

Layman's report

LIFE ALGARBBE

microALGae with ARomatic plants
as Biostimulants with Biocide Effect



LIFE18 ENV/ES/000518

<http://www.algarbbelife.eu/>

LIFE
ALGAR-BBE

El problema...



En la actualidad se abusa de los pesticidas y de los fertilizantes químicos en las prácticas agrícolas. El 76% de los pesticidas aplicados anualmente se usan en la industria agrícola, que será el sector que se aborde en este proyecto. Según Eurostat, en España se comercializaron casi 77 toneladas en 2016, siendo los fungicidas y herbicidas los más utilizados (50,5% y 19,75% respectivamente).

Los pesticidas contaminan fácilmente aire, suelo y agua. Entre otros efectos disminuye y empobrece la biodiversidad tanto animal como vegetal y se introducen en la cadena alimentaria, suponiendo un riesgo para la salud, debido en parte a los residuos que se quedan en los alimentos.

Por otra parte un excesivo uso de químicos en los fertilizantes tiene también consecuencias ambientales negativas.



¡La solución ALGARBBE!

El Proyecto tiene como objetivo **desarrollar nuevos productos bioestimulante con acción biocida**, probado inicialmente en cultivos de tomate y maíz con el objetivo de reducir casi un 56% de pesticidas

- ❑ La acción **bioestimulante** la logramos añadiendo **microalgas**
- ❑ La acción **biocida** la logramos gracias a extractos de **plantas aromáticas**



El Programa de Medio Ambiente y Acción por el Clima (LIFE) es el instrumento financiero de la Unión Europea dedicado, de forma exclusiva, al medio ambiente. Su objetivo general se basa en catalizar los cambios en el desarrollo y la aplicación de las políticas mediante la aportación de soluciones y mejores prácticas para lograr los objetivos medioambientales y climáticos, así como mediante la promoción de tecnologías innovadoras en materia de medio ambiente y cambio climático.

El Programa LIFE se divide en dos subprogramas con tres áreas prioritarias cada uno de ellos.

Subprograma Medio Ambiente

- Medio Ambiente y Eficiencia en el Uso de los Recursos
- Naturaleza y Biodiversidad
- Gobernanza e Información Medioambientales

Subprograma Acción por el clima

- Mitigación del Cambio Climático
- Adaptación al Cambio Climático
- Gobernanza e Información Climáticas

El proyecto LIFE ALGAR-BBE se enmarca dentro del subprograma Medio Ambiente, en el de Medio Ambiente y Eficiencia en el Uso de los Recursos.

EL PROYECTO LIFE ALGARBBE



Contribución EU:
700.671 €



01 Julio 2019 a 30 Junio 2023



LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS



EL OBJETIVO PRINCIPAL

El objetivo principal del proyecto LIFE ALGAR-BBE es **mitigar los efectos adversos** sobre el Medio Ambiente y la Salud humana **de los pesticidas de origen químico que se utilizan actualmente en el cultivo de tomate y maíz.**

Se demostrará la **eficacia de 3 formulados** de origen natural, seguros y sostenibles, **con capacidad bioestimulante y acción biocida**, cuyas materias activas se **obtendrán a partir de microalgas, extractos de plantas aromáticas, además de residuos procedentes de extracción de spirulina y residuos de olivares.**

Sustituir los pesticidas de origen químico a fertilizantes tradicionales. Los formulados desarrollados podrán ser comercializados en la UE en las etapas posteriores al proyecto.

Con los resultados esperados de este proyecto serán susceptibles de sustitución el 56% de los pesticidas utilizados actualmente para las enfermedades y plagas identificadas para los cultivos objeto del proyecto.

¿Qué son las microalgas?

Las microalgas son **microorganismos unicelulares** que tienen la capacidad de realizar la **fotosíntesis**. Esto es, son capaces de **generar biomasa orgánica a partir de CO₂ y luz**, usando al agua como dador de electrones, oxidándola a O₂.

Son la base de las redes tróficas y su gran número de especies y su versatilidad permiten utilizarlas en **diferentes campos industriales con éxito**.

Están presentes en todos los ambientes con agua (lagos, mares y ríos), aunque también en el suelo y en la mayoría de los ambientes terrestres, incluso los más extremos, lo cual permite hallarlas ampliamente distribuidas en la biósfera adaptadas a una gran cantidad de condiciones

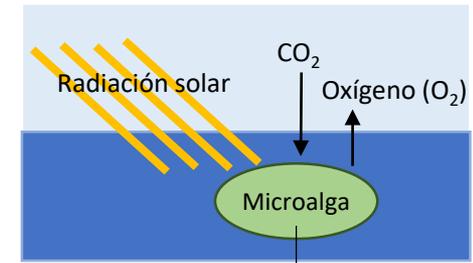
¿Por qué usamos las microalgas?

La **biomasa de microalgas desempeña funciones bioquímicas y fisiológicas beneficiosas** como la promoción del crecimiento, o funciones antioxidantes, antiinflamatorias y de inmunomodulación.

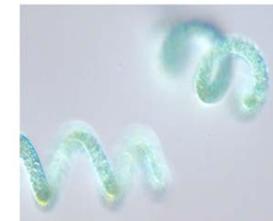
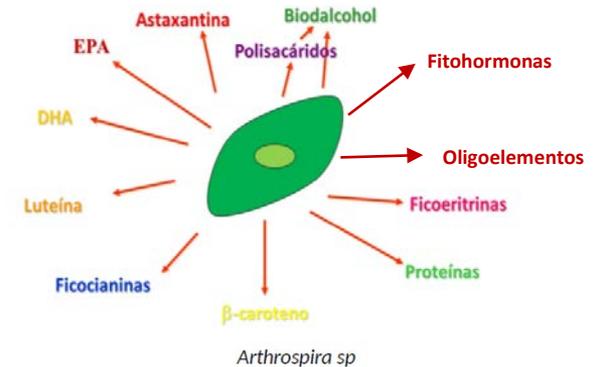
En el campo de la agricultura son especialmente **beneficiosas** porque **promueven el crecimiento de las plantas y aumentan la tolerancia a diferentes tipos de estrés biótico** (es decir, insectos, hongos, etc.) **y abiótico** (sequía, salinidad y cualquier otro factor climático adverso). Son capaces de liberar varias moléculas biológicamente activas como fitohormonas, polisacáridos, aminoácidos, por lo que tienen potencial como fertilizante natural.

Beneficios de las microalgas

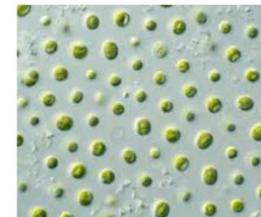
- ❑ **AGRICULTURA SOSTENIBLE:** su cultivo no precisa de terrenos agrícolas, por lo que no compiten con los cultivos para alimentación.
- ❑ **CRECEN EN TODO TIPO DE AGUAS:** Salobres, residuales, agua dulce o salada, no requieren de agua potable.
- ❑ **ELEVADA PRODUCTIVIDAD:** Su rápido ciclo de crecimiento y cosechado diario garantizan la máxima calidad.
- ❑ **FUENTE INAGOTABLE DE NUTRIENTES:** ácidos grasos, aminoácidos, proteínas, antioxidantes, pigmentos, etc... Todos ellos son elementos esenciales en todas las etapas de la vida.
- ❑ **CAPTURAN EL CO₂** y lo convierten en oxígeno: forman el ecosistema más eficiente del planeta



Fotosíntesis, producción y acumulación de compuestos



Nannochloropsis gaditana



Acutodesmus obliquus



CULTIVO DE MICROALGAS EN EL PROYECTO

1. CEPARIO

El cultivo de microalgas, que se realiza en la planta piloto en la Central Térmica Litoral de ENDESA en Carboneras (Almería), se inicia en **pequeños volúmenes** en la zona conocida como cepario o área de inóculo. En esta etapa se controlan absolutamente todos los parámetros, (T^a , luz, aireación, pH...).



2. ESCALADO Y CULTIVO

Estos **pequeños volúmenes** son poco a poco escalados hasta alcanzar **volúmenes intermedios** (1.000 litros aprox.) en **fotobiorreactores plano-inclinados**. El objetivo de estos fotobiorreactores es el de mantener y disponer de cultivos de gran calidad, con densidad celular óptima y en un volumen suficiente para dar el salto a la etapa de producción industrial. Estos fotobiorreactores se encuentran orientados hacia el sol para aprovechar al máximo su radiación, así nuestras microalgas puedan realizar la fotosíntesis y crecer en tiempo record.

Posteriormente se pasa a la etapa de producción en fotobiorreactores de mayor capacidad volumétrica, asegurando el abastecimiento de las cantidades necesarias para el proyecto.

En los **“raceway”** el cultivo comienza con una tonalidad verde amarillenta debido a la baja concentración celular. Pasadas unas semanas el cultivo ha alcanzado su máxima concentración, el color verde intenso nos indica que está listo para producir.



3. COSECHADO Y SECADO

En este punto se retira parte del cultivo del reactor y es repuesto con agua y nutrientes. El cultivo retirado es trasladado hasta la zona de cosechado y centrifugación donde **se concentrará eliminando gran parte del agua**, obteniendo un concentrado de microalgas.

El concentrado está ahora listo para entrar a **secado por atomización**. Este proceso asegura retirar hasta el 97 % del agua permitiendo estabilizar la biomasa y que no pierda ninguna de sus cualidades

DATOS DEL PROYECTO

- Especies de microalgas cultivadas: *Nannochloropsis gaditana* y *Acutodesmus obliquus*
- Optimización de los protocolos de cultivo
- Generación de biomasa seca para la elaboración de los bioestimulantes
- Disminución del consumo de agua y nutrientes necesarios
- Incremento en el consumo de CO_2

CULTIVO DE MICROALGAS EN EL PROYECTO

SOSTENIBILIDAD

RECICLADO DE AGUA Y NUTRIENTES

Para favorecer la sostenibilidad del cultivo de microalgas se estudiaron estrategias de recirculación del agua sobrante del proceso de centrifugado para reducir tanto el consumo de agua como el de los nutrientes.

- Se ha llegado a reducir la cantidad de agua aportada en un 60 %
- La especie *A. obliquus* tolera una mayor recirculación de agua que la especie *N. gaditana*
- Se ha podido reducir el aporte de nutrientes en un 55%

CAPTURA DE CO₂

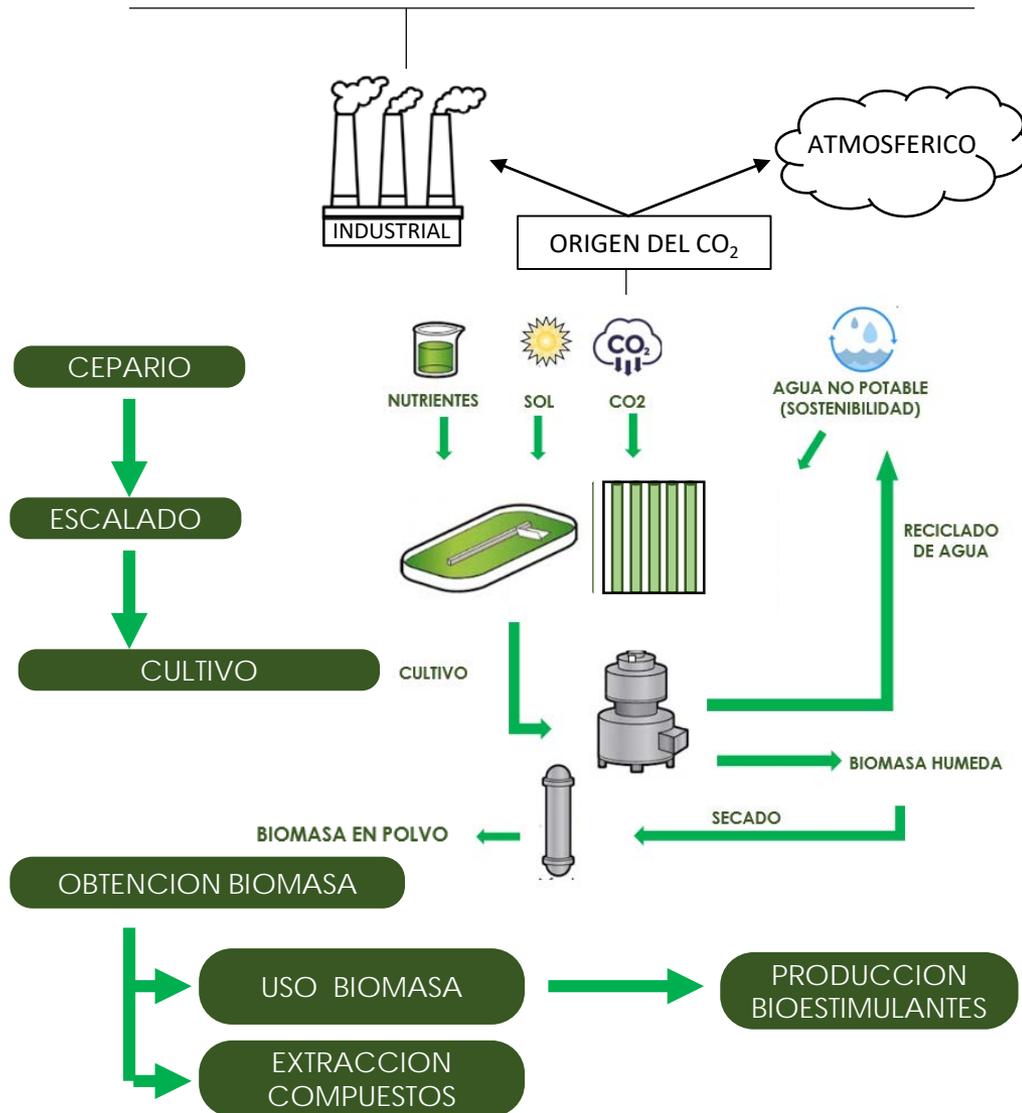
Dada la naturaleza fotosintética de las microalgas, son capaces de transformar energía lumínica en biomasa, con altas tasas de eficiencia. Esta conversión, la realizan al consumir elevadas cantidades de dióxido de carbono y liberando oxígeno a la atmósfera, lo cual permite mitigar las emisiones de gases con efecto invernadero.

Durante el proyecto se realizó un estudio de como las microalgas asimilaban el CO₂, tanto de origen sintético como el gas de combustión de la central térmica.

Como resultado del proyecto, la optimización del proceso productivo, así como la industrialización del escalado de los cultivos, permitieron intensificar tanto la inyección de CO₂ como la generación de biomasa.

En base a las mediciones reales de la captación de CO₂ se estima un consumo, por parte de los cultivos, de 1.2Kg/m³ y 1.9Kg/m³ en los cultivos de *N. gaditana* y *A. obliquus*, es decir, una media de 1.55 kg de CO₂ por cada m³ de cultivo microalgal.

Se puede inyectar gas de combustión en los cultivos de microalgas para incrementar la asimilación del CO₂ por la biomasa. Pero antes, se debe tratar el gas para evitar daños en las microalgas por altas temperaturas y presencia de otros compuestos que pueden ser nocivos para las células

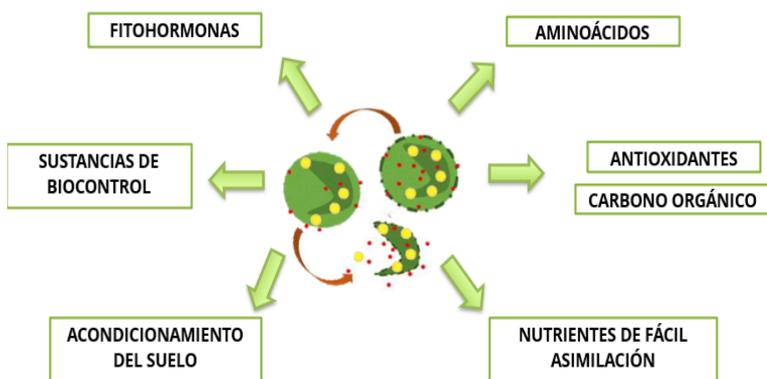


¿QUE SON LOS BIOESTIMULANTES?

Los bioestimulantes son sustancias biológicas que actúan sobre la fisiología de la planta de diferentes formas y por diferentes vías mejorando la capacidad productiva y de crecimiento, el vigor del cultivo, el rendimiento y calidad de la cosecha. Contienen sustancias y/o microorganismos cuya función es estimular los procesos naturales para mejorar la captación, asimilación y eficiencia de los nutrientes, la tolerancia al estrés abiótico, y la calidad de los cultivos.

Por tanto, contribuyen a la reducción de insumos y principalmente de las fuentes de nitrógeno, lo que supone reducir el uso de fertilizantes y acercarse a las metas sugeridas en la Unión Europea con la estrategia “De la Granja a la Mesa”.

Además, tratan de dar respuesta a los nuevos retos a los que se enfrenta la agricultura, con la búsqueda de soluciones más sostenibles con el medioambiente y mejorando la productividad de los cultivos. Es una alternativa ya aplicada en la agricultura 4.0



Los formulados desarrollados en el proyecto tienen formato líquido, de modo que deben diluirse con el agua de riego en una dosis determinada (que varía con el tipo de cultivo) para poder aplicarse en los momentos adecuados

BENEFICIOS

TOLERANCIA A ESTRÉS ABIOTICO

Temperaturas extremas
Sequía / Inundaciones

TOLERANCIA A ESTRÉS BIOTICO

Enfermedades y plagas

MEJOR RENDIMIENTO

Crecimiento radicular y ramas
Mejora floración y frutos

MEJOR POSTCOSECHA

Mejora vida útil y almacenamiento
Mejora composición nutricional



MODO DE APLICACIÓN

FOLIAR

Aspersión
Spray
Otros

RADICULAR

Fertirrigación
Hidroponía

DIFERENCIAS ENTRE FERTILIZANTE Y BIOESTIMULANTE

FERTILIZANTES	BIOESTIMULANTES
Nutrientes esenciales para las plantas	Mejoran la incorporación de nutrientes
No mejoran la tolerancia a estrés	Mejoran tolerancia a plagas o estrés biótico
No mejoran la incorporación de nutrientes	Su origen puede ser un sub-producto de origen orgánico
Se usan en cantidades grandes	Se aplican en pequeñas cantidades

BIOESTIMULANTES CON ACCION BIOCIDA EN EL PROYECTO

PLANTAS AROMÁTICAS

Estas plantas se caracterizan por la producción, a partir del metabolismo secundario, de una serie de principios activos que almacenan en distintas estructuras de hojas y flores, y que tienen aplicaciones en la medicina, industrias alimentarias y aromáticas y en la agricultura

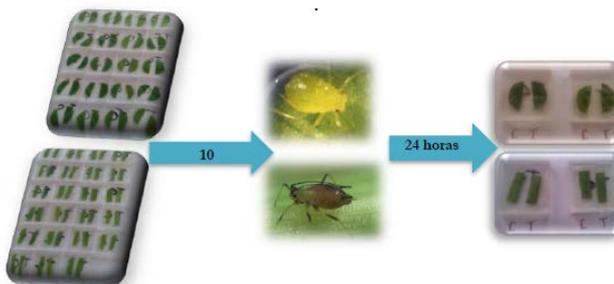
EXTRACTOS DE PLANTAS AROMÁTICAS

En el proyecto se estudiaron cuatro plantas aromáticas (Orégano, Tomillo, Crisantemo y Ajedrea). Se llevaron a cabo procesos de extracción medioambientalmente sostenibles con el fin de obtener una combinación de extractos, cuya capacidad insecticida y antifúngica fue evaluada in vitro. Los resultados son determinantes para poder decidir la mezcla de extractos que se usarán en las formulaciones y a que dosis deben ser añadidas.

Resultados en laboratorio:

- ❑ La mezcla seleccionada mostró actividad bactericida, evidenciando una capacidad de inhibición de 60% y 40% a dosis de 10% y 5%.
- ❑ No se evidenció actividad contra insectos in vitro, aunque luego si se vio en los ensayos en campo.

Se desarrollo un proceso de extracción con solventes medioambientalmente sostenibles y se optimizaron los principales parámetros.



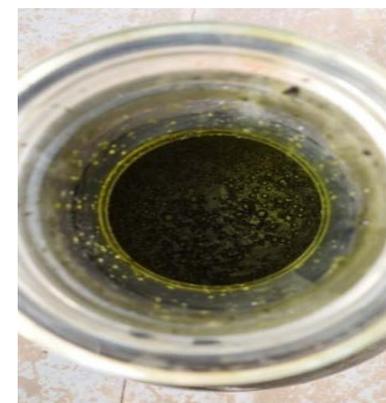
Ensayos de actividad contra insectos:

Se seleccionan los insectos se seleccionaron por la importancia económica de su incidencia, su capacidad de transmisión y su disponibilidad y facilidad de cría y mantenimiento en el laboratorio



Ensayos de actividad antifúngica:

Se utilizan placas Petri infectadas con las especies de hongos que se quiere estudiar y es aplican distintas dosis de los extractos, además del control sin extracto

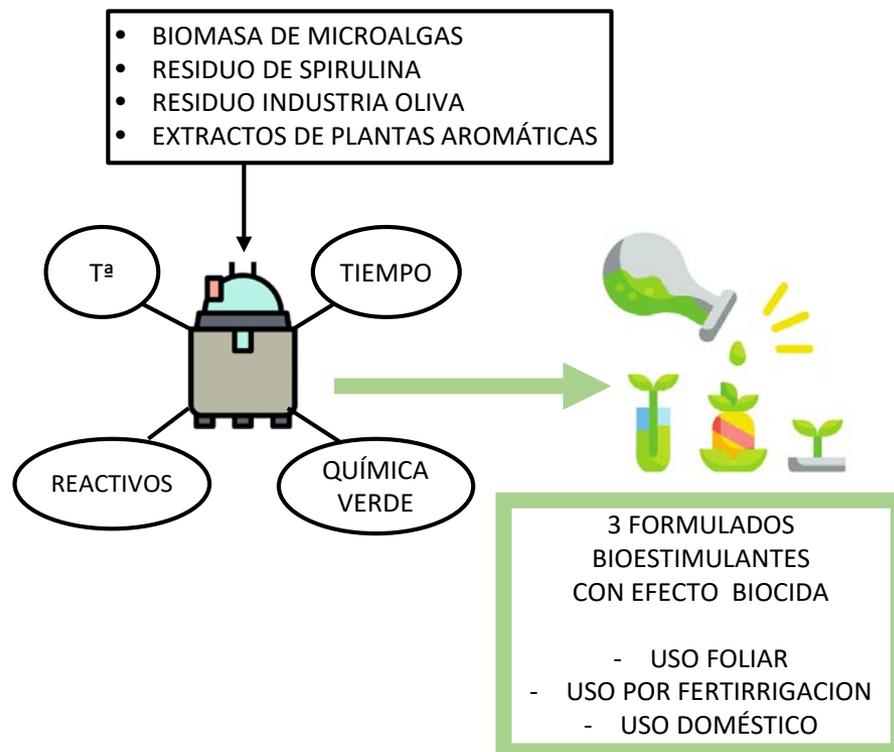


BIOESTIMULANTES CON ACCION BIOCIDA EN EL PROYECTO

El desarrollo de los bioestimulantes durante el proyecto se ha basado en las siguientes novedades:

- ❑ Utilizar especies de microalgas que, aunque su eficacia como bioestimulante o biofertilizante está demostrada, no son las especies típicamente utilizadas en los productos comerciales
- ❑ Utilizar residuos de otros procesos (como el residuo de la extracción del pigmento ficocianina de la microalga Spirulina y residuos de la industria de la oliva), incluyendo la filosofía de economía circular
- ❑ Incluir en el mismo producto dos conceptos utilizados por separado: la capacidad biofertilizante de las microalgas y la capacidad biocida de los extractos de plantas aromáticas

Para lograrlo se desarrolló un nuevo proceso de biotransformación que requirió del estudio de distintos parámetros y a distintas escalas, desde laboratorio a una escala más industrial para poder producir los bioestimulantes necesarios para las pruebas de validación en campo. Lo que se consigue con este proceso es tratar las materias primas utilizadas para obtener un bioestimulante con una elevada concentración de aminoácidos, polisacáridos, oligoelementos y antioxidantes, entre otros compuestos, gracias a los cuales se incrementan las propiedades beneficiosas.



VALIDACIÓN EN CAMPO Y REPLICABILIDAD DEL PROYECTO

Para poder validar la eficacia de los formulados desarrollados a partir de las microalgas y de los extractos de plantas aromáticas, se llevaron a cabo estudios de validación en campo. Los principales cultivos estudiados fueron Tomate y Maíz, con un total de 6 ha cultivadas en los primeros ensayos realizados en 2020 y 2021.

El modo de aplicación de los formulados (formato líquido) ha sido doble:

- a) a través del riego localizado en las raíces mediante riego por goteo
- b) a través de aplicación foliar

Durante la evolución del cultivo, se ha llevado a cabo el seguimiento de la climatología, del desarrollo y fenología de las plantas, del estado sanitario y de otros posibles efectos de las aplicaciones por parcela.

CULTIVO	AÑO	Ha Cultivadas formulados	Ha Cultivadas fertilizantes químicos	Ha Replicabilidad formulados	Ha Replicabilidad químicos	Total ha Formulados	Total ha Químicos	TOTAL Ha
Tomate	2020	0,864	0,144	0	0	0,864	0,144	1,008
Maiz	2020	0,864	0,144	0	0	0,864	0,144	1,008
Tomate	2021	0,8	0,2	0,8	0,2	1,6	0,4	2
Maiz	2021	0,8	0,2	0,8	0,2	1,6	0,4	2
Tomate	2022	2,25	0,75	2,25	0,75	4,5	1,5	6
Maiz	2022	2,25	0,75	2,25	0,75	4,5	1,5	6
Patata	2022	0,75	0,25	0	0	0,75	0,25	1
Pimiento	2022	0,75	0,25	0	0	0,75	0,25	1
TOTAL		9,328	2,688	6,1	1,9	15,428	4,5888	20,016

Se pudo comprobar que el desarrollo de las plantas ha sido significativamente superior en las parcelas tratadas con los formulados, con un incremento superior de la eficacia en las aplicación foliares con el mayor porcentaje de extracto de plantas aromáticas. Se han visto mejoras en los siguientes parámetros:

- TOMATE: incremento de un 20 % más de rendimiento bruto y casi un 30% más de materia prima
- TOMATE: incremento del peso medio del fruto con el formulado foliar
- MAÍZ: incremento de hasta un 30% en la productividad
- MAÍZ: incremento del peso medio de las mazorcas, tanto en el tratamiento foliar como por goteo
- Control de plagas / enfermedades: en las parcelas en las que no se ha aplicado tratamiento fitosanitario no se han incrementado los daños, con lo que se deduce el efecto de los formulados



VALIDACIÓN EN CAMPO Y REPLICABILIDAD DEL PROYECTO

Es importante que los **resultados obtenidos durante la validación en campo sean transferibles a otros cultivos y a otras regiones o países** con pequeños cambios en la planificación de las aplicaciones o en el plan de fertilización. La **transferibilidad** es la capacidad de una experiencia para permitir la repetición de sus elementos esenciales en un contexto distinto al de su creación, con una alta probabilidad de éxito.

Así, a través de este **Plan de replicabilidad y transferibilidad** llevado a cabo principalmente durante 2022 se ha podido **demostrar la influencia beneficiosa de los formulados independientemente del cultivo o zona de cultivo**. Por tanto, en 2022 se llevó a cabo la transferencia de los resultados del proyecto en maíz y tomate a nivel industrial en Portugal y en Extremadura en otros cultivos como la patata y el pimiento. Se han hecho ensayos en una extensión de 6 ha para los cultivos de tomate y maíz, respectivamente y de 1 ha en cada caso para los cultivos de pimiento y de patata.

Esta acciones tomaron como base los resultados de las primeras validaciones en campo y con el fin de poder incrementar la sostenibilidad económica de los formulados se decidió bajar la dosis de los extractos de plantas aromáticas. Dado que la mejor formulación ensayada había sido la foliar, se decidió ensayar este tipo de formulado con cuatro variaciones: (LT1) Testigo, (LT2) Formulado sin extracto, (LT2) Formulado con bajo extracto, (LT3) Formulado con alto extracto. En todos ellos la dosis ensayada fue de 3l/ha aplicada en momentos clave para el cultivo según la fenología, en crecimiento, floración, cuajado y crecimiento del fruto

- ❑ Como resultado final de los ensayos de validación se puede concluir que **los cultivos han mejorado sus rendimientos** al aplicar los formulados con microalgas y extractos de plantas aromáticas. En las siguientes gráficas se muestra las comparativas en kg/ha producidas (en azul, el rendimiento bruto y en naranja, el rendimiento neto).
- ❑ **En cuanto a evitar las plagas y enfermedades, se puede afirmar que los formulados han demostrado ser efectivos**, ya que durante los cultivos no ha sido necesaria la aplicación de pesticidas de origen químico.



PATATA



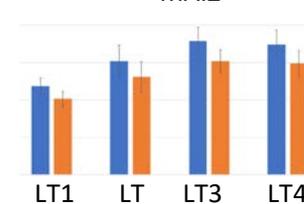
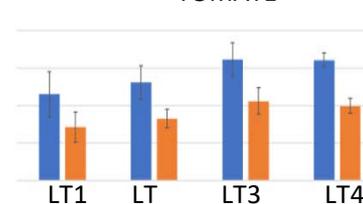
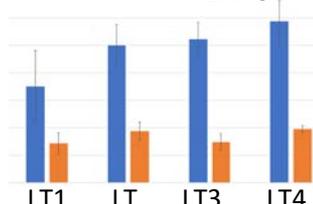
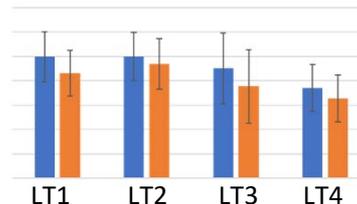
PIMIENTO



TOMATE



MAIZ



MONITORIZACIÓN AMBIENTAL

Los pesticidas químicos son uno de los desarrollos tecnológicos que posibilitaron la llamada revolución verde, y su uso forma parte importante de las prácticas agrícolas que la han fundamentado. Por una parte, hay que reconocer que los pesticidas han contribuido de manera importante al desarrollo social moderno tanto desde un punto de vista económico, por cuanto han permitido un notable incremento de la producción agraria mundial, como desde un punto de vista sanitario, por su aplicación para la lucha contra vectores de enfermedades. Pero, por otra parte, los pesticidas químicos pueden ser conceptualizados como factores de riesgo susceptibles de afectar negativamente a la salud humana y al medio ambiente. Frente a esta situación, se hace necesario reducir la cantidad de productos químicos aplicados a los cultivos e integrar métodos alternativos que permitan un buen control fitosanitario y aminoren los impactos ambientales.

Durante el proyecto se han desarrollado varios formulados naturales en los que se incluyen en su formulación extractos de plantas aromáticas y microalgas.

Por todo ello, es importante llevar a cabo una evaluación directa de la contaminación del ambiente de los campos de ensayo utilizados en la validación, mediante la identificación y medición cuantitativa de los plaguicidas a sustituir en muestras de materia prima cosechada (maíz y tomate), agua y suelo.

Durante el proyecto se realizó una evaluación de una serie de indicadores ambientales, dependientes del manejo agronómico, que permitan establecer el beneficio del uso de los nuevos formulados, en comparación con los pesticidas de origen químico comúnmente utilizados en los cultivos de tomate y maíz. El beneficio ambiental mencionado se basa en la disminución de la contaminación por nitratos de la solución del suelo, y en la reducción de residuos de pesticidas de origen químico en el suelo agrícola, en el agua infiltrada y en los alimentos producidos

Como resultado de la monitorización llevada a cabo se pudieron alcanzar las siguientes conclusiones:

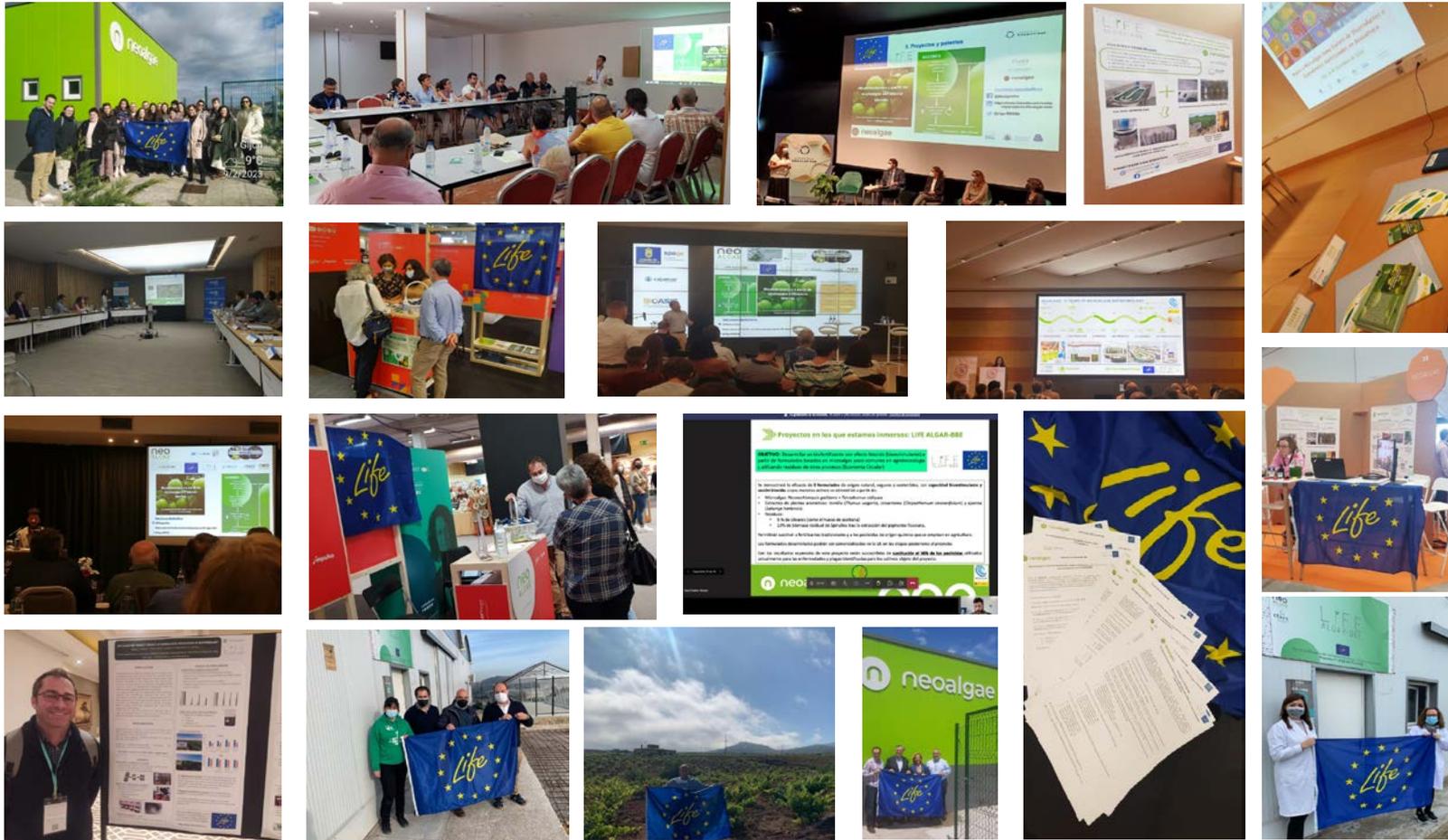
- ❑ Las concentraciones de nitratos de la solución del suelo disminuyeron, y la reducción de fertilización nitrogenada entre las diferentes tesis durante se tradujo en un descenso de las concentraciones de nitratos.
- ❑ El uso de los formulados desarrollados en el proyecto ha supuesto una disminución de los residuos de pesticidas en el agua de lixiviado.
- ❑ En este proyecto se ha conseguido una gestión sostenible, atendiendo exclusivamente a la superficie de suelo agrícola libre de residuos, que representan un 93,2 % con respecto a la superficie total ensayada.
- ❑ No se detectaron residuos de pesticidas ni en el tomate ni en el maíz producido en las campañas estudiadas, por lo que el uso de las materias activas de origen químico fue correcto, y la aplicación en campo de las nuevas formulaciones cumplen con su objetivo desde el punto de vista de la seguridad alimentaria



Distintos momentos de la monitorización ambiental en las parcelas de ensayo agrícola

DISEMINACIÓN Y DIFUSIÓN DEL PROYECTO

Durante todo el proyecto las actividades de difusión han sido constantes y se han llevado a cabo diversas actuaciones: visitas a planta, participación en distintos eventos (tanto online como presenciales), entrega de folletos y otra documentación del proyecto, ponencias en congresos, presentación de posters en congresos, realización de encuestas, participación en ferias, aparición en prensa y medios de comunicación, disseminación de newsletter, presencia en redes sociales (Twitter, LinkedIn, pagina web y Facebook), networking con otros proyectos, etc. A continuación se muestran ejemplos de las actividades realizadas.





Con la contribución del instrumento
financiero LIFE de la Unión Europea

LIFE18 ENV/ES/000518



 neoalgae

 endesa  ctaex
centro tecnológico
agroalimentario



<http://www.algarbbelife.eu/>



@algarBBElife



lifealgarbbe



algarBBElife



info@algarbbelife.eu

LIFE
ALGAR-BBE