

DOSIER

AGROBIOLOGÍA



ACEITES Y GRASAS EN LA ALIMENTACIÓN:
¿ES POSIBLE LLEVAR UNA DIETA SALUDABLE?



SOSTENIBILIDAD DE LOS SUELOS:



TOY STORY, INTELIGENCIA ARTIFICIAL
Y AGROBIOLOGÍA DIGITAL: DE LA
ANIMACIÓN A LA CIENCIA REVOLUCIONARIA



MANEJO SOSTENIBLE Y MEJORA
DE LA CALIDAD DEL CULTIVO DE
LA FRESA



LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
SOSTENIBLE



LA BIOLOGÍA EN EL CINE

La agricultura en el cine

BIOEMPREENDEDORES

Conocemos la compañía AGROBÍO



Colegio Oficial de
Biólogos de Andalucía



Hazte fuerte, colégiate

10 RAZONES PARA COLEGIARSE

- 1 Colegiarse es una **obligación profesional** por Ley.
- 2 La **cuota** de colegiación es **muy económica y desgrava**.
- 3 La **cuota** de los colegiados **revierte completa y exclusivamente en el Colegio**.
- 4 El **Colegio** es el único organismo oficial que **te representa como Biólogo**.
- 5 El **Colegio** es el **vehículo de difusión** de las actividades laborales del Biólogo.
- 6 El **Colegio** te ofrece **información** continua y actualizada de **ofertas de empleo**.
- 7 El Colegio es tu **asesor personal** sobre las salidas profesionales del Biólogo.
- 8 El **Colegio** te ofrece **formación permanente**, actualizada y económica.
- 9 El Colegio te **proporciona un seguro de responsabilidad civil** y asesoría jurídica.
- 10 Desde el Colegio gestionamos tus **Prácticas de Empresa**.

¡¡¡ Colegiarse es fácil !!!

Entra en www.cobandalucia.org



Sigues unos sencillos pasos desde tu PC, Móvil o Tablet.
Con la documentación necesaria, estarás colegiad@ en segundos.
Y disfruta de las diferentes ofertas que te ofrecemos en "Ventajas para el Colegiado"

Más Información en: www.cobandalucia.org

Sevilla: Avda. San Fco. Javier, nº 9 (Edificio Sevilla 2), Pta. 4ª, Mod. 7 y 8 - 41018 - oficina@cobandalucia.org



PRESENTACIÓN

La biología desempeña un papel crucial en la transformación de la agricultura. Plantas, animales y suelo conforman un ecosistema especial dirigido a producir materias primas y alimentos para personas y animales.

En España el sector agroalimentario representa un importante sector económico. Un sector, que teniendo en cuenta la totalidad de su cadena de valor, ha visto incrementar en 2023 su valor añadido bruto (VAB) un 2,3 % en términos reales. De esta forma, el sector agroalimentario aporta el 8,94 % del VAB total de la economía española (ligeramente por encima del 8,9 % en 2022), con un valor de 119.140 millones de euros.

La investigación básica en los procesos biológicos ha permitido avances significativos en términos de eficiencia, sostenibilidad y seguridad alimentaria. De hecho, fue una de las bases del desarrollo agrícola mundial durante el siglo XX que se llamó "revolución verde". Entre los objetivos de esta "revolución verde" estaban el incremento de la productividad, la resistencia a enfermedades, la tolerancia a condiciones de estrés (como la sequía, altas temperaturas, la salinidad, etc.) así como la mejora en la calidad nutricional de las cosechas.

Uno de los avances más importantes en la biología aplicada a la agricultura ha sido el desarrollo de la mejora genética vegetal. Mediante la selección y cruzamientos de plantas con características deseables los agricultores han podido mejorar sustancialmente sus cosechas y adaptar sus cultivos a distintos climas y tipos de suelo.

Otra importante aplicación de la biología a la Agricultura ha sido el desarrollo de la "lucha biológica", para combatir plagas mediante el uso de organismos vivos, permitiendo de esa forma reducir el uso de productos de síntesis química en el campo.

En los últimos años, ya en el siglo XXI, la incorporación de las nuevas técnicas de edición genética como CRISPR-Cas9, ha abierto un abanico de posibilidades revolucionarias en el sector agrícola. Estas tecnologías permiten modificar el ADN de las plantas de manera precisa y eficiente, sin necesidad de introducir genes de otras especies.

Aunque el sector de la agricultura es multiprofesional, son muchos los profesionales de la biología que trabajan en este sector. Desde aquí queremos dar valor y resaltar la importancia del trabajo de los biólogos y biólogas que con su dedicación en la investigación y desarrollo tanto en el sector público como en el privado, han aportado y aportan a la agricultura y a la sociedad.

Edita:
Colegio Oficial de Biólogos de Andalucía

Comité Editorial:
Braulio Asensio, Francisco Sallago Y José Luis Daza

Consejo Editorial: Junta de Gobierno del COBA

Maquetación e Impresión: Egondi Artes Gráficas

ISSN: 1698-8428

Depósito Legal: SE 2035-2023

BioAndalucía es una revista profesional, plural, sostenible, solidaria, científica, técnica y de opinión.

El Colegio Oficial de Biólogos de Andalucía no ha de compartir necesariamente las opiniones y comentarios que aparecen en los artículos de ésta publicación.

SUMARIO

	Pág.
PRESENTACIÓN	3
DOSIER AGROBIOLOGÍA	
Aceites y grasas en la alimentación: ¿es posible llevar una dieta saludable?	5
Mónica Venegas Calerón/ Enrique Martínez Force	
Sostenibilidad de los suelos: papel clave de los microorganismos y la importancia de su preservación	10
María Camacho, otros	
Toy Story, inteligencia artificial y agrobiología digital: de la animación a la ciencia revolucionaria	16
Álvaro Polonio	
Manejo Sostenible y Mejora de la Calidad del Cultivo de la Fresa	22
Berta de los Santos y otros	
La Producción Agrícola Sostenible	27
Juan Jauregui	
ARTÍCULOS	
Captación y retención de las aguas pluviales en los suelos agrícolas	32
Juan Manuel Sánchez Aragón	
LA BIOLOGÍA EN EL CINE	
La agricultura en el cine	38
Eduard-Josep Chifré i Petit	
BIOEMPREENDEDORES	
Perfil de empresa	49
AGROBÍO	
Biólogos para el siglo XXI El siglo de la Biología	50
José Berros Elbaz	
INFORMACIÓN DE INTERÉS	
2ª Semana de la Biología en las universidades andaluzas	53

AGROBIOLOGÍA



Aceites y grasas en la alimentación: ¿es posible llevar una dieta saludable?

Dra. Mónica Venegas Calerón
 Bióloga y Doctora en Biología.
 Científica titular OPI en el
 Instituto de la Grasa (IG-CSIC).
 Miembro de la Asociación
 Española del Girasol.



Dr. Enrique Martínez Force
 Biólogo y Doctor en Biología.
 (Coleg. COBA nº 0400 1)
 Profesor de Investigación
 y Director del Instituto de
 la Grasa (IG-CSIC).
 Miembro de la Sociedad
 Española de Biotecnología



Conocidos desde los albores de la humanidad, los aceites y grasas, son componentes fundamentales de los alimentos, claramente diferenciados de las proteínas y de los carbohidratos. Estos pueden provenir de tres fuentes, animales -tanto terrestres como marinos-, vegetales o de microorganismos. Los aceites y grasas son componentes esenciales en nuestra alimentación, tanto por su uso doméstico como en la industria alimentaria y deben constituir alrededor del 5-10% de nuestra dieta. Los encontramos en margarinas, helados, conservas, productos de panadería, chocolates y muchos otros alimentos procesados. Sin embargo, no todos los aceites y grasas son iguales; cada uno tiene una composición química y física particular que determinará sus aplicaciones, propiedades nutricionales y efecto sobre la salud. En este artículo, exploraremos los tipos de grasas, su impacto en la salud y las alternativas sostenibles que están ganando popularidad.

■ ¿Qué son los aceites y las grasas?

Desde un punto de vista químico, la mayoría de los aceites y grasas están compuestos por lípidos y lipoides que se extraen mediante procesos industriales para separarlos de la matriz oleosa.

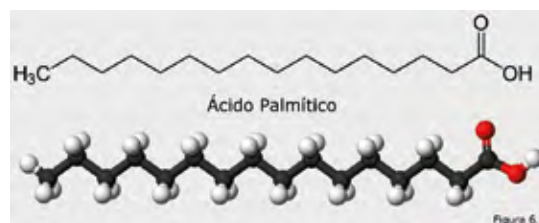
Los aceites están formados principalmente por triacilglicérols (TAG), moléculas formadas por un “esqueleto” de glicerol al que se unen tres ácidos grasos, y además se caracterizan por poseer un pequeño contenido en otros compuestos lipídicos, constituyentes insaponificables, como vitaminas, antioxidantes y fenoles.

En la actualidad, la calidad del aceite o grasa está principalmente determinada por su composición de ácidos grasos. Dependiendo del tipo de ácidos grasos que lo componen, pueden clasificarse en saturados (como el ácido palmítico y esteárico), monoinsaturados (como el ácido oleico) o poliinsaturados (como el linoleico y linolénico). Esta composición afecta no solo a sus propiedades físicas, como la solidez o fluidez, sino también a su efecto en nuestro organismo.

■ Tipos de grasas y sus efectos en la salud

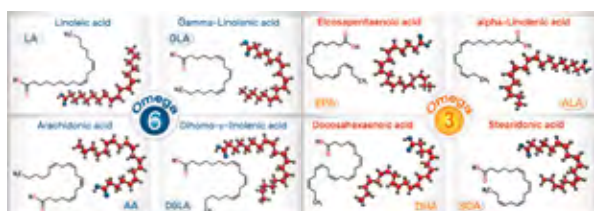
Para llevar una dieta equilibrada, es importante estar atentos a los tipos de grasas que consumimos. El impacto de cada tipo de grasa en la salud varía considerablemente:

- Los **ácidos grasos saturados** individuales tienen efectos diferentes sobre la concentración de las fracciones plasmáticas de colesterol de las lipoproteínas. Por ejemplo, los ácidos láurico (C12:0), mirístico



(C14:0) y palmítico (C16:0), presentes en alimentos de origen animal y en algunos aceites tropicales, aumentan los niveles de colesterol LDL (“colesterol malo”) en la sangre, incrementando el riesgo de enfermedades cardiovasculares (OMS, 2003; OMS, 2010). Mientras que el ácido esteárico (C18:0) es el único ácido graso saturado que parece no tener ningún efecto.

- Los **ácidos grasos insaturados** se dividen en monoinsaturados, con un solo doble enlace, y poliinsaturados, con dos o más dobles enlaces. Estos últimos pueden clasificarse en dos familias, omega-3 y omega-6. El ácido oleico (C18:1), presente en el

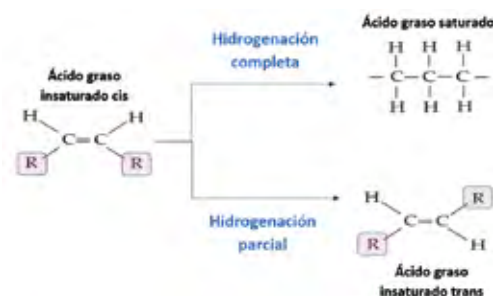


aceite de oliva, el ácido linoleico (C18:2-6) y linolénico (C18:3-3), ambos presentes en aceites vegetales como el de canola o girasol, ayudan a reducir los niveles de colesterol LDL y pueden ser beneficiosos para la salud cardíaca (EFSA, 2010; EFSA, 2011).

- Mientras que los **ácidos grasos trans**, presentes principalmente en grasas parcialmente hidrogenadas, como las que se usan en margarinas y productos de panadería elevan el colesterol LDL y reducen el HDL (“colesterol bueno”), lo que aumenta el riesgo de enfermedades cardiovasculares (OMS, 2003).

■ Los aceites y grasas en la industria alimentaria

La elaboración de margarinas, productos de panadería o repostería requiere grasas con una plasticidad y un contenido en sólidos adecuados, por lo que es necesario un mayor contenido en ácidos grasos saturados en detrimento de los ácidos insaturados. En sus comienzos, la industria alimentaria utilizaba grasas de origen animal, como la manteca de cerdo, en productos como galletas y pasteles. Éstas suelen ser grasas que elevan el colesterol debido a sus altos niveles de



ácido palmítico, algo de ácido mirístico y al aporte extra de colesterol que supone su ingesta. La preocupación por el consumo excesivo de grasas animales y, en parte, restricciones culturales, hizo que la industria buscara una alternativa más saludable. Así, las grasas animales fueron progresivamente sustituidas por aceites vegetales como la soja, canola o girasol. Con sólo un número limitado de aceites y grasas disponibles a escala comercial, no es sorprendente que estos a veces sean inadecuados para satisfacer las propiedades físicas, nutricionales y químicas requeridas para su uso en productos alimenticios u otros usos industriales. Por ello durante más de un siglo, los tecnólogos han diseñado y utilizado procedimientos para superar las limitaciones de una gama restringida de productos naturales, adaptando y transformando los compuestos obtenidos al gusto o las necesidades. En particular, han tratado de modificar la composición de ácidos grasos de sus lípidos, sabiendo que tales cambios influirán en sus propiedades físicas, nutricionales y químicas. Así nacieron las grasas hidrogenadas: aceites vegetales sometidos a un proceso de endurecimiento que los convierte en sólidos a temperatura ambiente. Aunque esta técnica parecía segura en su momento, la hidrogenación produce ácidos grasos trans, cuyos efectos negativos sobre la salud cardiovascular se han comprobado ampliamente (Jandacek, 2009).

■ Aceite de palma: ¿solución o problema?

La creciente preocupación sobre la presencia de ácidos grasos trans alterados químicamente en nuestra dieta corrió paralela a lo largo de los años 90 y 2000 con una expansión exponencial del cultivo de la palma aceitera en el suroeste asiático. La palma es el cultivo oleaginoso más productivo del planeta, con frutos que contienen hasta un 60% de aceite en su pulpa. Este aceite es rico en ácido palmítico (alrededor del 40%). El aceite de palma en sí no tiene muchas aplicaciones debido a su fuerte color rojo y su amplio perfil de fusión. No obstante, la mayor parte del aceite de palma se somete a un proceso denomi-

nado fraccionamiento, la separación de los TAG más ricos en ácidos grasos saturados de los TAG que contienen más ácidos grasos insaturados. Este proceso da lugar a fracciones sólidas con mayor contenido en ácido palmítico (hasta un 60%) denominadas estearinas, y fracciones líquidas denominadas oleínas (Lin, 2011). La irrupción de grandes cantidades de estearinas de palma en el mercado a un precio muy competitivo las convirtió en la alternativa más adecuada a los aceites hidrogenados para la industria alimentaria y así, se convirtieron en pocos años en uno de los principales componentes de muchas formulaciones alimentarias elaboradas a lo largo del mundo. De nuevo, estas formulaciones son las que requieren grasas plásticas o sólidas para su funcionalidad, que abarcan una gran cantidad de productos alimenticios ya enumerados anteriormente. Además, las oleínas de palma comenzaron a utilizarse en lugar de otros aceites líquidos para aplicaciones como frituras, platos precocinados o conservas aumentando el nivel de palmitato en todas estas formulaciones (Lin, 2011). Los efectos de este aumento en la ingesta de ácido palmítico han tenido efectos negativos en la salud de los consumidores. Así, en un estudio realizado en varios países, en un escenario de aumento del consumo de aceite de palma y derivados se estudió el efecto sobre la mortalidad cardiovascular en la población general. La principal conclusión fue que por cada kilogramo adicional de aceite de palma consumido per cápita anualmente, las tasas de mortalidad por cardiopatía isquémica aumentaban en 68 muertes por cada 100.000 personas al año (Chen *et al.* 2011).

En Europa, durante mucho tiempo todas estas fracciones derivadas de la palma se declaraban como aceite vegetal o grasa vegetal en todos estos productos alimenticios. Las directrices sobre etiquetado en la Unión Europea (reglamento 1169/2011) obligan a indicar el origen específico de los aceites y grasas, evitando las denominaciones genéricas. Por ello, los consumidores empezaron a darse cuenta de que las grasas vegetales que consumían, asumidas como saludables frente a las de origen animal, eran en

realidad derivados de la palma ricos en ácido palmítico que actúa elevando los niveles de colesterol LDL. Además, en los últimos años la preocupación por los usos del aceite de palma y sus fracciones se está ampliando al impacto ecológico de su producción. Las plantaciones de palma han ido creciendo de forma no sostenible a costa de extensas áreas de selva tropical, afectando de forma irremediable a la biodiversidad y contribuyendo al cambio climático. En algunas zonas, esta expansión, por ejemplo, amenaza especies emblemáticas como el orangután. La eliminación de estas zonas de selva tropical implica también la emisión masiva de gases de efecto invernadero como el CO₂.

Además, las fracciones de palma utilizadas en muchas formulaciones alimentarias muestran niveles elevados de contaminantes como los monocloropropanedíoles (MCPD) y ésteres glicídílicos (EFSA, 2016). Estos compuestos se producen durante el refinado del aceite en presencia de una fuente de cloro y se ha demostrado que tienen efectos cancerígenos y genotóxicos (Bakhiya *et al.*, 2011), por lo que su ingesta debe evitarse totalmente. El contenido de estos compuestos en el aceite de palma suele ser varias veces superior al de otros aceites vegetales. Por ejemplo, se ha notificado que el 3-MCPD está presente en el aceite de palma en concentraciones 60 veces superiores a las encontradas en el aceite de oliva (EFSA, 2016). Esto ha llevado a que el aceite de palma sea objeto de creciente preocupación tanto por sus impactos ambientales como por sus posibles efectos sobre la salud humana.

■ Alternativas saludables y sostenibles

Uno de los principales objetivos de la tecnología de lípidos alimentarios en la actualidad es encontrar una alternativa saludable al aceite de palma y sus fracciones, asegurando una producción sostenible y un mayor control sobre los estándares de producción. En este sentido, hay que tener en cuenta que estas grasas deben contener ácidos grasos saturados que proporcionen las propiedades físicas y reológicas adecuadas a la



Frituras grasa trans

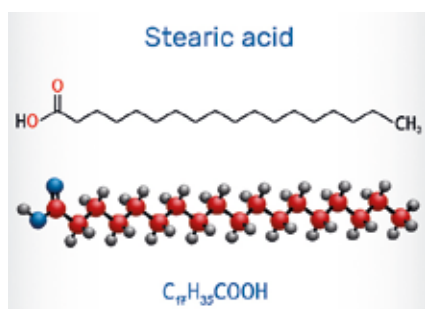


Conservas



Cultivo de la palma

grasa. Como se ha mencionado anteriormente, entre los ácidos grasos saturados más comunes sólo el ácido esteárico no tiene efecto sobre los niveles de colesterol en sangre, por lo que no es un inductor de la arteriosclerosis. La razón es que este ácido graso es convertido eficazmente en ácido oleico por el hígado (Grundy, 1994) y se incorpora preferentemente a los lípidos polares en lugar de a los ésteres de colesterol o TAG (Emke, 1994). Así pues, la alternativa más plausible al uso de grasa animal, aceites hidrogenados y aceite de palma es utilizar grasas vegetales con un alto contenido de ácido esteárico.



Las fuentes vegetales más conocidas de grasas ricas en estearato son las mantecas procedentes de árboles tropicales como karité, sal, kokum, illipe o mango. Algunas de estas especies no son cultivos, sino que son árboles silvestres no domesticados, cuyas nueces se recogen a mano para procesar el aceite mediante métodos artesanales. Por ello, el suministro y la calidad de estos aceites son irregulares, alcanzando a menudo precios elevados en el mercado internacional.

La biotecnología también ha jugado un papel importante. Gracias a avances en ingeniería genética y selección de cultivos, muchos proyectos de investigación se han dedicado a aumentar los niveles de ácido esteárico en los cultivos oleaginosos convencionales. Esto se ha logrado tanto mediante técnicas clásicas de mutagénesis y selección en soja y girasol, como mediante ingeniería genética en colza, algodón y soja. Todos estos proyectos han generado una serie de publicacio-

nes y patentes que describen las nuevas líneas de cultivos oleaginosos ricos en esteárico (Fernández-Moya, 2005, Watkins, 2009), incluso en el caso de la palma (Parveez, 2000). Estas nuevas grasas ricas en esteárico pueden ser utilizadas por la industria alimentaria para la formulación de margarinas, helados, productos de panadería y confitería con bajos contenidos en mirístico, palmítico y libres de ácidos grasos trans. Dentro de éstos, el aceite de girasol rico en esteárico es el único listo para su comercialización.

■ Girasol alto esteárico

La sustitución de las grasas poco saludables utilizadas actualmente en la industria alimentaria por alternativas más sostenibles y beneficiosas para la salud permitirá ofrecer productos libres de los efectos nocivos asociados a las grasas convencionales. Aunque esta transición se enfrenta a la resistencia de poderosos intereses comerciales, como los de la industria del aceite de palma, representa un avance crucial para el bienestar de los consumidores.

En el Instituto de la Grasa (IG-CSIC), el Grupo de Genética y Bioquímica de Lípidos de Semillas (GGBLS) ha logrado desarrollar una línea de girasol alto esteárico mediante un programa de mutagénesis (Fernández-Moya et al., 2005). El aceite obtenido de estas semillas de girasol presenta niveles significativamente mayores de ácido esteárico en comparación con el girasol convencional, en parte a expensas del ácido oleico. Los aceites de girasol altos en esteárico generalmente se obtienen a partir de girasoles ricos en ácido linoleico; sin embargo, para aplicaciones que requieren mayor estabilidad y resistencia al calor, se han cruzado líneas alto esteárico con girasoles alto oleico, dando lugar a una línea HSHO (alto en esteárico y alto en oleico) (Fernández-Moya et al., 2005). Esta combinación ofrece aceites ideales para usos industriales, con una estabilidad superior y un punto de fusión elevado.



Cultivo de colza



Cultivo de soja



Cultivo de girasol

El uso de estas líneas de girasol alto en esteárico representa una alternativa sostenible y local, adecuada para climas templados y con un impacto ambiental mucho menor que el cultivo de palma, cuya expansión en regiones tropicales está devastando selvas y poniendo en riesgo la biodiversidad. Además, este aceite único cuenta con autorización para su comercialización en España (BOE, 30 de diciembre de 2010) y, por tanto, en toda la Unión Europea, abriendo nuevas posibilidades en el mercado europeo.

Las aplicaciones alimentarias de estos aceites son numerosas y variadas. Gracias a su estabilidad a altas temperaturas, resultan excelentes para freír y cocinar. Además, al ser una fuente sostenible de ácidos grasos saturados, los productos derivados de estas líneas de girasol pueden reemplazar eficazmente los isómeros trans y otros ácidos grasos saturados menos saludables, como el láurico, el mirístico y el palmítico, que se encuentran principalmente en el aceite de palma y en grasas hidrogenadas. Esto permite a las empresas de alimentos, margarinas y cremas para untar ofrecer productos más saludables y libres de compuestos perjudiciales (Garcés et al., 2009).

■ Conclusión

Desde los inicios de la producción industrial, la formulación de productos con grasas sólidas que fueran compatibles con una dieta saludable ha sido un desafío. Hoy en día, los avances en ciencia de los alimentos y biotecnología vegetal nos han proporcionado las herramientas adecuadas para ofrecer una alternativa sostenible a las grasas saturadas que aumentan el colesterol y que han sido predominantes en muchas formulaciones alimentarias. Así, los nuevos aceites y grasas ricos en ácido esteárico cumplen con los requisitos de la industria alimentaria sin comprometer nuestra salud. Gracias a estos desarrollos, los consumidores pueden disfrutar de una mayor variedad de alimentos de calidad que contribuyen a una dieta equilibrada y sostenible. ☉

■ Bibliografía

■ Bakhiya, N., Abraham, K., Gürtler, R., Appel, K. E. and Lampen, A. 2011. *Toxicological assessment of 3-chloropropane-1, 2-diol and glycidol fatty acid esters in food*. Molecular nutrition & food research, 55(4), 509-521.

- Chen, B.K. Seligman, B. Farquhar, J.W. and Goldhaber-Fiebert, J.D. 2011. *Multi-Country Analysis of Palm Oil Consumption and Cardiovascular Disease Mortality for Countries at Different Stages of Economic Development: 1980-1997*. Globalization and Health 2011, 7:45
- EFSA, 2010. *Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol*, EFSA Journal 8:1461.
- EFSA, 2011. *Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to oleic acid intended to replace saturated fatty acids (SFAs) in foods or diets and maintenance of normal blood LDL-cholesterol concentrations (ID 673, 728, 729, 1302, 4334) and maintenance of normal (fasting) blood concentrations of triglycerides (ID 673, 4334) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006*. EFSA Journal 9:2043.
- EFSA, 2016. *Risks for human health related to the presence of 3- and 2-monochloropropanediol (MCPD), and their fatty acid esters, and glycidyl fatty acid esters in food*. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). EFSA Journal 14:4426.
- Emke, E.A. 1994. *Metabolism of dietary stearic acid relative to other fatty acids in human subjects*. Am. J. Clin. Nutr. 60: 1023S-8S.
- Fernández-Moya, V. Martínez-Force E. and Garcés, R. 2005, *Oils from Improved High Stearic Acid Sunflower Seeds*. J. Agric. Food Chem. 53: 5326-5330
- Garcés, R., Martínez-Force, E., Salas, J. J., Venegas-Calderón, M. (2009). *Current advances in sunflower oil and its applications*. Lipid Technology, 21(4), 79-82.
- Grundy, 1994. *Influence of stearic acid on cholesterol metabolism relative to other long-chain fatty acids*. Am. J. Clin. Nutr. 60: 986S-90S
- Jandacek, 2008. *Commercial applications of fats in foods*. In *Fatty acid in foods and their health implications*. Ed. C.K. Chow, CRC Press.
- Lin, S.W., 2011. *Palm Oil*. In F. D. Gunstone (Ed.), *Vegetable oils in food technology: Composition, properties and uses* (2nd ed.). West Sussex, England: Blackwell Publishing Ltd. pp.25.
- Parveez, G.K.A. Masri, M.M. Zainal, A. Majid, N.A. Masani, A. Yunus, M. Fadilah, H.H. Rasid, O. and Cheah S. 2000. *Transgenic oil palm: production and projection*. Biochem. Soc. Trans. 28, 969-972.
- World Health Organization, 2003. *Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases*. Technical Report Series 916.
- World Health Organization, 2010. *Fats and Fatty Acids in Human Nutrition*; Report on an expert consultation. 91.
- Watkins, C. 2009. *Oilseeds for the future: Part3*. Inform 20: 408.

— Sostenibilidad de los suelos: papel clave de los microorganismos y la importancia de su preservación



María Camacho. *Bióloga* (Coleg. COBA nº 01132).
José M^a Barcia-Piedras. *Biólogo* (Coleg. COBA nº 03984).
M^a del Carmen Montero-Calasanz. *Bióloga*.
Departamento de Inoculantes.
Centro IFAPA Las Torres (Alcalá del Río, Sevilla).

— Biodiversidad como defensa contra el cambio climático

La capacidad de regulación de los ecosistemas juega un papel fundamental en la lucha contra el cambio climático. En este contexto, hay que tener en cuenta la degradación actual de los mismos y, en consecuencia, la pérdida de biodiversidad, que se traduce en una limitada capacidad como mitigadores de dicho cambio. Por tanto, las acciones encaminadas a la conservación y a la correcta gestión de la biodiversidad se establecen como herramientas eficaces que favorecen la resiliencia de los ecosistemas a los efectos negativos derivados del cambio climático, que se prevén más acusados en las regiones del sur de Europa.

La vinculación de la agricultura con la pérdida biodiversidad y la aceleración del cambio climático es clara. Los cambios en el uso de la tierra, la quema de los residuos agrícolas y la utilización de fertilizantes nitrogenados y plaguicidas de síntesis son actividades que emiten gases de efecto invernadero a la atmósfera y empobrecen los ecosistemas. Si a esto le unimos la variabilidad de las precipitaciones y el deterioro y pérdida de fertilidad de los suelos, por salinización, erosión, lavado de nutrientes, etc. (Yadav et al., 2011), que se prevé con el cambio climático, así como los principales problemas con los que ya nos encontramos en los suelos (empobrecimiento, salinización, contaminación por metales pesados y/o por restos de plaguicidas de difícil degradación) estamos en un escenario en el que

habrá una pérdida de la producción a medio o largo plazo.

— Microbiota

Para satisfacer las demandas futuras y asegurar la seguridad alimentaria mundial sería necesario desarrollar estrategias innovadoras y amigables con el medioambiente, que redujesen el uso de fertilizantes y pesticidas sintéticos, que además resultan muy costosos. En este sentido, la microbiota presente de forma natural en los suelos o el propio cultivo, constituye una herramienta prometedora para mantener e incrementar la producción agrícola a la vez que mejora las condiciones del suelo (Zaidi et al., 2015).

Los microorganismos pueden afectar directamente al crecimiento de las plantas y a sus respuestas al estrés ambiental mediante interacciones mutualistas con las plantas huéspedes (Chookietwattana y Maneewan, 2012). Así, algunas bacterias beneficiosas, colectivamente llamadas bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPB), pueden mejorar el crecimiento de las plantas actuando como biofertilizantes a través de diversos mecanismos como la producción de fitohormonas y sideróforos, la solubilización de fosfatos, la fijación de nitrógeno atmosférico, etc. y/o como agente de control biológico de fitopatógenos (competición por nutrientes, producción de antibióticos y de otras sustancias que degradan paredes celulares de patógenos) (Glick, 2012; Pérez-Montañó et al, 2014). Por otra parte, una

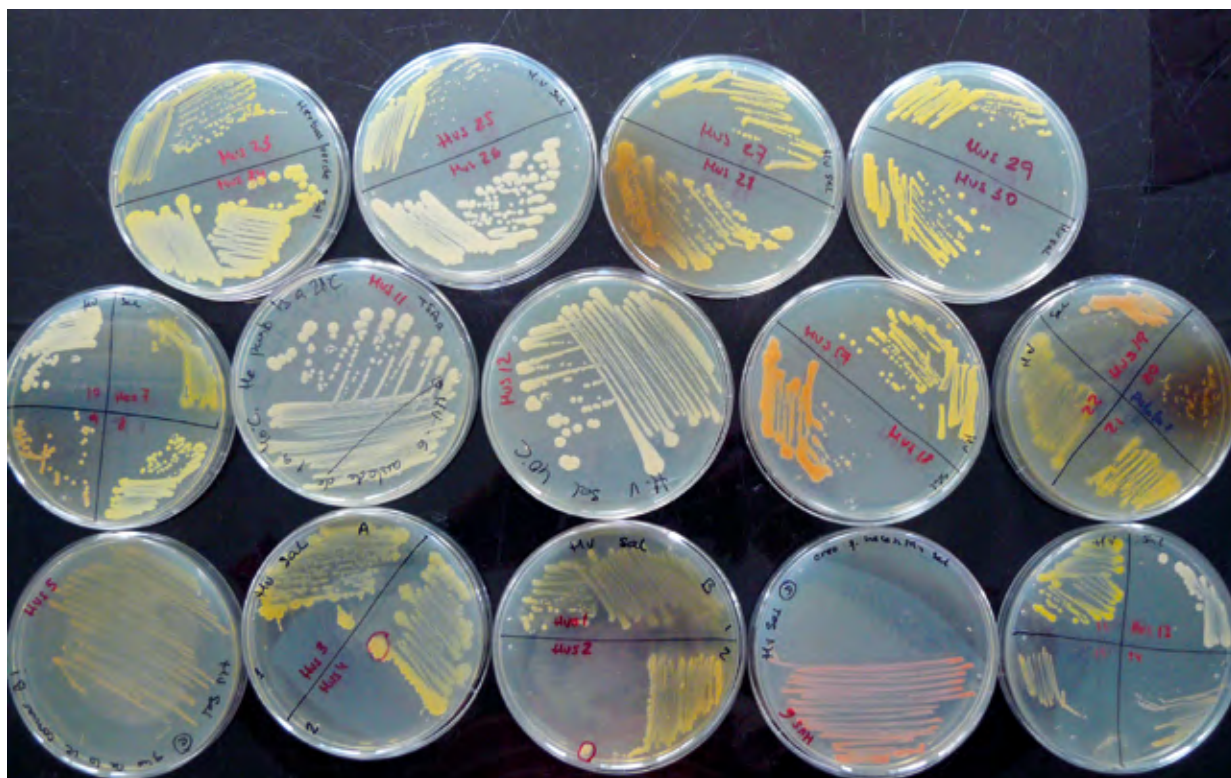


Figura 1. Aspecto de distintos aislados bacterianos.

mejora en la tolerancia de las plantas a factores ambientales tales como salinidad, metales pesados o sequía, entre otros, puede verse favorecida por la presencia de la actividad ACC desaminasa que poseen algunas bacterias. En respuesta a una situación de estrés la planta aumenta la producción de etileno y aquellas bacterias poseedoras de esta actividad disminuyen estos valores al utilizar uno de sus precursores (ACC), lo que se traduce en una disminución de los niveles de estrés en planta. En este sentido también cabe mencionar la capacidad de ciertas bacterias nativas para degradar productos fitosanitarios, lo que abre

una ventana a la descontaminación de suelos en los que se acumulan por largos periodos de tiempo materias activas fitosanitarias de degradación lenta.

Este tipo de microorganismos representan así una alternativa real a los pesticidas y fertilizantes químicos, contribuyen a un manejo sostenible y, además, aseguran vías de control de contaminantes cuando otras herramientas fracasan o se pierden. La aplicación de inoculantes basados en microorganismos podría, por tanto, ser clave para paliar los problemas encontrados en los distintos suelos.

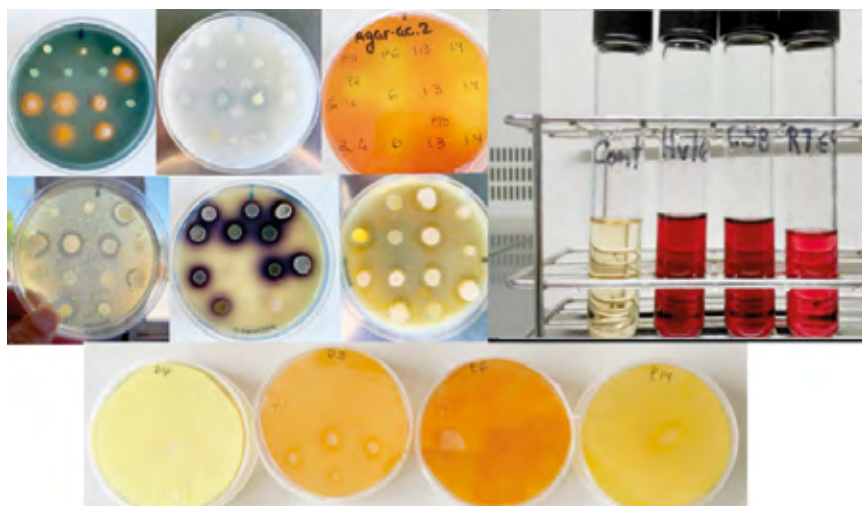


Figura 2. Selección de bacterias en base a producción de auxinas, actividades enzimáticas o producción de compuestos volátiles.

■ Suelos empobrecidos: uso de plantas leguminosas

Actualmente el 80% de las proteínas necesarias para la nutrición humana provienen de la producción vegetal. En los próximos 50 años será necesario un incremento sin precedentes de la producción agrícola para abastecer de proteínas a una población mundial en constante incremento. Esto podría conducir a un grave e irreversible deterioro de las tierras de cultivo. En este sentido, las legumbres se presentan como una alternativa altamente prometedora, ya que son una fuente fundamental y sostenible de proteínas y nutrientes para consumo humano y animal. Además, constituyen un alimento completo y básico en la dieta mediterránea por su aporte de fibra, hidratos de carbono, vitaminas y minerales (hierro y potasio).

Las leguminosas, gozan de la interesante propiedad de establecer simbiosis con ciertas bacterias del suelo (rizobios) para fijar nitrógeno molecular del aire. Esta asociación simbiótica bacteria-planta produce anualmente unos 40 millones de toneladas de nitrógeno fijado a nivel global en áreas agrícolas. La fijación de nitrógeno por *Rhizobium*, permite a los cultivos de leguminosas prescindir del aporte de fertilizantes nitrogenados, lo que

supone un ahorro para el agricultor y evita la contaminación, por exceso de nitratos, de suelos y acuíferos. Además, la introducción de cultivos de leguminosas en la alternativa agrícola permite que otros cultivos, como los cereales, se beneficien indirectamente del nitrógeno fijado por aquellas. También la paja de leguminosas, como subproducto de estos cultivos, presenta un mayor valor añadido gracias a un mayor contenido en nutrientes (4 veces más contenido de proteína) y una mejor digestibilidad que los cereales.

El cultivo de plantas leguminosas se presenta así, como un cultivo clave tanto para enriquecer suelos empobrecidos, como para evitar un empobrecimiento futuro.

En los próximos 50 años será necesario un incremento sin precedentes de la producción agrícola para abastecer de proteínas a una población mundial en constante incremento

■ Suelos salinos: Fitorremediación

La salinización de los suelos agrícolas es uno de los problemas más importantes a los que enfrenta la agricultura en nuestros días. Esta puede darse de forma natural, pero la acción del hombre ha acelerado este proceso a través de la intensificación de los cultivos, la sobreexplotación de acuíferos en zonas costeras, la introducción masiva de sistemas de riego, así como por el empleo de elevadas cantidades de fertilizantes. De esta manera, el 6% (más de 800 millones de hectáreas) de los suelos agrícolas del mundo están afectados por sales (Munns y Tester, 2008) encontrándose unas 800.000 hectáreas en España.

La fitorremediación consiste en el uso de plantas y sus microorganismos asociados para reducir las concentraciones o el efecto tóxico de contaminantes en el ambiente. Esta tecnología se basa en la capacidad que tienen las plantas de absorber o tolerar determinadas cantidades de sales y otras sustancias tóxicas y en la habilidad que tiene su microbiota para producir ciertos metabolitos (ACC deaminasa, auxinas, etc.) que modulan la respuesta de la planta a estrés y mejoran su supervivencia en condiciones adversas. Esta tecnología es considerada una alternativa verde a los métodos químicos y físicos usados, ya que es más barata, más eficiente y más "amigable" (menos perjudicial) ecológica y ambientalmente, se puede aplicar *in situ* y, en general, sólo necesita de la energía solar.



Figura 3. Raíz de soja con nódulos en cuyo interior se produce la FBN.

■ Suelos contaminados por metales pesados: fitorremediación y biofortificación

Tradicionalmente, y como estrategia para la adaptación a una economía circular propuesta por la UE, se han usado el estiércol y los purines animales para disminuir el insumo de fertilizantes minerales en agricultura (Fernandez-Marcos & Álvarez-Rodríguez 2011). Esta práctica agrícola no sólo proporciona macro y micronutrientes al suelo, sino que también mejora su actividad biológica y, en consecuencia, la calidad del mismo (Qian *et al.*, 2018), además de hacer uso de un subproducto que, de otro modo, sería difícil de eliminar. Sin embargo, la aplicación no controlada de estos subproductos ha dado lugar a serios problemas ambientales, tales como la contaminación por nitratos y fosfatos de aguas superficiales y acuíferos y, más recientemente, a la acumulación de altas concentraciones de metales pesados (Cu, Zn, As, Cd) en suelos agrícolas (Qian *et al.*, 2018). Así, un porcentaje significativo (6,24%) de suelos agrícolas europeos presentan problemas de toxicidad (Tóth *et al.*, 2016; Provolto *et al.*, 2018). En España, esto tiene su mayor impacto en Andalucía, donde las concentraciones de cobre medias en el suelo rondan entre 20-25 mg/kg.

La fitorremediación unida a un manejo adecuado de los sistemas suelo-planta de las tierras contaminadas (fitomanejo) persigue modificar los flujos de metales en el ambiente con los objetivos de remediar los suelos contaminados en estos metales e incrementar las concentraciones de micronutrientes en los alimentos (White & Broadley, 2009; 2011). La biofortificación sería así definida como el proceso de enriquecimiento en elementos esenciales biodisponibles en las partes comestibles de las plantas de cultivo a través de la intervención agronómica, mejora vegetal e ingeniería genética con el fin de incrementar su valor nutritivo. Actualmente, la biofortificación es una de las técnicas que con más éxito se ha empleado para mejorar la composición nutricional de arroz, maíz, trigo y ciertas hortalizas en vitamina A (Paine *et al.*, 2005) y en elementos como I, Fe, Se, Zn, y Cu, a los que son deficitarios más de la mitad de la población humana mundial, estableciéndose como una estrategia potencialmente efectiva para erradicar el hambre y desnutrición en el mundo.

Por tanto, fitorremediación y biofortificación a través de un adecuado fitomanejo podrían considerarse como las dos caras de una

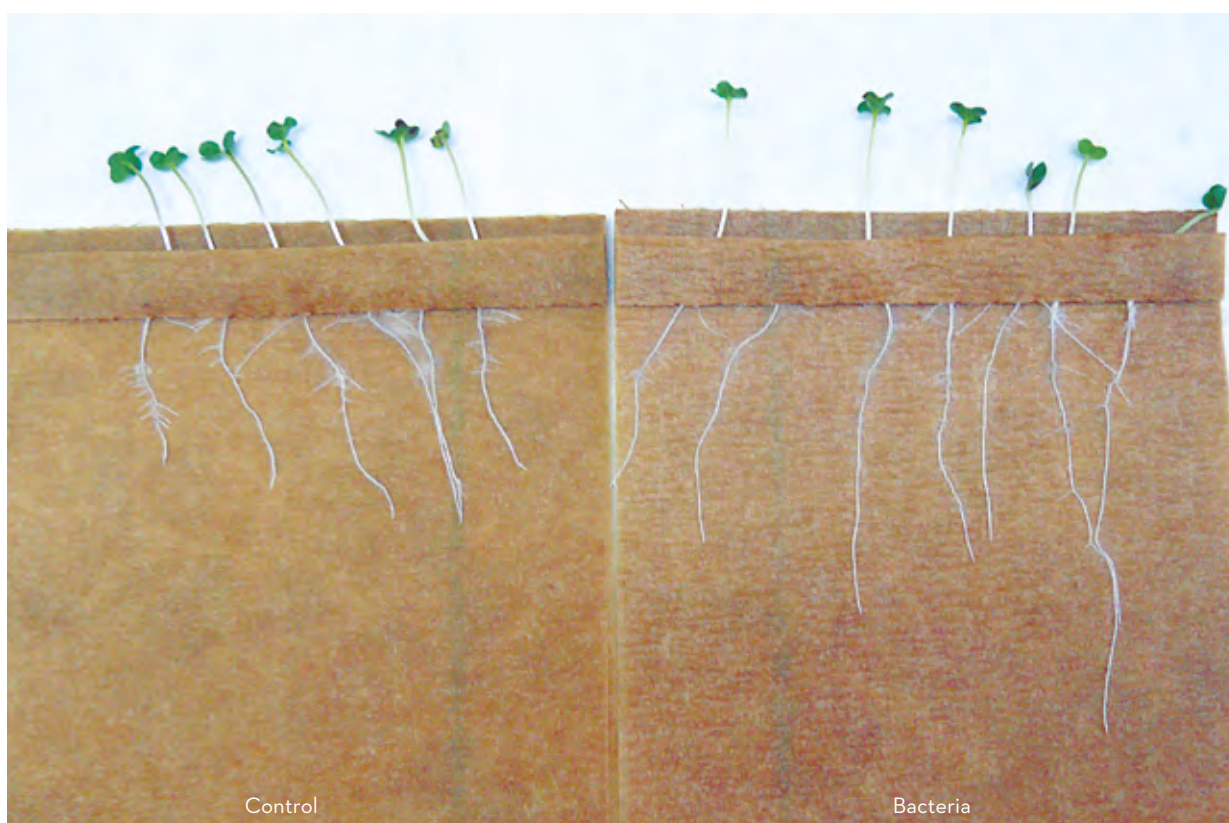


Figura 4. Efecto de una bacteria en la elongación radical en plantas de alfalfa.



misma moneda. Y, dentro de estos procesos, la aplicación de bioinoculantes basados en bacterias promotoras del crecimiento, ha demostrado ser una herramienta biotecnológica altamente eficiente, mejorando no sólo el crecimiento de las plantas y, por tanto, incrementando su biomasa, sino también potenciando sus capacidades fitoextractoras, permitiendo un mayor acúmulo de metales en la planta.

■ Suelos contaminados por pesticidas

Como se comentaba, ciertas materias activas fitosanitarias de degradación lenta permanecen en los suelos agrícolas largos períodos de tiempo y pueden detectarse analíticamente durante años después de su última aplicación. Algunas de estas sustancias pueden incluso translocarse a la planta cultivada, donde se detecta en análisis de muestras foliares o de fruto.

En producción ecológica no se permite el uso de la mayoría de las sustancias activas fitosanitarias. Sin embargo, en zonas de agricultura intensiva donde ha habido un uso continuado de fitosanitarios, las prácticas agrarias ecológicas durante los años de conversión no son en ocasiones suficientes para eliminar completamente los restos, detectándose analíticamente, y dificultando la reconversión de cultivos a producción ecológica. Asimismo, los estiércoles de animales alimentados con restos vegetales procedentes de agricultura convencional, incluso tras haber

sido compostados, también son una fuente de contaminación de cultivos con fitosanitarios al aplicarse como abonos.

En este sentido, gracias a la diversidad metabólica que poseen los microorganismos, pueden aislarse

Ciertas materias activas fitosanitarias de degradación lenta permanecen en los suelos agrícolas largos períodos de tiempo y pueden detectarse analíticamente durante años después de su última aplicación

bacterias con capacidad de degradar estos productos fitosanitarios de suelos donde tradicionalmente, se han venido utilizando los fitosanitarios en cuestión, ya que han

evolucionado acorde a las necesidades nutricionales impuestas. Estas bacterias, en una adecuada formulación, pueden constituir un eficaz bioinoculante para ser empleado en la descontaminación de estos suelos.

■ Recursos Microbianos para un futuro verde, saludable y sostenible

El papel que juegan los microorganismos en la restauración y conservación de los suelos es, por lo tanto, claro. Sin embargo, las predicciones sobre la pérdida de diversidad microbiana asociadas al cambio climático son difíciles de prever, ya que la evidencia y los datos sobre las poblaciones reales de microorganismos en diferentes nichos son irregulares. Es evidente que los microorganismos que no puedan adaptarse a las nuevas condiciones ambientales serán reemplazados por otros que sí puedan. Esto acarreará no sólo una pérdida incuantificable de diversidad sino también un detrimento incalculable de potencial biotecnológico, ya que los microorganismos son recursos esenciales en la industria y las ciencias de la vida y son clave en el desarrollo de una bioeconomía basada en el conocimiento. En la actualidad, la importancia de la conservación *ex situ* de los recursos genéticos y la biodiversidad es innegable y ha sido así reconocida por la OCDE y la Comisión de Recursos Genéticos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) como una prioridad

■ Caminando hacia un futuro sostenible

La tendencia hacia la intensificación que en los últimos tiempos han seguido los sistemas de producción agrícolas, asociada a un incremento del uso de insumos, ha ocasionado diversos impactos ambientales en las zonas donde se desarrollan las prácticas agrícolas. La demanda social de una producción agraria más respetuosa con el medio ambiente y las últimas reformas de la Política Agraria Común hacen necesario el empleo de tecnologías que contribuyan a la preservación del medio bajo criterios sostenibles y permitan la obtención de productos de alta calidad en condiciones de seguridad alimentaria.

El suelo es el soporte de los sistemas terrestres y de los servicios de provisión que nos da la agricultura. Muchos de estos servicios dependen de la comunidad biótica que en él

se encuentran (microorganismos, microfauna, micorrizas). Los microorganismos regulan los servicios ecosistémicos del suelo y realizan funciones fundamentales, como son el reciclaje de nutrientes y funciones estructurales. Estos microorganismos pueden establecer distintos grados de interacción con las plantas: (asociaciones libres, endofíticas o simbiótica) y tener diversos efectos (beneficiosos, neutros o adversos). La agricultura sostenible promueve así la búsqueda de microorganismos con diversas propiedades de promoción del crecimiento vegetal y/o de protección frente a diversos estreses tanto bióticos como abióticos, que en determinadas circunstancias puedan sustituir, parcialmente, el empleo de pesticidas y fertilizantes químicos. Así, en la actualidad, el sector de los bioinoculantes es un negocio emergente con una tasa de crecimiento anual del 10%, existiendo productos formulados con microorganismos que pueden ser utilizados como agentes de biocontrol, como inductores de defensa o como biofertilizantes. ©

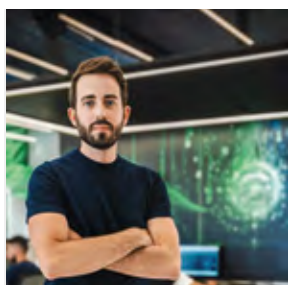
■ Fuentes de información

- Chookietwattana, Maneewan (2012). *Soil Environ* 31:30-36
- Glick (2012). *Scientifica* 09/2012:963401. DOI: 10.6064/2012/963401
- Fernández-Marcos, Álvarez-Rodríguez (2011). ISBN 978-84-9887-822-6, págs. 49-55.
- Imseng *et al.* (2019) *Environ Sci Technol* 53(8):4140-4149.
- Munns, Tester (2008). *Annu Rev Plant Biol.* 2008; 59:651-81.
- Paine *et al.* (2005) *Nature Biotechnology* 23: 482-487.
- Patten, Glick (2002). *Appl Environ Microbiol* 68:3795-3801
- Pérez-Montaña, *et al.* (2014). *Microbiological research* 169:5-6: 325-336.
- Provolo *et al.* (2018) *Sustainability* 10: 2684.
- Qian *et al.* (2018) *Chemosphere* 210:1029-1034
- Tóth *et al.* (2016) *Environment international* 88:299-309.
- White, Broadley (2009) *New Phytologist*; 182: 49-84.
- White, Broadley (2011) *Frontier Plant Sciences*; 2: 80.
- Xie *et al.* (1996). *Curr Microbiol* 32:67-71
- Yadav, *et al.* (2011). *BMC Plant Biol* 12:188
- Zaidi, *et al.* (2015). *Sci Hortic-Amsterdam* 193:231-239



Imagen generada mediante IA

Toy Story, inteligencia artificial y agrobiología digital: de la animación a la ciencia revolucionaria



Álvaro Polonio.
 Biólogo (Coleg. COBA nº 04164).
 Director de Biología Molecular y Computacional
 en MAAVi Innovation Center (Kimatec)
 Evaluador experto de la Agencia Estatal de Investigación

Corría el año 1995 cuando Pixar estrenó *Toy Story*, la primera película animada en 3D totalmente creada por ordenador. En ese momento Steve Jobs, conocido por su papel como CEO de Apple, lideraba la empresa a través de la transformación desde un proveedor de software de gráficos a un estudio de animación de clase mundial. El estreno de esta película fue un hito y supuso el inicio de lo que hoy en día está revolucionando la ciencia. Así lo

ha considerado la Academia Sueca otorgando, recientemente, el premio Nobel de química al uso de la informática para predecir las complejas estructuras tridimensionales de las proteínas, un problema sin resolver durante décadas que, además, ha sido clave para generar nuevas proteínas que no existían hasta el momento. Pero, vayamos por partes, ¿por qué el desarrollo de *Toy Story* fue un hito? Y ¿por qué supuso el inicio de la revolución de la ciencia?

La renderización de imágenes en 3D es un proceso muy costoso en términos computacionales por lo que producir una película 3D totalmente por ordenador exigía un inmenso poder de procesamiento gráfico, inalcanzable hasta el momento. Esto forzó el desarrollo de *RenderMan*, un *software* apoyado por una red de 117 computadores de alto rendimiento que permitió realizar las renderizaciones necesarias. Sin embargo, pese a este inmenso avance, la producción de *Toy Story* necesitó cuatro años, ya que cada frame presente en la película requirió entre 45 minutos y 30 horas para renderizarse, dependiendo de la complejidad de la escena. En total, la película tuvo más de 100.000 *frames* (24 *frames* por segundo para una duración de 81 minutos). Pese al gran avance tecnológico, *RenderMan* no tenía la capacidad de procesamiento gráfico que tienen las actuales GPUs (por sus siglas en inglés, *Graphics Processing Units*). Esto motivó, junto a las necesidades de la industria de los videojuegos, el impulso de los avances gráficos, siendo el desarrollo de la GPU la respuesta del mercado. Así, en 1999, NVIDIA lanzó la primera GPU de consumo masivo, la GeForce 256, la cual introdujo por primera vez la capacidad de procesamiento gráfico independiente y permitió cálculos complejos de gráficos en 3D a alta velocidad, pudiendo realizar transformaciones y cálculos de iluminación directamente, liberando a la CPU de estas tareas y permitiendo gráficos más realistas.

Aunque fueron originalmente diseñadas para acelerar el renderizado gráfico, el potencial de las GPUs no tardó en captar la atención de investigadores fuera del ámbito de los videojuegos. De esta manera, en la primera década de los 2000, las GPUs comenzaron a usarse en tareas de computación general mediante plataformas como CUDA (*Compute Unified Device Architecture*), lanzada por NVIDIA en 2006. CUDA permitió a los desarrolladores de software aprovechar la capacidad de cómputo paralelo masivo de las GPUs, lo que abrió la puerta, entre otras aplicaciones, a las ciencias computacionales.

El salto más significativo en el uso de las GPUs llegó con el auge de la inteligencia artificial y el aprendizaje profundo (*Deep Learning*). Los algoritmos de aprendizaje profundo, como las redes neuronales, requieren procesar vastas cantidades de datos y realizar millones de

cálculos simultáneamente. Las GPUs, con su arquitectura paralela, demostraron ser ideales para este propósito. En la década de 2010, diferentes empresas tecnológicas comenzaron a utilizar GPUs para entrenar modelos de inteligencia artificial, permitiendo la creación de modelos complejos y acelerando el desarrollo de aplicaciones como los asistentes virtuales, la visión por computadora, el procesamiento de lenguaje natural y lo que nos atañe en estas líneas, la simulación científica.

La transición de las GPUs desde herramientas de renderizado gráfico a pilares de la computación avanzada mediante el uso de modelos de inteligencia artificial ha transformado la manera de hacer ciencia, consolidándose como una de las innovaciones más influyentes de la era moderna. Ya lo dijo Steve Jobs: “Creo que las mayores innovaciones del siglo XXI estarán en la intersección de la biología y la tecnología. Una nueva era está comenzando” o, más recientemente durante su participación en la Cumbre Mundial de Gobiernos, Jensen Huang el CEO de NVIDIA: “Por primera vez en la historia, la frontera tecnológica ya no son las ciencias físicas o las computadoras... Hoy en día las herramientas más importantes para el cambio provienen de la biología. ¿Dónde creo que vendrá la próxima revolución increíble? Y esta va a ser una de las más grandes de la historia. No hay duda de que la biología digital lo va a ser”.

Es curioso ver como décadas después vuelve a haber una confluencia entre las imágenes y la ciencia a través de la GPU. Al igual que en los años 90 el éxito de *RenderMan* influyó en el desarrollo de las GPUs como aceleradoras gráficas y, posteriormente, como potenciadoras de la simulación científica; recientemente los modelos de difusión, como *DALL-E 2* o *Stable Diffusion* que han destacado en la generación de imágenes por Inteligencia Artificial (como las que se muestra en la *figura 1*, generada para este texto), están revolucionando la industria farmacéutica, creando virtualmente millones de estructuras moleculares y ayudando a identificar compuestos con potencial terapéutico. Esto es un paso más allá del cribado tradicional, acelerando enormemente la búsqueda de nuevos fármacos. Como en cualquier otro modelo de inteligencia artificial, los modelos de difusión no serían posible sin el uso de las GPUs, esenciales para entrenar y ejecutar redes neuronales.



Figura 1. Imagen realizada mediante inteligencia artificial generativa usando DALL-E 2, que recrea de manera abstracta el proceso del descubrimiento de fármacos.

Sin embargo, la inteligencia artificial no solo está revolucionando la industria farmacéutica, sino que también lo está haciendo, aunque con más sigilo, con la agrobiología, permitiendo aumentar la eficiencia, reducir el desperdicio, mejorar la sostenibilidad o garantizar la seguridad alimentaria, necesidades esenciales para establecer una agricultura sostenible capaz de satisfacer el crecimiento poblacional que se prevé para los próximos años. Así, la inteligencia artificial se está usando con éxito en la agricultura de precisión, un nuevo enfoque de gestión agrícola que utiliza tecnología y datos para optimizar la producción y eficiencia, intentando maximizar los rendimientos de los cultivos mientras se minimiza el impacto

ambiental y los costes operativos (Mana et al., 2024). Además, la combinación de inteligencia artificial y el denominado internet de las cosas (IoT por sus siglas en inglés, *Internet of the Things*) con la utilización de sensores para monitorear el suelo, sistemas de riego inteligente, drones o estaciones meteorológicas conectadas, son de incalculable valor para la toma de decisiones informadas en agricultura basadas en datos precisos y en tiempo real (Majeed et al., 2024).

Uno de los objetivos que persigue esta nueva agricultura es el de optimizar las prácticas agrícolas mediante el monitoreo y ajuste de factores clave que influyen en el crecimiento

de los cultivos. Es el caso de, por ejemplo, Agro Deep Learning Framework (ADLF), un marco tecnológico diseñado para abordar problemas críticos en diferentes cultivos. Agro Deep Learning Framework utiliza grandes conjuntos de datos que incluyen variables como la humedad del suelo, la temperatura y la humedad ambiental para comprender y predecir el comportamiento de los cultivos. Gracias al uso de modelos de aprendizaje profundo, Agro Deep Learning Framework mejora los procesos de toma de decisiones, detectando problemas potenciales en etapas tempranas y aumenta la productividad agrícola con una precisión del 85,41% (Logeshwaran *et al.*, 2024).

Otros ejemplos de cómo la inteligencia artificial en combinación con el internet de las cosas está revolucionando la agrobiología mediante la agricultura de precisión, incluyen la detección avanzada de estrés hídrico o de enfermedades de plantas.

El estrés hídrico es uno de los principales factores que afectan negativamente al crecimiento y desarrollo de los cultivos, especialmente en zonas agrícolas con acceso limitado al agua, provocando alteraciones fisiológicas de estos, afectando a los procesos reproductivos e incrementando la susceptibilidad a plagas y enfermedades de plantas. El procesamiento de imágenes tanto captadas con drones, como procedentes de satélites, combinado con diversas técnicas de inteligencia artificial pueden ayudar a identificar estadios tempranos de dicho estrés. Por ejemplo, la aplicación de modelos predictivos previamente desarrollados por Google y usados en tareas de clasificación de imágenes, como GoogleNet o Inception V3, permitieron la detección temprana de estrés hídrico en cultivos de maíz, okra y soja con precisiones del 98,3, 97,5 y 94,1% respectivamente (Chandel *et al.*, 2021).

Otros de las principales limitaciones para los cultivos son las enfermedades, las cuales representan una amenaza significativa para la agricultura, afectando su producción. Además, su detección y reconocimiento no siempre son fáciles. Una vez más, los avances en inteligencia artificial están permitiendo una vía alternativa y fiable para detectarlas mediante análisis de patrones complejos en imágenes de plantas. Es el caso de la aplicación de modificaciones sobre ResNeXt, una red neuronal desarrollada por Facebook AI

Research y dedicada a tareas de clasificación de imágenes, para la detección de enfermedades fúngicas y plagas de insectos en cultivos de manzana, guayaba y chirimoya con una precisión del 98,92% (Upadhyay *et al.*, 2024).

También relacionado con el control de patógenos, la inteligencia artificial ha permitido identificar cientos de genes de bacterias, desconocidos hasta el momento y relacionados con un estilo de vida patógeno en plantas, mediante una herramienta denominada bacLIFE (Guerrero-Egido *et al.*, 2024). Esta herramienta permite generar nuevas hipótesis que ayudan a comprender mejor las interacciones entre bacterias patógenas y sus hospedadores, pero, sobre todo, localizar nuevas dianas que permitan el desarrollo de productos fitosanitarios de manera dirigida. En este contexto, se abre una puerta al desarrollo más sostenible de nuevos fitosanitarios siguiendo una aproximación similar a la que se sigue en la industria farmacéutica, ¿podrían estos avances en inteligencia artificial ser el comienzo del Drug Discovery agrícola? (figura 2).

El término Drug Discovery hace referencia al proceso de identificar y desarrollar nuevas moléculas con potencial para convertirse en nuevos medicamentos mediante identificación de blancos terapéuticos, búsqueda de compuestos activos frente a esas dianas, optimización de compuestos líderes y pruebas preclínicas. Sin embargo, el mismo racional puede aplicarse con éxito al desarrollo de pesticidas o estimulantes de plantas. De esta manera, la inteligencia artificial puede ayudar a:

- La identificación de blancos moleculares (proteínas, genes o rutas metabólicas esenciales para un patógeno de plantas) que puedan ser moduladas por un compuesto. Aquí entran en juego herramientas como la anteriormente citada bacLIFE que permite seleccionar dianas esenciales y desconocidas en patógenos bacterianos de plantas (Guerrero-Egido *et al.*, 2024).
- La selección y cribado de compuestos mediante la búsqueda de miles de moléculas que puedan modular el blanco molecular seleccionado. Al igual que en la industria farmacéutica, los modelos de difusión pueden crear ad hoc las mejores moléculas para inhibir una proteína diana (Tang *et al.*, 2024).

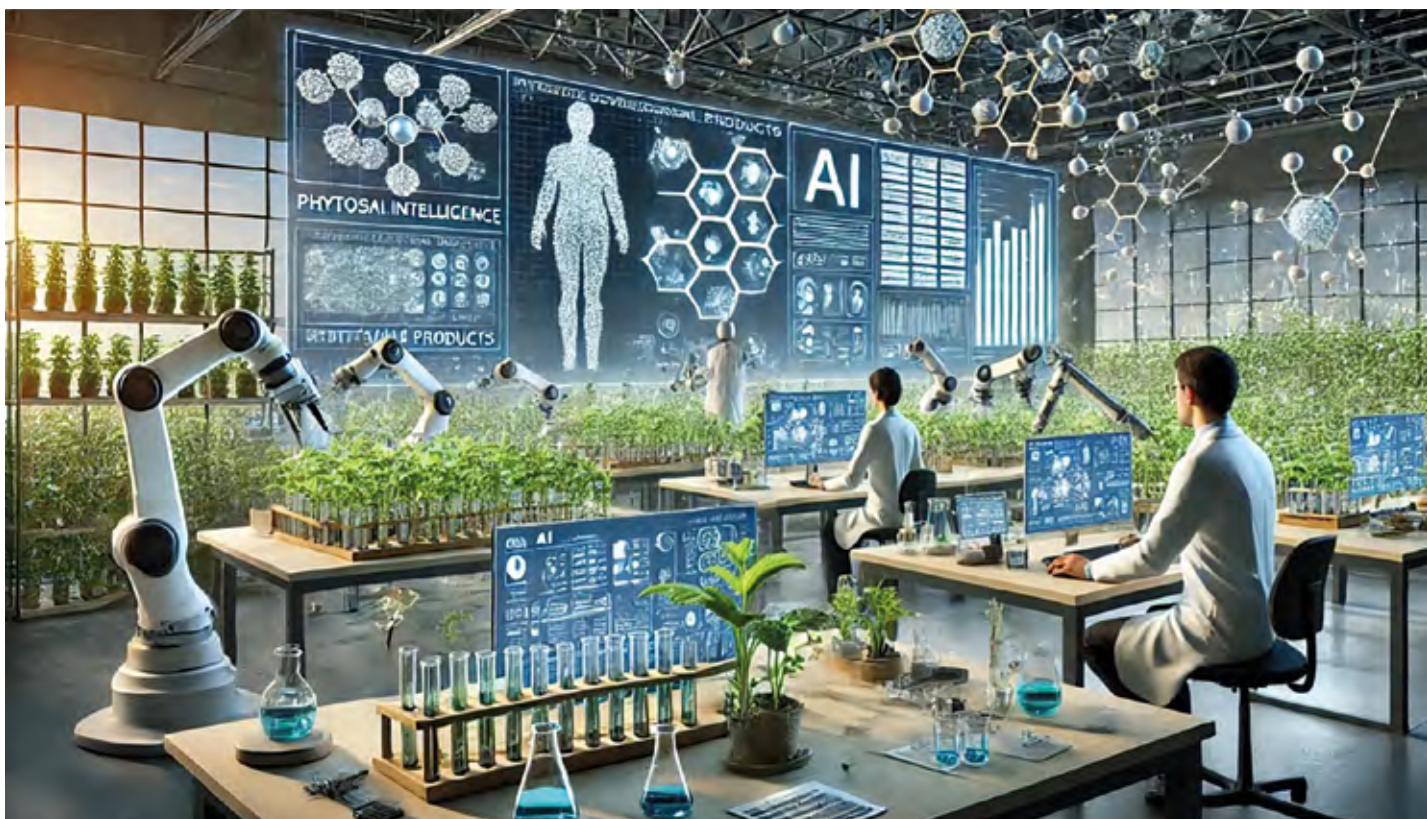


Figura 2. Imagen generada mediante inteligencia artificial generativa usando DALL-E 2, que pretende representar el concepto de Drug Discovery agrícola.

- Predicción del fenotipo esperado mediante el uso de modelos metabólicos. Estos modelos metabólicos pueden realizar simulaciones equivalentes a la inhibición total de una diana seleccionada, prediciendo el efecto que tendría para el organismo (Man et al., 2021).
- Cuantificación de la actividad de las moléculas seleccionadas en invernaderos mediante la combinación de sensores IoT e inteligencia artificial.
- Optimización de los compuestos activos para mejorar su eficacia, estabilidad y selectividad mediante el uso de técnicas como la reciente QSAR profunda. Esta técnica utiliza aprendizaje profundo para aumentar la capacidad del QSAR (por sus siglas en inglés, Quantitative Structure-Activity Relationship) clásico que permite relacionar la estructura y la actividad, en términos cuantitativos, de una serie de moléculas seleccionadas (Tropsha et al., 2024).
- Predicción in silico de toxicidad de las moléculas seleccionadas, lo que ayuda sustancialmente en los trámites de registro

de una nueva molécula (Pérez-Santín et al., 2021; Hu et al., 2023).

Aunque en este texto solo se han citado unos pocos ejemplos de cómo la inteligencia artificial está revolucionando o puede revolucionar la agrobiología, intenta dejar patente que es una herramienta transformadora capaz de revolucionar la manera que entendemos y enfrentamos los retos agrícolas. Desde la detección temprana y precisa de patógenos hasta la identificación de moléculas innovadoras para combatir plagas o mejorar cultivos, la inteligencia artificial ofrece soluciones que antes parecían inalcanzables. Como dijo Steve Jobs, las mayores innovaciones del siglo XXI, efectivamente, están ocurriendo en la intersección de la biología y la tecnología. Una nueva era, la agrobiología digital, acaba de comenzar.

Por cierto, por si alguien se lo estaba preguntando, con una sola GPU de las usadas actualmente para entrenar modelos de inteligencia artificial y hacer inferencia, Toy Story podría renderizarse en cuestión de horas superando ampliamente la capacidad que RenderMan de Pixar presentaba en los años 90, reduciendo el tiempo de procesamiento en más del 99%. ☺

Referencias

- Chandel, N. S., Chakraborty, S. K., Rajwade, Y. A., Dubey, K., Tiwari, M. K., & Jat, D. (2021). Identifying crop water stress using deep learning models. *Neural Computing and Applications*, 33, 5353–5367. <https://doi.org/10.1007/s00521-020-05565-9>
- Hu, Y., Ren, Q., Liu, X., Gao, L., Xiao, L., & Yu, W. (2023). In silico prediction of human organ toxicity via artificial intelligence methods. *Chemical Research in Toxicology*, 36(7).
- Logeshwaran, J., Srivastava, D., Kumar, K. S., Jenolin Rex, M., Al-Rasheed, A., Getahun, M., & Soufiene, B. O. (2024). Improving crop production using an agro-deep learning framework in precision agriculture. *BMC Bioinformatics*, 25, Article 341. <https://doi.org/10.1186/s12859-024-05678-9>
- Majeed, Y., Fu, L., & He, L. (2024). Artificial intelligence-of-things (AloT) in precision agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 15. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1369791>
- Man, M. Y., Mohamad, M. S., Choon, Y. W., & Ismail, M. A. (2021). In silico gene knockout prediction using a hybrid of Bat algorithm and minimization of metabolic adjustment. *Journal of Integrative Bioinformatics*, 18(3), 20200037. <https://doi.org/10.1515/jib-2020-0037>
- Mana, A. A., Allouhi, A., Hamrani, A., Rehman, S., el Jamaoui, I., & Jayachandran, K. (2024). Sustainable AI-based production agriculture: Exploring AI applications and implications in agricultural practices. *Smart Agricultural Technology*, 7, 100416. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100416>
- Pérez-Santín, E., Rodríguez-Solana, R., González-García, M., García-Suárez, M. D. M., Blanco-Díaz, G. D., Cima-Cabal, M. D., & Moreno-Rojas, J. M. (2021). Toxicity prediction based on artificial intelligence: A multidisciplinary overview. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Molecular Science*, 11(2), e1516. <https://doi.org/10.1002/wcms.1516>
- Upadhyay, N., Gupta, N., & otros autores. (2024). Detecting fungi-affected multi-crop disease on heterogeneous region dataset using modified ResNeXt approach. *Environmental Monitoring and Assessment*, 196, Article 610
- Tang, X., Dai, H., Knight, E., Wu, F., Li, Y., Li, T., & Gerstein, M. (2024). A survey of generative AI for de novo drug design: New frontiers in molecule and protein generation. *Briefings in Bioinformatics*, 25(4), bbae338. <https://doi.org/10.1093/bib/bbae338>
- Tropsha, A., Isayev, O., Varnek, A., Schneider, G., & Cherkasov, A. (2024). Integrating QSAR modelling and deep learning in drug discovery: The emergence of deep QSAR. *Nature Reviews Drug Discovery*, 23, 141–155. <https://doi.org/10.1038/s41573-023-00398-4>

COL. Nº 002511



Ofitec
Green Biological Consulting


619653536


info@ofitecgreen.es


ofitecgreen.es

· **SEGURIDAD Y CALIDAD ALIMENTARIA**

· **FORMACIÓN**

· **MEDIO AMBIENTE**



Manejo Sostenible y Mejora de la Calidad del cultivo de la fresa

Berta de los Santos¹, *Bióloga (Coleg. COBA nº 03883)*,
Luis Miranda²,
José Antonio Gómez-Mora²,
Sergio Pérez-Guerrero¹,
José María Molina¹,
David Ruano¹,
María Camacho¹, *Bióloga (Coleg. COBA nº 01132)*,
Miguel Talavera³,
Juan Jesus Medina²

¹ Centro IFAPA Las Torres (Alcalá del Río, Sevilla)

² Centro IFAPA Huelva (Huelva)

³ Centro IFAPA Alameda del Obispo (Córdoba)

El sector agrícola en España tiene un fuerte arraigo en la economía, la sociedad y la cultura, generando riqueza no solo a través de su propia actividad, sino también en la del resto de sectores con los que interacciona, por su capacidad de arrastre. En la provincia de Huelva, las 12.627 ha dedicadas al cultivo de frutos rojos constituyen uno de los sistemas agrícolas más productivos. Según el Anuario Agroalimentario de Huelva (Alimental, 2023), en la campaña 2022/23 la superficie de fresa en cultivo protegido en Huelva fue de 6.295 ha, con una producción de 243.310 Tm, representando el 73% de la producción de frutos rojos en la provincia. Los frutos rojos generaron 1.286 millones de euros en ventas al exterior, el 85% del valor total de las exportaciones horto-frutícolas de la provincia. Huelva es líder europeo en producción de fresa (entre

una cuarta parte y un tercio del total, según la campaña) y el mayor exportador mundial. Estos cultivos aportan más de 1.200 millones de euros de valor de producción, generando un total de 160.000 empleos, directos o indirectos, produciendo el 11% del PIB de la provincia.

En el momento actual, el cultivo de la fresa, motor económico y social de la provincia de Huelva, se encuentra amenazado por la escasez de agua, las regulaciones sobre nitratos y la ausencia de alternativas para la desinfestación de suelo. Los cultivos de frutos rojos son altamente dependientes de la desinfestación de suelo para su correcto desarrollo. Se trata de sistemas de monocultivo intensivos propensos a la aparición de fenómenos de fatiga causada por la acumulación de microorganismos no



Figura 1.- Caracterización de la actividad de biocontrol de bacterias y hongos del género *Trichoderma* frente a hongos y nematodos patógenos de fresa.



patógenos (frecuentemente fúngicos) o con efectos sub-clínicos inespecíficos, requiriéndose de la desinfestación del suelo para paliar sus efectos depresivos sobre el desarrollo de las plantas y sobre la producción. Según la percepción de técnicos asesores, los hongos de suelo y los nematodos se hayan ampliamente extendidos en la provincia de Huelva, con un 82% y 63% de parcelas infestadas, respectivamente; siendo la incidencia media por parcela de entre un 5 y 8%. Ya en 2014, portavoces del sector fresero de Huelva señalaban importantes reducciones de la producción, cifradas entre un 15 y un 25% de la cosecha, en los últimos años, como consecuencia de la rápida desaparición del bromuro de metilo (BM) y ese brusco cambio tecnológico en el cultivo de la fresa en zonas de clima mediterráneo ha supuesto el incremento de la incidencia de enfermedades fúngicas, ocasionadas por patógenos de suelo. En el caso de horticolas intensivos, los métodos de control de patógenos edáficos disponibles actualmente no muestran individualmente eficacia suficiente para ser considerados como una solución universal y única como en su momento fue la desinfestación de suelo mediante agroquímicos fumigantes, por lo que son necesarios nuevos desarrollos que integren varios métodos de control. En su momento, la prohibición del BM fue un punto de inflexión para la agricultura, pero, entonces, había alternativas posibles y tiempo para su estudio y desarrollo, mientras que en la actualidad no hay alternativas químicas disponibles y hay que trabajar a muy corto plazo. Es un hecho que ya no es posible una solución universal y única para la desinfestación de suelo, por lo que son necesarios nuevos desarrollos. En los suelos donde se cultiva fresa en Huelva, los hongos de suelo (*Macrophomina phaseolina* y *Fusarium* spp.) y los nematodos (*Meloidogyne* spp., *Pratylenchus penetrans* y *Hemicycliophora* spp.) se hayan ampliamente extendidos. Se

calcula que las pérdidas en la zona ocasionadas por hongos de suelo están en torno al 10% de la cosecha, y del 6%, en el caso de nematodos, estimándose pérdidas cercanas a los 27 millones de euros. No existen resistencias descritas en fresa frente a estos patógenos por lo que la desinfestación del suelo sigue siendo la principal estrategia de control de patógenos edáficos en la zona.

En la fresa, la desinfestación de suelo se practica en el 83% de las parcelas, siendo el tratamiento más extendido, hasta su retirada en la campaña 2021/22, la aplicación de 1,3 dicloropropeno:cloropicrina (1,3D:Pic). El uso de técnicas no químicas se reduce al 9% de las parcelas, no realizándose desinfestación en el 6% de los casos, probablemente correspondiendo con superficies dedicadas a producción ecológica o cultivo sin suelo.

Previamente y durante muchos años, se utilizó el bromuro de metilo (BM) como el fumigante de suelo más efectivo. Las ventajas de su uso residían en su facilidad de aplicación en un amplio rango de tipos de suelo, con distintos niveles de humedad, temperatura y a diferentes profundidades, manteniendo una alta eficacia en



Figura 2.- Intercropping con *Allium cepa*, como medio de desinfestación de suelo

el control de diferentes patógenos de suelo y malas hierbas. En 1997, se comenzó a trabajar en el desarrollo de alternativas a este fumigante. En esos momentos se plantearon otras alternativas de desinfestación de suelos basadas tanto en procesos físicos (solarización, biofumigación, vapor de agua...) como en productos químicos con diferentes materias activas, entre ellas: 1,3-dicloropropeno (1,3D), cloropicrina (Pic), metamsodio (MeNa) y metam-potasio (MeK). Estas alternativas se mostraron más dependientes que el BM de las condiciones climáticas y edáficas, y a la vez con un rango de acción más estrecho, lo que hacía que actuaran frente a patógenos concretos. Sin embargo, en sus distintas combinaciones mantuvieron un nivel de eficacia satisfactorio en el control de patógenos edáficos para la mayoría de los cultivos, adoptándose las desinfestaciones con 1,3D:Pic y MeNa mayoritariamente, por ser las de mayor facilidad de uso. Otros compuestos químicos estudiados, como yoduro de metilo o la azida sódica, entre otros, no han alcanzado el mercado, mientras que el registro en la Unión Europea (UE) del dimetil disulfuro (DMDS), aún no ha concluido tras 13 años, a pesar de que se comercializa en otros países como EEUU o Israel. No obstante, los posibles riesgos ambientales y sanitarios derivados del uso de estos fumigantes químicos siguen provocando restricciones en su uso.

En los últimos años, se ha llevado a cabo la evaluación a nivel europeo de las sustancias activas 1,3D y Pic. Los principales problemas fitosanitarios que controlan dichas materias activas son los provocados por hongos y nematodos del suelo. Durante más de 10 años se han podido comercializar y utilizar en campañas sucesivas mediante autorizaciones excepcionales concedidas por la Dirección General de Sanidad de la

Producción Agraria del Ministerio de Agricultura (desde 2008 para el 1,3D y desde 2013 para Pic), de acuerdo al artículo 53 del Reglamento (CE) 1107/2009, relativo a la comercialización de productos fitosanitarios. Así, se han venido aplicando en las labores de desinfestación previa a la plantación en los cultivos de fresa en la provincia de Huelva, como las alternativas más eficaces para garantizar la sanidad de estos cultivos, así como la viabilidad y rentabilidad de los mismos, permitiéndoles seguir siendo competitivos en los mercados europeos. Durante todo este proceso y después de tantos años, la aprobación de estas sustancias activas a nivel europeo no se ha llevado a efecto. En 2022, la Comisión Europea, de conformidad con el Reglamento (CE) 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo relativos a la comercialización de productos fitosanitarios, mediante los Reglamentos de Ejecución (UE) 2022/740, de 13 de mayo, y (UE) 2022/751, de 16 de mayo, adopta la no aprobación de las sustancias activas 1,3D y Pic, respectivamente.

Coincidiendo con la no aprobación de ambas sustancias, varios productos fitosanitarios formulados a base de la sustancia activa MeNa, tenían iniciado su proceso de renovación en el Registro de Productos Fitosanitarios del Ministerio de Agricultura de España. MeNa se autorizó excepcionalmente en 2022 para la desinfestación en los cultivos de fresa y frambuesa en la provincia de Huelva, al no estar finalizada aún la renovación de su registro para ese año. Para la campaña 2023/24, el ministerio concedió una nueva autorización excepcional. De cara a la desinfestación de los suelos en el futuro, la situación se ha complicado. En estos momentos, y como parte del 5º programa de renovación de sustancias activas bajo el Reglamento de Productos Fitosanitarios de la



Figura 3.- Estimación de la diversidad de artrópodos epiedáficos y de la diversidad de la artropofauna edáfica, mediante trampas de caída y embudos Berlese-Tullgren en los distintos tratamientos de desinfestación química y física, a lo largo del ciclo del cultivo.



Figura 4.- Evaluación de la eficiencia en el uso del agua y la tolerancia a estrés hídrico en distintos genotipos de fresa y su aplicación en programas de mejora.

Comisión Europea, la solicitud para la renovación de la aprobación de Metam está siendo evaluada por el Estado Miembro informante (RMS) Bélgica y el co-RMS España.

Se prevé que, en los próximos años, la superficie de fresa oscilará entorno a las 6.000 - 7.000 hectáreas, y seguirán teniendo las mismas necesidades de desinfestación de suelo, ya que los problemas de suelo causados por hongos, nematodos y fatiga del suelo, van a seguir persistiendo e incluso se incrementarán.

Por ello, con la situación normativa actual, y con la excepción de las autorizaciones excepcionales, los agricultores no tienen alternativas de efectivas para la desinfestación química de suelos. Esto plantea escenarios en los que la productividad y la viabilidad económica de estos cultivos se verán gravemente afectadas, con el consecuente efecto sobre el PIB de esas zonas y de todo el territorio español. Es por ello que urge la implementación de alternativas eficaces y viables económicamente para el control de los patógenos edáficos.

De otra parte, la producción de fresa necesita de un gran aporte de agua, y en el actual escenario de cambio climático, la disponibilidad de agua de riego para el cultivo está disminuyendo en las principales zonas de producción. En el caso de España, más del 90% del cultivo de fresa, tiene lugar en el entorno del Parque Nacional de

Doñana, el humedal más importante de Europa, por lo que la normativa actual está limitando en gran medida los niveles de consumo de agua para riego en Huelva.

Andalucía ha actualizado recientemente la información relativa a la designación de zonas vulnerables a la contaminación por nitratos (Orden de 23 de noviembre de 2020), y ha propuesto las medidas oportunas en los programas de actuación (Orden de 23 de octubre de 2020), ya que la contaminación difusa con nitratos procedentes de la actividad agraria es una de las causas del mal estado de masas de agua tanto superficiales como subterráneas. En los programas de actuación, se especifican obligaciones relacionadas con la época de aplicación al terreno de los fertilizantes nitrogenados, así como límites de fertilización. En el caso de la fresa, el límite máximo es de 4 UFN por tonelada de producción esperada.

Con la finalidad de ofrecer soluciones a estas problemáticas desde el Instituto de Andalúz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA) abordamos el pasado año el proyecto (financiado al 80% con Fondos FEDER): *Gestión de la biodiversidad edáfica, alternativas de control de enfermedades ocasionadas por patógenos de suelo, y mejora de la eficiencia en el uso del agua en el cultivo de la fresa*, con el que se pretende se pretende dar respuesta a algunos



Figura 5.- Aislamiento y selección de metilobacterias (*Methylobacterium* spp.), capaces de fijar N₂ atmosférico y cederlo a la planta.

de los retos científico-técnicos establecidos en las distintas Estrategias y Políticas Sectoriales de la Junta de Andalucía, y nacionales como el Plan de Acción Nacional para el Uso Sostenible de Productos Fitosanitarios, que tiene como objetivos generales: 1) Fomentar la Gestión Integrada de Plagas (GIP), para preservar un sector agrícola, forestal y alimentario prospero, que asegure una contribución positiva al medio ambiente, mediante un modelo sostenible de producción compatible con la utilización racional de productos fitosanitarios, y 2) Reducir los riesgos y efectos derivados de la utilización de productos fitosanitarios, especialmente en el ámbito de la salud humana y del medio ambiente.

El primer objetivo es desarrollar una estrategia de gestión de patógenos de suelo basada en la integración de distintas técnicas, que permita suprimir las enfermedades causadas por estos en el cultivo de la fresa y a la vez proteger la biodiversidad y los servicios ecosistémicos edáficos en la mayor medida posible. Para ello se está evaluando la efectividad de estrategias combinadas de control biológico, biosolarización y/o aplicación de nematicidas y fungicidas, en la supresión de plagas y patógenos de suelo en el cultivo de fresa. Otra de las alternativas, es el uso de variedades tolerantes o resistentes, valorando la respuesta de variedades de fresa a *Macrophomina phaseolina* y nematodos en suelos naturalmente infestados y no tratados, en las condiciones de cultivo habituales. Y en este sentido, también se aborda la identificación de cultivares de fresa mediante marcadores

asociados a resistencia a patógenos, y otros caracteres de interés agronómico. Para mejorar la eficacia de aplicaciones bacterianas se pretendemos desarrollar un protocolo de encapsulamiento de las mismas, utilizando polímeros porosos de tipo PolyHIPE. De otra parte, se determinaremos el impacto de estos métodos de control sobre la biodiversidad y funcionalidad del suelo en el cultivo de fresa, que se monitorizarán a través de análisis del ADN microbiano extraído de las muestras de suelo, y de índices ecológicos basados en la estructura de la comunidad de nematodos. Los técnicas de secuenciación masiva, que utilizaremos, proporcionarán información sobre la estructura, función y actividades de los microbiomas de la planta. Se pretende una aproximación multidisciplinar al problema, ahondando también en la influencia de esos tratamientos en la diversidad de artrópodos epiedáficos y de la artropofauna edáfica y analizando si afectan al nivel de plagas del cultivo de la fresa y de sus enemigos naturales, utilizando estos resultados como índice de calidad biológica del suelo, basándonos en el concepto de que el número de grupos de artrópodos morfológicamente bien adaptados al suelo es mayor en suelos de alta calidad que en suelos de baja de calidad. Por último, se determinará la rentabilidad económica y sostenibilidad ambiental de distintos tratamientos de control de plagas y patógenos de suelo en el cultivo de fresa.

El segundo objetivo es desarrollar soluciones para un manejo sostenible del riego en el cultivo de la fresa y para la reducción del uso de fertilizantes nitrogenados. Mejorar la eficiencia en el uso del agua (EUA) del cultivo es, además, necesario para garantizar su sostenibilidad, siendo importante la selección y el uso de variedades con mayor EUA y tolerancia a estrés hídrico. Por ello planteamos el estudio comparativo, en distintas variedades de fresa, de caracteres, a nivel fisiológico y molecular, relacionados con la EUA y la tolerancia a estrés hídrico e identificar marcadores asociados para la selección de genotipos mejor adaptados a la escasez de agua en programas de mejora.

El aislamiento y selección de metilobacterias (*Methylobacterium* spp.), capaces de fijar N₂ atmosférico y cederlo a la planta y su posterior aplicación en campo, se utilizará como una aproximación eficiente a la hora de disminuir insumos, fundamentalmente abonos nitrogenados. ©

La producción agrícola sostenible



Juan Jáuregui Arana.
Biólogo (Coleg. COBA nº 02942).
Jefe de Servicio de Sistemas Ecológicos de Producción
Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural.
Profesor Asociado en Dep. Biología Vegetal y Ecología, US

■ Biología en la agricultura

La agricultura ha sido una de las actividades fundamentales para la supervivencia humana a lo largo de la historia. Desde los albores de la civilización, la humanidad ha buscado formas de mejorar la producción de alimentos, adaptando sus prácticas a las condiciones ambientales y a los recursos disponibles, mejorando las prácticas agrícolas de manera empírica. En la actualidad, la aplicación de los conocimientos biológicos desempeña un papel crucial en la transformación de la agricultura. La investigación básica en los procesos biológicos ha permitido avances significativos en términos de eficiencia, sostenibilidad y seguridad alimentaria y de hecho fue una de las bases del desarrollo agrícola mundial en el siglo XX que vino a llamarse “revolución verde” y que de forma organizada por instituciones internacionales permitió incrementar la productividad agrícola de forma generalizada.

La aplicación de la biología al sector agrícola va desde el nivel molecular, pasando por el celular, de microorganismos, de tejidos, de fisiología, hasta el de las interacciones con otras especies y el nivel de ecosistema, el agroecosistema. Esta integración del conocimiento biológico no solo mejora los rendimientos de los cultivos, sino que también contribuye a la conservación de los recursos naturales y a la protección del medio ambiente.

■ Genética

Uno de los avances más importantes en la biología aplicada a la agricultura ha sido el desarrollo de la mejora genética. Mediante

la selección y cruzamiento de plantas con características deseables, los agricultores han podido mejorar las cosechas, obteniendo variedades resistentes a enfermedades, tolerantes a estrés ambiental, más productivas y adaptadas a distintos climas y tipos de suelo. Sin embargo, la aplicación de técnicas de manipulación genética ha acelerado y precisado este proceso, permitiendo la incorporación de genes de otros organismos y obteniendo características que no se podrían lograr mediante los métodos tradicionales de cruzamiento. Son logros de las técnicas transgénicas la obtención de variantes resistentes a plagas por producción de insecticidas endógenos, como el maíz Bt, las resistencias a enfermedades fúngicas (arroz, tomate) y a herbicidas (soja). Otras líneas han ido hacia la mejora nutricional, sea del perfil de aminoácidos (colza, soja, alfalfa), sea de provitamina A (arroz dorado). En otros casos han buscado producir fármacos (interferón en nabiza), anticuerpos humanos contra herpesvirus.

La incorporación de nuevas técnicas como CRISPR-Cas9 abren un abanico de posibilidades que revolucionarán el sector agrícola

Más recientemente, la incorporación de las nuevas técnicas de edición génica, como CRISPR-Cas9, ha abierto un abanico de posibilidades revolucionarias en el sector agrícola. Estas tecnologías permiten modificar el ADN de los cultivos de manera precisa y eficiente, sin necesidad de introducir genes de otras especies, como ocurre en los cultivos OMG tradicionales. Con la edición génica, es posible eliminar o modificar genes específicos para mejorar características deseables, como la resistencia a enfermedades, la tolerancia a condiciones climáticas extremas (como la sequía) o la mejora en la calidad nutricional de los cultivos. Además, estas técnicas



Himenóptero parasitoide adulto alimentándose en un seto de umbelíferas en el borde de una parcela agrícola.

ofrecen la ventaja de ser más rápidas y menos costosas que los métodos tradicionales de mejora genética, y pueden generar cultivos que no se distinguen de los convencionales en términos de seguridad o composición. Este enfoque promete no solo aumentar la productividad agrícola de manera sostenible, sino también abordar desafíos globales como la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático, siempre con un menor impacto ambiental por permitir reducir la cantidad de insumos

■ Microbiología

La microbiología también juega un papel clave en la agricultura moderna, especialmente en lo que respecta a la gestión de la salud del suelo y la fertilización natural. Los suelos son ecosistemas complejos que albergan una diversidad de microorganismos entre los que bacterias, protozoos y hongos son fundamentales en el reciclado de nutrientes. La aplicación de conocimientos microbiológicos ha permitido desarrollar soluciones en un momento en el que la “Estrategia de la granja a la mesa” de la Comisión Europea se plantea para 2030 la necesidad de reducir los aportes de fertilizantes de síntesis química a los cultivos, lo que ha vuelto la mirada hacia soluciones de base biológica. En este sentido, los biofertilizantes, que contienen microorganismos útiles como bacterias fijadoras de nitrógeno, microorganismos que solubilizan nutrientes bloqueados u hongos micorrízicos,

constituyen una alternativa sostenible a los fertilizantes sintéticos. Estos microorganismos mejoran la disponibilidad de nutrientes en el suelo, aumentan la retención de agua, protegen las raíces de enfermedades o incluso son promotores del crecimiento vegetal.

Por otro lado, la microbiología también ayuda en el control biológico de plagas del suelo, a través de mecanismos de supresión que controlan las poblaciones de organismos patógenos, sin recurrir a pesticidas químicos, de efecto indiscriminado.

■ Bioestimulación

Ciertas moléculas son capaces de desencadenar en las plantas reacciones que mejoran su resistencia a ataques de patógenos o de depredadores, o incluso estimulan el crecimiento vegetal de manera diferenciada. La caracterización de esas moléculas, su producción y aplicación constituyen un campo innovador en el que la biología avanza en colaboración con otras disciplinas y que ya están siendo aplicadas para mejorar el rendimiento en cultivos.

■ Agricultura de precisión

La agricultura de precisión es una modalidad que se beneficia especialmente de los avances en biología, combinando herramientas tecnológicas con el conocimiento biológico para optimizar el uso de los recursos y mejorar la sostenibilidad. Mediante el uso de sensores, drones y satélites, es posible monitorear en tiempo real el estado de sus cultivos a escala muy reducida, identificar áreas problemáticas y tomar decisiones basadas en datos precisos. En combinación con modelos biológicos de crecimiento vegetal, la información de sensores de humedad del suelo, puede ayudar a gestionar el riego de manera más eficiente. Es posible detectar carencias de nutrientes o bien presencia de plagas, para aplicar de manera selectiva el tratamiento de complementos fertilizantes o un fitosanitario específico solo allí donde es necesario. La optimización de la aplicación permite reducir costes monetarios y también los efectos secundarios a organismos del medio.

■ Lucha biológica

Combatir plagas mediante organismos vivos es otra de las aplicaciones de la biología a la

agricultura. Igualmente, la “Estrategia de la granja a la mesa” prevé reducir el número de sustancias activas fitosanitarias de síntesis química, así como el volumen de uso de las permitidas, por lo que las soluciones de base biológica se imponen. La lucha biológica emplea una variedad de organismos:

- organismos entomopatógenos, generalmente hongos o nematodos, que causan enfermedad de manera dirigida en insectos plaga
- artrópodos predadores, más o menos generalistas
- parasitoides, que inoculan sus huevos en los cuerpos de los organismos plaga, de forma que sus fases larvarias transcurren en el cuerpo del hospedador

Como consecuencia, se consigue mantener la población de organismos plaga por debajo de un nivel de daño. Frente a la lucha química, la biológica aporta la ventaja añadida de no crear resistencias en los organismos plaga, que es una de las razones del desarrollo actual de muchos plaguicidas químicos.

La lucha biológica más generalizada usa estrategias inundativas o inoculativas,

para las que biofábricas producen toda una selección de insectos y arácnidos en el estado de desarrollo adecuado para hacer su efecto. Estas biofábricas de insectos producen también excelentes polinizadores, generalmente abejorros del género *Bombus* que alcanzan de manera incansable los rincones más ocultos del cultivo para visitar y polinizar flores, aumentando la producción de fruto.

El caso de los invernaderos de Almería es paradigmático en cuanto a aplicación de la lucha biológica y el empleo de abejorros en la polinización.

■ Agroecosistema

Las relaciones entre organismos y con el entorno entran en el campo de la ecología, que mira al sistema agrícola en cuanto agroecosistema. En este nivel de organización, adquiere importancia el reciclado de nutrientes, como alternativa al sistema agrícola abierto, los estudios a nivel de agroecosistema constatan la mejora de la

sostenibilidad que supone cerrar los ciclos de nutrientes con prácticas como la integración al suelo de los restos de poda, el compostaje de los recortes o restos vegetativos, el reciclaje de subproductos

La aplicación de los conocimientos de la biología al sector agrícola ha transformado la forma en que cultivamos alimentos, mejorando la productividad y sostenibilidad de la agricultura





Los análisis de flujo de nutrientes demuestran que la integración de la ganadería en los sistemas agrícolas mejora la nutrición vegetal

agroindustriales como el alperujo, etc.

En cuanto a mantenimiento de los nutrientes y fertilización natural, las técnicas de cobertura vegetal del suelo en cultivos leñosos demuestran que mejoran el contenido en materia orgánica y en biodiversidad edáfica, que confieren al agroecosistema resiliencia frente a precipitaciones irregulares y elevación de las temperaturas. La fijación de N atmosférico supone un ahorro en fertilización química que proporcionan las leguminosas con *Rhizobium simbiote*.

Mirando al control de plagas, la restitución de las relaciones depredador-presa y la introducción de elementos de biodiversidad para fomentar la presencia de enemigos naturales en el agroecosistema permite trabajar un control biológico por conservación. Posaderos para aves rapaces, cajas nido para aves insectívoras y para murciélagos, hoteles de insectos, setos vivos diseñados para proveer alimento y refugio a artrópodos depredadores... son estrategias diseñadas desde la ecología.

En definitiva, se trata de manejar la explotación agrícola para promover los servicios de los ecosistemas, especialmente los de regulación: recirculación, control de plagas y polinización

■ Retos y oportunidades

A pesar de los avances significativos en la biología aplicada al sector agrícola, persisten desafíos importantes. La creciente población mundial, el cambio climático y la degradación de

los suelos requieren soluciones innovadoras y sostenibles. La biotecnología, la mejora genética y las prácticas agrícolas basadas en la biología son fundamentales para enfrentar estos retos.

Es necesario seguir investigando y desarrollando cultivos más resistentes y productivos, así como soluciones basadas en la biología que fomenten una agricultura más biológica y menos dependiente de insumos químicos

Es necesario seguir investigando y desarrollando cultivos más resistentes y productivos, así como soluciones basadas en la biología que fomenten una agricultura más biológica y menos dependiente de insumos químicos. Además, la educación y la transferencia de tecnologías biológicas a los agricultores serán esenciales para asegurar que los beneficios de estos avances lleguen a todas las regiones del mundo, especialmente a las más vulnerables.

■ Conclusión

Nos enfrentamos al reto de producir alimentos para una población creciente de 9 G habitantes garantizando su compatibilidad con otros usos.

La aplicación de los conocimientos de la biología al sector agrícola ha transformado la forma en que cultivamos alimentos, mejorando la productividad y sostenibilidad de la agricultura. A través de la biotecnología, la mejora genética, la microbiología y la ecología agrícola, se han logrado avances importantes que permiten a los agricultores enfrentar los desafíos del cambio climático, la escasez de recursos y la creciente demanda de alimentos. Sin embargo, el futuro de la agricultura dependerá de la integración continua de estos conocimientos biológicos con las tecnologías emergentes, siempre con un enfoque de asegurar la sostenibilidad. ©



Seguro de Responsabilidad Civil Profesional

¡Aumenta tu protección!



Aumenta la protección de tu seguro de Responsabilidad Civil Profesional frente a posibles reclamaciones

Ejerce tu actividad con mayor tranquilidad

Amplía la cobertura básica del tu seguro de Responsabilidad Civil Profesional ofrecido por el Colegio a todos los Biólogos de Andalucía.

Aumenta la protección de tu actividad profesional frente a posibles errores profesionales y disfruta de tu tranquilidad.

Contrata tu ampliación

Prima total

320.000 € en exceso de los 110.000 € de la capa básica (Total 430.000€)	80,84 €
620.000 € en exceso de los 110.000 € de la capa básica (Total 730.000€)	96,54 €
1.020.000 € en exceso de los 110.000 € de la capa básica (Total 1.130.000)	145,95 €
2.020.000 € en exceso de los 110.000 € de la capa básica (Total 2.130.000 €)	206,84 €

Además, solicita un estudio gratuito y personalizado para tu Sociedad Profesional.

Solicita una auditoría de riesgos gratuita en dos fases:
analizamos tu riesgo, revisamos tus coberturas y te recomendamos las mejores soluciones para proteger mejor tu sociedad.

- Fase **1** Mapa de riesgos
- Fase **2** Revisión de los contratos de seguro

Más información y contratación

colegios@aon.es | colegios@aon.es | 91 266 70 52





Embalse de Beche (A Coruña)

— Captación y retención de las aguas pluviales en los suelos agrícolas



Juan Manuel Sánchez Aragón
Ingeniero Técnico Agrícola
Responsable de Calidad en Staphyt Spain S.L.

■ Resumen

En los sistemas agropecuarios queda mucho margen de mejora para la conducción y almacenamiento del agua; en la conservación de los arroyos, charcas y humedales.

Ralentizar los flujos de agua, incrementar la percolación e infiltración para la restauración de los acuíferos, son medidas que debieran ser adoptadas cuanto antes para la lucha contra el cambio climático.

Por su vulnerabilidad, estas medidas cobran especial importancia en la cuenca mediterránea.

■ Introducción

La superficie agraria en España supone casi la mitad de su totalidad. ¿Cómo pueden implementar los Sistemas Agropecuarios la Captación y Retención de las Aguas Pluviales? ¿Qué influencia pueden tener en el almacenamiento y la disponibilidad del agua?.

■ Metodología

A continuación, de forma esquemática se enumeran algunas prácticas que pueden ampliar considerablemente la **Captación y Retención**



Extensas fincas de olivos (Cañete de las Torres, Córdoba) con suelos en pendiente y desnudos de cubierta vegetal. Tienen una capacidad muy limitada de infiltración y son vulnerables a la erosión.

de las Aguas Pluviales y que pueden ser o no adaptados según las situaciones y contextos de los **Suelos Agrícolas**.

- **Coberturas Vegetales Permanentes:** en zonas de pendientes, el establecimiento y mantenimiento de coberturas vegetales permanentes (forestales, pastos, sistemas mixtos, etc.) permiten la reducción de la erosión, ralentiza el flujo laminar por lluvia y favorece la infiltración del agua. Encontramos ejemplos en técnicas de permacultura, no-laboreo, etc.

- **Estructuras Vegetales Lineales y Zanjas de Infiltración:** cuando no son posibles las coberturas totales pueden utilizarse estos recursosⁱ, perpendiculares a la pendiente desaceleran y reducen la escorrentía.

Pueden ser utilizados para conducir los flujos de lluvia y disminuir la conducción de sedimentos, reducir inundaciones y consecuentemente frenar la erosión.

- **Los diseños en línea clave (keyline)**, son usados para la retención, conservación y distribución homogénea de la humedad en cultivos extensivos o pastizales. Estos métodos se vienen utilizando con éxito en Australiaⁱⁱ, y deberían hacerse extensivos a zonas áridas o semiáridas.

- Sistemas tradicionales como la **Siembra y Cosecha del agua** (Andes peruanos) o “**el Careo**” (Sierra Nevadaⁱⁱⁱ, España).

ⁱ Manejo de setos y otras estructuras vegetales lineales para una agricultura sostenible. Juan A. Sánchez et al. September 2020 ISBN: 978-84-09-23564-3

ⁱⁱ The Australian Keyline Plan <https://keyline.com.au/detail01.htm#:~:text=The%20Keyline%20of%20a%20primary,curve%20up%20into%20the%20valley>.

ⁱⁱⁱ Las acequias de careo de Sierra Nevada (sur de España): una herramienta ancestral para la adaptación al cambio climático. Martos Rosillo et al. 2018. ISBN 978-84-338-6510-6



Olivar en suelos degradados por la escorrentía superficial y arrastre de sedimentos.

Estos sistemas de recolección milenarios deberían revalorizarse, conservarse y hacerlos extensibles a otros lugares potenciales. Son utilizados para recargar o restaurar el agua de los freáticos, fuentes, qnats, depósitos kársticos, lumbreras o manantiales.

- **Construcción y conservación de almacenes o depósitos de agua: charcas, Albercas, Estanques, Aljibes, Azudes...** Muchos de estos sistemas se han ido perdiendo en el tiempo, en parte debido a la mejora en las técnicas de conducción forzada de agua. Pero estos reservorios o depósitos se deberían recuperar y fomentar, para incrementar o mantener el almacenamiento de agua. Son reservorios de vida, que enriquecen la biodiversidad del entorno y la riqueza paisajística. Pueden ser alimentados por cauces superficiales o por drenajes.

- **Filtros Verdes^{iv}:** establecer y mantener los **sistemas riparios** a lo largo de los cauces permanentes o discontinuos de agua, facilitan la infiltración, ralentizan la escorrentía, inmovilizan contaminantes, reducen la erosión y por tanto mejoran la calidad del agua.

- **Bancales o terrazas agrícolas:** estos sistemas tradicionales permiten la percolación y el aprovechamiento del agua de lluvia. Su recuperación, formación, mantenimiento y conservación debieran fomentarse o incentivarse.

- **Alimentación de freáticos:** en algunos lugares se trasvasa el agua de escorrentía a los acuíferos subterráneos para ser utilizados como depósitos. En zonas como en Arizona Estados Unidos están

^{iv} Restauración y Conservación del Bosque de Ribera del río Umia. May 2013. Conference: II Congreso Internacional de Ingeniería Civil y Territorio



Finca de avellanos (La Fatarella) en terrenos de fuerte pendientes con bancales mantenidos con herbicidas y muy erosionados.

aplicando estas prácticas^v con éxito para minimizar las pérdidas por evaporación (Central Arizona Project (CAP)). Debería estudiarse la viabilidad de estas técnicas en aquellas fincas agrícolas que se den las condiciones adecuadas para realizar este tipo de trasvase o almacenamiento.

Estas actuaciones deberían registrarse por Criterios Técnicos. Deberían ser Equipos Multidisciplinarios (Agrónomos, Biólogos, Geólogos, etc.) los que puedan estudiar estas u otras prácticas en cada situación (tipo de explotación, relieve, entorno...). Y puedan diseñar, cuantificar la eficacia, analizar el impacto ambiental y dar seguimiento a todas estas acciones para poder asegurar la sostenibilidad de las mismas.

**Es conveniente
y necesario que
la Captación y
Retención de las
Aguas Pluviales en
los Suelos Agrícolas
entre a debate en la
comunidad científica**

Pero, de estas prácticas o metodologías, ¿qué se está haciendo? Cuantitativamente, casi nada: en Europa la que debe regular o incentivar estas u otras medidas al respecto es la Política Agraria Común (PAC), quien dicta las acciones a emprender limitándose a una finca o un propietario, con medidas específicas como la conservación de humedales o el aserpiado; sin embargo echamos en falta, una visión estratégica que vaya más allá, donde los beneficiarios se extiendan a una comarca, una región, o tierras ayuso a través de los freáticos o depósitos subterráneos; mejorando además, las reservas de agua, el paisaje, la biodiversidad y en definitiva el medioambiente.

En España se dedican cerca de 25 millones de hectáreas para el aprovechamiento agrícola y ganadero extensivo. Según el Instituto Geográfico Nacional la escorrentía^{vi} media es de 220 mm anual, lo que supondrían unos 55000 hectóme-

^v <https://knowyourwaternews.com/aquifers-sustaining-life-in-the-desert/#::-:text=Aquifers%20are%20replenished%20through%20recharge,owns%20six%20and%20operates%20five.>

^{vi} https://www.ign.es/espmmap/mapas_ma_eso/MedioESO_Mapas_04.htm



Los filtros verdes depuran y ralentizan la escorrentía.

tros cúbicos de escorrentía en estos suelos. Dedicamos aproximadamente una tercera parte de esta cantidad, 18000 hm³ de media anual, para el uso de regadío^{vii}. De estos datos podemos deducir que el impacto cualitativo de la aplicación de estas técnicas puede ser muy significativo; implementando la retención de humedad y las reservas hídricas.

Además de estos beneficios directos hay otros intrínsecos en los suelos agrícolas que no son menos importantes: incrementar y prolongar la humedad del suelo implica el aumento de la actividad de microorganismos y la micro fauna, favorecen los procesos de carbonización^{viii} y humificación, refuerzan la capacidad productiva y la resiliencia al cambio climático; reduciendo la compactación, degradación y erosión de los suelos agrícolas.

■ Conclusiones

Es conveniente y necesario que la Captación y Retención de las Aguas Pluviales en los Suelos Agrícolas entre a debate en la comunidad científica. La cuantía y el impacto que pueda tener en el medio ambiente, no puede ser subestimado.

Es un gran reto que tenemos por delante: la superficie agraria, -entendida como aquella que fue modificada a lo largo de la historia para el aprovechamiento de la agricultura y ganadería-, dada su enorme extensión, debemos replantear su evolución para adaptarla al cambio climático y a las nuevas tendencias de la sociedad.

Técnicos, agricultores y ganaderos deben darse la mano para afrontar los nuevos desafíos.

■ Agradecimientos

Staphyt Spain SL, y su Responsabilidad Social Corporativa.

A José Luis Daza Cordero y Rafael Barba Salcedo por su confianza.

A Beatriz Hernández Pozas por su implicación y apoyo.

A todas aquellas personas que me acompañan en el día a día y luchamos por mejorar. ☺

vii <https://www.ine.es/revistas/cifraine/0108.pdf>

viii <https://www.fao.org/global-soil-partnership/areas-of-work/recsoil/recsoil-home/en/>



**Colegio Oficial de
Biólogos de Andalucía**

Juntos somos mucho más

CERTIFICADO DE BIÓLOGO SANITARIO

El Pleno del Consejo General de Colegios Oficiales de Biólogos de España, órgano supremo de la Organización Colegial, en uso de las competencias que legal y estatutariamente tiene atribuidas, en sesión celebrada el 19 de noviembre de 2022, por mayoría de miembros presentes, aprobó el siguiente acuerdo sobre ordenación del ejercicio profesional del Biólogo Sanitario, Acuerdo núm. 02/2022, de 19 de noviembre de 2022, del Presidente del Consejo General de Colegios Oficiales de Biólogos, por el que se ordenan determinados aspectos del ejercicio profesional del biólogo en el ámbito sanitario, a cuyo contenido íntegro podrán los interesados acceder a través del enlace a la página web del Consejo General de Colegios Oficiales de Biólogos de España reseñado a continuación: <https://cgcob.es/certificacion-biologo-sanitario/>

El Pleno del CGCOB aprobó la CERTIFICACIÓN DE BIÓLOGO SANITARIO con el objetivo de acreditar y certificar la correcta formación y competencias de los colegiados que lleven a cabo tareas sanitarias sin tener una especialidad sanitaria, y que por lo tanto no están reconocidos como Profesionales Sanitarios.

A QUIÉN VA DIRIGIDO

Se concederá a todos aquellos colegiados en Colegios Oficiales de Biólogos de ámbito nacional, con una colegiación no inferior a 6 meses y que estén ejerciendo su actividad profesional en centros privados o en centros, establecimientos y servicios del Sistema Nacional de Salud o concertados con él, en centros de investigación y en centros con docencia sanitaria, así como aquellos centros públicos o privados extranjeros con actividad sanitaria reconocida y desarrollando las funciones propias de biólogo/a sanitario/a.

FINALIDAD DEL CERTIFICADO

- La defensa de los intereses profesionales de los colegiados que desarrollan su actividad en centros sanitarios**.
- Proteger los intereses de los usuarios de la sanidad atendidos por nuestro colectivo.
- Conseguir ser reconocidos como Biólogos Sanitarios por el Ministerio de Sanidad.
- Reunir las estadísticas y datos del número de biólogos que trabajan en Sanidad (requerido por la administración).
- Conseguir la inclusión en el Registro Estatal de Profesionales Sanitarios (REPS), lo que permitirá entre otras cosas la libre circulación en Europa.
- Conseguir que los contratos laborales sean como sanitarios y no de otro tipo, algo que ocurre frecuentemente.
- Conseguir que se trabaje libremente en Sanidad sin depender de otros profesionales sanitarios.
- En una palabra, solucionar todos aquellos problemas que hayan surgido en la vida profesional sanitaria de los colegiados no reconocidos como tales.

CERTIFICADO DE BIÓLOGO AMBIENTAL

En la misma línea del Certificado de Biólogo Sanitario se ha aprobado por parte del CGCOB la **Certificación de Biólogo Ambiental**.

En el Pleno del CGCOB del 19 de noviembre de 2022, en el punto 5 del orden del día, se aprobó la CERTIFICACIÓN DE BIÓLOGO AMBIENTAL (documento RS 118-22 CG), con el objetivo de regular esta actividad profesional y crear el Registro Nacional de Biólogos Ambiental (RNBA).

En el BOJA, Número 105 - Lunes, 5 de junio de 2023 página 9461/1, se publicó el Acuerdo de fecha 19 de noviembre de 2022, del Pleno del Consejo General de Colegios Oficiales de Biólogos de España, por el que se aprobó la ordenación del ejercicio profesional del Biólogo Ambiental (núm. 01/2022). (PP. 2019/2023).

Para solicitar información de cualquiera de estos dos certificados pueden escribir al correo de nuestra oficina:

oficina@cobandalucia.org

La BIOLOGÍA en el CINE

— La agricultura en el cine

Eduard-Josep Chifré i Petit. (CBC 2246 C).
*Licenciado en Biología, Historia, Antropología y
Máster en Intervención Ambiental: Contextos Psicológicos Sociales y de Gestión.*



Escena de la película *La isla desnuda*, de 1960

La agricultura ha tenido siempre una gran presencia en el cine. Las temáticas agrícolas han formado parte de los argumentos de muchas películas. En este ensayo comentaremos algunas de ellas, así como sus posibles aplicaciones pedagógicas.

Para la elaboración de este texto hemos seleccionado diversos temas relacionados con el ámbito rural que el cine ha tratado. Es el caso de la problemática por el uso del agua, la incidencia de la guerra en el medio rural, el campo durante el Franquismo o los conflictos entre propietarios y trabajadores de la tierra.

También mencionaremos temáticas tales como la problemática de las plagas, las situaciones de crisis económicas en el sector agrícola, el cultivo del arroz o el contraste entre la vida en el campo y la vida en la ciudad en un país de Oriente.

Finalmente, haremos una breve referencia a la agricultura en relación con la ciencia ficción.

A continuación, vamos a analizar diversas producciones cinematográficas relacionadas con las materias indicadas y su posible uso como recurso didáctico.

LA PROBLEMÁTICA POR EL USO DEL AGUA

Dentro de este apartado comentaremos los largometrajes “*Hadaka no shima*” (La isla desnuda, 1960) y “*The Boy who Harnessed the Wind*” (El niño que domó el viento, 2019).

“*Hadaka no shima*” (La isla desnuda, 1960)

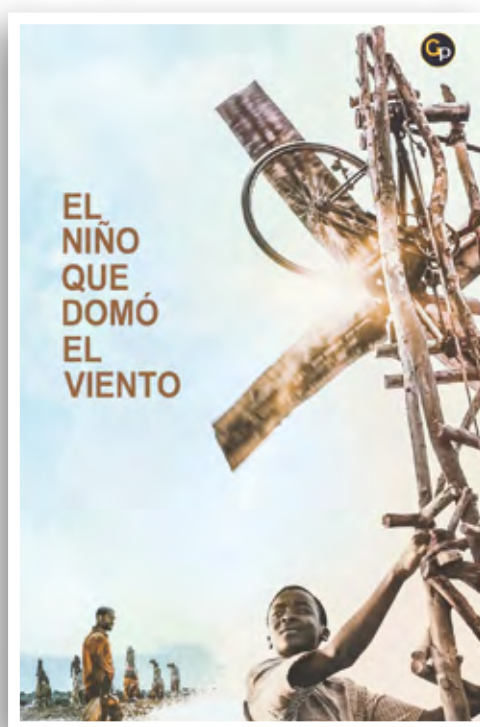


Film dirigido por Kaneto Shindô, protagonizado por Taiji Tonoyama, Nobuko Otowa, Shinji Tanaka i Masanori Horimoto.

La película muestra la vida de una familia de campesinos constituida por los padres y sus dos hijos que viven en una pequeña isla de Japón donde la ausencia de agua es el problema prioritario que tienen para subsistir. Todos los días dedican muchos esfuerzos para obtener la que necesitan para su vida diaria y para regar las modestas cosechas que trabajan. Perder por accidente un cubo de agua puede acarrear problemas graves de coexistencia familiar que pueden desembocar en escenas de violencia de género.

Largometraje muy adecuado para tratar cuestiones relacionadas con la agricultura y la escasez, aprovechamiento y ahorro de agua o como es la vida cuando sólo se dispone de aquello que es básico e imprescindible.

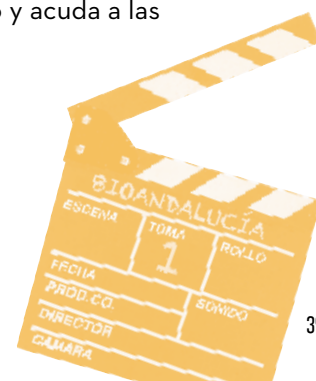
“*The Boy who Harnessed the Wind*” (El niño que domó el viento, 2019)



Muy buena película, basada en hechos reales, realizada por Chiwetel Ejiofor, protagonizada por el mismo, junto con Maxwell Simba, Joseph Marcell, Aïssa Maïga, Lily Banda, Noma Dumezweni y Lemogang Tsipa.

Film sobre una familia de campesinos, los Kamkwamba, compuesta por cinco miembros, los padres y tres hijos, que viven de cosechar trigo en Wimbe, una pequeña localidad de Malawi. La sequía ha ocasionado la pérdida de las cosechas de los agricultores y con ello la aparición del hambre en la población local. Este hecho junto a un sistema político corrupto ha dado lugar a que mucha gente abandone el campo y acuda a las ciudades para intentar subsistir.

Los Kamkwamba, hacen todo lo posible para conservar sus tierras y para que sus hijos puedan asistir a la escuela y a



la universidad. Pero esto cuesta mucho dinero y ellos no tienen bastantes recursos económicos para conseguirlo.

A lo largo de su vida, la familia Kamkwamba se ha enfrentado a muchas dificultades para subsistir. En un momento de desesperación la madre de William le hace una pregunta de difícil respuesta a su marido: “¿Cuándo dejaremos de perder?”.

Uno de los hijos, William, de trece años, tiene una idea para salir de la difícil situación en la que se encuentran. Utilizando los libros de la biblioteca de la escuela diseña un molino de viento para generar energía eólica y producir electricidad. Así espera hacer funcionar una bomba de agua para extraer agua de un pozo y poder regar los campos de cultivo y acabar con la sequía.

El largometraje ofrece recursos didácticos para tratar temas relacionados con la sostenibilidad, el reciclaje, las energías renovables, las sequías o la utilidad de los árboles para hacer frente a las inundaciones y a la erosión de la tierra. Y por si alguien aún no lo supiera, muestra por qué muchas personas arriesgan la vida para atravesar el Mediterráneo buscando una oportunidad en el “Primer Mundo”.

Largometraje adecuado para tratar temáticas relacionadas con la I Guerra Mundial, la situación de la agricultura en aquella guerra o el trabajo de la mujer en el campo.



LA INCIDENCIA DE LA GUERRA EN EL MEDIO RURAL

Mencionaremos en este bloque la siguiente producción cinematográfica: “**Les Gardiennes**” (Las guardianas, 2017).

“Les gardiennes” (Las guardianas, 2017)

Film realizado por Xavier Beauvois con Nathalie Baye, Iris Bry, Olivier Rabourdin, Laura Smet y Yann Bean de protagonistas.

Durante la I Guerra Mundial, en el mundo rural, las mujeres han de hacerse cargo de todas las tareas del campo porque los hombres están luchando en las trincheras. Una granjera ha de contratar una joven sin recursos para que la ayude en su trabajo.

CONFLICTOS ENTRE PROPIETARIOS Y TRABAJADORES DE LA TIERRA

Hablaremos aquí de los largometrajes “**Novecento**” (1976) y “**Alcarràs**” (2022).

“Novecento” (1976)

Film de Bernardo Bertolucci, con Burt Lancaster, Robert De Niro, Gérard Depardieu, Stefania Sandrelli, Dominique Sanda y Donald Sutherland de protagonistas. La música es de Ennio Morricone. Se proyectó en dos partes a causa de su larga duración.

La película describe los conflictos sociales entre los campesinos y los amos de la tierra en la Italia del período comprendido entre los primeros años del siglo XX y el final de la II Guerra Mundial.

Temáticas como la explotación de los campesinos por sus patronos, el comunismo, el socialismo, el fascismo, las huelgas de labradores o el hambre en el campo pueden tratarse utilizando este largometraje como recurso didáctico.

hacer rentable su explotación, pero los precios de venta de la fruta son muy bajos y cada vez es más difícil salir adelante y poder vivir de lo que han trabajado toda su vida: el cultivo de melocotones.



“Alcarràs” (2022)

Película de la directora Carla Simón protagonizada por Jordi Pujol (Quimet Solé), Anna Otín, Xènia Roset, Albert Bosch, Ainet Jounou, Josep Abad (Rogelio), Jacob Diarte (Joaquim Pinyol), Montse Oró, Carles Cabós, Isaac Rovira i Joel Rovira.

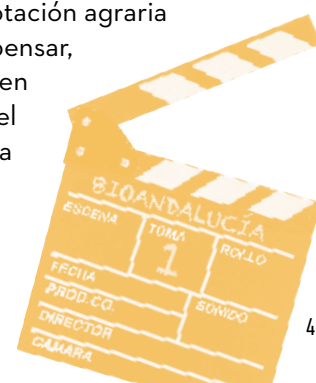
Excelente largometraje de Carla Simón con actores no profesionales de tierras de Lleida. El film, rodado en catalán, ha sido galardonado con diversos premios, el principal el Oso de Oro de la 72 edición del Festival Internacional de Cine de Berlín (Berlinale) del año 2022, así como con diversos premios Gaudí (2023).

La película narra la vida de una familia de agricultores, los Solé, que llevan toda la vida cultivando un campo de árboles frutales, en las tierras de un gran propietario llamado Joaquim Pinyol (Jacob Diarte). Llevan una vida sencilla pero muy dura. Toda la familia, con Quimet Solé (Jordi Pujol) al frente, se esfuerza en cultivar la tierra para

Desgraciadamente para los Solé, el propietario de sus tierras quiere recuperarlas para instalar paneles solares porque son más rentables que los melocotoneros.

La cinta muestra diversos aspectos de la vida en el campo como el uso del agua, las plagas de conejos, la recogida de las cosechas, el trabajo de los jornaleros temporales o el cambio cada vez más frecuente de los cultivos por paneles solares. La maquinaria agrícola, las protestas por los bajos precios de la fruta, los mercados de los pueblos, la vida de los niños y niñas en el campo y la de los jóvenes son otros temas importantes que nos muestra el film.

El largometraje nos describe las dificultades existentes para vivir de una explotación agraria familiar y nos tendría que hacer pensar, cuando comemos un melocotón, en los esfuerzos no retribuidos que el labrador ha tenido que hacer para que nosotros podamos disfrutar de aquella dulce fruta.



Film muy útil como ayuda didáctica para desarrollar todas las problemáticas relacionadas con el campo que acabamos de mencionar.

LAS PLAGAS

Dentro de este apartado mencionaremos las películas **“The Good Earth”** (La buena tierra, 1937) y **“The naked jungle”** (Cuando ruge la marabunta, 1954).

“The Good Earth” (La buena tierra, 1937)



Largometraje dirigido por Sidney Franklin i Victor Fleming, protagonizado por Paul Muni (Wang-Lung), Luise Rainer (O-Lan), Charley Grapewin, Walter Connolly i Jessie Ralph.

Wang Lung es un modesto campesino chino que cultiva trigo y arroz en la China de principios del siglo XX. Se casa con una esclava O-Lan (Luise Rainer) que su padre ha conseguido para él. Tienen hijos y poco a poco prosperan. No obstante, la vida es dura, deben luchar contra las inclemencias del tiempo para evitar la pérdida de las cosechas. Deben hacer frente a una gran sequía que provoca una hambruna y

grandes marchas por el hambre. Para subsistir hasta tienen que comerse el único buey de que disponen para las tareas del campo, al que consideraban un miembro más de la familia. Por otra parte, muchas familias venden a sus hijas como esclavas para conseguir comida.

Después de muchas penalidades y sobre todo gracias a los esfuerzos de O-Lan, cuando las cosas ya les van bien deben hacer frente a una enorme plaga de langostas. El film nos muestra unas excelentes escenas relacionadas con esta calamidad. Nos enseña como las langostas acaban con los campos de cultivo que encuentran a su paso y de cómo los campesinos dirigidos por Wang Lung y sus hijos les hacen frente con fuego, agua y utilizando todo aquello que pueda contribuir a eliminarlas.

Cinta muy adecuada como recurso didáctico para estudiar aspectos vinculados con la agricultura en la China de principios del siglo pasado, las sequías, las hambrunas causadas por la pérdida de cosechas y las plagas.

“The naked jungle” (Cuando ruge la marabunta, 1954)



Película de Byron Haskin con Charlton Heston (Christopher Leiningen), Eleanor Parker (Joanna

Leiningen), William Conrad, Abraham Sofaer y Romo Vincent de protagonistas.

El film narra como el propietario de una plantación de América del Sur, Christopher Leiningen (Charlton Heston) y su esposa Joanna (Eleanor Parker), hacen frente a una plaga de hormigas (la marabunta), que arrasan todo lo que encuentran a su paso.

Largometraje adecuado para trabajar aspectos relacionados con las plagas, el colonialismo o la explotación de los indígenas por los colonos.

SITUACIONES DE CRISIS ECONÓMICA EN EL SECTOR AGRÍCOLA

Para tratar coyunturas de crisis económicas en general y del campo en particular citaremos la película **"The grapes of wrath"** (Las uvas de la ira, 1940), con dirección de John Ford e interpretada por Henry Fonda, Jane Darwell, Dorris Bowdon y John Carradine de protagonistas.

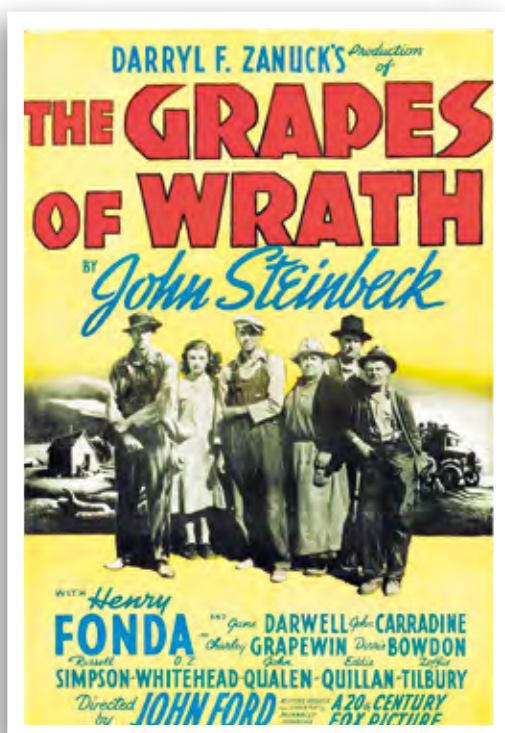
El largometraje nos muestra las consecuencias de la gran Depresión del siglo pasado en la zona centro de los EE. UU. En aquellos días un gran número de agricultores perdieron sus tierras que fueron a parar a manos de los bancos. Muchos

de ellos se marcharon a California para de huir del hambre y la pobreza con la esperanza infundada de encontrar trabajo y un futuro mejor para ellos y sus familias.

Temas tales como la crisis económica en el campo, la incautación de tierras por los bancos, las migraciones a la búsqueda de trabajo, el hambre o la explotación de los más débiles por los más ricos, se pueden tratar usando esta película como recurso didáctico.

LA AGRICULTURA DEL ARROZ

Dentro de este bloque señalaremos las películas **"Riso amaro"** (Arroz amargo, 1949) y **"Neak ser"** (La gente del arrozal, 1994).



"Riso amaro" (Arroz amargo, 1949) y **"Neak ser"** (La gente del arrozal, 1994), son dos largometrajes en los cuales el cultivo del arroz forma parte de su argumento. Dado que ya los comentamos en el artículo de título **"Árboles, plantas, bosques y cine"** publicado en el número 18 de la revista **"Bioandalucía"** de noviembre de 2023, aquí sólo haremos un pequeño recordatorio de estos dos films.

"Riso amaro"
(Arroz amargo, 1949), es un largometraje realizado por





Giuseppe de Santis, protagonizado por Silvana Mangano y Vittorio Gassman.

Película sobre un ladrón (Vittorio Gassman) y una ladrona (Silvana Mangano) que se unen a un grupo de jornaleras que, a finales de la década de los cuarenta del siglo pasado se dirigen al valle del Po a trabajar en la recolección de la cosecha de arroz.

EL CONTRASTE ENTRE LA VIDA EN EL CAMPO Y LA VIDA EN LA CIUDAD EN UN PAÍS DE ORIENTE

Dentro de este apartado comentaremos el film “Jibeuro” (Sang Woo y su abuela, 2002), de Lee Jeong-Hyang y protagonizado por Eul-boon Kim, Yoo Seung-ho, Hyo-hee Dong, Kyung-hyun Min y Eun-kyung Yim.

“Neak ser”

(La gente del arrozal, 1994), film dirigido por Rithy Panh, interpretado por Peng Phan, Mom Soth, Chhim Naline, Sophy Sodany, y Muong Danyda.



La película describe la vida de una familia del campo de Camboya, formada por un matrimonio y sus siete 7 hijas que vive del cultivo del arroz. El largometraje destaca la importancia de este alimento para la unidad familiar.



El largometraje narra las vivencias de un niño coreano de ciudad que ha de pasar unos días en el campo en casa de su abuela. La película nos muestra como es la vida en la ciudad y en el campo en un país como Corea del Sur.

La cinta es muy adecuada para mostrarnos como se puede vivir con los pocos medios de que dispone la abuela del niño y como son de banales muchas de las comodidades que tenemos en la ciudad. El despilfarro de recursos en la ciudad, la sostenibilidad o el aprovechamiento del agua son otros temas que pueden trabajarse con este film.

CIENCIA FICCIÓN Y AGRICULTURA

Comentaremos aquí el largometraje **“The martian”** (El marciano, 2015).

Película dirigida por Ridley Scott, interpretada por Matt Damon (astronauta y botánico Mark Watney), Jessica Castaing, Michael Peña, Kate Mara, Aksel Hennie, Sebastian Stan, Jeff Daniels, Donald Glover, Mackenzie Davis, Sean Bean y Chiwetel Ejiofor.

Una tripulación de seis astronautas que se encuentra en una estación espacial en Marte ha de marcharse precipitadamente del planeta dado que se ven afectados, de improviso, por una fuerte tormenta marciana que les pone en peligro. Mientras abandonan el planeta rojo pierden a un miembro del equipo, el astronauta y botánico Mark Watney (Matt Damon) a quien dan por muerto.



No obstante, más tarde la NASA descubre, a partir de las imágenes de satélites marcianos, que Watney, ha podido salvar la vida y consiguen comunicarse con él. A partir de aquel momento se inicia una compleja operación de rescate.

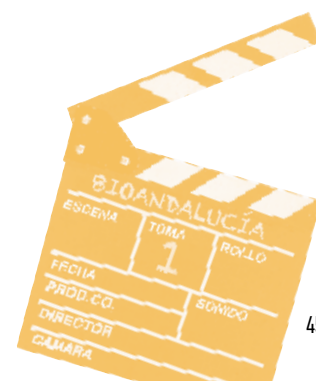
Mientras tanto nuestro astronauta ha de organizarse la vida en Marte para sobrevivir. Utiliza sus estudios de botánica para cultivar patatas utilizando tierra marciana, patatas como semillas y sus excrementos de abono. El agua la obtiene de reacciones químicas a partir de hidrógeno y oxígeno y la energía la consigue mediante paneles solares.

El film nos proporciona recursos didácticos para conocer cómo podría ser una larga estancia en una estación espacial en el planeta rojo. Los cultivos que se podrían desarrollar en la superficie marciana, la manera de obtener energía solar, la supervivencia en un medio hostil o como podría ser la vida durante muchos meses a bordo de una nave espacial en un viaje hacia Marte.

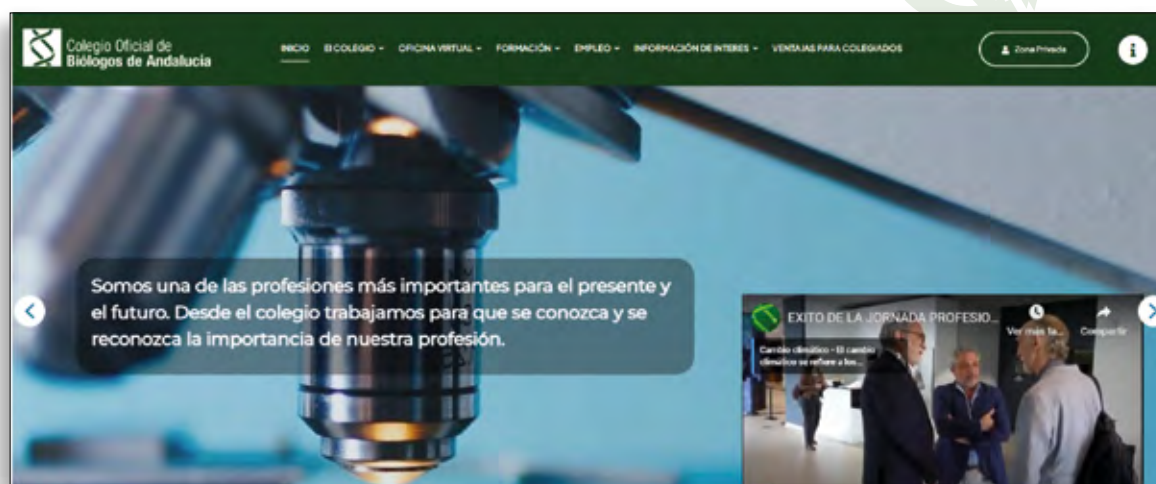
PARA CONCLUIR

Para acabar este ensayo recordaremos aquí que hemos tratado diversas temáticas vinculadas con la agricultura que han formado parte del argumento de largometrajes. Esperamos que las películas mencionadas puedan ser de utilidad para ser utilizadas como recurso didáctico para estudiar o divulgar temas relacionados con el sector agrícola.

Finalmente quisiéramos tener un recuerdo para todas aquellas personas anónimas que se han dejado la salud y en muchas ocasiones la vida trabajando, cultivando o defendiendo sus tierras de las inclemencias del tiempo o de caciques sin escrúpulos. ☺



Presentación de la Nueva Web del COBA



Desde el pasado verano hemos puesto en marcha nuestra nueva web del COBA adaptándola a las nuevas necesidades y con un aire diferente. Hemos pretendido con esta nueva web que el acceso sea más intuitivo, con el menor de los pasos posibles y que represente las diferentes áreas profesionales de la biología. Por otra parte hemos trabajado para conectar la web a nuestro nuevo servicio de **Sistema de Gestión Colegial** con acceso restringido a los colegiados.

Pretendemos que esta web sea dinámica, con la inclusión de videos, publicaciones y con información de las noticias más relevantes de interés para nuestros colegiados y colegiadas. Iremos adaptando la estructura de la web a las necesidades que vayan apareciendo, ofreciendo el mejor servicio posible.

La web se abre con un apartado a modo de carrusel donde destacaremos lo mas relevante para el Colegio así como videos de jornadas que se hayan organizado para visualizarlas.

Informar y dar servicio.



Conocer quiénes son los miembros de la Junta de Gobierno.



- § En el apartado de “Información de interés” podrán acceder a las “Noticias” y “Publicaciones”, como las revistas Bioandalucía y las Memorias de Gestión anuales del COBA que podrán consultar.



- § Informarse de cómo acceder a tener los “CERTIFICADOS” de Biólogo Sanitario y de Biólogo Ambiental, avalados por el CGCOB.



- § Consultar los Estatutos del COBA.



- § Conocer que actividades y acciones están realizando los diferentes grupos InfoCOBA.

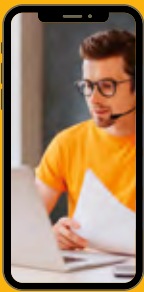


- § Y cómo COLEGIARTE de una manera fácil.



bioemprendedores

¡FORMACIÓN ONLINE!



- GRADUADO EN ESO
- FORMACIÓN PROFESIONAL POR LIBRE
- PRUEBAS DE ACCESO
- IDIOMAS

¿TE APUNTAS?

685 53 92 68
contacto@alnuracademy.com

alnur ACADEMY

Favoreciendo el desarrollo sostenible

ECT
GLOBAL
ENGINEERING • CAPACITY BUILDING • TECHNOLOGY



ECOINTEC consultores
Medio ambiente, desarrollo y TICs
www.ect-global.com

CICA, DESARROLLO SOSTENIBLE S.L.

Estudios medioambientales de proyectos industriales y planeamiento urbanístico	Avda. San Francisco Javier, nº 9 Planta, 4ª Mod 24 41005 Sevilla Tfno: +34 607 407 284 Contacto: Tomás Rodríguez Sánchez Biólogo col nº0147
Estudios de prefactibilidad ambiental y urbanística proyectos (DD Ambiental y urbanística)	
Estudios de Biodiversidad	
Estudios de avifauna (Ciclo anual)	
Estudios de incidencia visual y Paisaje	
Estudios de Sinergias	
Estudios de Impacto Ambiental	

Datum
ambiental

info@datumambiental.es
959 37 80 95

CONSULTORÍA AMBIENTAL: ESTUDIOS Y PROYECTOS
Industria, minería, infraestructuras, biodiversidad y medio rural
<https://datumambiental.es> • info@datumambiental.es

BIOPOLINIZACIÓN Y CONTROL BIOLÓGICO
T. +34 950 558 220 - agrobio@agrobio.es

Agrobío



Producción y comercialización de colmenas de abejorros para la biopolinización e insectos beneficiosos para el control biológico de plagas, en cultivos protegidos y al aire libre.

Lorgen
GENÉTICA CLÍNICA
GENÉTICA FORENSE
ANÁLISIS CLÍNICOS
KITS Y PRUEBAS
I+D+i

Business Innovation Center - BIC/CEEL
PTS, Av. de la Innovación, 1
18016 Granada - España
958 75 06 04
www.lorgen.com



GRUPO MICROAL TECOAL

- Laboratorio de Análisis
- Normas de Calidad
- Seguridad Alimentaria
- Salud Ambiental
- I + D + i
- Nutrición y Dietética
- Vida Útil
- Formación

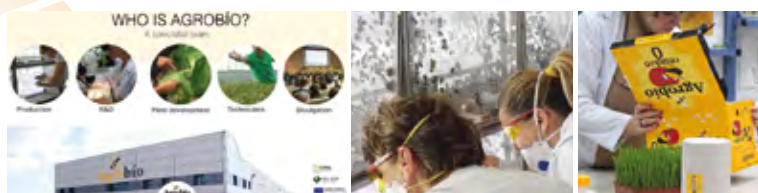
954 39 51 11
690 86 77 55




¡¡Anúnciate!!

Si eres biólogo colegiado, en este espacio se puede anunciar tu empresa de forma gratuita: oficina@cobandalucia.org

bioemprendedores



Producción y comercialización de colmenas de abejorros para la biopolinización e insectos beneficiosos para el control biológico de plagas, en cultivos protegidos y al aire libre.

Fundada en 1995, **AGROBÍO S.L.** es una biofábrica que produce y comercializa colmenas de abejorros para la biopolinización e insectos beneficiosos para combatir las plagas en hortalizas, frutales y ornamentales, bajo plástico y al aire libre. Fue pionera en la producción de abejorros en España, un insecto polinizador que conquistó la producción de tomate en invernadero y que juega un papel fundamental en la polinización de otros cultivos hortalizas, pimiento, berenjena, calabacín, fresa, frutos rojos y frutales, siendo un éxito para variedades tempranas al aire libre.

Situada en el centro neurálgico del poniente almeriense, se ha convertido en un referente para la agricultura mediterránea e internacional, cubriendo más de 45.000 ha en 40 países, a través de su sede principal en Almería, y sus centros en Turquía, Dinamarca, Marruecos y Francia.

Desde su creación **AGROBÍO** ha tenido un desarrollo exponencial, situándose a la cabeza de la producción de abejorros y lucha contra plagas a través de la utilización de macro Organismos de Control Biológico (OCBs). Esta trayectoria ha hecho que Agrobío ponga a punto su tecnología con procesos de producción óptimos y controles de calidad precisos, extendiéndose con sus productos en Europa, norte de África, el continente americano, y mercados como Canadá, Euroasia, Asia oriental y Países Árabes.

En su sede principal, ubicada en la provincia de Almería, se encuentran sus instalaciones principales, formadas por el área de producción, sus oficinas y el centro I+D.

El equipo que forma **AGROBÍO**, continúa desarrollando una importante tarea de formación, divulgación, y transferencia de información, tanto a técnicos de campo como a agricultores, dada la novedad que supone cada insecto desarrollado o estrategia que se incorpora a la lucha integrada.

En su trayectoria, **AGROBÍO** ha cosechado importantes éxitos y avanza en control biológico con estrategias innovadoras para afrontar los retos de la agricultura actual: el control de plagas emergentes y producciones sanitariamente más seguras.

En un primer momento, afrontó el reto del control de la *Tuta absoluta*, la mayor plaga del tomate en el margen mediterráneo de Europa y África, mediante su depredador natural, la *Trichogramma achaeae*; o el proyecto de suelta de *Nesidiocoris tenuis* en semillero, un método altamente eficaz de control biológico en tomate y berenjena para invernadero y al aire libre. Su gama más innovadora destaca por la selección genética, las dietas de nueva generación y los avances técnicos aplicados directamente a los cultivos. Tres premisas que configuran sistemas más robustos y resilientes, favoreciendo un equilibrio natural en los ecosistemas agrícolas y contribuyendo a la salud a largo plazo, tanto de los cultivos como del medio ambiente.

Sus equipos de trabajo han puesto en valor la importancia que la selección genética de insectos tiene para poder comercializar depredadores más eficaces en el control de las plagas. De este modo, las nuevas cepas de *Orius laevigatus* Cold y *Plus* de Agrobío se han desmarcado de la cepa estándar gracias a sus genes característicos que ofrecen una mejor adaptación a las condiciones de temperatura y siendo más voraces. Estas cepas convierten a *Orius* en un gran aliado para el control preventivo revolucionando el control biológico.

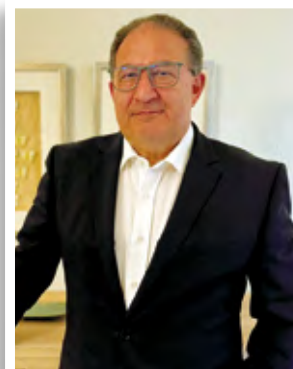
El control biológico como herramienta de producción no sólo mejora los sistemas agroalimentarios, sino que garantiza la seguridad alimentaria y nutricional de las personas, un entorno de trabajo limpio, y logra un estilo de vida saludable para las generaciones presentes y futuras.

Ctra. N-340, km. 419, nº 81 04745, El Viso - La Mojonera, Almería (España) · T. +34 950 558 220
agrobio@agrobio.es | agrobio.es | @AgrobioSL

Esperamos el perfil de tu compañía

— Biólogos para el siglo XXI El siglo de la Biología

José Berros Elbaz (Coleg. COBA nº 0096)
Decano del Colegio Oficial de Biólogos de Andalucía



La sociedad del S XXI, en general, y las biólogas y los biólogos, en particular, nos encontramos ante un momento de cambio. Cambios legislativos, administrativos y técnicos que requieren lo mejor de nosotros para dar las respuestas que este siglo y la sociedad necesitan.

Si algo hemos aprendido estudiando biología es que, si una especie quiere sobrevivir, es imprescindible evolucionar y adaptarse. Los profesionales de la biología, sabemos que esto implica construir desde lo que se conoce, adaptando las estructuras existentes, modificando el entorno y, en caso de ser necesario, crear nuevas estructuras.

Estos conceptos son la base de la propuesta de la Junta de Gobierno que actualmente encabezo como **Decano del Colegio Oficial de Biólogos de Andalucía (COBA)** y, por ende, de todo mi equipo.

Para ello nos ofrecimos en su día como una candidatura completa, diversa, sólida, con experiencia y con una proyección de futuro:

- Completa, porque incluye, no solo a todos los miembros de la Junta de Gobierno, sino a un nutrido equipo que, mediante otras estructuras del COBA (**Comisiones Sectoriales** y **puntos INFOCOBA** de las facultades), trabaja por los intereses de las biólogas y los biólogos en todas y cada una de las provincias de nuestra comunidad Autónoma.
- Diversa, pues trata de incluir a la Biodiversidad del COBA en cuanto a procedencia/localización, ámbito laboral, edad o sexo. Somos la primera Junta de Gobierno con mayoría de Biólogas.
- Sólida, ya que el equipo de gobierno cuenta con experiencia en gestión en distintas estructuras del COBA, dado que alguno de nosotros venimos de pertenecer a anteriores Juntas de nuestro Colegio, y de otros proyectos colectivos.
- Y, con proyección de futuro, pues en la Junta se incluye el empuje de jóvenes o no tan jóvenes

nes que, sin contar con la experiencia previa sí poseen las ganas de hacer y trabajar.

Los principales objetivos de trabajo de nuestra actual Junta de Gobierno, en su mayor parte ya en marcha, son:

- **Liderar la presencia del COBA** dentro del Consejo General de Colegios Oficiales de Biólogos (CGCOB).
- **Fortalecer el posicionamiento del COBA** en el Ejecutivo Andaluz.
- **Promover la presencia del COBA** en todas y cada una de las provincias andaluzas.
- **Forjar colaboraciones y alianzas** con otros colegios profesionales y/o asociaciones.
- **Fomentar la presencia y participación de las Comisiones sectoriales del COBA**, así como crear nuevas comisiones que cubran todos nuestros campos de trabajo.
- **Potenciar la relación del COBA con todas las Universidades.**
- **Visibilizar al colectivo** y las funciones que este desarrolla.
- Y con todo lo anterior, **hacer crecer el COBA.**

Actualmente se está desarrollando, a nivel nacional, una nueva ley de **Colegios Profesionales**. Este nuevo marco legislativo prevé dos tipos de Colegios Profesionales, unos de primer orden y el resto de los colegios. El CGCOB está luchando por colocar la profesión del biólogo dentro del primer grupo.

Uno de los principales objetivos del COBA es el de liderar, desde el CGCOB, este posicionamiento de los Colegios de Biólogos. Como Vicedecano en la anterior, y actualmente como Decano, llevo varios años representando al COBA dentro del CGCOB y soy conocedor de primera mano de esta situación. En este contexto, no podemos olvidar que el COBA es el tercer colegio en cuanto a número de colegiados, lo que supone un im-

portante peso en el CGCOB. Por ello, es importante promover la presencia del COBA dentro del CGCOB. La actual Junta de Gobierno cuenta con varios miembros que participan en distintas comisiones en el Consejo y el objetivo es proponer a más colegiados del COBA en la estructura del CGCOB.

Otro elemento fundamental, es posicionar al COBA dentro del Ejecutivo Andalúz como un referente a la hora de diseñar y preparar las propuestas legislativas, en las fases previas o iniciales de los distintos procedimientos, básico en la defensa de nuestra profesión y mantenimiento de nuestros muy diversos ámbitos de trabajo.

Por otro lado, no debo olvidar la importancia que para para nuestro Colegio tienen las **Comisiones sectoriales**, motivo por el cual se les está dotando de funciones representativas, en los campos que les son aplicación, y organizativas en cuanto a propuestas y ejecución de actividades. Para ello, además de contar con el apoyo de todos los miembros de nuestra Junta de Gobierno, se persigue contar con otros profesionales de confianza y contrastada experiencia para que desarrollen estas funciones.

Vivimos en una sociedad colaborativa donde el trabajo multidisciplinar es muy habitual. En este contexto, somos conscientes que en los distintos sectores donde las biólogas y biólogos trabajan, no están solos y, por ello, es imprescindible establecer **colaboraciones con otros colegios profesionales y/o asociaciones** en campos de trabajo afines a la biología, tales como los ya establecidos con **Unión Profesional**, o en el ámbito **One Health**. El objetivo es trabajar por los puntos de encuentro y luchar contra aquellos sectores o grupos de presión que pretenden monopolizar los campos de trabajo donde todos somos necesarios.

Otro de los objetivos que planteamos, y en el que estamos muy implicados distintos miembros de la Junta de Gobierno, es potenciar la relación con las Universidades andaluzas, tanto públicas como privadas, base de la captación de nuestros futuros colegiados. Para ello nos apoyamos en dos proyectos, ya iniciados por la Junta anterior, como son los **Puntos Info COBA**, en las distintas Universidades andaluzas donde se imparte el Grado de Biología, y los **Premios TFG “Trabajos fin de grado”**.

Todas estas actuaciones tienen como fin último hacer crecer al COBA y visibilizar al colectivo ante la sociedad, para todas y cada una de las

funciones que los profesionales del COBA desarrollan.

Cuento en mi actual Junta de Gobierno, con un extraordinario grupo de ocho biólogas y tres biólogos con contrastada experiencia en casi todos los ámbitos y campos de trabajo de la Biología, de casi todas las provincias de nuestra Comunidad Autónoma, y con un amplio rango de edad que nos permite una visión amplia y diversa de nuestra Profesión.

Todos son importantes, cada uno en su responsabilidad. Nuestro Vicedecano, Jorge Fariña, entusiasta y que desde el minuto uno apostó conmigo por este proyecto, con Marta González, nuestra Secretaria de la Junta, incansable, al igual que Mireya Rifá, nuestra rigurosa Tesorera, forman conmigo la actual **Comisión Permanente** de la Junta de Gobierno del COBA. Pero ahí están el resto de los miembros de nuestra Junta de Gobierno; Yolanda Cabezas, Patricia Cosano, Silvia Cabezas, María José Figueroa, Juan Sánchez, Fabiola Naranjo, Francisco Mora y Gloria Cambas, implicados en todas las tareas que os he comentado, apoyándose en sus experiencias personales y poniéndolas al servicio de nuestro colectivo, algunos de ellos como responsables de nuestras Comisiones, y otros en nuestras reuniones de expertos, sesiones con las Universidades, y en multitud de otras tareas.

No puedo acabar sin recordar la importante labor de las Juntas de Gobierno del COBA que nos han precedido, y de todos y cada uno de sus miembros, alguna de ellas en las que he tenido el honor de poder participar, que son el punto de partida de nuestra actual misión como responsables de nuestro Colegio. En especial quiero destacar la incansable labor de nuestro anterior Decano, Eduardo Morán, que también como Presidente del CGCOB, ha llevado a nuestro Colegio a la posición de reconocimiento que actualmente ostenta, y al que debo agradecer la confianza que puso en mí al trasladarme el testigo.

Quedo, como actual Decano del COBA, a disposición de todas las biólogas y biólogos, colegiados o no, para ofreceros los servicios de nuestro Colegio Profesional. Solo con vuestra participación y apoyo podremos estar a la altura de vuestras inquietudes y necesidades.

José Berros Elbaz
Decano del Colegio Oficial de
Biólogos de Andalucía

agrobío vuela

a la vanguardia
del control biológico




Agrobío
agrobio.es

CELEBRACIÓN DE LA 2ª SEMANA DE LA BIOLOGÍA EN LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS



Algunos asistentes a la Semana de la Biología de Málaga.

Durante el primer semestre del curso académico 2024-2025 se ha celebrado tanto en la universidad de Málaga como en la universidad de Jaén la **"2ª SEMANA DE LA BIOLOGÍA"** que de nuevo en su 2ª edición ha resultado exitosa con gran asistencia y participación.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

El evento de Málaga se celebró durante los días 18, 20, 24 y 25 de octubre.

El pasado viernes 25 de octubre se celebró en Málaga la jornada de clausura de la 2ª Semana de la Biología organizada por el COBA y el grupo InfoCOBA de Málaga, junto con la Facultad de Ciencias de la UMA.

La apertura del Acto estuvo a cargo del Sr. Decano de la Facultad de Ciencias, D. Antonio Flores Moya y del Sr. Decano del Colegio Oficial de Biólogos de Andalucía, D. José Berros Elbaz. Durante la jornada se dieron charlas de gran interés referentes a las salidas profesionales de biólogos y biólogas sobre empleabilidad en áreas tan diferentes como la bioinformática, la divulgación científica, o la criminología dentro de la policía científica.

Entre las actividades organizadas una fue la visita al centro e Investigación Instituto de Hortofruticultura Subtropical y Mediterránea IHSM, La Mayora, y una vista guiada al Jardín Botánico Histórico La Concepción (Málaga).

Entrega de trofeo de la Biznaga a la ganadora Andrea Cortés Alonso, alumna de 4º de Biología por la obra presentada *Entre Sombras y Esporas*. El trofeo fue entregado por parte de nuestro decano del COBA D. José Berros.



Cartel de Semana de la Biología de Málaga.



Semana de la Biología de Málaga.

CELEBRACIÓN DE LA 2ª SEMANA DE LA BIOLOGÍA EN LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS

Este evento del 1^{er} **Concurso de Fotografía Científica** fue celebrado dentro de la celebración de la **2ª Semana de la Biología** en la UMA, organizado conjuntamente por la Facultad de Ciencias Experimentales de la UMA, El Colegio Oficial de Biólogos de Andalucía y el grupo InfoCOBA de Málaga.

Desde el COBA animamos a todos los que habéis colaborado a que nos sigáis ayudando a consolidar la **“Semana de la Biología”** como un evento anual vinculado a cada universidad andaluza.

Por último, el decano del COBA, D. José Berros, hizo entrega del trofeo de la Biznaga a la ganadora Andrea Cortés Alonso, alumna de 4º de Biología por la obra presentada *Entre Sombras y Esporas*, premio a la mejor fotografía dentro del **I Concurso de Fotografía Científica COBA-UMA** celebrado durante la 2ª Semana de la Biología en Málaga. Se cierra con este acto, la semana de actividades y ponencias que han tenido como referente a la Biología.

Fotos ganadora y finalistas del **“I Concurso de Fotografía UMA-COBA”**:

- **Primer premio:** *Entre sombras y esporas*, Andrea Cortés Alonso.
- **Mención especial:** *Lacerta viridis*, Thomas Newman.
- **Mención especial:** *Garza real*, Guillermo del Pino Chabrilón.
- **Mención especial:** *Cromosomas de saltamontes*, Ana Ginés Lozano.



Semana de la Biología de Málaga.



Semana de la Biología de Málaga.



Entrega del trofeo de la Biznaga a la ganadora Andrea Cortés.

1^{er} CONCURSO DE FOTOGRAFÍA UMA-COBA

PRIMER PREMIO



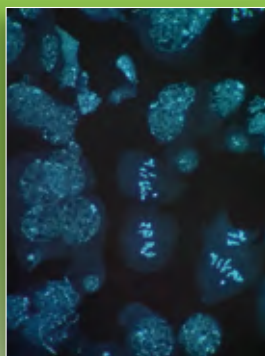
Entre sombras y esporas.

MENCIÓN ESPECIAL



Garza Real.

MENCIÓN ESPECIAL



Cromosomas de saltamontes.

MENCIÓN ESPECIAL



Lacerta viridis.

CELEBRACIÓN DE LA 2ª SEMANA DE LA BIOLOGÍA EN LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS



Semana de la Biología de Jaén.

UNIVERSIDAD DE JAÉN

Durante los días 11, 12 y 13 de noviembre se ha celebrado la **2ª Semana de la Biología**, en colaboración con la Facultad de Ciencias de la Universidad de Jaén, el grupo InfoCOBA de Jaén y el Colegio Oficial de Biólogos de Andalucía (COBA).

El primer día, 11 de noviembre, tuvo lugar el acto de inauguración al que asistieron el decano de la Facultad de Ciencias de Jaén, D. Diego Franco, el decano del COBA, D. José Berros y el representante del grupo InfoCOBA de Jaén, Santos González, quienes realizaron diferentes presentaciones sobre el Colegio y las salidas profesionales de la biología. Durante la jornada se celebró una **“Mesa Redonda”** con la participación de doctorandos, ayudantes/contratados doctor y profesionales del mundo de la salud (*biólogos de bata*).

El segundo día, martes 12 de noviembre, se desarrolló la **“Yincana biológica”** con mucha participación por parte de los estudiantes. También, en el mismo día, se celebró otra **“Mesa Redonda”**



con la participación de doctorandos, ayudantes/contratados doctor y profesionales del mundo del medio ambiente, (*biólogos de bata*).

Finalmente, el tercer día, 13 de noviembre, dentro de la sección **“Biología abierta”** se organizaron diferentes **“Mesas”** con un profesor y una temática donde los alumnos podían participar y preguntar sus dudas/inquietudes sobre distintos temas; Cambio Climático, Biomedicina, Bioinformática, IA & Biología, Nutrición, Biotecnología animal y vegetal, etc.

Se cerró la jornada con el acto de clausura y con la entrega de premios.



Desde el COBA queremos agradecer a todos los que han colaborado en la organización como los que han participado con sus presentaciones. También agradecer a los asistentes quienes con su presencia han ayudado a la consolidación de este evento que tiene como objetivo destacar el papel fundamental que tiene la Biología en la investigación científica y su efecto en nuestras vidas. Cada vez más la intervención de la Biología está más presente en áreas como el medio ambiente, la salud humana y animal, la salud alimentaria, etc.



25

ANIVERSARIO DEL COLEGIO OFICIAL DE BIÓLOGOS DE ANDALUCÍA



El Colegio Oficial de Biólogos de Andalucía es una corporación de derecho público que se constituye bajo el amparo de la Ley aprobada por el Decreto 149/1999, de 22 de junio, de la Junta de Andalucía. Por lo que celebra del 22 de junio de 2024 hasta el 21 de junio de 2025 su 25 ANIVERSARIO.



¡¡PASIÓN POR LA BIOLOGÍA!!

Autora de la imagen:
Inmaculada Manrique (Coleg. COBA nº 2470)



Colegio Oficial de
Biólogos de Andalucía

Oficina: Avda. San Fco. Javier, nº 9
(Edificio Sevilla 2), Pta. 4ª, Mod. 7 y 8 - 41018 Sevilla
Telf.: 954 41 05 97 / oficina@cobandalucia.org
www.cobandalucia.org