



CLEAN2GREEN

Formulación de
soluciones naturales
para aplicaciones en
detergencia y
agroquímica



Contenido

1. Ficha técnica del proyecto	2
2. Antecedentes y motivaciones	3
3. Objetivos del proyecto	4
4. Plan de trabajo	5
5. Resultados obtenidos	6
6. Colaboradores externos e impacto empresarial	¡Error! Marcador no definido.



1. Ficha técnica del proyecto

N.º EXPEDIENTE	IMAMCA/2024/6
TÍTULO COMPLETO	CLEAN2GREEN: Formulación de soluciones naturales para aplicaciones en detergencia y agroquímica
PROGRAMA	Plan de actividades de carácter no económica 2024
ANUALIDAD	2024
PARTICIPANTES	(si procede)
COORDINADOR	(si procede)
ENTIDADES FINANCIADORAS	IVACE – INSTITUT VALENCIÀ DE COMPETITIVITAT EMPRESARIAL
ENTIDAD SOLICITANTE	AITEX
C.I.F.	



2. Antecedentes y motivaciones

Los productos de limpieza, por lo general, dejan una importante huella ecológica por su composición, al contener ingredientes con capacidad para contaminar el agua, ser poco biodegradables, ecotóxicos y tener un potencial impacto en la salud. Algunos de los ingredientes más problemáticos incorporados a estas formulaciones son los tensioactivos o polímeros *booster* de eficacia, siendo los más efectivos de origen sintético y con baja biodegradabilidad; los opacificantes, ya que incorporan microplásticos en su fórmula, o los conservantes convencionales que contienen biocidas y, en algunos casos, son sensibilizantes. De las vías de entrada al mar las más serias son los aportes constantes de los ríos y sistemas de alcantarillado que llevan los desechos domésticos e industriales, y que al ser continuos se vuelven crónicos para el ambiente marino.

Debido a esta problemática, el consumo de productos “ecológicos” crece día a día y lo hace en todas las líneas de productos de cuidado del hogar y de limpieza corporal. El aumento de la oferta sigue la tendencia de una mayor demanda de productos sostenibles por una sociedad cada vez más concienciada respecto a la forma en la que consume. Así cada vez son más las empresas y marcas que apuestan por reformular sus productos y alegar reivindicaciones como “sostenible”, “eco-friendly”, o “con ingredientes naturales”.

Por otro lado, la industria de la agroquímica también está en constante evolución, impulsada por la creciente demanda mundial de alimentos y la necesidad de producirlos de manera más eficiente y sostenible. Desde el desarrollo de productos más seguros y eficientes hasta la adopción de enfoques más sostenibles, la agroquímica está experimentando cambios significativos que pueden tener un impacto positivo en la agricultura del futuro. La industria Agroquímica se está centrando cada vez más en el desarrollo de productos más seguros, efectivos y respetuosos con el medio ambiente. Esto incluye la creación de productos agroquímicos más selectivos y menos tóxicos, que minimizan los impactos negativos en los ecosistemas y la salud humana.

Por esta necesidad de desarrollar formulaciones más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente surge el proyecto Clean2Green. Este proyecto parte del Know-how obtenido en CLEANTEX II en el cual se desarrollaron formulaciones de limpieza de superficies duras (HSC) ultra concentradas para ser utilizadas como formato *refill* y formulaciones HSC convencionales en cumplimiento con etiquetas ecológicas e incorporando ingredientes y/o aditivos de origen natural.

El proyecto Clean2Green quiere ir un paso más allá desarrollando formulaciones con elevada eficacia, biodegradables, de baja ecotoxicidad y que ofrezcan un índice de naturalidad >90% a partir de aditivos naturales como las enzimas/probióticos, opacificantes no microplásticos y conservando mediante tecnología de barreras. Este proyecto promueve la búsqueda de soluciones naturales que eviten el uso de materias primas procedentes del petróleo sin reducir la eficacia del producto formulado.



3. Objetivos del proyecto

El objetivo principal del proyecto Clean2Green consiste en el desarrollo de diferentes formulaciones sostenibles y eficaces a partir de ingredientes y/o aditivos naturales que permitan reducir el uso de tensioactivos, polímeros sintéticos u otros ingredientes de baja biodegradabilidad que generan un gran impacto ambiental. Asimismo, se investigarán también soluciones que permitan eliminar el uso de ingredientes microplásticos, así como permitir el etiquetado libre de biocidas.

Este objetivo general puede desglosarse en una serie de objetivos específicos que se detallan a continuación:

1. Línea de productos *Home Care* y de limpieza corporal:

- ✓ Investigar y seleccionar tensioactivos naturales de alta biodegradabilidad (OECD 301) y bajo impacto ambiental que ofrezcan una eficacia de limpieza similar a la de los tensioactivos convencionales.
- ✓ Investigar la incorporación de diferentes enzimas y/o probióticos en formulaciones *Home Care* (detergentes, vajillas, HSC, etc.) y de limpieza corporal (jabón de manos/gel corporal) que aumenten la eficacia de limpieza y permitan reducir el uso de tensioactivos o polímeros sintéticos.
- ✓ Investigar el uso de opacificantes no microplásticos en las formulaciones *Home Care* y de limpieza corporal. Evaluar estabilidad en dichas fórmulas, estudiando la influencia de parámetros como el pH, la reología o la concentración.
- ✓ Estudiar la viabilidad de conservar las formulaciones desarrolladas mediante aditivos multifuncionales libres de biocidas y aplicando la tecnología de barreras.
- ✓ Desarrollar formulaciones base *Home Care* (detergente, vajilla y HSC), así como de limpieza corporal (jabón de manos, gel corporal) a partir de ingredientes de origen natural. Se espera obtener formulaciones con al menos un 90% de índice de naturalidad (ISO 16128).
- ✓ Evaluar la biodegradabilidad (OECD 301). Se espera obtener productos que cumplan con los requisitos exigidos por la certificación Ecolabel.
- ✓ Evaluar la capacidad de limpieza de las formulaciones desarrolladas según los protocolos establecidos en la certificación Ecolabel.
- ✓ Validar la eficacia de limpieza de los aditivos evaluados: enzimas, *boosters*, etc.

2. Línea de agroquímica

- ✓ Estudiar la capacidad de conservación sin biocidas y utilizando la tecnología de barreras en nuevas formulaciones agroquímicas. Se evaluará el proceso óptimo de mezclado, estabilidad a diferentes pHs, interacción con otros ingredientes de la fórmula, etc.
- ✓ Evaluar la viabilidad de uso de las formulaciones desarrolladas mediante técnicas de caracterización.



4. Plan de trabajo

Los paquetes de trabajo, así como las diferentes actividades en las que estos se subdividen se listan a continuación:

PT1. GESTIÓN Y SEGUIMIENTO

- ACTIVIDAD 1.1. GESTIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO

PT2. EJECUCIÓN TÉCNICA

- ACTIVIDAD 2.1. ESTADO DEL ARTE / VIABILIDAD TÉCNICA / DIAGNÓSTICO DE NECESIDADES
- ACTIVIDAD 2.2. EXPERIMENTAL
- ACTIVIDAD 2.3. CARACTERIZACIÓN
- ACTIVIDAD 2.4. COORDINACIÓN TÉCNICA Y VALIDACIÓN

PT3. COMUNICACIÓN, DIFUSIÓN Y TRANSFERENCIA DE RESULTADOS

- ❖ ACTIVIDAD 3.1. COMUNICACIÓN, DIFUSIÓN Y TRANSFERENCIA DE RESULTADOS.

PT4. SUPERVISIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO

- ❖ ACTIVIDAD 4.1. SUPERVISIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO

En la siguiente imagen se muestra el cronograma del proyecto:

PAQUETES DE TRABAJO	MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PT1 GESTIÓN Y SEGUIMIENTO												
Actividad 1.1 Gestión y seguimiento del proyecto												
PT2 EJECUCIÓN TÉCNICA												
ACTIVIDAD 2.1. Estado del arte/Viabilidad técnica/ Diagnóstico de necesidades												
ACTIVIDAD 2.2. Experimental												
ACTIVIDAD 2.3 Caracterización												
ACTIVIDAD 2.4 Coordinación técnica y validación												
PT3 COMUNICACIÓN, DIFUSIÓN Y TRANSFERENCIA DE RESULTADOS												
ACTIVIDAD 3.1. Comunicación, difusión y transferencia de resultados												
PT4 SUPERVISIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO												
ACTIVIDAD 4.1 Supervisión y seguimiento del proyecto												

5. Resultados obtenidos

A continuación, se muestran los principales resultados obtenidos en la ejecución del proyecto CLEAN2GREEN:

LÍNEA 1. PRODUCTOS HOME CARE Y DE LIMPIEZA CORPORAL

✓ **investigación de ingredientes y aditivos**

En este apartado del proyecto se ha llevado a cabo una investigación en profundidad acerca de novedades en ingredientes y aditivos con aplicación en formulaciones de detergencia o limpieza corporal. Cabe destacar entre ellos:

- Opacificantes a base de ceras o minerales libres de microplásticos
- Activos multifuncionales con capacidad conservante y libres de biocidas
- Tensioactivos 100% naturales como los etoxilados de forma natural o los de origen microbiológico
- Enzimas novedosas de alta estabilidad
- modificadores reológicos y agentes de suspensión que permitan la estabilidad de los opacificante minerales
- *Boosters* de eficacia como alternativa a los polímeros sintéticos tradicionales.

✓ **Opacificantes libres de microplásticos**

En lo que se refiere al estudio y aplicación de opacificante libres de microplásticos en formulaciones de detergencia y limpieza corporal se ha realizado el siguiente trabajo:

- Se ha validado la eficacia y estabilidad de opacificantes a base de ceras o de minerales, todos ellos libres de microplásticos en productos de detergencia y limpieza corporal
- Todas las validaciones realizadas se han llevado a cabo mediante estudios de estabilidad durante 4 semanas, tanto a temperatura ambiente como en cámara climática a 40°C y 75% de humedad.
- Algunos de los productos desarrollados a base de opacificantes libres de microplásticos se muestran en las siguientes imágenes:

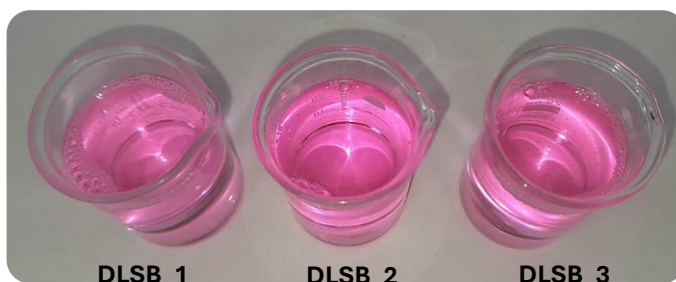


Figura 1. Prototipos de detergencia y limpieza corporal con opacificantes libres de microplásticos

✓ **Conservación sin biocidas**

Se ha llevado a cabo la investigación de activos multifuncionales con capacidad conservante libres de biocidas y se han desarrollado formulaciones de detergencia y limpieza corporal aplicando la tecnología de barreras. Algunas de las fórmulas obtenidas se muestran a continuación:

- Todas las fórmulas desarrolladas para la línea de conservantes libres de biocidas han pasado un ensayo de protección antimicrobiana (*Challenge Test*) según la norma EN ISO 11930:2019/A1:2022 y han cumplido con el criterio de evaluación A.
- Se han desarrollado dos detergentes tipo BB a pH neutro (**DLSB_1** y **DLSB_2**) y un detergente a pH básico (**DLSB_3**) aplicando la tecnología de barreras y utilizando activos multifuncionales potenciadores de la conservación.



- Se ha desarrollado un producto de limpieza corporal sin biocidas (**LCSB_1**) aplicando la tecnología de barreras y añadiendo un activo multifuncional potenciador de la conservación al 0,5%.

DESARROLLO DE FORMULACIONES HOME CARE Y DE LIMPIEZA CORPORAL

El principal objetivo del Clean2green ha sido el desarrollo de formulaciones de detergencia y limpieza corporal a partir de ingredientes de origen natural y con elevado contenido de origen natural.

✓ **Desarrollo de formulaciones de limpieza corporal**

A continuación, se detallan algunas de las fórmulas de limpieza corporal desarrolladas:

- Se ha desarrollado un gel de baño (**DF_LC_3**) ecológico a partir de ingredientes naturales, basando su sistema de tensioactivos en SLS como tensioactivo aniónico para aportar limpieza y PEG-7 glyceryl cocoate + CAPB + glucamida para reducir el potencial irritante del SLS y proporcionar una espuma estable y cremosa.
- Se ha desarrollado un limpiador facial tipo ecológico y libre de sulfatos **DF_LC_4**. El sistema de tensioactivos se basa en una mezcla de Glutamato + PEG-7 glyceryl cocoate + glucamida. Incorpora activos hidratantes como la alantoína o el extracto de pepino y está conservado sin biocidas.



Figura 2. Productos de limpieza corporal desarrollados **DF_LC_3** (izq) y **DF_LC_4** (dcha)

✓ Desarrollo de detergentes para ropa

- Se ha desarrollado un detergente de ropa concentrado de alta eficacia a partir de tensioactivos clásicos como el SLES/LAS/jabón **DF_DR_1**. Este detergente cuenta con un 30% de materia activa.
- Se ha desarrollado un prototipo de detergente concentrado (28%) a partir de ingredientes de origen natural **DF_DR_2**. En este caso no se ha utilizado el LAS y el sistema de tensioactivos se ha basado en SLES/jabón como aniónicos y alcohol etoxilado/PEG-7 glyceryl cocoate como co-tensioactivos.
- Se ha desarrollado un prototipo de detergente concentrado a partir de tensioactivos naturales **DF_DR_3**. El sistema de tensioactivos se basa en SLS, ácido graso palmiste, AE Genapol (etoxilación natural), Glycerteh-7 cocoate KAO (etoxilación natural) y APG 8-10. Se ha utilizado un disolvente natural como son la glicerina y el etanol y un conservante que puede obtenerse de forma natural como es el benzyl alcohol.
- Se ha desarrollado un detergente para ropa tipo convencional (19% materia activa) a partir de ingredientes de origen natural **DF_DR_4**, el cual se utilizará a lo largo de este proyecto para evaluar eficacia de algunos de los ingredientes investigados, así como para escalarlo en el reactor de 15 litros.

A continuación, se muestran imágenes de algunas de las fórmulas desarrolladas



Figura 3. Detergentes para ropa desarrollados (izq) **DF_DR_1**, (centro) **DF_DR_2** y (dcha) **DF_DR_3**

✓ Desarrollo de lavavajillas manuales (HDW)

- Se ha desarrollado un lavavajillas concentrado 30% de materia activa (**DF_HDW_2**) tipo Ecolabel a partir de ingredientes de origen natural.

- Se ha desarrollado un lavavajillas manual ECO al 20% de materia activa (**DF_HDW_7**) con la finalidad de obtener un producto con un elevado porcentaje de ingredientes de origen natural y con un pH respetuoso para la piel. Consta de un sistema de un tensioactivo aniónico (SLS) el cual es 100% de origen natural, y no iónicos (APG, alcohol etoxilado L7 y óxido de amina). Los no iónicos como co-tensioactivos, reduciendo la irritación inducida por el SLS, así como ayudando a la generación de espuma estable.
- Se ha desarrollado un lavavajillas manual ECO al 20% de materia activa (**DF_HDW_8**) a distintos pH para estudiar la influencia del pH en la viscosidad. En este caso se ha optado por incluir el SLES como tensioactivo aniónico además del SLS, dos no iónicos (alcohol etoxilado L7 y óxido de amina) y CAPB (*cocamidopropyl betaine*) para aportar mayor viscosidad a la disolución, a la vez que puede disminuir la irritación de los tensioactivos aniónicos y generar una espuma estable.
- Se ha desarrollado un lavavajillas manual tipo convencional (20% materia activa) a pH suave y a partir de ingredientes de origen natural **DF_HDW_9**, destacando el extracto de pepino, el cual aportará hidratación a la piel. Este producto se escalará en el reactor de 15 litros. Dicho detergente contiene SLES como tensioactivo aniónico, dos no iónicos (Alcohol etoxilado L7 y óxido de amina) y la CAPB como anfótero para disminuir la irritación causada por el tensioactivo aniónico y generar una espuma estable.



Figura 4. Fórmulas lavavajillas desarrolladas. Desde izquierda: DF_HDW_2, DF_HDW_7, DF_HDW_8 y DF_HDW_9

✓ Índice de origen natural y biodegradabilidad de las formulaciones desarrolladas

Este proyecto está claramente orientado hacia el desarrollo de fórmulas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente, a partir de ingredientes de origen natural y, libres de microplásticos. Por ello, se ha aplicado la **ISO 16128** en algunos de los prototipos desarrollado para calcular el % de origen natural de la fórmula, además de llevar a cabo el ensayo de biodegradabilidad (OECD 301 B) en dos de los prototipos. En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos.

Se puede observar que, mayoritariamente se obtiene % de origen natural por encima del 90% salvo en el caso del prototipo de detergente concentrado tipo Ecolabel DF_DR_2. Este detergente tiene un % de materia activa muy elevado (tensioactivos semi-sintéticos) que requiere el uso de disolventes para obtener una mezcla estable, lo que limita el porcentaje de origen natural obtenido.

Tabla 1. Cálculo del % de origen natural de los prototipos desarrollados mediante ISO 16128



ACRÓNIMO	DESCRIPCIÓN	% ORIGEN NATURAL
DF_LC_3	Gel de baño ecológico con ingredientes de origen natural	96.3%
DF_LC_4	Gel fácil tipo ecológico con ingredientes naturales	98.8%
DF_DR_2	Detergente concentrado tipo Ecolabel	79.6%
DF_DR_3	Detergente concentrado con ingredientes naturales	98.6%
DF_DR_4R	Detergente convencional con ingredientes de origen natural escalado a reactor	93.4%
DF_HDW_5	Lavavajillas manual ECO ingredientes naturales y de origen natural y pH suave	93.9%
DF_HDW_9R	Lavavajillas manual ingredientes de origen natural escalado a reactor	89.5%

En lo que se refiere a **biodegradabilidad**, se ha evaluado la biodegradabilidad mediante la norma OECD 301 A de unos e los detergentes desarrollados (DF_DR_2) y de un producto de limpieza corporal (DF_LC_4) cumpliendo ambos con el requisito exigido por la norma:

- **DF_DR_2:** 81% de degradación a los 28 días (>70%)
- **DF_LC_4:** 90% de degradación a los 28 días (>70%)

EFICACIA DE LAS FÓRMULAS HOME CARE DESARROLLADAS

A continuación, se detallan los resultados más importantes obtenidos en el proyecto CLEAN2GREEN en lo que se refiere a la evaluación de la eficacia de algunas de las fórmulas desarrolladas, así como de algunos de los aditivos estudiados tales como enzimas o biopolímeros antiredeposición

❖ Validación eficacia cóctel de enzimas

Se ha puesto a punto un test de eficacia reducido para evaluar la eficacia de limpieza de los detergentes para ropa basado en AISE. Las condiciones llevadas a cabo en el test de eficacia son las que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2. Condiciones del lavado test de eficacia reducido (basado AISE)

Número de lavados	3
Programa de lavado (Miele)	Mezcla, 1:59, 30 grados, 1200 rpm
Detergente	Tipo Light duty, 80 gramos
Ballast Load (la misma para todos los lavados)	2,5 kg (pillowcases + Hand towels)
SBL (se cambia cada lavado)	2x
Monitor AISE Manchas (se cambia cada lavado)	1x
Total mediciones Stain Removal	1Monitorx3lavadosx4mediciones=12

Aplicando este test de eficacia internamente se ha validado la mejora de eficacia obtenida al aditivar un detergente comercial con un **cóctel de enzimas novedoso** basado en una mezcla de Proteasa 0.5%, Amilasa 0.25% y Lipasa 0.05%.

En la siguiente tabla se muestra a modo de comparativa el promedio de Y, así como el sumatorio de Y tras el lavado. También se calcula a partir de los parámetros previos la mejora proporcionada por el cóctel de enzimas.

Tabla 3. Y media y sumatorio de Y para la referencia vs. el detergente aditivado con enzimas

Muestra	Y media	Suma Y
Det + Enzimas	51,3	717,6
Detergente	48,8	683,8
% mejora	4,7	

Por otro lado, se ha calculado el ΔY (comparando las medias iniciales y las finales de cada mancha), así como el porcentaje de eliminación de manchas (SR%). En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos para cada mancha detallando además la naturaleza de cada una de las manchas analizadas.

Tabla 4. ΔY y SR% para la referencia y el detergente aditivado con enzimas. Detalle de la naturaleza de las manchas.

Código	Tipo de mancha	ΔY_{ref}	ΔY enzimas	SR% Ref	SR% Enzimas
11	Zumo (blanqueable)	17,92	13,70	25,15	19,26
12	Té (blanqueable)	10,43	10,67	18,93	19,39
13	Césped (GS, blanqueable, Enzimática)	9,64	15,06	17,78	27,47
14	Mineral oil (Grasa/partículas)	21,88	16,76	28,82	22,22
15	Maquillaje (Grasa/partículas)	7,32	8,48	13,29	15,57
21	Vino tinto (blanqueable)	7,05	4,63	12,55	8,33
22	Café (blanqueable)	26,03	21,93	36,24	30,65
23	Puré de tomate (grasa, enzimática (P))	24,80	25,24	32,46	33,15
24	Salad dressing (blanqueable, enzymatic A)	9,59	19,30	12,54	24,68
25	Sangre de oveja (GS, enzymatic P)	15,01	39,20	16,44	42,84
31	Moustard (blanqueable, enzymatic)	0,23	2,24	0,66	6,24
32	Bebida de cacao (blanqueable, enzymatic P)	10,09	12,14	16,30	19,77
33	Césped/barro (blanqueable, partículas, enzymatic P)	25,33	28,92	30,98	35,22
35	Grasa de ternera cocida (GS, grasa, Enzimatic L)	0,81	1,99	2,06	5,04
ΔY y SR (%) PROMEDIO		186,1	220,3	18,9	22,1

Se destaca en verde oscuro las manchas enzimáticas que, tal y como cabe esperar, son aquellas en las que el porcentaje de mejora es más alto. Duplicando e incluso triplicando el % de eliminación de

suciedad frente a la referencia. A continuación, se muestran imágenes de algunas de las manchas en las que ha habido mayor mejora por tener naturaleza enzimática.

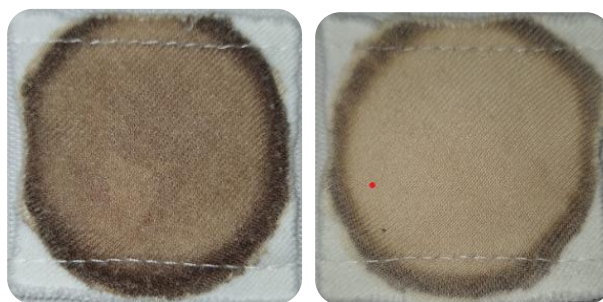


Figura 5. Mancha enzimática (sangre de oveja): izq) referencia y dhca) detergente aditivado con enzimas



Figura 6. Mancha enzimática (césped): izq) referencia (dcha) detergente aditivado con enzimas



Figura 7. Mancha enzimática (salad dressing): izq) referencia y dcha) detergente aditivado con enzimas

❖ Eficacia de limpieza detergente DF_DR_4 vs. detergente ecológico del mercado

Se ha llevado a cabo un test de eficacia reducido internamente para evaluar la eficacia de limpieza de uno de los prototipos de detergente para ropa (DF_DR_4) desarrollado en este proyecto frente a un detergente tipo “ecológico” del mercado.

Para llevar a cabo este test se ha utilizado el monitor de manchas de CFT Mon AISE A+B plus que se muestra en la siguiente imagen.



Figura 8. Monitor AISE A+B plus antes de los lavados.

Para seleccionar la dosis de uso en el caso del detergente comercial se ha establecido la máxima de las recomendadas en el etiquetado y para el prototipo se ha establecido teniendo en cuenta el porcentaje de materia activa.

Tabla 5. Condiciones de lavado aplicadas en el test de eficacia

Número de lavados	3
Programa de lavado (Miele)	Mezcla, 1:59, 30 grados, 1200 rpm
Detergente	Convencional 15-20% materia activa, 70 gramos
Ballast Load (la misma para todos los lavados)	2,5 kg (pillowcases + Hand towels)
SBL (se cambia cada lavado)	2x
Monitor AISE Manchas (se cambia cada lavado)	1x (AISE A+B plus)
Total mediciones Stain Removal	1Monitorx3lavadosx4mediciones=12

Puesto que el detergente ecológico del mercado del que se dispone incluye enzimas en su fórmula, para llevar a cabo la comparativa de eficacia se ha aditivado el prototipo DF_DR_4 con un 0,8% de una mezcla de proteasa y amilasa.

A nivel visual ya puede apreciarse como la suciedad eliminada por nuestro prototipo (imagen izqda) es mayor que la suciedad eliminada por el detergente ecológico del mercado (imagen dcha).



Figura 9. Monitor AISE A+B plus tras lavado. Izquierda) prototipo DF_DR_4enz y derecha) detergente ECO comercial

Tras evaluar cada una de las manchas con el colorímetro se calcula tanto el sumatorio de Y como el valor promedio de Y obtenido para cada producto tras el lavado.

Tabla 6. Y promedio y sumatorio de Y para prototipo DF_DR4_enz vs. detergente comercial

Producto	Y promedio	Suma Y
Det Comercial ECO	58,9	1179,5
DF_DR4_Enz	64,5	1290,9
%mejora	9,44	

Según la tabla anterior, la eficacia de limpieza del prototipo DF_DR4_Enz es un 9,44% superior al detergente comercial ecológico evaluado.

❖ Eficacia prototipo DF_DR_4R aditivado con PDE (*phosphodiesterase*)

Se ha llevado a cabo un estudio para evaluar la eficacia en la eliminación de manchas de suciedad corporal al aditivar al detergente DF_DR_4R la enzima fosfodiesterasa. Para ello, se han adquirido monitores de CFT de algodón (Basic cotton y knitted cotton) con suciedad procedente de ADN y se ha realizado una simulación de lavado para evaluar el poder de limpieza de esta enzima.

Se ha comparado los resultados obtenidos al lavar con el detergente de referencia DF_DR_4R y el mismo detergente aditivado con enzima fosfodiesterasa. A continuación, se muestran los resultados obtenidos:



Figura 10. Comparativa de los tejidos basic cotton con suciedad CFT: (izq) tejido inicial sin lavar, (centro) tejido lavado con ref y (dcha) tejido lavado con detergente aditivado con fosfodiesterasa.

Mediante colorimetría se evalúa cada una de las manchas tras el lavado y se obtiene el valor promedio de Y junto con el % de mejora de limpieza de la mancha CFT.

Tabla 7. Valor Y promedio de la medición por colorimetría y % mejora de DF_DR_4R con fosfodiesterasa vs DF_DR_4R.

	DF_DR_4R + enzima PDE	DF_DR_4R
Y promedio	38,69	25,98
% Mejora	48,89	

Al realizar una comparación de los resultados de la colorimetría entre la prueba 1 (DF_DR_4R con enzima fosfodiesterasa) y la 2 (DF_DR_4R sin enzimas), se ha obtenido que hay un **48,89%** de mejora de eficacia en la eliminación de este tipo de manchas al emplear el detergente DF_DR_4R con la enzima frente al detergente referencia DF_DR_4R sin enzimas.

❖ Eficacia Celulasa en la reducción del *pilling*

Se ha puesto a punto un método para evaluar la eliminación del *pilling* al aditivar un detergente con celulasas. Mediante este test se ha podido evaluar la eliminación del *pilling* tras 20 lavados con un detergente aditivado con una celulasa novedosa de elevada estabilidad. El tejido utilizado para evaluar la eliminación del *pilling* es E-253 Cotton Jersey, *pilling* monitor de CFT Testmaterials.



Figura 11. Monitor utilizado E-253 para evaluar la eliminación del *pilling*.



Figura 12. Detalle franjas de color monitos E-253. Izq) sin lavar y dcha tras 20 lavadas con celulasa.

Este efecto de eliminación del *pilling*, ha podido comprobarse también mediante colorimetría, evaluando la coordenada L^* desde el comienzo del test hasta finalizar los 20 lavados. En la siguiente tabla se muestran los valores medidos de L^* .

Valores medios coordenada L^*		
Franja de color	L^* a tiempo 0	L^* tras 20 lavado
Verde	39,57	38,84
Negro	27,94	25,17
Azul	34,54	32,64
Rojo	41,31	40,72

Y, por último, se muestra un detalle de la imagen obtenida con el SEM del tejido inicial (izquierda) y el tejido tras los 20 lavados (derecha), apreciándose un descenso en las fibras sueltas de la superficie con respecto al estado inicial.



Figura 13. Imágenes de SEM. Izq) estado inicial. Dcha) tras los 20 lavados con celulasa

❖ Eficacia polímeros anti-redeposición

Uno de los ingredientes novedosos de interés investigado en el CLEAN2GREEN es la alternativa de origen natural y biodegradable a los polímeros sintéticos PET-POET utilizados convencionalmente para evitar la re-deposición de suciedad en tejido de polyester o mezclas de algodón/polyester.

En este proyecto se ha validado el efecto anti-redeposición al aditivar un este biopolímero a un detergente, comparando el efecto obtenido frente a un detergente de referencia.

Se ha preparado una suciedad consistente en Carbon black en aceite y se ha añadido esta suciedad a una solución de limpieza, dejando en agitación unos minutos. Posteriormente se ha añadido knitted polyester y se ha dejado 10 minutos en agitación. Finalmente se ha enjuagado y dejado secar.

Los resultados se pueden ver en la siguiente imagen en la que aparece a la izquierda el tejido lavado con el detergente de referencia y, a la derecha, el tejido lavado con el detergente aditivado con biopolímero antiredeposición.



Figura 14. Efecto anti-redeposición. Izquierda Referencia. Derecha detergente aditivado con biopolímero.

Visualmente se observa como la adición de este biopolímero evita la redeposición de suciedad (tejido prácticamente blanco) a diferencia del tejido lavado con el detergente de referencia cuya superficie está llena de manchas negras.

❖ Generación y estabilidad de espuma prototipos HDW desarrollados

Unos de los parámetros más importantes de los lavavajillas manuales además de su capacidad de limpieza es su capacidad de generar una espuma densa y estable. Para ello, y haciendo uso del equipo SITA Tester se ha evaluado la curva de generación de espuma y de estabilidad de la espuma de dos prototipos HDW desarrollados en el CLEAN2GREEN (DF_HDW_2 y DF_HDW_9) frente a un lavavajillas del mercado de referencia como es el Fairy.

Los resultados obtenidos han sido muy positivos superando ambos prototipos al Fairy. A continuación, se muestran los resultados proporcionados por el SITA: una curva de generación de espuma y otra de decaimiento de la espuma que representa la estabilidad de la espuma en el tiempo.

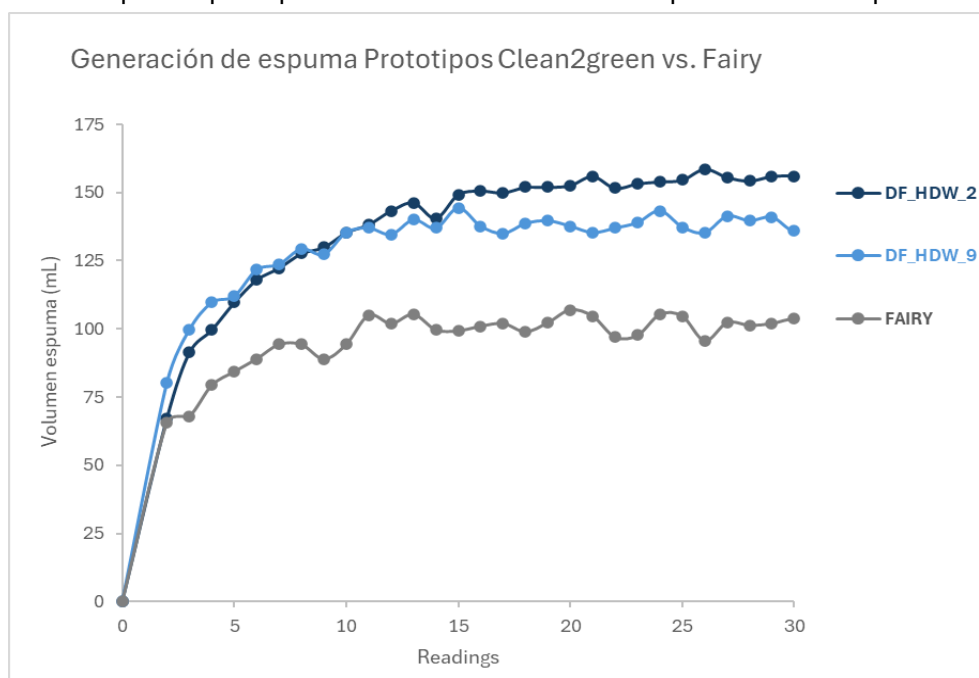


Figura 15. Curva generación de espuma SITA Tester. Comparación prototipos HDW vs. Fairy

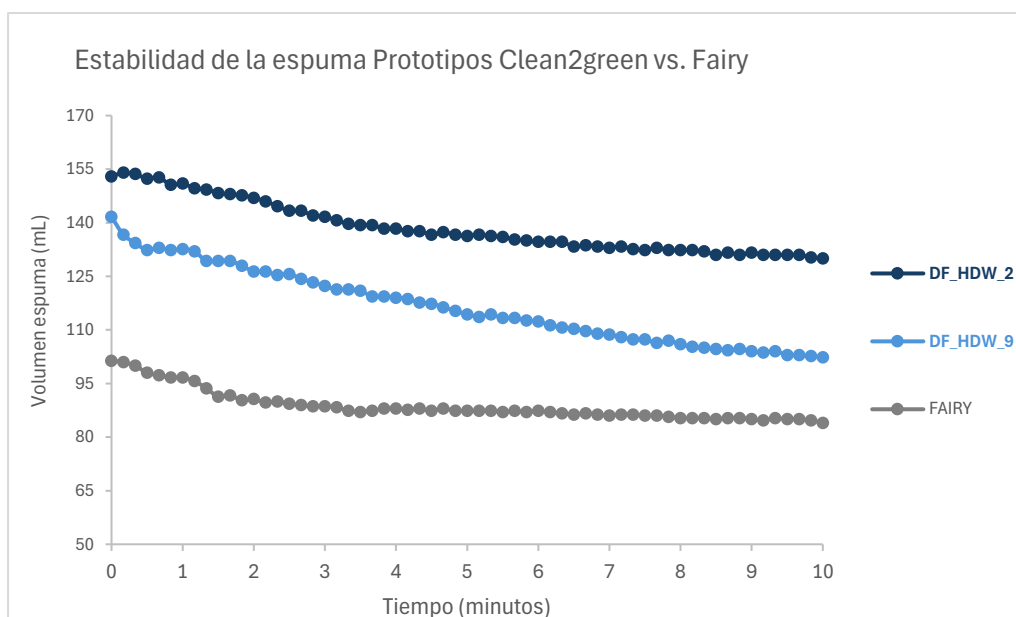


Figura 16. Curva estabilidad de la espuma SITA Testes. Prototipos HDW vs. Fairy

LÍNEA 2. AGROQUÍMICA

A continuación, se describe de forma resumida el trabajo realizado en esta línea y se detallan los resultados más importantes.

- Se han llevado a cabo diversos desarrollos de formulaciones fertilizantes orgánicas con el objetivo de evaluar la viabilidad de estas formulaciones, así como para la posterior caracterización de la eficacia.
- Se ha estudiado la capacidad de conservación sin biocidas mediante un ensayo de protección antimicrobiana de un producto fertilizante (**fórmula F4** a base de sales inorgánicas) con un booster conservante. Se ha validado este activo multifuncional de origen natural que actúa como *booster* de conservación en fertilizantes orgánicos, sustituyendo los conservantes habituales con biocidas.
- Se han llevado a cabo experimentos *in vitro*, pruebas *in vivo* y ensayos en cámaras bioclimáticas con diferentes cultivos. Los tratamientos evaluados incluyeron formulaciones con el activo multifuncional (T3), junto con un control sin tratamiento (T0).

Tabla 8. Descripción del ensayo

Tratamiento	Producto	Nº Aplicaciones	Intervalo de aplicación (días)	Dosis (mL/L)
T0	Control	4	7	-
T3	Booster 1%	4	7	5

A continuación, se muestran los resultados más destacables que se han obtenido al comparar el tratamiento control (T0) frente al tratamiento con el booster conservante (T3) aplicados en distintos cultivos.

Cultivo de lechuga

En el caso del cultivo de lechuga, se observa una gran mejora en el contenido de clorofilas en el tratamiento T3 en comparación con el T0.

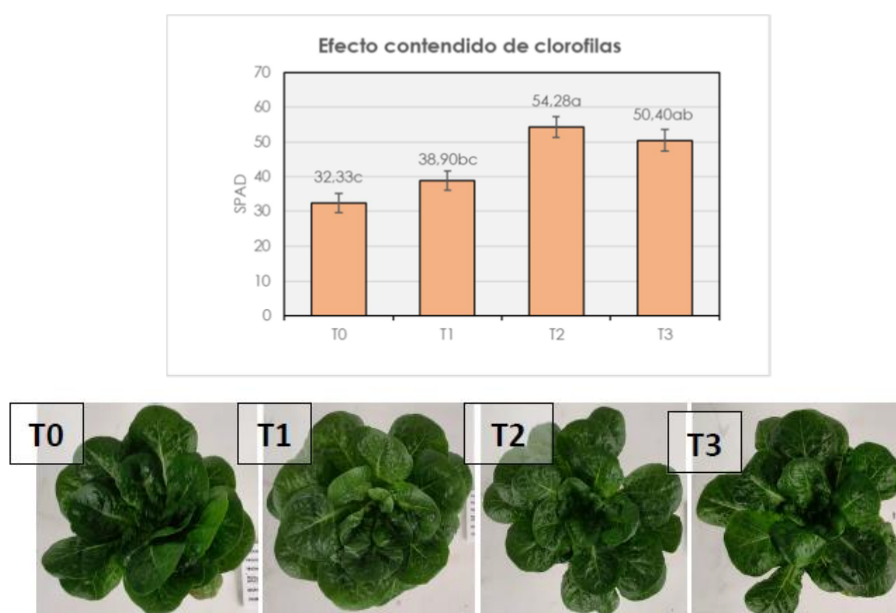


Figura 17. Efecto en el contenido de clorofilas en hojas de lechuga (imagen superior). Plantas cosechadas lechuga al final del ensayo (imagen inferior).

Cultivos de tomate, pepino y acelga

Es reseñable el resultado obtenido por el tratamiento T3 (booster conservación), en el cual las semillas de pepino y acelga germinaron al 100 %.

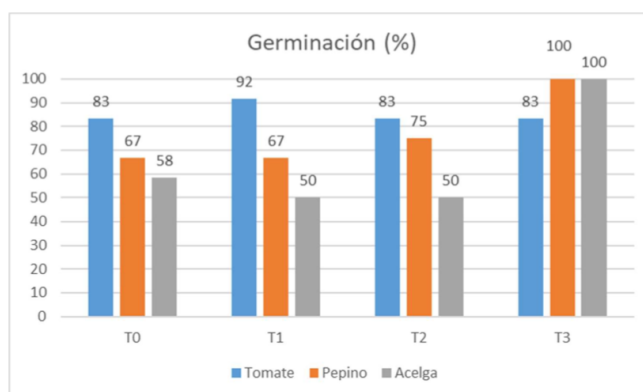


Figura 18. Efecto en la germinación en diferentes cultivos (imagen superior). Plantas de pepino en germinación tras 15 días de ensayo (imagen inferior).