

PROYECTO LIFE ULISES

Layman's Report



Con la contribución del instrumento financiero LIFE de la Unión Europea LIFE18 ENV/ES/000165









INFORMACIÓN DEL PROYECTO

Fecha inicio	1 Julio 2019
Fecha finalización	30 Junio 2023
Subvención	55% del presupuesto
Financiación total recibida	1.041.810 €

CONSORCIO DEL PROYECTO

	Aqualia ha coordinado el proyecto y se ha encargado del diseño, instalación y explotación de la planta de pretratamiento anaerobio UASB, la planta de valorización de biogás y la planta AeMBR.
	CETIM ha operado los prototipos de hidrólisis enzimática y de recuperación de estruvita.
	EnergyLab se ha encargado de la evaluación del impacto ambiental del proyecto basándose en el Análisis del Ciclo de Vida.
	CIESOL ha operado la planta de tratamiento terciario foto-Fenton y la planta de colectores solares tipo Fresnel.

PROJECT LOCATION



El proyecto LIFE ULISES se desarrolla en la EDAR de El Bobar, que trata las aguas residuales municipales de la ciudad de Almería.



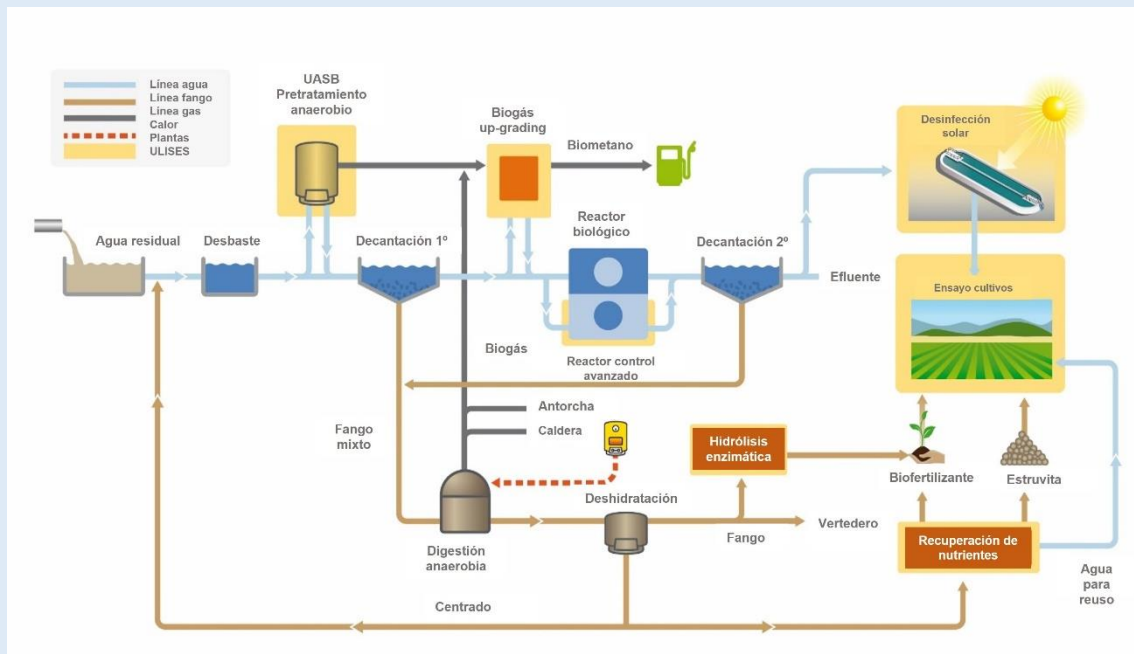
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y OBJETIVOS

El **proyecto LIFE ULISES** tiene como objetivo revolucionar los procesos convencionales de depuración mediante un conjunto de tecnologías novedosas que permiten producir recursos de valor, como biocombustible vehicular, biofertilizantes agrícolas y agua apta para su reutilización, a partir de las aguas residuales. El proyecto busca reducir el consumo energético y la huella de carbono asociada al tratamiento de aguas, incrementando la eficiencia de una estación depuradora de aguas residuales (EDAR) convencional mediante la integración de diferentes tecnologías en cada una de sus líneas principales (agua, gas y fango).

Durante el proyecto se implementarán en la EDAR El Bobar (Almería) las siguientes tecnologías de bajo coste:

1. Enriquecimiento del biogás con sistema ABAD Bioenergy® para producir un biocombustible renovable para vehículos.
2. Pretratamiento anaerobio PUSH combinado con control de la aireación avanzada para reducir a la mitad el consumo energético en el proceso de depuración.
3. Tratamiento solar de desinfección foto Fenton para producir agua regenerada para su reutilización para riego.
4. Tratamiento de hidrólisis enzimática del lodo para obtener un biofertilizante agrícola de calidad.
5. Sistema de recuperación de estruvita de los centrados mediante proceso basado en ósmosis

Todas estas tecnologías innovadoras reducen el consumo eléctrico de la EDAR de El Bobar y, por tanto, minimizan su impacto medioambiental y su huella de carbono.



PLANTA DE PURIFICACIÓN DE BIOGÁS

En el proyecto LIFE ULISES se mejoró el biogás para convertirlo en biometano que cumpliera los requisitos para uso vehicular (UNE-EN 16723-2) y se probó en una flota de turismos.



Volkswagen Up



Fiat Dobló

- Más de 21,000 km recorridos durante el proyecto.
- Una media de 4.8 kg de biometano por cada 100 km recorridos.
- Análisis del funcionamiento del vehículo en ciclos urbanos y ciclos extraurbanos (condiciones de velocidad más agresivas).

CALIDAD DEL BIOMETANO

El biogás bruto procede de los digestores anaerobios de la planta de tratamiento de aguas residuales. La composición mejorada del biometano cumple los requisitos legales para su uso como combustible de automoción.

	CH ₄	CO ₂	O ₂	H ₂ S	Humedad
	%	%	%	%	%
Biogás Bruto	60.8	33.5	0.21	3555	-
Biometano	88.1	8.0	0.02	1.8	21.5

Principales recomendaciones para el despliegue del biometano como combustible para vehículos

- Establecimiento de objetivos específicos para el biometano en España
- Implantación de un sistema de comercio de uso de Certificados de Garantía de Origen de Renovables
- Incentivos económicos para la producción de biometano (directos o indirectos, como subvenciones o incentivos fiscales)
- Ayuda al despliegue de infraestructuras de repostaje de gas para vehículos
- Difusión de la tecnología energética y su aplicación (entre administraciones y hacia los usuarios)
- Contabilización de la evaluación completa del ciclo de vida de los combustibles para vehículos

PLANTA DE PRETRATAMIENTO ANAERÓBICO

Un reactor de lodos anaerobios de flujo ascendente (UASB) se operó a temperatura ambiente para eliminar la materia orgánica de las aguas residuales y producir biogás, gracias a un novedoso sistema de alimentación pulsante del tipo PUSH® (patente europea EP 3009408).

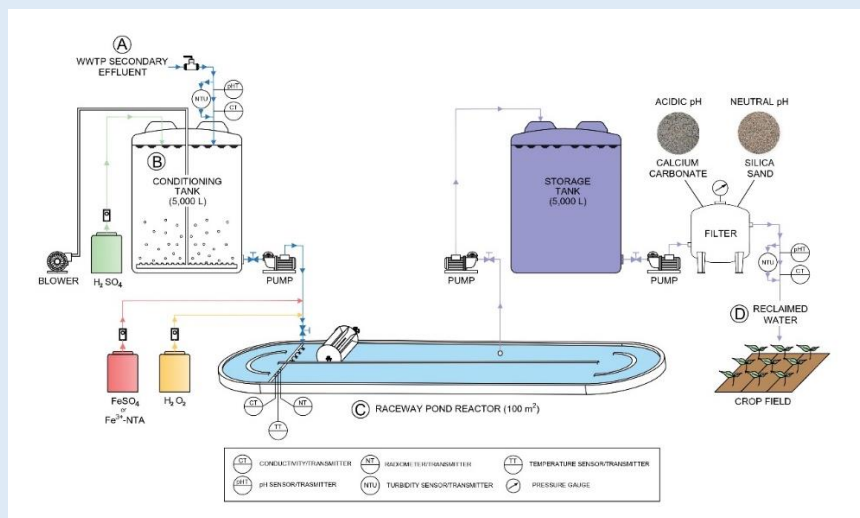


El reactor UASB presenta una capacidad de eliminación del 77% de la demanda química de oxígeno (DQO), del 31% de la DQO soluble y del 79% del SO_4^{2-} . En cuanto a los sólidos suspendidos totales (SST), el reactor UASB es capaz de reducir el 92% de los SST presentes en las aguas residuales. La producción de biogás en el reactor UASB asciende a 450 NL d^{-1} con la siguiente composición: 76% CH_4 , 8% CO_2 y 3946 ppm H_2S .

	Entrada	Salida	Eliminación
DQO (mg/L)	1804	394	77%
DQOs (mg/L)	366	249	31%
SO_4^{2-} (mg/L)	119	25	79%
SST (mg/L)	1.203	0.089	92%

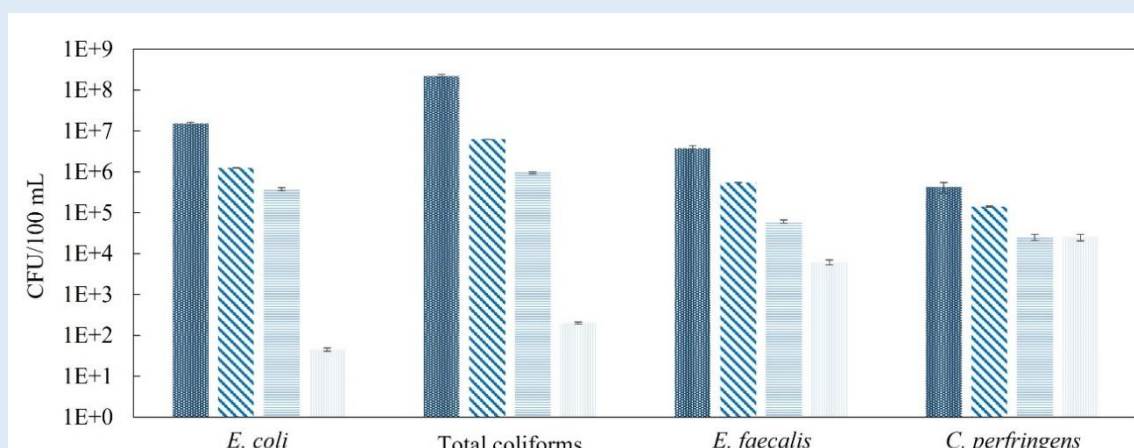
PLANTA SOLAR FOTO-FENTON

El proceso foto-Fenton es el último tratamiento que reciben las aguas residuales antes de ser reutilizadas. Este tratamiento busca eliminar los microorganismos patógenos y los microcontaminantes aún presentes en el agua tratada, evitando el riesgo asociado a su acumulación en el medio ambiente. El potencial del proceso se basa en la generación de radicales hidroxilos mediante el uso de pequeñas concentraciones de reactivos respetuosos con el medio ambiente.



Resultados más destacados del proceso solar foto-fenton

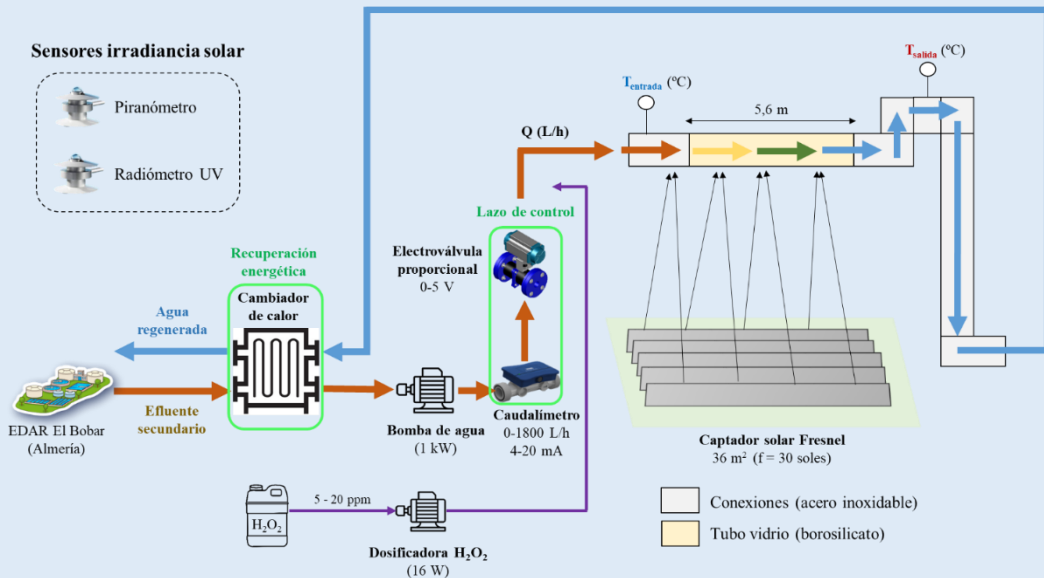
- Obtención de agua apta para su reutilización en agricultura de acuerdo con el Real Decreto 1620/2007 y el Reglamento Europeo 2020/741.
- Eliminación de microcontaminantes y patógenos de las aguas residuales, destacando la eliminación de fármacos como venlafaxina, ketoprofeno o diclofenaco que no se eliminan suficientemente en el tratamiento convencional.
- Capacidades de tratamiento de hasta 2000 L m⁻² d⁻¹.



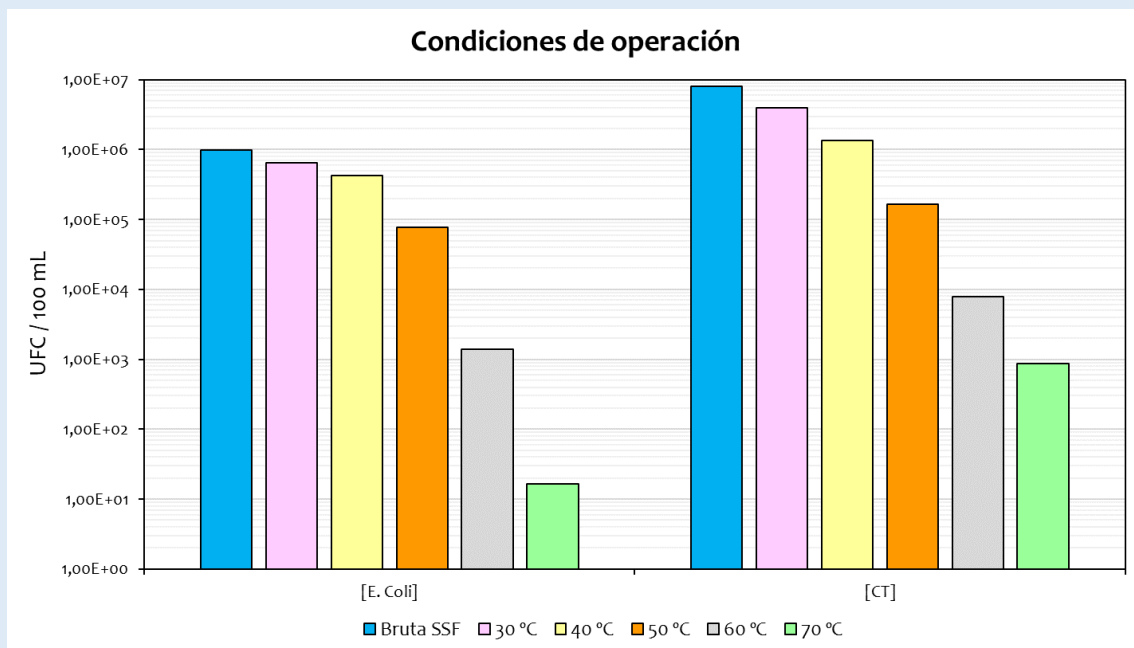
Concentraciones de *E. coli*, coliformes totales, *Enterococcus faecalis* y *Clostridium perfringens* en el efluente de la EDAR, el efluente secundario de la EDAR, el tanque de acondicionamiento y el RPR.

COLECTOR SOLAR FRESNEL

El proyecto LIFE ULISES también propone la desinfección de efluentes secundarios de EDAR mediante radiación solar concentrada en fotorreactores operados en modo continuo. Esta iniciativa pretende aportar los conocimientos necesarios para desarrollar una alternativa económica y sostenible para la desinfección solar de aguas residuales, reduciendo así el riesgo medioambiental que provocan los actuales tratamientos convencionales y permitiendo la posterior reutilización del agua tratada en agricultura.



Con el uso del colector solar FRESNEL obtenemos agua apta para su reutilización en agricultura de acuerdo con el Real Decreto 1620/2007 y el Reglamento Europeo 2020/741 mediante la regulación de la temperatura de funcionamiento.

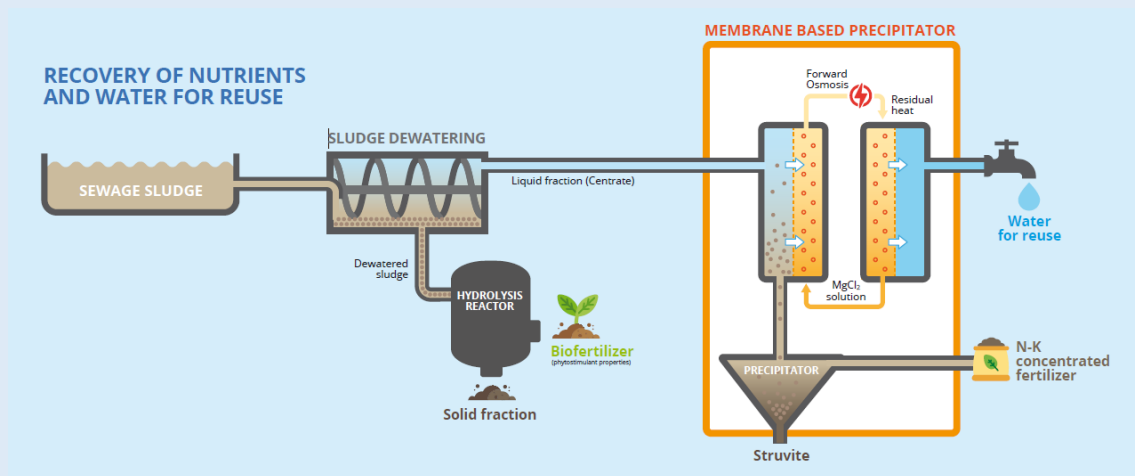


Inactivación de E. coli y TC en flujo continuo en función de la temperatura de funcionamiento del concentrador solar tipo Fresnel

LÍNEA DE FANGOS

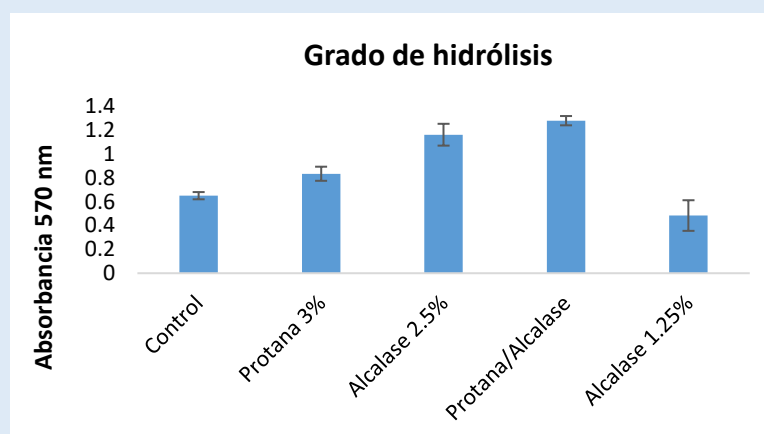
En cuanto a la línea de fangos del Proyecto LIFE ULISES, se implementaron dos procesos diferentes para recuperar nutrientes y agua de alta calidad para su reutilización, y obtener biofertilizante como producto de valor. Estas tecnologías afectan tanto a la fase sólida como a la fase líquida obtenida a partir de la centrifugación de los lodos, que incluye:

- Hidrólisis enzimática de biosólidos deshidratados (fracción sólida): Un tipo de biofertilizantes son los preparados a base de péptidos y aminoácidos, obtenidos por hidrólisis enzimática, con propiedades bioestimulantes para el crecimiento de las plantas.
- Precipitación de estruvita y recuperación de agua del centrado (fracción líquida): Se ha desarrollado un sistema basado en membranas para concentrar la fracción líquida de los lodos, seguido de la precipitación de estruvita. Se obtienen dos fracciones con valor fertilizante potencial: estruvita y sobrenadante.



RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN

Los resultados del funcionamiento de la planta de hidrólisis enzimática para producir un biofertilizante indicaron que la enzima Alcalasa (dosis 2,5%) tiene un gran potencial para generar un biofertilizante a partir de biosólidos deshidratados. Este producto contiene aminoácidos y péptidos que tienen una capacidad bio-estimuladora potencial y no supera el límite de metales pesados y patógenos indicado en el Reglamento (UE) 2019/1009.



La planta de recuperación de estruvita permitió alcanzar un rendimiento de 1.1 g de estruvita L⁻¹ de centrado concentrado funcionando en condiciones óptimas. Se recuperó estruvita de alta pureza (90-100%), rica en N (50 g N kg⁻¹) y P (128 g P kg⁻¹) así como en otros nutrientes (3 g K kg⁻¹, 92 g Mg kg⁻¹, 7 g Ca kg⁻¹) y con un bajo contenido en metales pesados según el Reglamento (UE) 2019/1009 y el RD 506/2013. La precipitación de estruvita permitió una recuperación de P del sobrenadante concentrado superior al 90% en condiciones óptimas de precipitación.

Para demostrar la estrategia de reciclado de nutrientes del Proyecto LIFE ULISES, se ensayó el potencial de los fertilizantes obtenidos a diferentes escalas: pruebas de fitotoxicidad, ensayos en macetas en cámaras de crecimiento en condiciones controladas y zona de ensayo de cultivos en la EDAR El Bobar.

El ensayo de fitotoxicidad demostró la toxicidad del sobrenadante de estruvita para lechuga y berro (inhibe la germinación de semillas y el alargamiento de raíces) cuando se aplica concentrado (se requiere una dilución >10%). La aplicación del biofertilizante Alcalase 2,5% no mostró efectos fitotóxicos en concentraciones <10% e incluso demostró efectos fitoestimulantes (IG > 1).

La estruvita y los biofertilizantes también se aplicaron en diferentes combinaciones en 4 parcelas sembradas de hierba para evaluar su potencial fertilizante (control sin fertilizante, estruvita, biofertilizante, estruvita + biofertilizante). Las parcelas se regaron con agua regenerada en la planta solar foto-fenton. Los resultados mostraron un aumento de la producción de biomasa en las tres parcelas en las que se aplicó fertilizante, en comparación con el control.



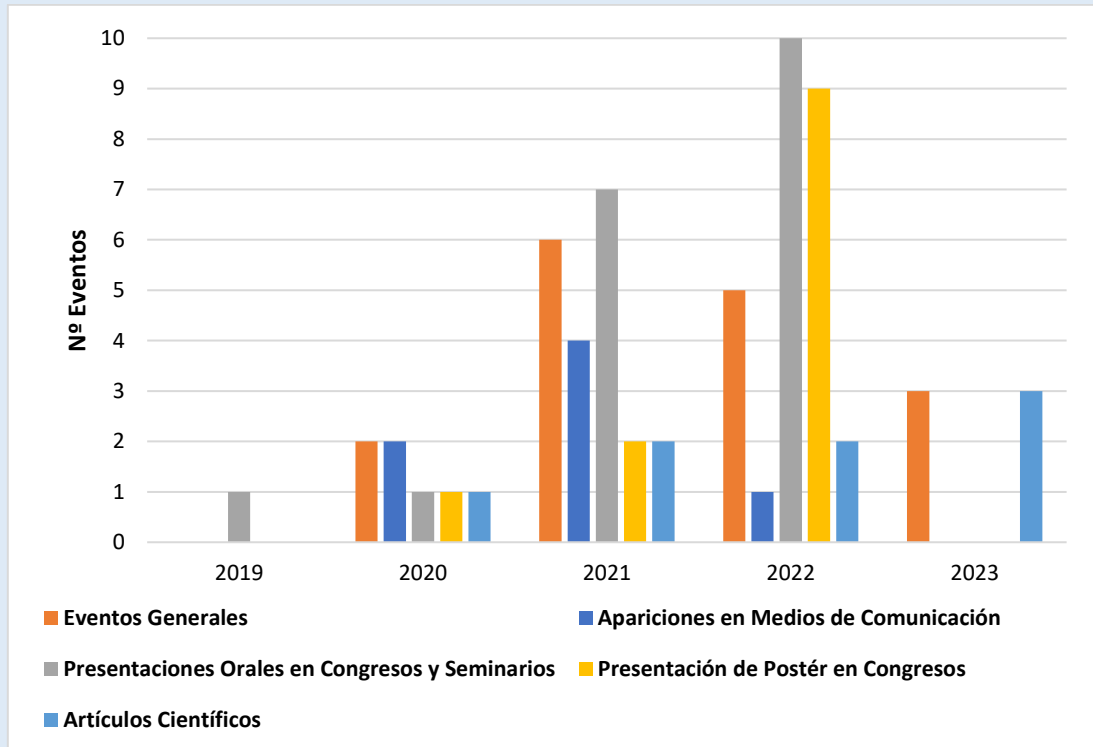
Resultado de abonar ensayos en macetas con *Lactuca sativa*



Ensayo de fertilizantes en césped en la EDAR de *El Bobar*

COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN

A lo largo del Proyecto LIFE ULISES, los miembros del consorcio han asistido a varias actividades y eventos para difundir las diferentes acciones llevadas a cabo durante el proyecto.



Eventos totales por año

GENERAL EVENTS



(Izquierda) Noche de los investigadores europeos en Almería. (Derecha) XXII Curso de verano de la Universidad de Almería: Gestión integrada del agua en un escenario de estrés hídrico

CONGRESOS INTERNACIONALES Y NACIONALES

Dentro de esta categoría hemos enumerado la participación con presentaciones orales y póster en diferentes congresos y seminarios nacionales e internacionales, en todos los cuales se ha presentado el proyecto y sus resultados.



(Izquierda) Presentación oral de Aqualia en la IWA Young Water Professionals Spain. (Derecha) Presentación oral de CIESOL en el V Congreso Iberoamericano de Tecnologías Avanzadas de Oxidación.

APARICIONES EN MEDIOS DE COMUNICACIÓN



(Izquierda) Imagen del artículo de prensa en "La voz de Almería": "Innovación y sostenibilidad: aliados en el ciclo del agua". (Derecha) Imagen del artículo de prensa en "RETEMA": "Regeneración de agua por foto-Fenton solar, una tecnología en desarrollo"