

OFERTAS TECNOLÓGICAS CENTRO DE EDAFOLOGÍA Y BIOLOGÍA APLICADA DEL SEGURA (CEBAS)

ÍNDICE

- 1. Evaluación del efecto de bioestimulantes sobre proteínas implicadas en la nutrición mineral de los cultivos**
- 2. Inteligencia natural para la adaptación de cultivos a entornos desafiantes**
- 3. Salud del suelo: importancia del microbioma del suelo y aproximaciones para su estudio**
- 4. Manejo de materia orgánica y microorganismos beneficiosos para una agricultura sostenible**
- 5. Mejora biotecnológica: cultivo *in vitro* y obtención de plantas editadas**
- 6. FruitBreeding 4.0: Revolucionando la Mejora Genética de Frutales con IA y Fenómica**
- 7. Identificación de dianas de resistencia frente a virus**

1. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE BIOESTIMULANTES SOBRE PROTEÍNAS IMPLICADAS EN LA NUTRICIÓN MINERAL DE LOS CULTIVOS

Necesidad de mercado

La necesidad de producir más alimento para una población mundial creciente requiere sistemas agrarios eficientes. El uso de fertilizantes minerales mejora sustancialmente el rendimiento de los cultivos, aunque su uso excesivo puede conllevar efectos medioambientales negativos por la salida de los nutrientes minerales a entornos circundantes a las zonas agrícolas. Un aumento en la eficiencia del uso de nutrientes minerales por parte de los cultivos podría reducir parcialmente el aporte de fertilizantes minerales. Un factor importante en el uso eficiente de los nutrientes minerales es la función de las proteínas que captan los nutrientes de la solución del suelo y los transportan al interior de las células de la raíz.

Solución propuesta

En la industria farmacéutica, una buena parte de medicamentos se diseñan para modular de forma directa la actividad de proteínas que transportan iones como el potasio, en el corazón, en el cerebro o en los músculos. Esta aproximación consigue grandes efectos terapéuticos a bajas dosis y actuando de forma específica sobre una diana proteica. Sin embargo, una aproximación análoga no se está implementando en la agricultura, es decir, aplicación de compuestos químicos que estimulen la función de las proteínas transportadoras de nutrientes minerales mediante un mecanismo específico. Uno de los grandes obstáculos es que hasta hace pocos años no se conocía qué proteínas mediaban la entrada de nutrientes minerales a las raíces de las plantas y tampoco se conocía la estructura tridimensional de dichas proteínas. Sin embargo, esta información empieza a estar disponible y abre la puerta a la realización de ensayos de modulación de actividad de proteínas transportadoras de nutrientes minerales. Por tanto, se pueden identificar compuestos químicos bioestimulantes que actúen de forma precisa sobre la absorción de un nutriente mineral específico. En el departamento de Nutrición Vegetal del CEBAS-CSIC, contamos con la experiencia y la infraestructura para llevar a cabo la identificación de dichos compuestos. Resultados recientes en este campo de investigación apuntan a un futuro prometedor para una agricultura de nueva generación.

Grupo de investigación e institución

Los desarrolladores de esta plataforma experimental pertenecen al grupo de Nutrición Vegetal del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS-CSIC). El grupo tiene como objetivo la identificación y caracterización de los sistemas de transporte de nutrientes minerales en cultivos. Poseen una patente y han participado en un contrato de asesoramiento para una multinacional agroalimentaria.

Tecnologías relacionadas

Biología molecular, electrofisiología, biología estructural.

Mercado potencial

Empresas agroquímicas y agricultores.

¿Qué buscamos?

Empresas que comercialicen fertilizantes minerales o a base de bioestimulantes para solicitar proyectos de investigación o desarrollar contratos de asesoramiento. Los pasos a seguir serían:

1. Desarrollo de una prueba de concepto a nivel de laboratorio.
2. Aplicación y ampliación de la tecnología en entornos de explotación agraria.
3. Licencia de la tecnología (patente) para su comercialización en los mercados de interés.

Contacto:

Manuel Nieves Cordones mncordones@cebas.csic.es

Científico titular CEBAS-CSIC



2. INTELIGENCIA NATURAL PARA LA ADAPTACIÓN DE CULTIVOS A ENTORNOS DESAFIANTES

Necesidad de mercado

La seguridad alimentaria está amenazada por estreses exacerbados por el cambio climático, tales como el calor y la sequía, que afectan a la fisiología de los cultivos y a los servicios ecosistémicos, como las interacciones planta-polinizador. Los sistemas de fenotipado actuales presentan limitaciones en la evaluación de rasgos reproductivos en condiciones de campo, ya que se centran en la parte vegetativa para identificar caracteres asociados a la resiliencia de la planta. Sin embargo, son las flores los órganos más sensibles al estrés y desempeñan un papel clave no sólo en la productividad del cultivo, sino también en la disponibilidad de recursos (polen y néctar) para satisfacer las necesidades alimenticias de los insectos polinizadores que las fertilizan. Sin embargo, en los procesos de mejora se han ignorado dichos caracteres florales, el impacto ambiental sobre su composición química y su relación con la resiliencia de la planta y el servicio ecosistémico ofrecido por los polinizadores. Además de su impacto en la calidad del fruto.

Solución propuesta

Se propone un nuevo método de fenotipado basado en la interacción mutualista planta-polinizador en la que los insectos seleccionarían, a través de sus sensores biológicos desarrollados a lo largo de miles de años de evolución, aquellas plantas que mejor alimento producen bajo unas condiciones de presión ambiental. Con este nuevo enfoque, la selección de plantas en ambientes desafiantes para la producción se basa en las decisiones naturales de forrajeo de los insectos polinizadores, o, dicho de otra manera, en su preferencia de unas plantas sobre otras. La monitorización de la interacción planta-polinizador se lleva a cabo mediante una red de comunicación permanente entre plantas e insectos a través de un sistema automatizado de Identificación por Radiofrecuencia (RFID) y un software que analiza los parámetros de preferencia durante el periodo de floración. Este sistema garantiza que las plantas seleccionadas sean las más resilientes y productivas en condiciones limitantes, y las más atractivas para el polinizador, protegiendo así las relaciones mutualistas del agrosistema. Además, este sistema se complementa con la caracterización bioquímica de hojas, flores y frutos seleccionados por el polinizador, y su relación con otros caracteres agronómicos de interés. La plataforma de fenotipado está optimizada para el sistema tomate-*Bombus terrestris*, pero podría adaptarse a cualquier cultivo que interaccione con polinizadores.

Grupo de Investigación e Institución

Grupo de Fitohormonas del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS-CSIC), en colaboración con el grupo LOPSI del Centro de Automática y Robótica (CAR-CSIC).

Tecnologías relacionadas

Identificación por Radiofrecuencia (RFID); U-HPLC-MS.

Mercado potencial

Empresas de mejora vegetal, semillas, desarrollo de bioestimulantes y otros insumos, empresas de polinización y polinizadores.

¿Qué buscamos?

Empresas/investigadores interesados en probar su material vegetal/agroquímicos en un invernadero tipo comercial:

1. Para comprobar su influencia en la polinización
2. Para evaluar su adaptación a distintas condiciones ambientales.
3. Para selección y mejora de variedades.

Contactos

Francisco Pérez Alfocea: alfocea@cebas.csic.es

Cristina Martínez Andújar: cmandujar@cebas.csic.es

Ángela Sánchez Prudencio: asanchez@cebas.csic.es



3. SALUD DEL SUELO: IMPORTANCIA DEL MICROBIOMA DEL SUELO Y APROXIMACIONES PARA SU ESTUDIO

Necesidad de mercado

Sin un suelo sano, no podremos producir de forma sostenible. La agricultura se enfrenta al desafío de producir pero sin dañar el suelo en un contexto cada vez más exigente de cambio global. En este sentido, la UE, en su directiva de monitorización de la salud del suelo, va a exigir a los estados miembros que evalúen la salud del suelo en base a una serie de indicadores entre los que se incluyen indicadores de tipo microbiológico.

El impacto de diferentes prácticas agrarias, por ejemplo, el tipo de laboreo, tipo de fertilización utilización de productos bioestimulantes y biofertilizantes, etc. no puede ser sólo evaluada en función de la respuesta de la planta, sino además teniendo en cuenta criterios de salud del suelo, entre los que se encuentran diversos indicadores relacionados con el microbioma del suelo.

Sin embargo, el microbioma del suelo no es sólo fundamental para la salud del suelo, sino por ser el eje fundamental de la fertilidad del suelo y está relacionado con procesos de secuestro de carbono. Los microorganismos del suelo generan nutrientes disponibles para los cultivos a través de distintas reacciones enzimáticas y procesos, tales como la solubilización del fósforo.

Solución propuesta

Se propone la utilización de diversos indicadores químicos y microbiológicos de salud del suelo entre los que destacamos la biomasa, actividad y diversidad del microbioma del suelo. Podemos identificar microorganismos de interés desde el punto de vista biotecnológico, así como evaluar la actividad, biomasa y diversidad del microbioma del suelo relacionado con su fertilidad y salud.

Podemos abarcar ensayos piloto en cámara para evaluar de forma preliminar el efecto de diversos productos bioestimulantes y biofertilizantes en la salud y fertilidad del suelo y en su microbioma.

Grupo de Investigación e Institución

Grupo de Enzimología y Biorremediación de Suelos y Residuos Orgánicos.
Servicio de Biodiversidad Microbiana del Suelo

Tecnologías relacionadas

Estimación de biomasa microbiana mediante cuantificación de ácidos grasos (cromatografía de gases).

Respiración del suelo (emisión de CO₂)

Actividades enzimáticas relacionados con los ciclos de carbono, nitrógeno y fósforo

Biodiversidad del microbioma mediante secuenciación de marcadores como el gen 16S rRNA para bacterias y el ITS2 para hongos.

Bioinformática para el estudio de la biodiversidad del suelo

Mercado potencial

Empresas para el desarrollo de biofertilizantes y bioestimulantes, asociaciones de agricultores, etc.

¿Qué buscamos?

Empresas y entidades relacionadas con la producción de biofertilizantes y bioestimulantes.

Productores de subproductos con potencial fertilizante

Asociaciones de agricultores o administraciones públicas que necesiten evaluar la salud del suelo.

Contactos

Felipe Bastida (fbastida@cebas.csic.es)

Servicio de Biodiversidad Microbiana del suelo (biodiv@cebas.csic.es)

<https://www.cebas.csic.es/biodiversidad/biodiversidad.html>

4. MANEJO DE MATERIA ORGÁNICA Y MICROORGANISMOS BENEFICIOSOS PARA UNA AGRICULTURA SOSTENIBLE

Necesidad de mercado

La agricultura sostenible requiere un manejo eficiente y seguro de la materia orgánica, así como el uso de microorganismos beneficiosos que promuevan la salud y fertilidad del suelo sin impactos negativos. La creciente demanda por parte del mercado agrícola hacia prácticas sostenibles implica la necesidad de evaluar previamente la eficacia y seguridad de estos microorganismos antes de su aplicación a gran escala. Adicionalmente, las regulaciones europeas exigen que los productos biológicos utilizados en agricultura sean rigurosamente testados para garantizar su inocuidad ambiental y eficacia en términos agronómicos.

La incorporación de materia orgánica y microorganismos beneficiosos al suelo tiene múltiples beneficios: mejora la estructura y fertilidad del suelo, incrementa la biodiversidad microbiana y optimiza el uso eficiente de nutrientes, disminuyendo así la dependencia de fertilizantes químicos y favoreciendo la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Solución propuesta

Se propone un manejo integrado y controlado de la materia orgánica combinado con la utilización de microorganismos beneficiosos específicamente seleccionados y testados previamente mediante ensayos piloto en condiciones controladas. Esto incluye la caracterización y aplicación de compost enriquecidos con microorganismos promotores del crecimiento vegetal, fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fósforo y agentes biocontroladores frente a patógenos del suelo.

Además, se contempla el uso de metodologías avanzadas para evaluar la efectividad, viabilidad y seguridad de estos microorganismos antes de su implementación en campo. Esto implica pruebas en cámaras climáticas y experimentos piloto a pequeña escala para validar los resultados preliminares sobre su efecto en la salud del suelo y la productividad agrícola.

Mercado potencial

- **Empresas de bioinsumos** para desarrollo de microorganismos beneficiosos para agricultura, soluciones microbiológicas para nutrición y protección vegetal.
- **Empresas de compostaje y valorización orgánica** donde aportamos valorización de residuos orgánicos y compostaje con valor añadido con protocolos establecidos y el empleo de microbioma funcional
- **Empresas agrícolas, y Cooperativas agrícolas, donde** aportamos enfoques de sostenibilidad agrícolas, identificando problemas relacionados con fertilidad del suelo que se trasladan a la fertilidad del cultivo, como elevada incidencia patógenos; realizando estudios holísticos dando solución al restablecimiento de la salud del suelo. y sus solución mediante restauración de la salud del suelo.

- Dentro de este servicio a las empresas también colaboramos en el nuevo mercado de créditos de carbono para la agricultura.

Tecnologías relacionadas

Aportamos experiencia de más de 30 años en el manejo de materia orgánica y microorganismos, centrada en la calidad del suelo anteriormente, ahora conocida como salud de suelo.

De un modo concreto:

- Identificación de microorganismos patógenos a partir de suelos, material vegetal, etc. Y caracterización molecular de los mismos.
- Técnicas de aislamiento, cultivo y caracterización fenotípica y molecular de microorganismos beneficiosos.
- Bioensayos para evaluar la eficacia de microorganismos en condiciones controladas previas a la validación en campo.
- Evaluación de la actividad biológica mediante respiración del suelo y cuantificación de biomasa microbiana.
- Análisis de indicadores bioquímicos y enzimáticos relacionados con la fertilidad del suelo (actividad deshidrogenasa, ureasa, fosfatasa, β -glucosidasa).
- Estudios de biodiversidad microbiana mediante técnicas moleculares avanzadas (secuenciación masiva de ADN y ARN, metagenómica y metatranscriptómica).

Contacto:

Grupo de Enzimología y Biorremediación de Suelos - Lab Microbiología Molecular de Residuos Orgánicos y Suelo (COMSOILBIOME)

Margarita Ros margaros@cebas.csic.es

Jose A Pascual jpascual@cebas.csic.es



5. MEJORA BIOTECNOLÓGICA: CULTIVO *IN VITRO* Y OBTENCIÓN DE PLANTAS EDITADAS

Necesidad de mercado

La necesidad de aumentar la producción agrícola en un contexto de cambio climático y crecimiento poblacional ha llevado a la búsqueda de nuevas estrategias para mejorar genéticamente los cultivos. Aunque las técnicas tradicionales, como los cruzamientos y la selección, han sido útiles durante décadas requieren largos periodos de tiempo para generar variedades adaptadas, lo cual limita su capacidad de respuesta ante desafíos urgentes. Por ello, se hace cada vez más necesario recurrir a herramientas más rápidas y precisas, como la edición genética, que permite modificar características concretas sin alterar otros rasgos de interés.

Para poder transformar y editar genéticamente plantas con éxito es imprescindible contar con protocolos previamente optimizados para cada especie y, en muchos casos, incluso para cada variedad concreta. La transformación vegetal es un proceso complejo que requiere ajustar múltiples variables, lo que demanda no solo un conocimiento profundo del material vegetal, sino también una amplia experiencia técnica. Sin estos elementos, las tasas de éxito son bajas y los resultados pueden ser poco reproducibles, dificultando el avance de los procesos de mejora genética.

A esta limitación se suma un nuevo escenario científico: hoy en día, las plataformas de secuenciación permiten generar grandes volúmenes de información sobre el genoma de numerosas especies vegetales. No obstante, para determinar la función de genes identificados y validar su utilidad agronómica, es imprescindible modificarlos en la planta y observar el resultado. De ahí que las técnicas de transformación genética hayan cobrado especial relevancia y sean cada vez más demandadas por los grupos de investigación y empresas que trabajan con especies modelo o cultivos de interés económico y desean adquirir conocimientos de genética.

Solución propuesta

El Servicio de cultivo *in vitro* y transformación genética de plantas del CEBAS-CSIC ofrece una amplia gama de infraestructuras y recursos para investigadores de universidades y centros de investigación o empresas que necesiten apoyo para desarrollar el cultivo *in vitro* y la transformación genética de especies tanto herbáceas como leñosas.

Hemos desarrollado métodos de transformación genética en especies modelo como *Arabidopsis*, *Nicotiana benthamiana*, *Nicotiana tabacum*, pero también para otras especies como tomate, melón, albaricoquero o ciruelo europeo. Los grupos de investigación o empresas pueden facilitar la construcción molecular para editar los genes requeridos, o se puede generar la construcción molecular deseada bajo petición.

Grupo de investigación.

Los desarrolladores de la presente tecnología pertenecen al grupo de Biotecnología de Frutales en el Departamento de Mejora Vegetal del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS). El grupo tiene como objetivo la mejora genética de plantas para aumentar la productividad agrícola, la adaptación al cambio climático y la resiliencia frente a estreses abióticos y bióticos, mediante la implementación de herramientas biotecnológicas.

Tecnologías relacionadas.

Cultivo *in vitro* y transformación genética. Edición genética. Diseño y construcción de vectores para transformación genética. Cultivo de plantas en condiciones controladas.

Mercado potencial.

Empresas de mejora y grupos de investigación que tengan interés en trabajar con plantas modelo o de interés agronómico.

¿Qué buscamos?

Establecer colaboraciones estratégicas con grupos de investigación, centros tecnológicos y empresas del sector agroalimentario interesados en el desarrollo y aplicación de técnicas de cultivo *in vitro* y transformación genética vegetal.



6. FRUITBREEDING 4.0: REVOLUCIONANDO LA MEJORA GENÉTICA DE FRUTALES CON IA Y FENÓMICA

Necesidad de mercado

España se encuentra a la cabeza en la producción de especies frutales a nivel mundial, lo que implica una continua demanda y exigencia de los mercados, y una incesante adaptación a las diferentes situaciones para satisfacer estas demandas. Actualmente, la mayoría de los programas de mejora de especies leñosas utilizan técnicas basadas en métodos clásicos como la selección fenotípica, que pueden resultar ineficientes ante las demandas actuales.

Esto se debe principalmente al largo periodo juvenil de estas especies y a la compleja arquitectura genética de la mayoría de caracteres de interés (controlados por muchos genes de poco efecto), como son los asociados a la producción y a la calidad. Esto claramente afecta a la eficiencia de los programas de mejora clásicos que, a pesar de ello, han sido muy productivos a la hora de generar nuevas variedades. Ante esta situación, los programas clásicos de mejora deben sufrir una modernización para desarrollar un nuevo modelo, fruitbreeding4.0, para obtener variedades mejor adaptadas a los nuevos escenarios climáticos y satisfacer las demandas de una población en crecimiento.

Es necesario considerar dos aspectos importantes. En primer lugar, las técnicas actuales de fenotipado requieren mucha mano de obra y tiempo, y con frecuencia introducen variaciones no deseadas en los datos recopilados. En este sentido, los programas de mejora deben mejorar la capacidad de fenotipar rápidamente grandes poblaciones a lo largo de la temporada de crecimiento, mediante el uso de plataformas de fenotipado de plantas de alto rendimiento (HTPP). En segundo lugar, los programas de mejora actuales tienden a ignorar la interacción Genotipo $\times$ Ambiente (G $\times$ E), un término de gran importancia para mejorar caracteres complejos o poligénicos y acelerar la producción de cultivos para la seguridad alimentaria. La implementación de fruitbreeding4.0 mediante el uso de la inteligencia artificial (IA) aumentará la exactitud y precisión durante la selección y aumentará la ganancia genética para caracteres complejos.

Solución propuesta

Hemos implementado la Fenómica y desarrollados modelos de IA para el análisis de imágenes para evaluar caracteres de interés, permitiendo un monitoreo preciso, de las respuestas a enfermedades y a la productividad en diversas condiciones ambientales. Además, se han desarrollado modelos de Selección Genómica impulsados por IA que analizan grandes conjuntos de datos genéticos para seleccionar individuos, acelerando los programas de mejora y mejorando el rendimiento, la resistencia a enfermedades y la adaptabilidad. Finalmente, se están desarrollando Gemelos Digitales que utilizan IA para crear réplicas virtuales de sistemas productivos, combinando datos de sensores en tiempo

real con análisis predictivos para optimizar el uso de recursos, prever el rendimiento y mitigar riesgos. Todas estas innovaciones impulsadas por IA transformaran la agricultura en una industria más eficiente y sostenible.

Mercado potencial.

Empresas con programas de mejora para la producción de frutales:

Grupo de investigación

Los desarrolladores de la presente tecnología pertenecen al laboratorio de Pedro José Martínez García del grupo de Mejora Genética de Frutales del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura, centro del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). El grupo tiene como objetivo la obtención de nuevas variedades de frutales, el estudio de los mecanismos de adaptación de los frutales a cambios medioambientales y el desarrollo de herramientas biotecnológicas aplicadas a frutales.

Tecnologías relacionadas. Biotecnología, genómica.

Mercado potencial. Empresas de mejora y grupos de investigación que quieran trabajar con frutales y otros cultivos de interés.

¿Qué buscamos?

1. Desarrollo de una prueba de concepto en un entorno real.
2. Aplicación y ampliación de la tecnología en especies de frutales destinados a la producción
3. Licencia de la tecnología para su explotación en los mercados de interés.

Empresas con programas de mejora para la producción de frutales:

1. Desarrollo de una prueba de **concepto** en un entorno real.
2. Aplicación y **ampliación** de la tecnología en especies de frutales destinados a la producción
3. Licencia de la tecnología para su explotación en los mercados de interés.

Contactos: Pedro J. Martínez arcía (pjmgarcia@cebas.csic.es)



7. IDENTIFICACIÓN DE DIANAS DE RESISTENCIA FRENTE A VIRUS

Necesidad de mercado.

Las enfermedades virales representan una de las principales amenazas para la agricultura, reduciendo la productividad de cultivos de alto valor agronómico y generando pérdidas económicas significativas. Actualmente, la protección frente a virus en plantas se basa en el uso de variedades resistentes obtenidas mediante mejora genética convencional, el control de vectores y el uso de estrategias biotecnológicas emergentes. Sin embargo, la identificación precisa de los determinantes genéticos de resistencia sigue siendo un desafío clave para el desarrollo de nuevas estrategias de protección, especialmente en un contexto de cambio climático y expansión de virus emergentes.

Solución propuesta.

Nuestro grupo de investigación ofrece un servicio especializado en la identificación de genes y mecanismos de resistencia antiviral en cultivos de interés agronómico, empleando tecnologías de vanguardia en biotecnología y biología molecular.

Utilizamos enfoques como el mapeo de interacciones proteína-proteína, estudios de expresión génica y análisis funcional en plantas modelo y cultivos para identificar genes clave en la defensa contra virus.

Principales ventajas: (i) Identificación rápida y precisa de genes clave en la resistencia frente a virus; (ii) métodos innovadores y sostenibles, sin necesidad de recurrir a agroquímicos o modificaciones genéticas no deseada; (iii) asesoramiento y desarrollo de soluciones personalizadas, adaptadas a las necesidades específicas de cada empresa o cultivo.

Grupo de investigación.

Los desarrolladores de la presente tecnología pertenecen al grupo de Patología Vegetal. Nuestro equipo está especializado en el estudio de **factores de resistencia en plantas y su interacción con el virus**, combinando técnicas de biología molecular, genética funcional y bioquímica para la identificación de genes clave en la defensa antiviral.

Tecnologías relacionadas.

Biotechnología vegetal, virología, edición génica

Mercado potencial.

Empresas de biotecnología agrícola, productores de semillas

¿Qué buscamos?

Colaboraciones con empresas interesadas en:

1. Desarrollo de variedades resistentes a virus.
2. Validación de resistencia antiviral en cultivos de interés.
3. Implementación de nuevas estrategias biotecnológicas para el control de enfermedades virales en plantas.

Contactos: Miguel Á. Aranda (m.aranda@cebas.csic.es)

