13. Posteriormente, se amplificaron por PCR los idiomorfos MAT-1 y MAT-2, comprobando que estaban presentes ambos, e incluso se encontraron cepas heterocariontes (con ambos tipos de MAT), lo que incrementaría el riesgo de reproducción sexual. Se encontraron cepas hipovirulentas (hv) en un árbol de la propia finca, pero presentaron un crecimiento bajo y un aspecto atípico. Por ello se obtuvieron cepas hv mediante la transferencia del virus de cepas de la colección del SERIDA a cepas virulentas aisladas en la finca. La determinación de la hipovirulencia se realizó en base a su morfología, la capacidad de transmisión del virus y la presencia del enzima lacasa. Además de éstas, se convirtieron en hipovirulentas cepas MAT 1 de otra explotación en donde el SERIDA lleva a cabo ensayos gracias a la colaboración con la empresa Bosqfrut. El tratamiento, en este caso, se aplicó mediante un método novedoso utilizando palillos de brocheta. Se trataron cinco de los ocho árboles afectados. La eficacia del tratamiento, no incluida en este trabajo, se evaluará al cabo de 1 y 2 años.

El uso de cepas hv es un método ampliamente utilizado cuya dificultad reside tanto en la especificidad de las cepas como en la forma de aplicación de las mismas, tradicionalmente mediante la realización de taladros alrededor de los chancros que se rellenan con una pasta conteniendo la cepa hv, lo que resulta muy laborioso. Por ello, desde el SERIDA, en colaboración con Bosqfrut, se han ensayado alternativas para mejorar esta metodología. La aplicada en este trabajo simplifica mucho el procedimiento tradicionalmente empleado, sin embargo, persiste el problema de la especificidad ya que es necesario aplicar cepas que coincidan en GCV y MAT, con las presentes en cada parcela. En el futuro, será muy útil explorar otras alternativas de tratamiento como pueden ser microorganismos antagonistas que puedan utilizarse de forma más genérica. ■

Tesis doctoral



Identificación y validación de biomarcadores de diagnóstico precoz y de resiliencia a la paratuberculosis bovina utilizando tecnologías ómicas e inmunohistoquímica

Autora: Alejandra Isabel Navarro León
Año: 2026

Directora: Dra. Rosa Casais Goyos (SERIDA)

Lugar de presentación: Universidad de Oviedo

La Paratuberculosis bovina (PTB) es una enteritis granulomatosa crónica, causada por *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (Map), que afecta principalmente a los rumiantes. Esta enfermedad es especialmente relevante en regiones ganaderas, como Asturias, debido a su impacto negativo en la producción lechera, la salud animal, la rentabilidad económica de las explotaciones y su potencial riesgo zoonótico.

A pesar de las estrategias disponibles (tratamiento, selección genética, vacunación, saneamiento y bioseguridad), el control de la PTB continúa siendo un gran reto. En la práctica, la mayoría de los programas de control se basan fundamentalmente en el diagnóstico y sacrificio de los animales infectados. Sin embargo, la larga fase subclínica de la PTB favorece una transmisión silenciosa de Map, debido a la falta de métodos de diagnóstico temprano suficientemente sensibles.

Esta tesis pretende desarrollar herramientas innovadoras orientadas a reforzar las estrategias de saneamiento y selección genética, para así lograr medidas de control más eficaces. Este trabajo se organiza en tres capítulos:

El *capítulo I* se centra en la búsqueda de nuevos biomarcadores de detección temprana

de la infección, y explora los mecanismos moleculares que subyacen a la progresión de la enfermedad.

El *capítulo I* analiza el perfil proteómico de ganado frisón con lesiones focales (subclínicas), difusas (clínicas) y controles sin lesiones. Varias proteínas, relacionadas con la respuesta inmune de fase aguda y el metabolismo lipídico, mostraron una abundancia diferencial entre grupos. Seis candidatos a biomarcadores se validaron mediante ELISA. El ELISA basado en la detección de la glucoproteína alfa-1-ácida (ORM1) mostró el mejor rendimiento diagnóstico para detectar animales con lesiones focales (características de infecciones subclínicas), mejorando el rendimiento de las técnicas de diagnóstico convencionales.

El *capítulo II* busca la validación de hallazgos genómicos previos que señalaban la regulación al alza de las rutas de queratinización y del factor de respuesta al crecimiento temprano 4 (EGR4) en animales con lesiones multifocales y su función en procesos biológicos relacionados con resiliencia.

- El *capítulo II.I* investiga la expresión de citoqueratina (CK) y la distribución de macrófagos epitelioides (MEs) en lesiones granulomatosas (focales, multifocales y difusas). Las lesiones multifocales mostraron una expresión más elevada de CK, con los MEs formando estructuras granulomatosas protectoras que podrían limitar la diseminación de Map y el daño tisular, lo que respalda el papel de la CK como biomarcador potencial de resiliencia.

- El *capítulo II.II* evalúa la asociación de EGR4 con la reducción de la inflamación inducida por NF- κ B y una mejor reparación tisular. Los resultados confirmaron una mayor expresión de EGR4 en animales subclínicos con lesiones multifocales, lo que apoya su participación en procesos de resiliencia.

El *capítulo III* aborda el análisis proteómico de suero y válvula ileocecal de ganado potencialmente resiliente (lesiones multifocales) y no resiliente (lesiones difusas) para identificar biomarcadores y desvelar los mecanismos moleculares implicados en la resiliencia a la PTB. Se identificaron proteínas expresadas diferencialmente relacionadas con el control del estrés oxidativo, la inmunidad adaptativa, la respiración celular y posibles mecanismos moleculares asociados a resiliencia. La pre-validación de ocho candidatos a biomarcadores confirmó las tendencias observadas en el análisis proteómico, aportando información funcional sobre los mecanismos moleculares asociados con la resiliencia a la PTB.

Este trabajo resalta la importancia de integrar distintas tecnologías ómicas para desarrollar nuevas herramientas de diagnóstico precoz y selección de ganado resiliente dirigidas a mejorar el control de la PTB. ■



Publicaciones

Libros



El cultivo de la zarzamora

Autora: Juan Carlos García Rubio
Guillermo García González de Lena
Silvia Baizán González
Marta Ciordia Ara

Año: 2025

Depósito Legal: AS-1640-2025

Edita: Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Consejería de Ciencia, Industria y Empleo

[Online] <https://serida.asturias.es/-/el-cultivo-de-la-zarzamora>

Esta publicación recoge las principales características y técnicas de cultivo de un fruto que cada vez despierta más interés entre agricultores y empresas agroalimentarias. Aborda a lo largo de sus 121 páginas aspectos como la morfología, variedades, técnicas de producción y cultivo, recolección, conservación y comercialización.



Memoria de actividades del SERIDA 2024

Año: 2025

Depósito Legal: AS-4465-2002

Edita: Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Consejería de Ciencia, Industria y Empleo

[Online] <https://serida.asturias.es/-/memoria-de-actividades-del-serida>

La Memoria SERIDA 2024 contiene información de los proyectos de I+D+i, de la labor contractual y relacional con otros organismos, agentes, instituciones y empresas, así como de las actividades científicas, técnicas, divulgativas, promocionales y de formación desarrolladas por la entidad durante el año. ■





SERIDA

LIDERANDO
PROYECTOS
EN BENEFICIO
DEL CAMPO



 serida.asturias.es

    @SeridaAst