



# AGROCIRC 2030

DISEÑANDO LOS ENVASES  
DEL SIGLO XXI



RESUMEN ACTIVIDADES Y  
RESULTADOS DEL PROYECTO  
DE COOPERACIÓN:

## AGROCIRC 2030:

REUTILIZANDO LOS RESIDUOS  
AGRARIOS PARA FABRICAR  
ENVASES.



SOLUCIONES  
BIODEGRADABLES

PRESEN



Unión Europea

Fondo Europeo Agrícola  
de Desarrollo Rural

*Europa invierte en las zonas rurales*



# Socios



## Socios beneficiarios



## Socios no beneficiarios



# Problema

Impacto medioambiental actual del consumo de plásticos en la industria alimentaria:

La crisis actual del sector primario: La bioeconomía como generación de nuevas oportunidades



# Objetivo general

Desarrollar diferentes tipos de soluciones biodegradables con distintos usos en el sector agrícola a partir de la revalorización de subproductos de origen agroindustrial en diferentes zonas y cultivos de Aragón.

## Objetivos estratégicos

Facilitar la labor de gestión de los residuos y subproductos de origen vegetal a las empresas agroalimentarias y canalizar todas aquellas necesidades que se puedan presentar.

Favorecer la aplicación efectiva del principio de jerarquía de los residuos, **fomentando su reutilización** y favoreciendo su trazabilidad.

Desarrollar **opciones de valorización de residuos y subproductos** con los que minimizar el coste de gestión de los mismos

**PRESENTACIÓN FINAL PROYECTO: AGROCIRC 2030**



## Impacto ambiental

Reutilización en el ciclo de producción de los materiales contenidos en los subproductos como materias primas secundarias.

Impulsar el análisis del ciclo de vida de los productos y la incorporación de criterios de ecodiseño, reduciendo la introducción de sustancias nocivas en su fabricación, facilitando la reparabilidad de los bienes producidos, prolongando su vida útil y posibilitando su valorización al final de ésta.

Favorecer la aplicación efectiva del principio de jerarquía de los residuos, promoviendo la prevención de su generación, fomentando la reutilización, fortaleciendo el reciclado y favoreciendo su trazabilidad. Estos nuevos materiales desaparecen rápidamente (biodegradabilidad/compostabilidad) o son reciclados para volver a ser usados.

## Impacto social

Se conseguirá una mayor viabilidad y rentabilidad de las explotaciones, que puede derivar, entre otras cosas, en nuevas contrataciones que contribuirán a la fijación de población en el entorno rural.



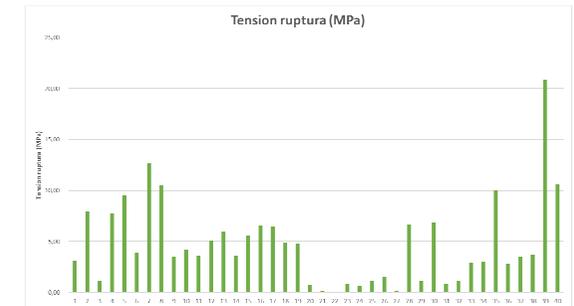


## T1.2. Análisis físico-químico de cada matriz.

Mas de 20 tipos de residuo testados/caracterizados

Casi 200 muestras de distintas características fabricadas

Caracterización en base a ensayos mecánicos en el laboratorio Feltwood (ISO527/ISO174)



### Hortícola

- Obtención de granulado Feltwood Raw
- Materiales con propiedades mecánicas
- Brócoli, judía verde

### Alta cantidad de almidón en composición

- Comportamiento en fase húmeda distinto
- Posible vía de desarrollo como aditivos
- Boniato, calabaza

### Herbáceos

- Obtención de fibras de carga
- Paja de cereal (Trigo, avena...)

### Cascarillas

- Residuos muy resistentes. No se desfibran.
- Muy complicado introducirlos en materiales
- Cascarilla de arroz, cascarilla de guisante..

### CONCLUSIONES

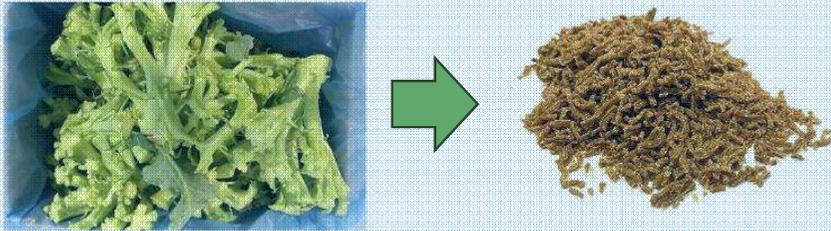
- Resultados distintos según la tipología de residuo
- Posibilidad de usar residuos herbáceos en combinación con el material obtenido del procesado de residuos hortícolas
- Posible desarrollo de la influencia de los residuos con alto nivel de almidón en estos materiales

# Actividad 2. Optimización del proceso de fabricación del material FELTWOOD en función del subproducto utilizado



**Objetivo:** Estudio de la implementación de los materiales en los procesos

Fase 1. Desde el residuo hasta Feltwood Raw



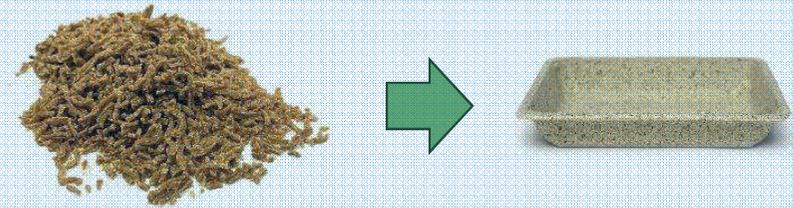
Necesidades de sistemas de triturado distintas en función del tipo de residuo.

Tasas de transformación distintas muy dependientes del grado de humedad



PRESENTACIÓN FINAL PROYECTO: AGROCIRC 2030

Fase 2. Desde Feltwood Raw hasta el producto  
Implementación de materiales Agrocirc en sistemas de producción.



Celulosa moldeada

Método estandarizado de producción de bandejas en base a fibras papeleras

Producción de 54 bandejas en diferentes composiciones para ensayo vida útil de la actividad 4.1



## Fase 2.2 Desde Feltwood raw hasta producto

### Termoformado desde lamina

Método desarrollado por Feltwood que permite el moldeado de materiales basados en fibras vegetales desde lámina y en condiciones de baja humedad

Usado para la producción de los 30 cuencos necesarios para el ensayo de vida útil de la actividad 4.1 y la valoración de su uso como semilleros

### Fabricación bandejas. Externalizado



**TS** TALLERS  
**Soteras**  
FABRICANTS DE MAQUINARIA PAPERERA



# Actividad 3. Caracterización del “material Feltwood y del fertilizante orgánico generado como residuo en el proceso industrial.



Actividad dedicada al desarrollo y validación de los materiales a nivel de propiedades.

**T3.1. Evaluación de la aptitud del “material Feltwood”** para ser transformado en diferentes **soluciones biodegradables** para el sector

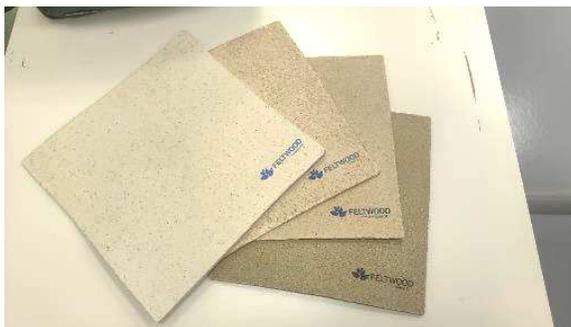
Estudio de la permeabilidad de diferentes composiciones materiales y recubrimientos.

**T3.2. Evaluación de la aptitud del residuo** derivado del proceso industrial para ser utilizado como **fertilizante orgánico**

Resultados caracterización de fertilizante por FERTINAGRO



- Producción de formetas en ITA y producción de láminas en Feltwood



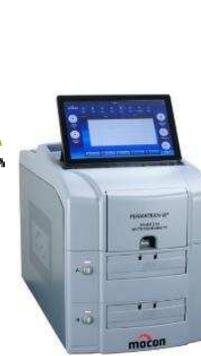
# T3.1. Evaluación de la aptitud del "material Feltwood" para ser transformado en diferentes soluciones biodegradables para el sector



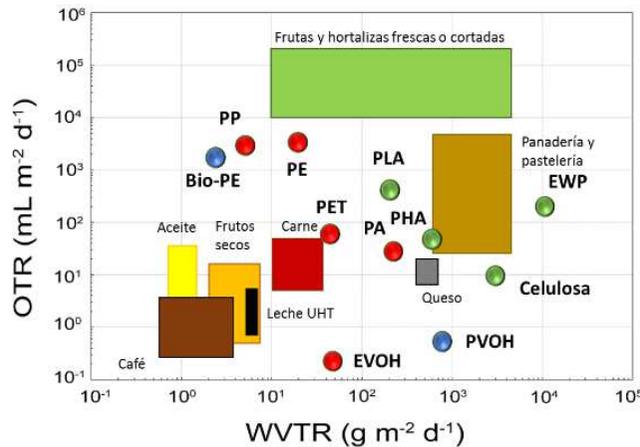
## Equipos medida de la Permeabilidad:



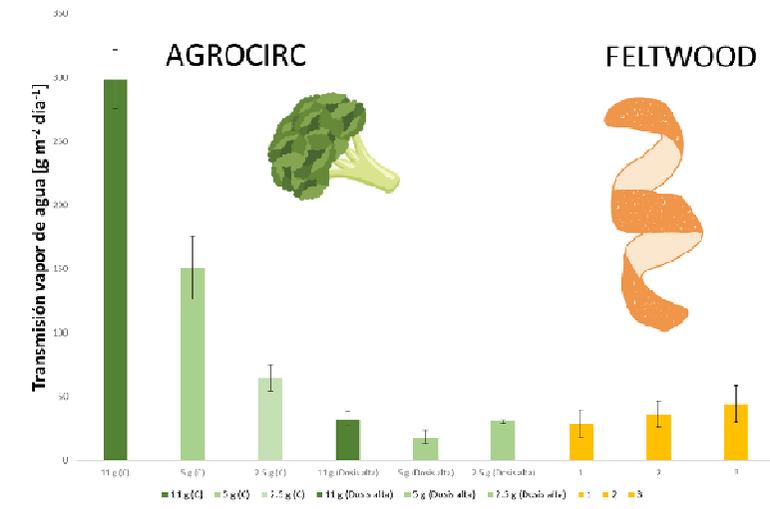
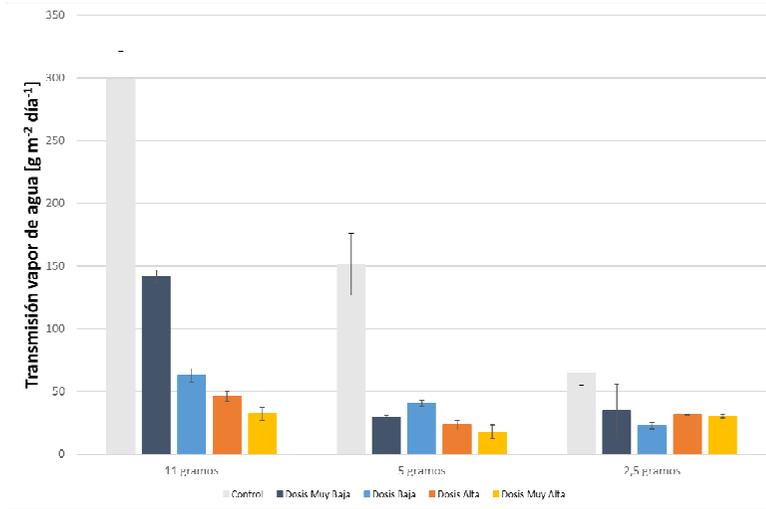
PERMATRAN-W  
(Water vapor permeability)



OX-TRAN  
(O<sub>2</sub> permeability)



# MATERIALES AGROCIRC: TRANSPORTE AL VAPOR DE AGUA

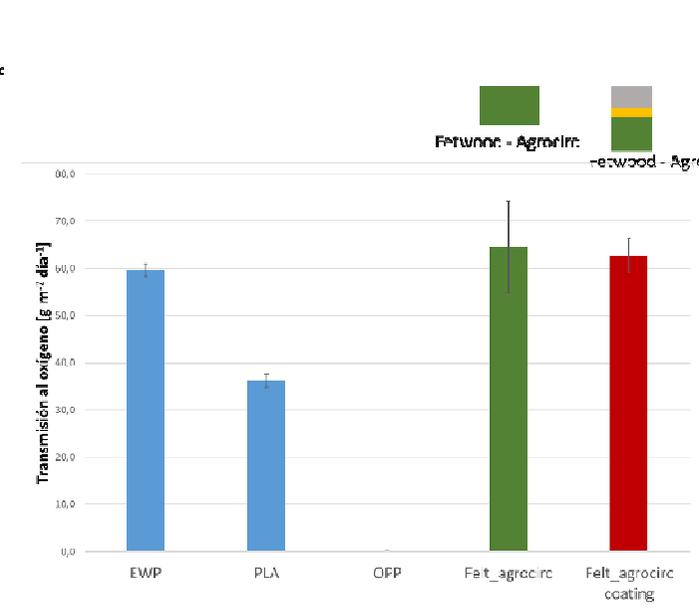
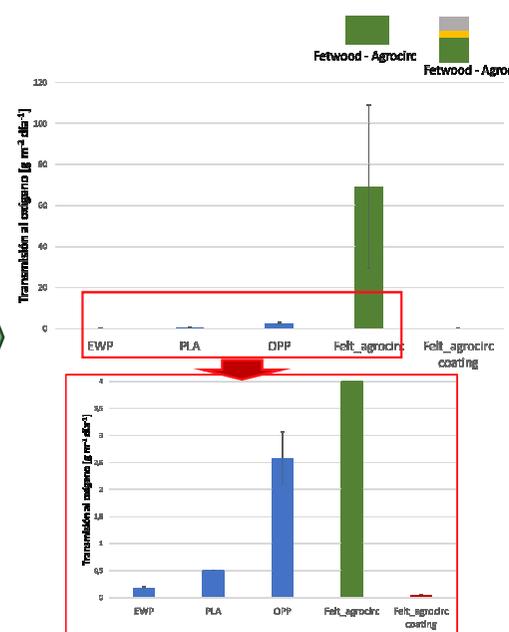


### POSIBILIDADES PARA LA MEJORA DE LA OTR Y WVTR

Wu et al. (2021)

**PR**

Material	Layer Structure
Fetwood - Agrocirc	EWP layer / Fetwood - Agrocirc
Fetwood Agrocirc	Coating / Fetwood Agrocirc
Fetwood Agrocirc	Coating / EWP layer / Fetwood Agrocirc



## T3.2. Evaluación de la aptitud del residuo derivado del proceso industrial para ser utilizado como fertilizante orgánico.



Caracterización realizada en los laboratorios de Utrillas de



Análisis composicionales y búsqueda de presencia de plaguicidas



FERTINAGRO BIOTECH S.L.  
Pol. Industrial Los Llanos S/N  
44740 UTRILLAS (TERUEL)  
CIF: B44180941  
TEL: 976768268  
FAX: 976767807

Nº Informe: FTN0083  
N06.06 F43 FTN v02 Nov20

Fecha recepción: 22/09/2022	Ref. externa:P178 Líquido judía verde (Feltwood)		
Fecha de inicio de análisis: 22/09/2022	Matriz: Orgánica		
Fecha de fin de análisis: 29/09/2022	Identificación interna: E28		
Solicitante: María Ferrer	Descripción interna: Líquido amarillo transparente		
Datos solicitante: Desarrollo (Feltwood)			
Determinación	Resultado	Unidades	Método
Densidad	1,001	gr/ml	N06.06 IE06 FTN
pH (10%)	4,47	unidad pH	N06.06 IE02 FTN
Conductividad (10%)	1536	uS/cm	N06.06 IE05 FTN
Grado sedimentación	0,67	%	N06.06 IE09 FTN
Aminoácidos libres	0,1	%	N06.06 IE15 FTN (HPLC)
Humedad secado	99,48	%	N06.06 IE03 FTN (secado 105°C)
Materia orgánica (MO)	0,38	%	N06.06 IE19 FTN (Calcinando)
Nitrógeno (N) total	200	ppm	N06.06 IE25 FTN (volumetría)
Nitrógeno (N) amoniacal	170	ppm	N06.06 IE20 FTN (volumetría)
Nitrógeno (N) orgánico	30	ppm	N06.06 IE32 FTN (cálculo)

Posibilidad de uso según Real Decreto 506/2013 como solución NPK de fertilizante orgánico.

Dificultades de valorización al tratarse de un líquido muy diluido.

Posibilidad de desarrollo para mejorar la concentración del mismo en el proceso

# Actividad 4. Validación de las soluciones biodegradables desarrolladas y del fertilizante: Ensayos con diferentes matrices vegetales y ensayos agronómicos

Actividad dedicada a la validación de los productos en aplicación.

**T4.1. Validación de las soluciones biodegradables:** estudios de vida útil en diferentes formatos de envasado y con distintas matrices de origen vegetal.

- Bioenvases en ensayos de vida útil:
  - Barquillas en Flow pack para judías verdes
  - Tarrinas postres termoselladas
- Semilleros



**T4.2 Validación del fertilizante orgánico:**

Ensayos agronómicos en invernadero:

- Lechuga
- Acelga



# T4.1. Validación soluciones biodegradables: BARQUILLAS JUDÍAS

Proceso envasado en Flow Pack: 2 tipos de films / 4 tipos barquillas /judías verde entera + IV gama



Producto final: Judía verde entera envasada

IV gama



Brócoli

Feltwood Raw

Cereal

Control

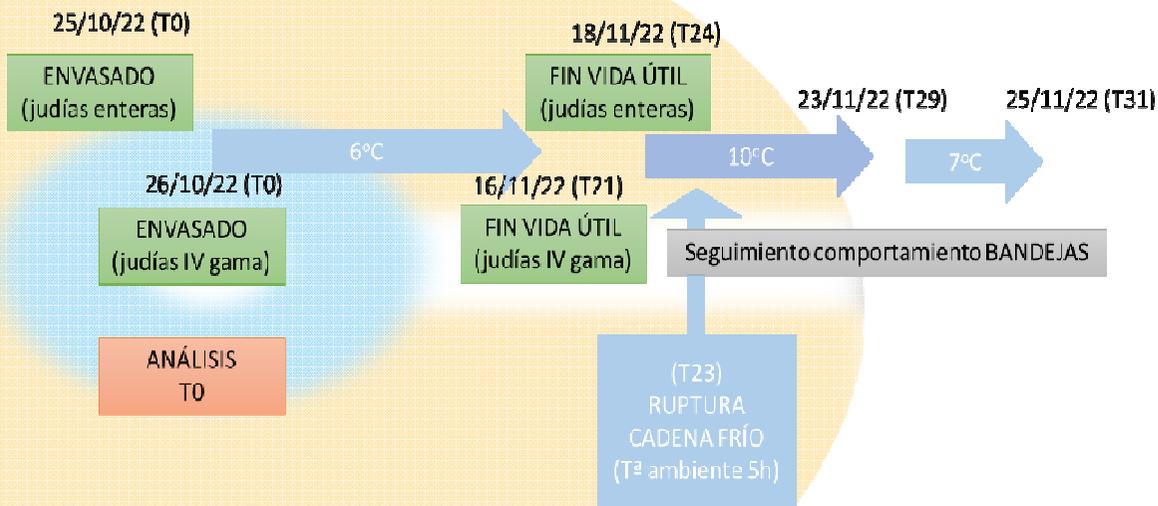


Brócoli

Feltwood Raw

Control

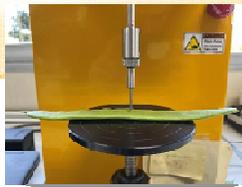
## DIAGRAMA TEMPORAL:



## PARÁMETROS DE CALIDAD:



Pérdida peso



Firmeza



Color



Actividad Respiratoria

Control Atmósfera



Monitorización: Tª y HR



Aspecto Visual



## CONCLUSIONES

La **calidad de las judías se conserva del mismo modo, independientemente de la composición de las barquillas.**

- Se observa una **mayor pérdida de peso** (aproximadamente 1% superior) en las judías conservadas en barquillas **biobasadas**, comparando frente al control. Esta ligera diferencia no llega a influir en la calidad global del producto ( $\pm 1\%$ ).
- **Firmeza, color, aspecto visual y evolución atmósferas:** evolucionan de forma similar a lo largo del tiempo, independientemente de la composición de las barquillas.

Las diferencias en la calidad de las judías **son atribuibles al tipo de film plástico** utilizado en el Flow pack.

- **PP:** Mejor **evolución atmósfera** interior envases (equilibrio gaseoso)
- **PLA:** Conserva mejor el **color** característico de las judías



## CONCLUSIONES

- Las **barquillas biobasadas** mantienen sus **propiedades físicas a lo largo de la vida útil del producto** conservado en refrigeración.
- Al finalizar la vida útil y tras someter a las barquillas a **ruptura de la cadena de frío y cambios de temperatura de conservación**, sí que se observaron diferentes comportamientos según su composición; siendo las barquillas elaboradas de Feltwood Raw las que mejor comportamiento mostraron en el manejo de los envases.



Bandejas **BRÓCOLI Y CEREAL** blandas, ligera rehidratación, resisten levemente a manipulación.

CONTROL > NARANJA > BROCY CER

T28 → Conservación a 10°C



Aguantan bien la **humedad condensada en interior** (hay más recubrimiento). En el **exterior** donde no hay recubrimiento, **no hay agua**.  
Material biobasado: **más blando**

T29 → Cambio a 7°C



Bandejas **excesivamente blandas**, se deshacen.

No cumplen función contenedora.

*NAR: Aguantan mejor, más duras.  
(Correlación con la ganancia de peso/agua de las bandejas en la conservación)*

T31 → Fin del estudio

- Como **mejora** se propone la utilización de films con **mayor permeabilidad o microperforados** (para evitar la **anoxia en el interior del envase y condensación del vapor de agua**)

## T4.1. Validación soluciones biodegradables: TARRINAS POSTRES

### Objetivo nuevo ensayo:

DISMINUCIÓN USO PLÁSTICO, se sustituye envasado en “Flow pack” por “film termosellado”.

### TARRINAS POSTRE a ensayar:



### PROCESO ENVASADO:



PRESENTACIÓN FINAL PROYECTO: AGROCIRC 2030

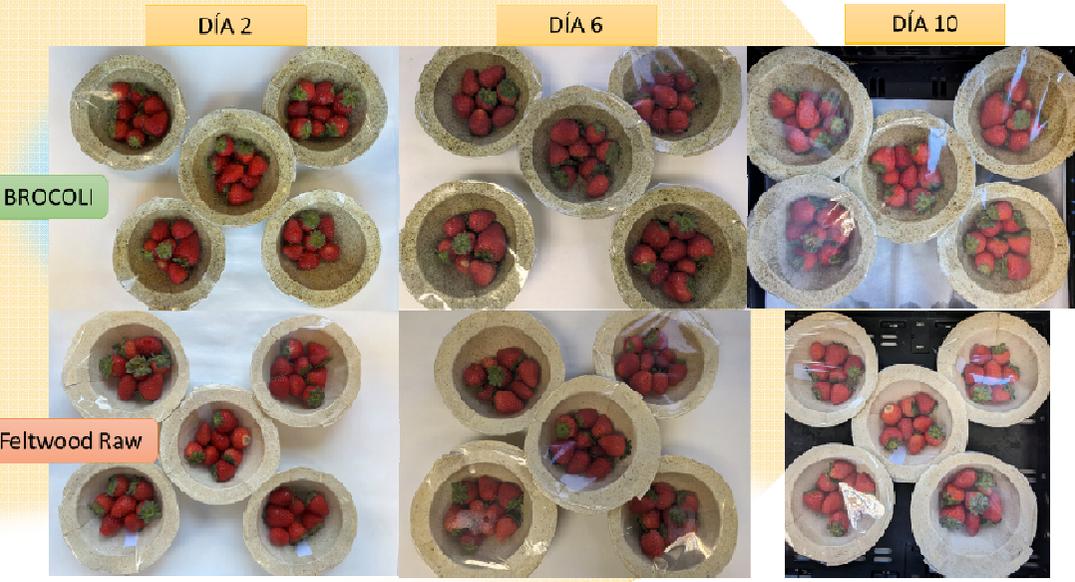
### DISEÑO EXPERIMENTAL:

MATERIAL barquilla	RECUBRIMIENTOS barquillas	ALIMENTO envasado
BROCOLI	CON recubrimiento	Fresas
		Yogur+arándanos
	SIN recubrimiento	Fresas
		Yogur+arándanos
Feltwood Raw	CON recubrimiento	Fresas
		Yogur+arándanos
	SIN recubrimiento	Fresas
		Yogur+arándanos
CONTROL	plástico	Fresas
		Yogur+ arándanos

Análisis visuales, evolución atmósfera y pérdida peso

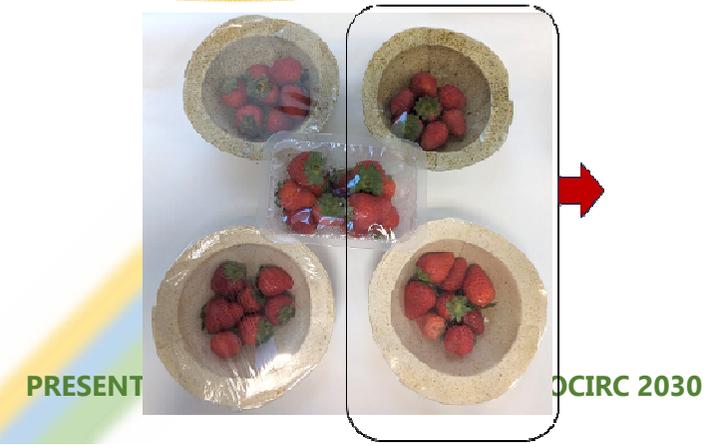


# Evolución de la calidad de la FRESA Y ESTABILIDAD de las tarrinas en refrigeración



SIN recubrimiento

## Comportamiento tarrinas CON recubrimiento



CON recubrimiento - CONDENSACIÓN



# Evolución ESTABILIDAD de las tarrinas con yogur en refrigeración

## Tarrinas SIN recubrimiento

## Tarrinas CON recubrimiento

BROCOLI

Feltwood Raw

T0

DÍA 2

DÍA 6



- No hay filtración del suero en el envase.
- Mismo comportamiento en ambos materiales (Feltwood Raw y brocoli)

Desde el momento del envasado (T0) hay filtración y se humedece el envase con el suero, provocando el ablandamiento del envase.

DÍA 2

DÍA 6

DÍA 10



BROCOLI

Feltwood Raw



## CONCLUSIONES

material	recubrimiento	Producto envasado	APTITUD
Brócoli	SIN	<b>FRESA</b>	✓
Feltwood Raw		YOGUR	✗
Brócoli	CON	<b>FRESA</b>	✗
Feltwood Raw		YOGUR	✓



## T4.1. Validación soluciones biodegradables: SEMILLEROS

### TRATAMIENTOS

TRATAMIENTOS	
T 1	Sin recubrimiento
T 2	Recubrimiento cera
T 3	Recubrimiento polímero
C	Maceta biodegradable comercial

### OBSERVACIONES:

- Germinación: 100 % de las plantas.
- Al finalizar el ensayo: baja supervivencia de plantas de tratamientos frente a 100% de supervivencia en control.

***No difunden el agua de riego del resto del sustrato al interior de la maceta***



1

2

3



**Mayor degradación de las macetas de Feltwood**

TRATAMIENTOS

CONTROL



**Mayor área de crecimiento radicular en maceteros control**

**Resultados** del ensayo orientan a porosidad baja y demasiada barrera a la transmisión de agua

**Propuesta:**

Para esta aplicación usar materiales con fibra de mayor tamaño

La permeabilidad al agua aumenta.





## T4.2. Validación FERTILIZANTE ORGÁNICO: ensayos en invernadero

**OBJETIVO:** evaluar los efectos producidos sobre las plantas cultivadas, los subproductos líquidos originados en el proceso industrial de Feltwood.

- Se evaluaron 6 subproductos: **boniato, lechuga, judía verde, trigo, cascarilla de arroz y brócoli**; recopilando parámetros fisicoquímicos como la densidad, el pH, y la conductividad eléctrica, los principales macroelementos primarios (N,P,K), secundarios (S, Ca, Mg) y otros microelementos (Fe, Mn, Zn).
- Subproductos seleccionados: **brócoli y la cascarilla de arroz**.

### LECHUGA

**FERTIRRIEGO:** 4 tratamientos: (1) control sin fertilización, (2) control con fertilización convencional, (3) cascarilla de arroz y (4) brócoli.

- Los subproductos se aplicaron **semanalmente** y el fertilizante convencional, cada dos semanas.
- 3 bloques, con 16 macetas por bloque (4 repeticiones).

**PULVERIZACIÓN FOLIAR:** 3 tratamientos: (1) Control sin pulverización; (2) cascarilla de arroz; (3) brócoli.

- Se estudiaron **dos frecuencias** de aplicación: semanales y cada dos semanas.
- 3 bloques, con 12 macetas por bloque (4 repeticiones o macetas para cada tratamiento).

DETERMINACION	BONIATO	TRIGO BLANCO	CASCARILLA ARROZ	LECHUGA	BRÓCOLI	JUDIA VERDE
Densidad	1,024	0,999	1,015	0,946	0,964	1,001
pH	4,28	6,34	6,31	6,52	6,67	4,47
Conductividad	1,24	1,61	2,6	2,53	1,3	1,566
Grado de sedimentación	2,14	N.D	N.D	N.D	N.D	0,67
Aes libros	N.D	0,18	0,13	N.D	0,18	0,1
Humedad seco	99,29	98,85	98,93	99,2	99,62	99,48
Materia Orgánica	0,71	0,74	0,73	0,56	0,76	0,38
Nitrógeno total	N.D	730	420	30	560	200
Nitrógeno amoniacal	N.D	N.D	60	0	80	140
Nitrógeno orgánico	N.D	730	360	30	480	30
Fosforo total	220,94	275,2	402,03	195,12	618,56	19,61
Fosforo soluble	225,52	22,14	25,33	291,18	234,21	1,9
Potasio total	555,55	1200	1200	1200	1200	60,72
Potasio soluble	834,41	948,02	1000	1200	855,52	N.D
Magnesio total	286,51	450,01	472,58	286,25	327,85	53,33
Magnesio soluble	237,95	224,93	311,66	127,71	140,42	43,7
Calcio total	866,51	1200	3200	977,22	968,84	165,84
Calcio soluble	645,06	365,68	1200	284,11	318,18	68,2
Azufre total	1400	1400	1400	1300	1300	114,6
Azufre soluble	529,95	1200	813,25	819,98	1300	85,74
Manganeso total	235,2	8,01	22,25	14,3	6,53	N.D
Manganeso soluble	4,26	1,17	14,31	2,62	5,66	N.D
Hierro total	40,64	844,87	142,14	65,59	41,08	4,26
Hierro soluble	1,62	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Zinc total	227,04	16,37	42,1	30,62	16,89	N.D
Zinc soluble	4,9	N.D	9,66	3,36	4,65	N.D
Boro total	2,55	8,14	6,37	3,72	3,77	N.D
Boro soluble	1,46	1,93	2,14	1,2	0,67	N.D
Molibdeno total	2,76	11,29	5,92	7,31	4,54	N.D
Molibdeno soluble	2,35	6,45	5,92	3,5	2,1	N.D
Silicio total	167,75	307,29	301,32	270,2	436,89	N.D
Cadmio	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Níquel	2,73	1,11	1,67	2,01	1,38	16,91
Cobre	9,21	12,32	15,52	11,41	10,32	31,66
Plomo	0,42	1,55	2,09	0,83	0,48	N.D
Mercurio	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D

## LECHUGA

El ensayo de lechuga se dividió en 2 según la forma de aplicación (fertirriego o foliar); utilizando el subproducto de **cascarilla de arroz** y **brócoli**.



APLICACION	FRECUENCIA	TRATAMIENTO	PESO FRESCO	
			Promedio (g)	Desviación (g)
FERTIRRIEGO	Semanal	Control	101,3	7,5
		15-15-15	110,2	13,2
		Arroz	102,7	9,5
		Brócoli	93,2	10,7
FOLIAR	Semanal	Control	98,1	10,1
		<b>Arroz</b>	<b>102,1</b>	10,0
		Brócoli	99,7	11,2
	Cada dos semanas	Control	102,7	16,1
		<b>Arroz</b>	<b>108,5</b>	8,7
		Brócoli	101,0	10,3



**Resultados:** No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.

## ACELGA



PRESENTACIÓN FINAL PROYECTO: AGROCIRC 2030

### FERTIRRIEGO:

- 4 tratamientos: **(1) control sin fertilización, (2) cascarilla de arroz y (3) brócoli.**
- La frecuencia de aplicación fue de **dos veces por semana.**
- Se dispusieron 3 bloques, con 12 macetas por bloque (4 repeticiones o macetas para cada tratamiento).

### PULVERIZACIÓN FOLIAR:

- Se estudió únicamente una frecuencia de aplicación: **dos veces por semana.**
- Se ensayaron 3 tratamientos: **(1) Control sin pulverización; (2) cascarilla de arroz; (3) brócoli.**
- Se dispusieron 3 bloques, con 12 macetas por bloque (4 repeticiones o macetas para cada tratamiento).

## ACELGA

### FERTIRRIEGO



**OBSERVACIONES:** en el ensayo de **fertirriego**, las plantas tratadas con **arroz y brócoli** presentaron un **mayor desarrollo de raíces**, que colonizaron el sustrato mucho más que el control sin fertilizar.

Tipo de tratamiento	Frecuencia	Tratamiento	Peso fresco	
			Promedio (g)	Desviación (g)
Foliar	Dos veces por semana	Control	<b>33,08</b>	4,58
		Arroz	<b>38,00</b>	4,00
		Brócoli	<b>36,92</b>	6,27
Fertirriego	Dos veces por semana	Control	<b>35,17</b>	5,49
		Arroz	<b>45,42</b>	3,23
		Brócoli	<b>50,67</b>	8,53

### RESULTADOS:

- **Aplicación Foliar:** mayor peso en tratamientos, **sin diferencias** estadísticamente significativas.
- **Aplicación Fertirriego:** **existieron diferencias estadísticamente significativas** en ambos tratamientos.

# Resultados por actividades



## Actividad 1. Residuo

- Registro de datos elaboración de un calendario de generación de residuos
- Caracterización de matrices vegetales y clasificación

## Actividad 2. Proceso

- Definición de procesos para cada tipología de residuo
- Implementación de los materiales en procesos de producción

## Actividad 3. Material

- Caracterización de la permeabilidad a gases de diferentes materiales
- Validación de las propiedades para su uso como bioenvases
- Validación de la composición del líquido de proceso como fertilizante

## Actividad 4. Aplicación

- Realización de ensayos de vida útil de los bioenvases
- Validación del uso en aplicación
- Validación del fertilizante en ensayos agronómicos por fertirriego

# Divulgación y comunicación



## Videos de divulgación:

- Cosecha en SAAR
- Análisis vida útil (FITA)
- Validación fertilizante orgánico (FITA)



## Webinars



Roll up



Los subproductos de los subproductos como fertilizantes

[https://www.youtube.com/watch?v=m63eC91DKQk&ab\\_channel=FITA](https://www.youtube.com/watch?v=m63eC91DKQk&ab_channel=FITA)



Buenos resultados con las bandejas agricirc

[https://www.youtube.com/watch?v=rKPqmE76pTk&ab\\_channel=FITA](https://www.youtube.com/watch?v=rKPqmE76pTk&ab_channel=FITA)



## PRESENTACIÓN FINAL PROYECTO: AGROCIRC 2030

# Divulgación y comunicación



Jornada Final Proyecto  
(Ed. Paraninfo)

Aparición en el programa "Tempero"  
(Antena Aragón)



Artículo en web RICA



PRESENTACIÓN FINAL PROYECTO: AGROCIRC 2030

Artículo en revista CAA



Entrevista en programa  
"De puertas al campo"  
(Aragón Radio)



# Resultados generales

## Impacto medioambiental actual del consumo de plásticos en la industria alimentaria:

Hemos demostrado que **las soluciones de bioenvase producidas en el proyecto podrían sustituir a equivalentes plásticos** en algunas aplicaciones. La presencia de este tipo de producto en el mercado generaría la **entrada de nuevos materiales procedentes de economía circular y reduciría la dependencia del plástico** del sector agroalimentario

## La crisis actual del sector primario: La bioeconomía como generación de nuevas oportunidades

Hemos validado la **existencia de una cadena de valor circular** basada en la producción de bioenvase. Se genera una nueva fuente de materias primas para packaging alimentario lo que **supone una nueva oportunidad para el sector primario**