

# EMPLEO DE MODELOS MATEMÁTICOS EN PRODUCTOS NUTRACÉUTICOS A BASE DE TÉ Y LÚPULO

*FEADER 2021/026A*

# ORBALLO



***Persona representante de la entidad beneficiaria: Gerardo Lagares Abeal***

***Presentación: Gerardo Lagares Abeal y Patricia Vega Rivera***

# ORBALLO

## Nosotros

Una empresa del sector de la alimentación dedicada al cultivo, a la producción (envasado) y a la comercialización de productos ecológicos de origen vegetal.



### 100% ECOLÓGICO

Todos nuestros productos son orgánicos, producidos sin pesticidas, herbicidas, ni abonos químicos de síntesis.



### INNOVACIÓN

Nos apoyamos en profesionales del sector y en conjunto investigamos para la creación de nuevos productos.



### DESARROLLO LOCAL

El desarrollo de nuestra empresa es fruto de las tierras y gentes donde nos encontramos.



### CALIDAD

Controlamos todo el proceso y trazabilidad de nuestros productos.



### BIODIVERSIDAD

Nuestro alrededor también es importante. Fomentamos la convivencia con las especies del entorno.

1. Contribuir al desarrollo rural y social
2. Integración vertical de todo el proceso productivo
3. Desarrollar productos innovadores

### Extracción



### Procesado y envasado



### Comercialización



## Capacidad técnica y productiva + Ámbito territorial

### Paderne



- 150.000 m<sup>2</sup> de cultivos al aire libre
- Desde 2014 la única plantación de té ecológico de ESPAÑA
- Instalaciones para secado y procesado
- Espacio dedicado a la difusión, promoción y comercialización
- Capacidad productiva té: 1 – 5 kg /planta / año

### Oleiros + Paderne



- Nave con 400 m<sup>2</sup> de superficie útil donde se realiza el envasado y distribución de todas sus referencias
- Maquinaria para procesado de té blanco, verde, rojo / negro
- Capacidad productiva: entre 1 – 5 Tm / año





El **grupo de investigación de bioquímica y biología** molecular dispone de una notable experiencia en el estudio de procesos fermentativos necesarios para el desarrollo de la investigación en este proyecto.



La **Estación Fitopatológica do Areiro** creada y perteneciente a la Diputación de Pontevedra es el centro de referencia en Galicia en la investigación en fitopatología, fruticultura y edafología. Dentro de sus líneas de investigación, participará con la unidad especializada en biotecnología vegetal.



Es una empresa de biotecnología especializada en la preparación y caracterización de extractos naturales. Posee experiencia en la determinación de distintas bioactividades en base a la realización de ensayos enzimáticos libres de células, que permiten determinar la potencial funcionalidad de un ingrediente alimentario.



Es la cooperativa gallega que está dando lugar a la recuperación y reimplantación del lúpulo en Galicia mediante la apuesta por diferentes variedades. En estos últimos años ha tenido un incremento exponencial en su producción lo que ha provocado su crecimiento y extensión a un mayor número de productores y cooperativistas.

**Objetivo general:** Desarrollar una línea de productos nutracéuticos constituidos a base de mezclas de hoja de *Camellia sinensis* y de inflorescencias de *Humulus lupulus* con propiedades saludables.

### **Objetivos específicos:**

- 1) Caracterizar las propiedades beneficiosas de las dos materias primas objeto de estudio.
- 2) Desarrollar procesos de mejora basados en estudios de inducción de rutas biosintéticas, modelos fermentativos y cultivo de raíces pilosas.
- 3) Optimizar las variables de procesos y composición de la mezcla del producto final desarrollada mediante modelos matemáticos avanzados que nos permitan obtener tres productos diferenciados.
- 4) Desarrollar una producción a escala piloto de los productos optimizados y caracterización final de las propiedades saludables que se pretendan reivindicar.

## Cronograma del proyecto



	Año 2021												Año 2022												Año 2023											
	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J								
<b>Actividad 1. Composición fitoquímica y estudio de las propiedades saludables de las materias primas</b>																																				
1.1. Análisis fitoquímico y parámetros de influencia en el contenido en principios activos																																				
1.2. Análisis estacional de la fitoquímica de las especies objeto de estudio																																				
1.3. Análisis de las propiedades saludables de la materia prima en bruto																																				
<b>Actividad 2. Desarrollo de un proceso de tratamiento basado en modelos fermentativos para ambas especies</b>																																				
2.1. Estudios individualizados de procesos fermentativos para potenciar la presencia de metabolitos funcionales																																				
2.2. Desarrollo de procesos fermentativos de mezclas de materias primas y mejora de su bioactividad																																				
<b>Actividad 3. Ensayos de optimización de las variables de proceso y composición de la mezcla del producto final</b>																																				
3.1. Optimización del contenido en L-teanina de las hojas de té																																				
3.2. Optimización de las variables de proceso fermentativo																																				
3.3. Empleo de modelos matemáticos para la obtención de mezclas sinérgicas																																				
<b>Actividad 4. Escalado del proyecto a nivel piloto</b>																																				
4.1. Estudios de escalado, parámetros de influencia																																				
4.2. Estudios de caracterización del producto final																																				

## Reparto económico total y por entidad participante

	Anualidad 2021	Anualidad 2022	Anualidad 2023
<b>Personal</b>	12.000 €	35.500 €	11.000 €
<b>STE</b>	2.000 €	4.000 €	2.500 €
<b>Material fungible</b>	1.993,70 €	7.000 €	2.962,72 €
<b>Gastos viaje</b>	100 €	250 €	150 €
<b>Costes indirectos</b>	1.800 €	5.325 €	1.650 €
<b>Otros gastos</b>	<b>10.700 €</b>	<b>57.146,17 €</b>	<b>26.914,63 €</b>
<b>Total aprobado</b>	<b>28.316,36 €</b>	<b>109.221,17 €</b>	<b>45.177,35 €</b>

Entidades Participantes	Anualidad 2021	Anualidad 2022	Anualidad 2023
<b>LUTEGA</b>	4.850 €	23.925 €	12.450 €
<b>UDC</b>	2.550 €	10.850 €	5.850 €
<b>GLECEX</b>	3.300 €	11.700 €	4.350 €
<b>AREIRO</b>	0	10.671,17 €	4.264,63 €
<b>Total</b>	<b>10.700 €</b>	<b>57.146,17 €</b>	<b>26.914,63 €</b>

Actividades	Lutega	UDC	Glecex	Areiro	Orballo
<b>1.1.</b>	X		X		X
<b>1.2.</b>	X		X	X	X
<b>1.3.</b>	X		X		X
<b>2.1.</b>	X	X	X		X
<b>2.2.</b>	X	X	X		X
<b>3.1.</b>	X			X	X
<b>3.2.</b>	X	X	X		X
<b>3.3.</b>	X	X	X		X
<b>4.1.</b>	X	X		X	X
<b>4.2.</b>	X		X	X	X

Partidas más relevantes



## Resultados obtenidos frente a la expectativa inicial

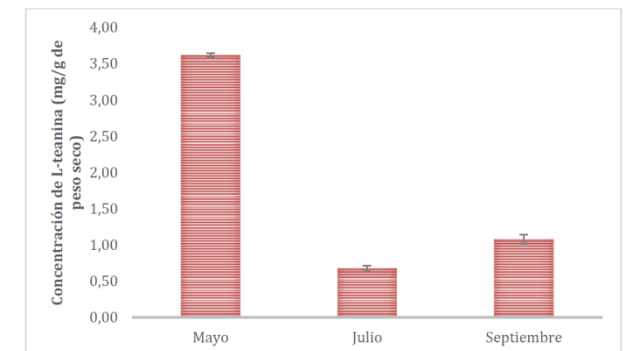
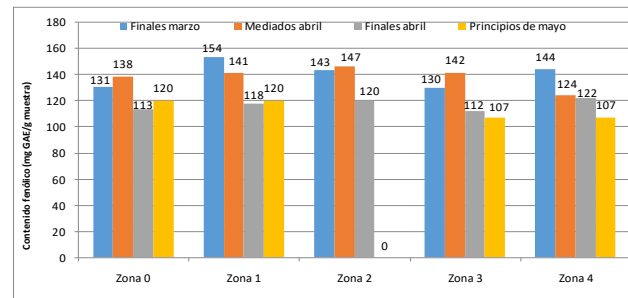


### Resultado esperado 1

- Se dispondrá de información clave como es el perfil fitoquímico de las materias primas iniciales, así como los resultados obtenidos de su capacidad frente a propiedades saludables para las cuales se pretenden desarrollar los productos nutracéuticos objeto de estudio.
- Esta primera etapa es crítica, porque en base a los resultados obtenidos se iniciarán los estudios para la mejora de estas propiedades beneficiosas.

### Resultado obtenido 1

- Se observa una concentración media de polifenoles en la flor de lúpulo de entre 4,2 y 7,5% muy superior a hojas, semillas y muestras de trepa.
- Se identificaron diferentes flavonoides en las muestras de té de los brotes crecidos en el marco del proyecto.
- Se analizó la influencia de la época de recogida en la capacidad antioxidante y contenido fenólico de las hojas, siendo dependiente del área de cultivo y obteniéndose los mejores resultados a finales, aunque sin grandes diferencias.
- Esto mismo se observa en el contenido de L-teanina siendo mayor en mayo.
- Se analizaron los niveles de ORAC total en las muestras de lúpulo llegando a niveles de hasta 11,5g trolox equivalentes de GAE.



## Resultados obtenidos frente a la expectativa inicial

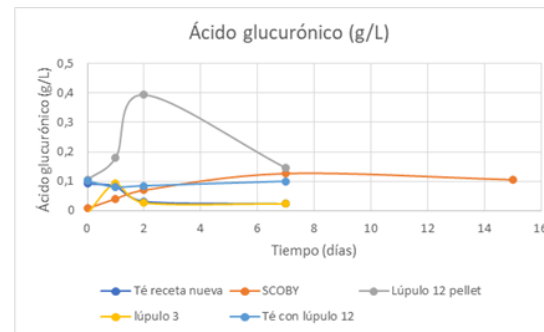
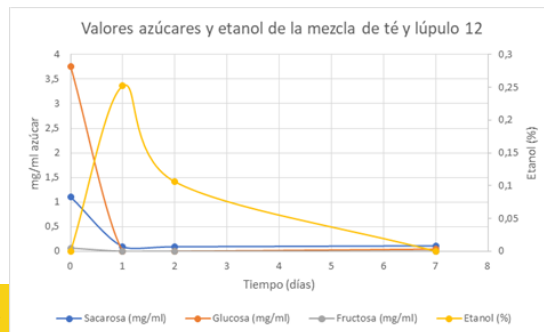
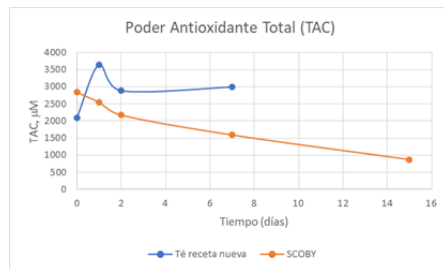


### Resultado esperado 2

- Se logrará desarrollar nuevas cepas de plantas de Camellia Sinensis más ricas en los alcaloides estudiados y en especial en la L-teanina. Se dispondrá de una estrategia fermentativa, que permitirá incrementar notablemente las moléculas bioactivas presentes en los productos finales e incluso se alcanzará el conocimiento necesario, como para obtener nuevas variantes, que en un momento dado precisen menor contenido de plaguicidas, o con una mayor fitoquímica o con menores problemas en su cultivo.

### Resultado obtenido 2

- Se ha optimizado un proceso de extracción tanto para las hojas de té como para las flores de lúpulo en pellet, basado en tiempos de extracción, temperatura, ratio muestra-disolvente y tiempo.
- Se ha optimizado un proceso fermentativo con el empleo de una bacteria L.Plantarum y la levadura Saccharomyces Boulardii, evaluando el tiempo de fermentación en base al consumo de azúcares y producción de etanol.
- Se ha evaluado la capacidad sinérgica del empleo de mezclas de té y lúpulo para lograr una mayor concentración de principios activos y propiedades funcionales de la actividad biológica de L.Plantarum y S. Boulardii.
- Se ha evaluado el comportamiento y presencia del ácido glucurónico en los productos desarrollados, siendo éste un compuesto de especial interés por el sabor que puede ofrecer a un producto comercial.



## Resultados obtenidos frente a la expectativa inicial



### Resultado esperado 3

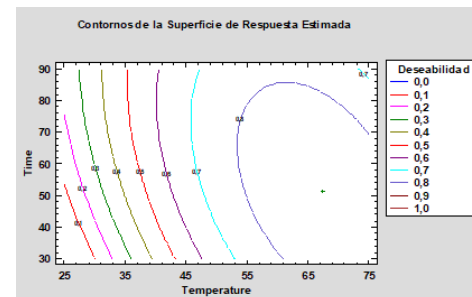
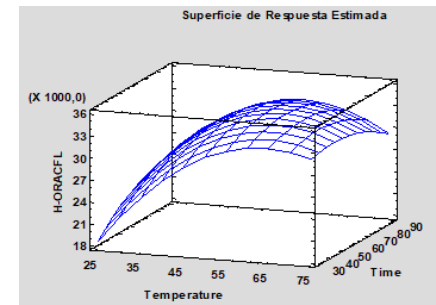
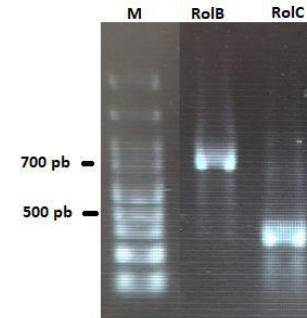
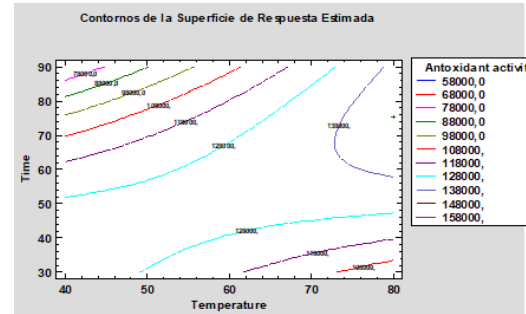
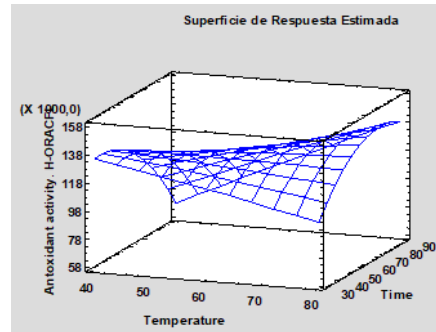
- Se realizará una optimización del proceso, fruto de la que obtendremos las condiciones finales de proceso para lograr los mayores beneficios en sus propiedades saludables.

### Resultado obtenido 3

- Se pone a punto un método de reproducción de clones para mejorar la producción de L-teanina en la línea celular de mayor interés.
- Se emplean modelos matemáticos para la optimización en el desarrollo de los concentrados de interés para lograr un producto con las mejores propiedades. De este modo, con el empleo de dominios experimentales plan factoriales y el análisis mediante la máxima pendiente se ha conseguido optimizar la producción del ácido glucurónico y capacidad antioxidante.

Tabla 2. Diseño Factorial 3<sup>2</sup> para las variables independientes, niveles y variables de respuesta.

Exp.	Variables independientes codificadas		Variables independientes		Variables de respuesta	
	Temp. °C	Time min	Temp. °C	Time min	Phenolic content mg GAE/L	H-ORAC <sub>FL</sub> μmol Trolox/L
1	-1	-1	40	30	4.710	150.966
2	-1	0	40	60	3.777	114.744
3	-1	+1	40	90	3.471	58.646
4	0	-1	60	30	2.967	97.905
5	0	0	60	60	4.097	120.861
6	0	+1	60	90	3.561	137.278
7	+1	-1	80	30	3.242	106.990
8	+1	0	80	60	4.015	155.587
9	+1	+1	80	90	4.230	118.435



## Resultados obtenidos frente a la expectativa inicial

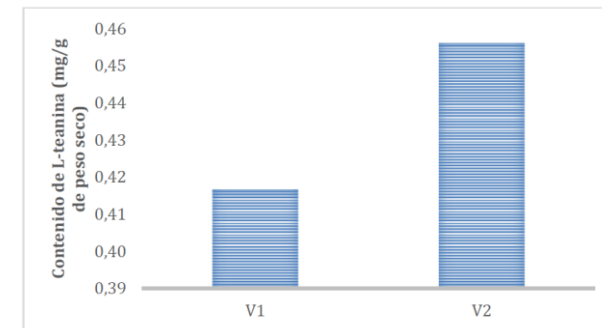
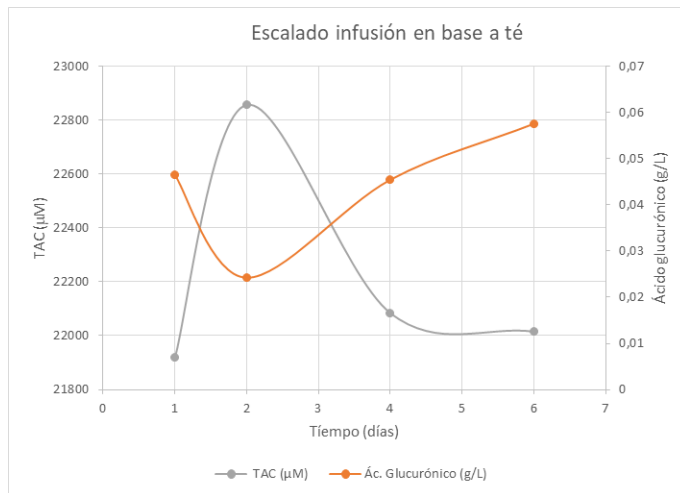


### Resultado esperado 4

- Se realizará la producción a escala piloto para poder así obtener los productos finales optimizados y se podrá realizar una caracterización del producto final y de sus propiedades beneficiosas para su comercialización.

### Resultado obtenido 4

- Se realiza un escalado de producción en fermentadores a 2 L. Se obtiene que el tiempo de fermentación más adecuado es de 2 días, momento en el que la capacidad antioxidante ofrece un máximo en sus resultados.
- Se ensaya el escalado del cultivo de células vegetales en un reactor de tanque agitado observando que reduciendo la velocidad se incrementa la productividad de biomasa y contenido de L-teanina en el reactor.



## Conclusiones - Aplicabilidad al sector productivo rural gallego

- 1) El contenido fitoquímico de las plantas de *Camellia sinensis* y *Humulus lupulus* las hacen unas candidatas idóneas como materia prima para la preparación de extractos nutraceuticos.
  - 2) Los procesos fermentativos son una gran herramienta biotecnológica que facilita la obtención de extractos de mayor actividad que la presuponible a partir del empleo de las materias primas de partida.
  - 3) Los modelos matemáticos son de gran ayuda para lograr óptimos de trabajo sin necesidad de realizar un inabarcable número de ensayos.
- Se demuestra con este proyecto que es posible abordar desde el rural gallego desarrollos de alto valor añadido como el que se ha presentado. Desarrollos que no precisan de grandes extensiones de terreno y que se pueden realizar con una agricultura ecológica y sostenible.
  - Es posible generar puestos de trabajo en el rural con planteamientos ambiciosos y con capacidad de comercialización a nivel global.



# EMPLEO DE MODELOS MATEMÁTICOS EN PRODUCTOS NUTRACÉUTICOS A BASE DE TÉ Y LÚPULO

*FEADER 2021/026A*

# ORBALLO

