

XII

JARDUNALDIA
JORNADA

**ELIKAGAIEN SEGURTASUNAREN ARLOKO
IKERKETAREN EMAITZEN TRANSFERENTZIA**

**TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE
INVESTIGACIÓN EN SEGURIDAD ALIMENTARIA**

Apirilak 10 de abril 2025



SESIÓN ALIMENTACIÓN SOSTENIBLE (11:45 - 13:20)

**Valorización de la patxa mediante
la obtención de oligosacáridos
con actividad prebiótica**

Izaskun Dávila



Universidad
del País Vasco Euskal Herriko
Unibertsitatea



**EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO**

ELIKADURA, LANDA GARAPEN,
NEKAZARITZA ETA
ARRANTZA BAILA
OSASUN BAILA

DEPARTAMENTO DE ALIMENTACIÓN,
DESARROLLO RURAL,
AGRICULTURA Y PESCA
DEPARTAMENTO DE SALUD



elika
Fundación Vasca para la
Seguridad Alimentaria
Elkartzetako Elkartean
Segurtasunerako
Eliko Fundazioa

VALORIZACIÓN DE LA PATXA MEDIANTE LA OBTENCIÓN DE OLIGOSACÁRIDOS CON ACTIVIDAD PREBIÓTICA



ÍNDICE

1. Objetivos del proyecto
2. Resultados relevantes
3. Agentes colaboradores de la cadena agroalimentaria vasca y aplicabilidad en su sector
4. Actividades de difusión y transferencia realizadas



Dr. Izaskun Dávila Rodríguez



VALORIZACIÓN DE LA PATXA MEDIANTE LA OBTENCIÓN DE OLIGOSACÁRIDOS CON ACTIVIDAD PREBIÓTICA



1. OBJETIVOS

Objetivo 1. Valorizar un residuo abundante en la CAV como la patxa.

Objetivo 2. Optimizar la obtención de los oligosacáridos de la patxa mediante tratamientos hidrotérmicos.

Objetivo 3. Intensificar el tratamiento hidrotérmico con microondas para reducir el requerimiento energético del proceso de producción de oligosacáridos.

Objetivo 4. Comparar la actividad prebiótica de los oligosacáridos obtenidos con prebióticos comerciales como la lactulosa o la inulina.

Objetivo 5. Evaluar el empleo de un sistema bifásico (agua/disolvente orgánico) con el fin de obtener y purificar los oligosacáridos en una única etapa.

Objetivo 6. Estudiar la sostenibilidad de los diferentes procesos de obtención de oligosacáridos mediante análisis del ciclo de vida.

Objetivo 7. Emplear las condiciones optimizadas y el procedimiento medioambientalmente más sostenible para obtener oligosacáridos de otro subproducto abundante en la CAV como es el raspón.



Dr. Izaskun Dávila Rodríguez



VALORIZACIÓN DE LA PATXA MEDIANTE LA OBTENCIÓN DE OLIGOSACÁRIDOS CON ACTIVIDAD PREBIÓTICA



2. RESULTADOS RELEVANTES

Objetivo 1. Valorizar un residuo abundante en la CAV como la patxa.

Producción de sidra en la CAV:
 $12 \cdot 10^6$ L/ anualmente de Septiembre a Enero



Cantidad de manzanas empleadas:
 $> 6 \cdot 10^6$ kg



Lavado y prensado



Residuo



Patxa

20-30% del peso de la manzana



Aplicaciones actuales



Vertidos en vertedero



Alimento para animales



Dr. Izaskun Dávila Rodríguez



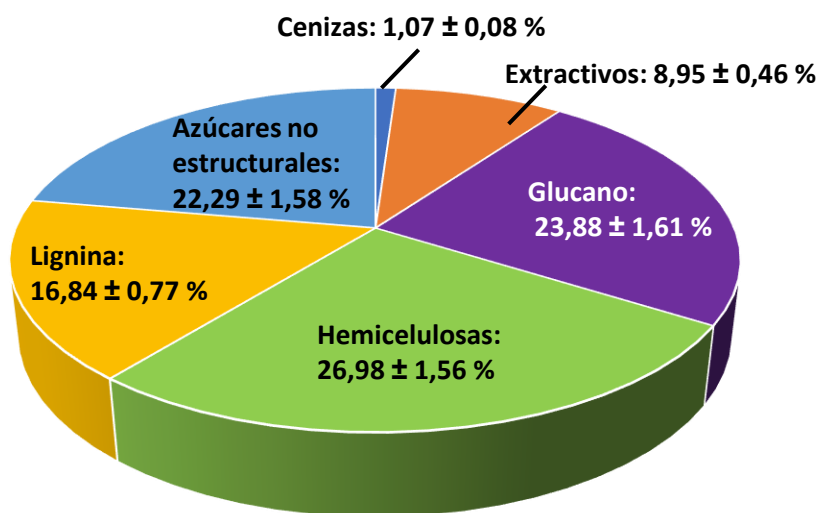
VALORIZACIÓN DE LA PATXA MEDIANTE LA OBTENCIÓN DE OLIGOSACÁRIDOS CON ACTIVIDAD PREBIÓTICA



2. RESULTADOS RELEVANTES

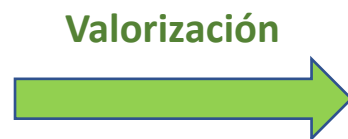
Objetivo 1. Valorizar un residuo abundante en la CAV como la patxa.

Composición de la patxa



El alto contenido en azúcares no estructurales se debe al contacto de la patxa con el zumo de manzana durante el prensado.

✓ **Alto contenido en glucano y hemicelulosas:**
 Ideal como fuente de oligosacáridos



De gran interés para **farmacéuticas** e **industria alimentaria**



Actividad prebiótica

✗ **Alto contenido en azúcares no estructurales, mayormente monosacáridos:**

Necesario eliminarlos previo a la extracción de oligosacáridos



Dr. Izaskun Dávila Rodríguez



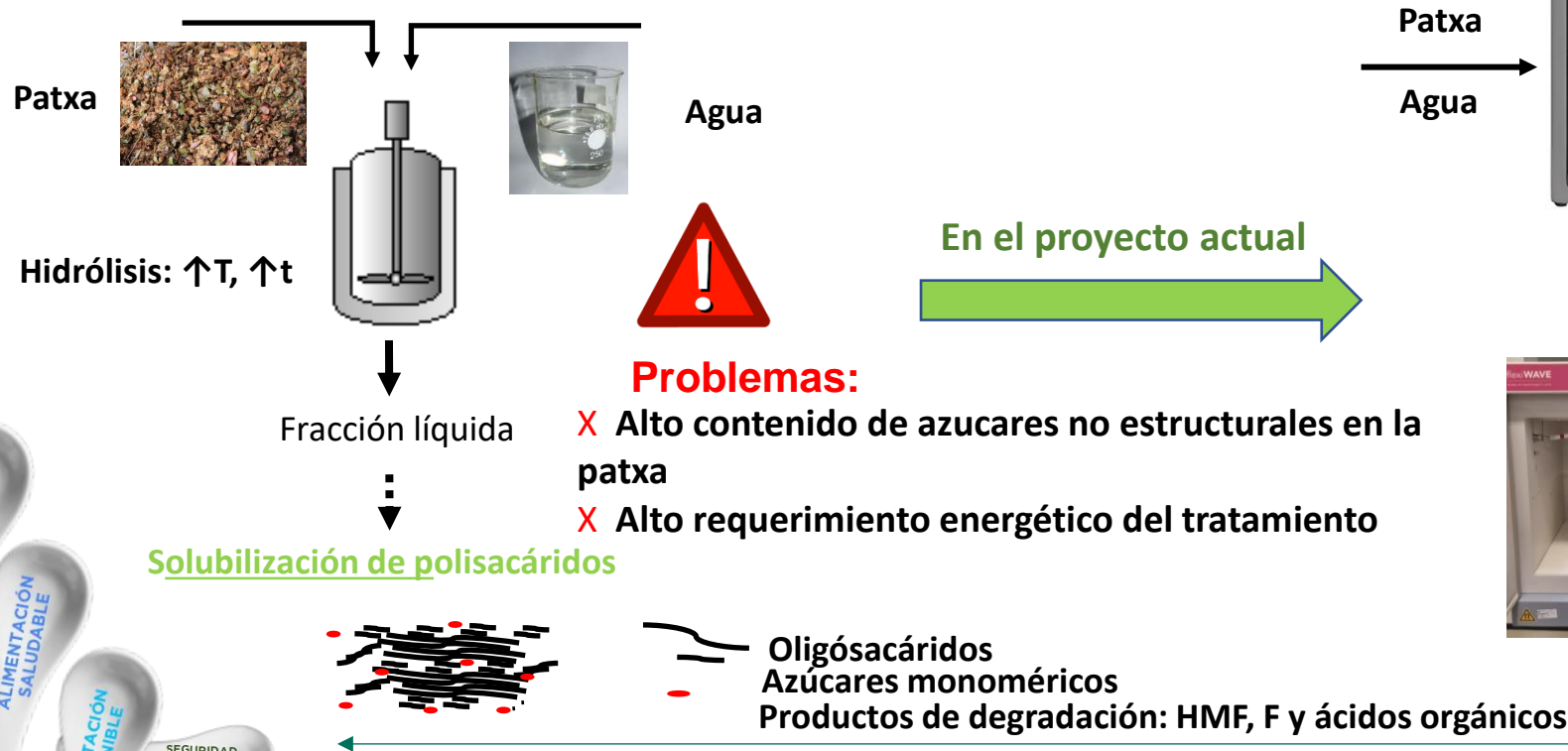
VALORIZACIÓN DE LA PATXA MEDIANTE LA OBTENCIÓN DE OLIGOSACÁRIDOS CON ACTIVIDAD PREBIÓTICA



2. RESULTADOS RELEVANTES

Objetivos 2 y 3. Obtención de oligosacáridos mediante tratamientos hidrotérmicos intensificados y su optimización

Método tradicional para la obtención de oligosacáridos



- Problemas:**
- ✗ Alto contenido de azúcares no estructurales en la patxa
 - ✗ Alto requerimiento energético del tratamiento



1° Pretratamiento hidrotérmico con US

- ✓ Eliminación de azúcares no estructurales
- ✓ Obtención de oligosacáridos

2° Tratamiento hidrotérmico con MW

- ✓ Obtención de oligosacáridos con mayor pureza
- ✓ Mejora de la sostenibilidad del método tradicional



Dr. Izaskun Dávila Rodríguez

VALORIZACIÓN DE LA PATXA MEDIANTE LA OBTENCIÓN DE OLIGOSACÁRIDOS CON ACTIVIDAD PREBIÓTICA



2. RESULTADOS RELEVANTES

Objetivos 2 y 3. Obtención de oligosacáridos mediante tratamientos hidrotérmicos intensificados y su optimización

1º Pretratamiento hidrotérmico con US

Optimización mediante el diseño de experimentos para maximizar la obtención de oligosacáridos

Exp.	T (°C)	t (min)	Amplitud (%)	Oligosacáridos (g/L)
1	53	5	80	14,74
2	66	20	50	10,32
3	66	5	50	6,50
4	53	12,5	50	9,00
5	66	12,5	20	10,33
6	40	12,5	80	11,11
7	40	5	50	5,59
8	40	12,5	20	10,38
9	66	12,5	80	17,25
10	53	20	80	14,61
11	53	20	20	9,38
12	53	5	20	6,58
13	53	12,5	50	7,34
14	53	12,5	50	8,50
15	40	20	50	6,98

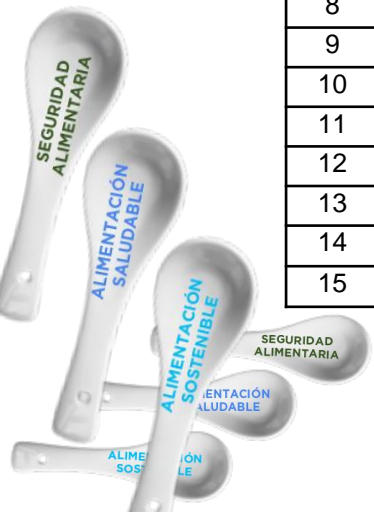
- **Variables experimentales a estudiar:**
 - Temperatura (T)
 - Tiempo de reacción (t)
 - Amplitud del US (A)
- **Variable respuesta a estudiar:** • Concentración de oligosacáridos

- **Ecuación de la optimización:**

$$[\text{OLIGOSACÁRIDOS}] (g/L) = 8,28 + 1,29 T + 2,63 A + 1,55 T * A + 3,98 A^2$$

$R^2 = 0,957 \rightarrow$ El modelo matemático es adecuado

- **La concentración de oligosacáridos obtenidos:**
 - ✓ Depende de la temperatura y de la amplitud del US
 - ✓ No depende significativamente del tiempo de reacción



Dr. Izaskun Dávila Rodríguez

VALORIZACIÓN DE LA PATXA MEDIANTE LA OBTENCIÓN DE OLIGOSACÁRIDOS CON ACTIVIDAD PREBIÓTICA



2. RESULTADOS RELEVANTES

Objetivos 2 y 3. Obtención de oligosacáridos mediante tratamientos hidrotérmicos intensificados y su optimización

1º Pretratamiento hidrotérmico con US

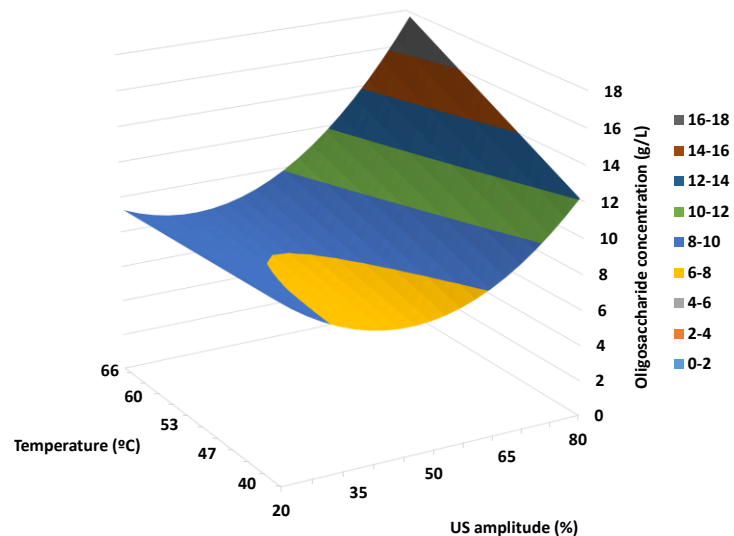


Fig. Influencia de la temperatura y de la amplitud de US en la obtención de oligosacáridos

Condiciones óptimas:

T = 66 °C
t = 16 min
Amplitud US = 80 %

Efecto del US en la obtención de oligosacáridos

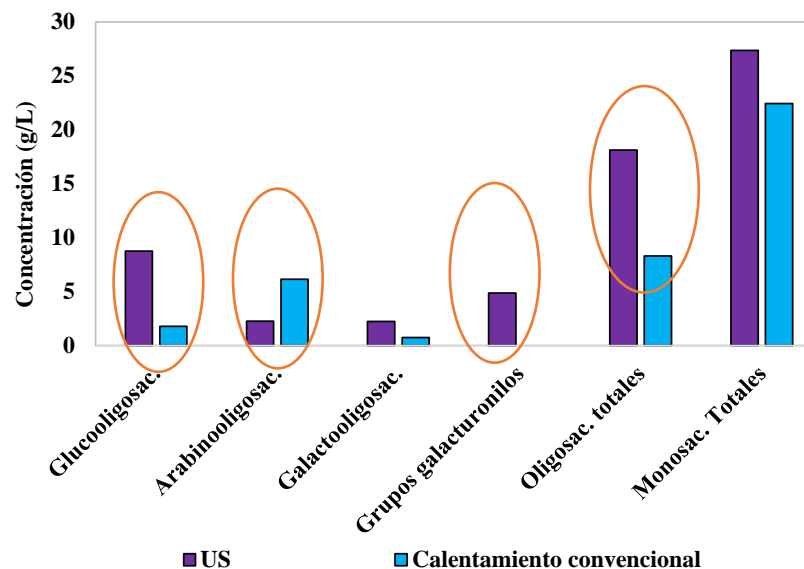


Fig. Composición de los oligosacáridos obtenidos en el pretratamiento con US y el pretratamiento con calentamiento convencional

- ✓ El pretratamiento con US permite la obtención de una mayor cantidad de oligosacáridos.
- ✓ La composición de los oligosacáridos obtenidos en ambos tratamientos es diferente.



Dr. Izaskun Dávila Rodríguez

VALORIZACIÓN DE LA PATXA MEDIANTE LA OBTENCIÓN DE OLIGOSACÁRIDOS CON ACTIVIDAD PREBIÓTICA



2. RESULTADOS RELEVANTES

Objetivos 2 y 3. Obtención de oligosacáridos mediante tratamientos hidrotérmicos intensificados y su optimización

2º Tratamiento hidrotérmico con MW

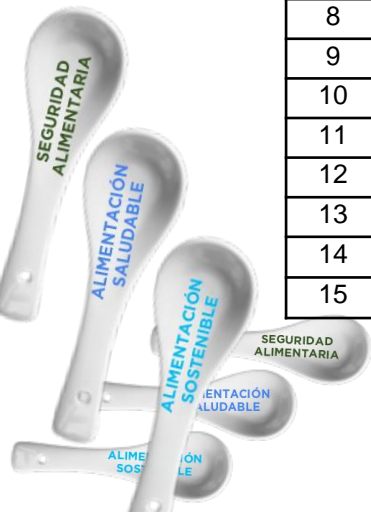
Optimización mediante el diseño de experimentos para maximizar la obtención de oligosacáridos

Exp.	T (°C)	t (min)	Concentración catalizador H ₂ SO ₄ (M)	Oligosacáridos (g/L)
1	200	10	0,025	0,00
2	160	20	0,025	2,51
3	120	30	0,025	15,02
4	120	10	0,025	22,45
5	120	20	0,025	16,23
6	200	30	0,025	1,31
7	160	30	0	22,13
8	160	20	0,025	2,09
9	200	20	0	7,85
10	120	20	0	27,34
11	160	20	0,025	5,24
12	160	30	0,05	14,54
13	200	20	0,05	8,27
14	160	10	0,05	4,58
15	160	10	0	27,85

- **Variables experimentales a estudiar:**
 - Temperatura (T)
 - Tiempo de reacción (t)
 - Concentración de catalizador (H₂SO₄) (M)
- **Variable respuesta a estudiar:** Concentración de oligosacáridos
- **Ecuación de la optimización:**

$$[\text{OLIGOSACÁRIDOS}](g/L) = 3,73 - 7,90 T - 5,58 [\text{H}_2\text{SO}_4] + 8,84 [\text{H}_2\text{SO}_4]^2$$

R²= 0,936 → El modelo matemático es adecuado
- **La concentración de oligosacáridos obtenidos:**
 - ✓ Depende de la temperatura y de concentración del catalizador
 - ✓ No depende significativamente del tiempo de reacción



Dr. Izaskun Dávila Rodríguez

VALORIZACIÓN DE LA PATXA MEDIANTE LA OBTENCIÓN DE OLIGOSACÁRIDOS CON ACTIVIDAD PREBIÓTICA



2. RESULTADOS RELEVANTES

Objetivos 2 y 3. Obtención de oligosacáridos mediante tratamientos hidrotérmicos intensificados y su optimización

2º Tratamiento hidrotérmico con MW

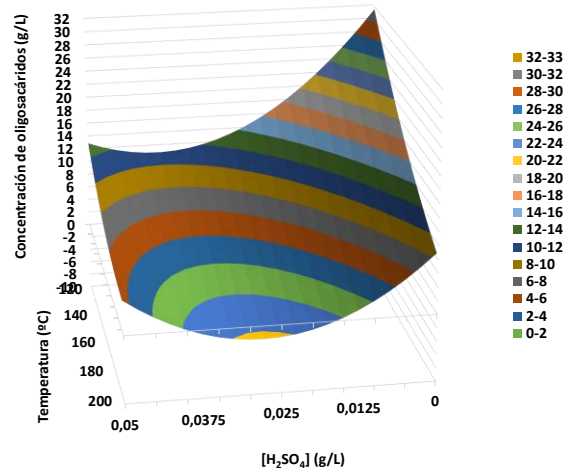


Fig. Influencia de la temperatura y la concentración de H₂SO₄ en la obtención de oligosacáridos



Condiciones óptimas:
 T = 120 °C
 t = 20 min
 [H₂SO₄] = 0 M

Condiciones óptimas:

Efecto de la etapa de pretratamiento en la obtención de oligosacáridos

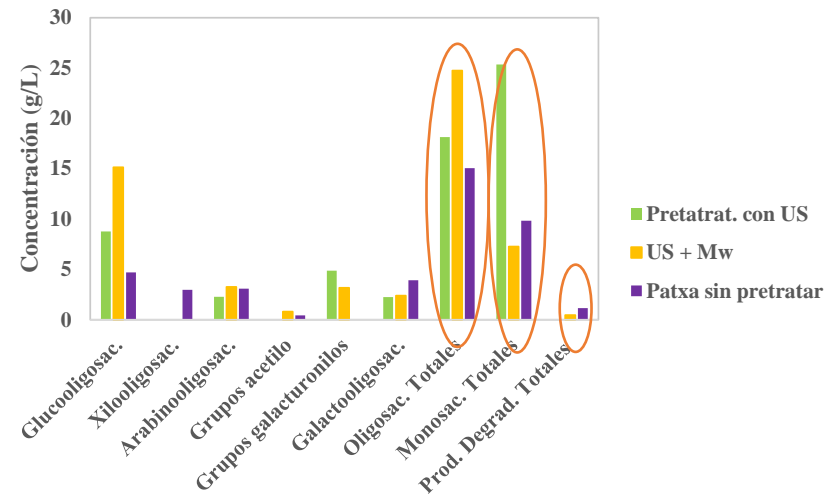


Fig. Composición de los oligosacáridos obtenidos en el durante el pretratamiento con US y el tratamiento con MW de la patxa pretratada y sin pretratar.

- ✓ La composición de los oligosacáridos varía significativamente con el tratamiento.
- ✓ El pretratamiento con US permite la obtención de una mayor cantidad de oligosacáridos con una mayor pureza.



Problemas: Durante el tratamiento se produce la solubilización del 29.74% de la lignina de la patxa



Dr. Izaskun Dávila Rodríguez

VALORIZACIÓN DE LA PATXA MEDIANTE LA OBTENCIÓN DE OLIGOSACÁRIDOS CON ACTIVIDAD PREBIÓTICA



2. RESULTADOS RELEVANTES

Objetivo 4. Comparar la actividad prebiótica de los oligosacáridos obtenidos con prebióticos comerciales

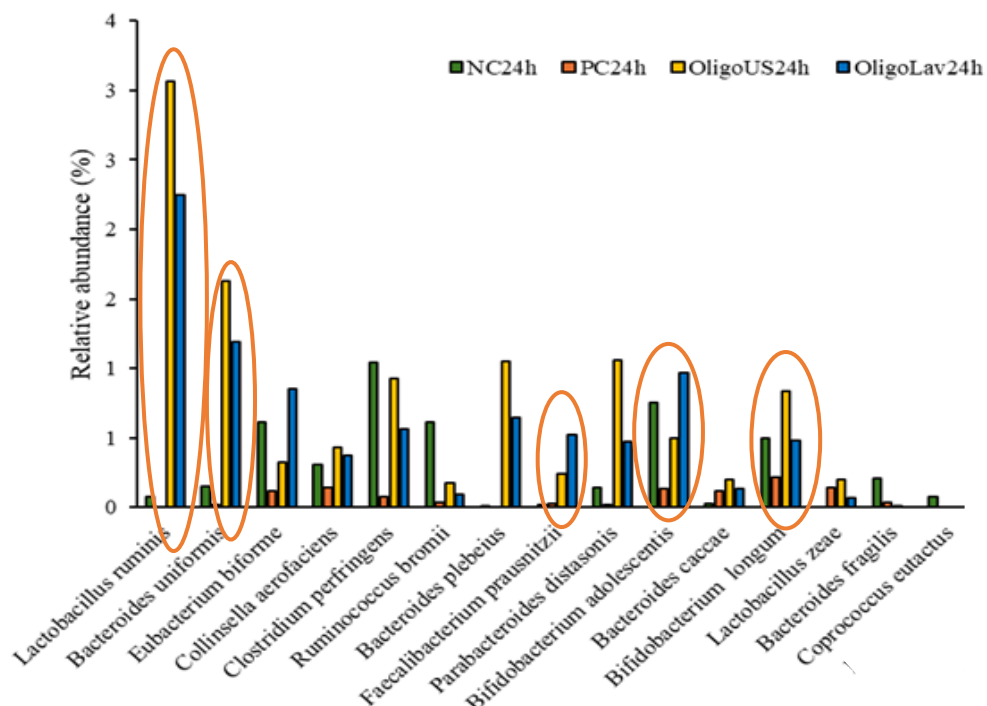


Fig. Comparación del efecto prebiótico causado por los oligosacáridos obtenidos en los procesos de pretratamiento comparado con la Inulina (PC24h)

Actividad prebiótica



Capacidad de un alimento de mejorar el crecimiento de bacterias beneficiosas en el colón.

- ✓ Los oligosacáridos obtenidos en la etapa de pretratamiento con US (OligoUS24h) o con calentamiento convencional (OligoLav24h) y el prebiótico comercial, inulina (PC24h) favorecen el crecimiento de diferentes bacterias.
- ✓ Los oligosacáridos obtenidos de la patxa favorecen:
 - *Lactobacillus ruminis*: Presente en productos lácteos fermentados y en el intestino del ser humano.
 - *B. adolescentis* y *B. longum*: Ayudan a mantener la homeostasis intestinal.
 - *Bacteroides uniformis*: Regulador de la inflamación en enfermedades intestinales.
 - *Faecalibacterium prausnitzii*: Importante para la salud humana.



Dr. Izaskun Dávila Rodríguez

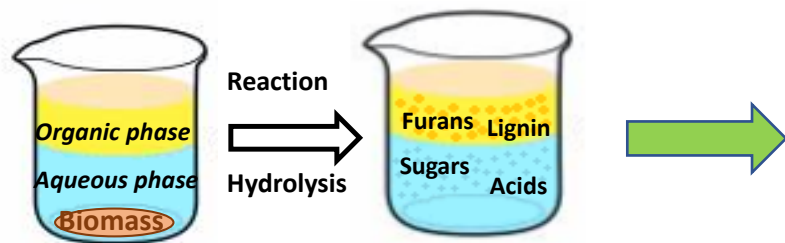
VALORIZACIÓN DE LA PATXA MEDIANTE LA OBTENCIÓN DE OLIGOSACÁRIDOS CON ACTIVIDAD PREBIÓTICA



2. RESULTADOS RELEVANTES

Objetivo 5. Evaluar el empleo de un sistema bifásico (agua/disolvente orgánico) durante el tratamiento hidrotérmico con

Sistema bifásico



La reacción se lleva a cabo empleando un sistema formado por dos disolventes parcial o completamente inmiscibles (Agua/Butanol)

Beneficios

- ✓ Eliminación de sub-productos no deseados
- ✓ Catalizar la reacción

MW

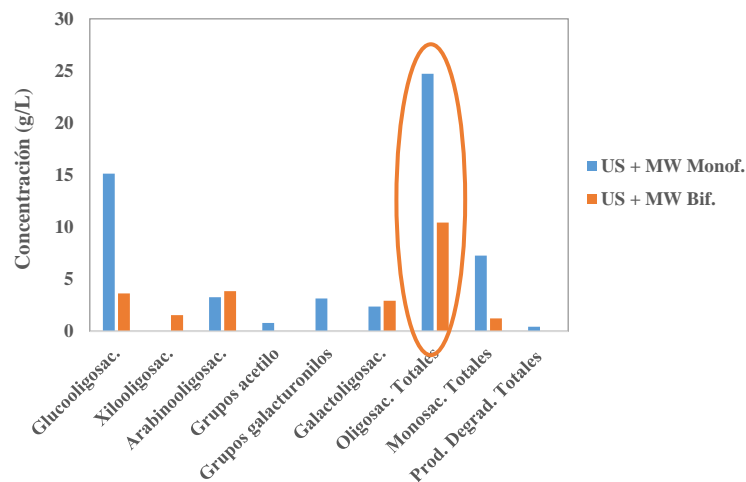


Fig. Composición de los oligosacáridos obtenidos durante el tratamiento hidrotérmico con MW realizado con un sistema monofásico y bifásico.

- ✓ Se elimina un 63.9% de hemicelulosas en el tratamiento monofásico y un 91,64% en el tratamiento bifásico.
- ✓ La cantidad de oligosacáridos obtenidos con el sistema bifásico es menor que la obtenida con el sistema monofásico.
- ✓ La fase orgánica obtenida durante el tratamiento con sistema bifásico contiene 0,22 g/L de 5-hidroximetil furfural.
- ✗ El sistema bifásico cataliza demasiado la reacción, es necesario usar condiciones más suaves.



Dr. Izaskun Dávila Rodríguez

VALORIZACIÓN DE LA PATXA MEDIANTE LA OBTENCIÓN DE OLIGOSACÁRIDOS CON ACTIVIDAD PREBIÓTICA



2. RESULTADOS RELEVANTES

Objetivo 6. Estudiar la sostenibilidad de los tratamientos mediante el análisis del ciclo de vida.

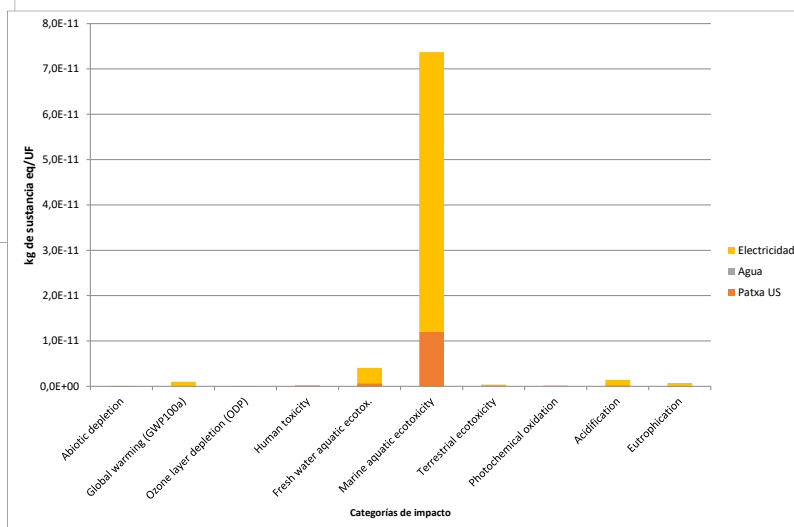
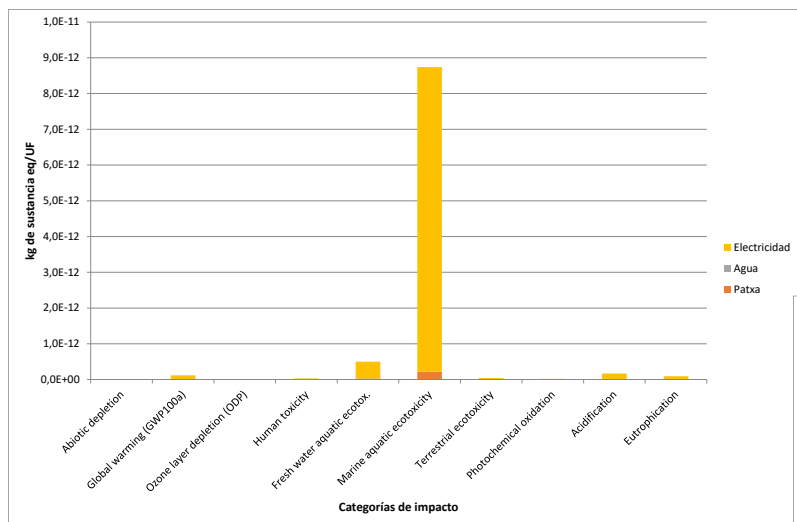


Fig. Impacto ambiental generado por la obtención de oligosacáridos con US (a) y MW (b).

- ✓ El pretratamiento hidrotérmico de la patxa con US y el tratamiento hidrotérmico con MW ejercen el mayor impacto en la categoría de ecotoxicidad del medio marino.
- ✓ El problema de ambos tratamientos es el elevado consumo energético.
- ✓ Pero el impacto global de la producción de oligosacáridos de ambos tratamientos no fueron elevados, por lo que ambos procesos se consideran **medioambientalmente sostenibles**.



Dr. Izaskun Dávila Rodríguez

VALORIZACIÓN DE LA PATXA MEDIANTE LA OBTENCIÓN DE OLIGOSACÁRIDOS CON ACTIVIDAD PREBIÓTICA

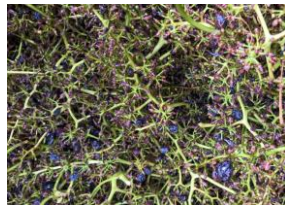


2. RESULTADOS RELEVANTES

Objetivo 7. Emplear las condiciones optimizadas y el procedimiento medioambientalmente más sostenible para obtener oligosacáridos con el raspón.



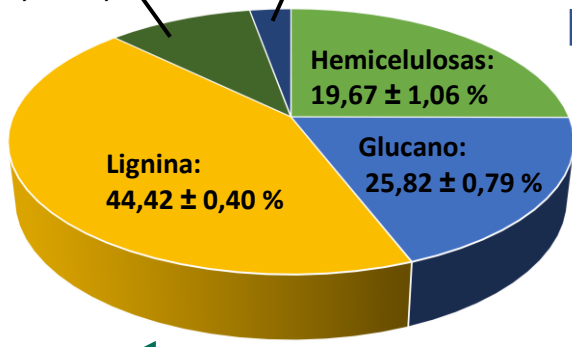
Hectáreas dedicadas a la producción del vino en la CAV: 14500 hectárea en 2020



Raspón: 5 % del peso de la uva utilizada

Extractivos: $10,20 \pm 0,50$ %

Cenizas: $2,90 \pm 0,13$ %



Extracción secuencial de oligosacáridos del raspón

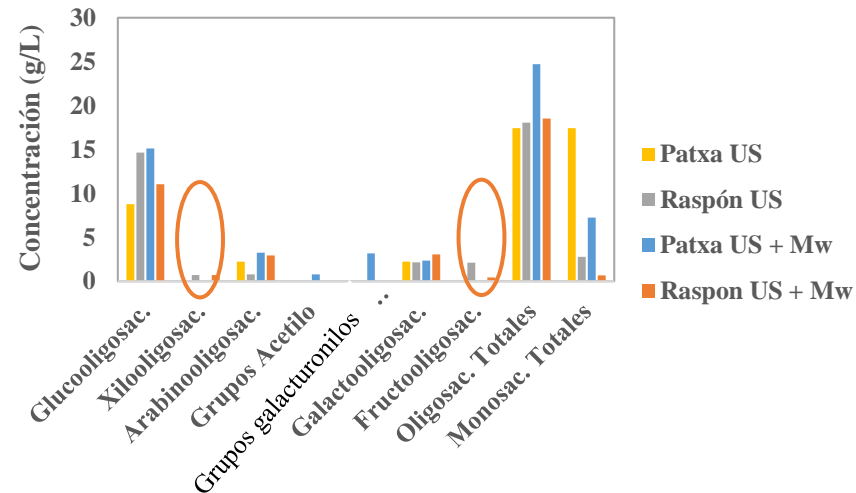
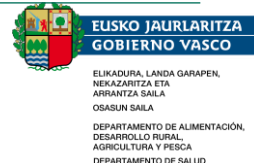


Fig. Composición de los oligosacáridos obtenidos a partir de la patxa y del raspón mediante el pretratamiento hidrotérmico con US y el tratamiento hidrotérmico con MW.

- ✓ El tipo de materia prima influye en el la cantidad y en la composición de los oligosacáridos obtenidos.
- ✓ Se pudieron obtener xilooligosacáridos y fructooligosacáridos del raspón.
- ✓ Teniendo en cuenta la cantidad obtenida de oligosacáridos del raspón, se puede concluir que la extracción secuencial de oligosacáridos propuesta es efectiva.



Dr. Izaskun Dávila Rodríguez



VALORIZACIÓN DE LA PATXA MEDIANTE LA OBTENCIÓN DE OLIGOSACÁRIDOS CON ACTIVIDAD PREBIÓTICA

3. AGENTES COLABORADORES DEL ECOSISTEMA VASCO ALIMENTARIO Y SU APLICABILIDAD

- **Suministradores de la patxa:**
 - **Sidreria Zabala**
(Goiburu Auzoa, 4, 20150 Aduna, Gipuzkoa)
 - **Sidreria Olagi**
(Altzaga Bidea, 1, 20248 Altzaga, Gipuzkoa)
- **Suministrador del raspón:**
 - **Bodega Campo Viejo**
(Cam. de Lapuebla de Labarca, 50, 26007 Logroño, La Rioja)



Dr. Izaskun Dávila Rodríguez



VALORIZACIÓN DE LA PATXA MEDIANTE LA OBTENCIÓN DE OLIGOSACÁRIDOS CON ACTIVIDAD PREBIÓTICA

4. ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN Y TRANSFERENCIA



Contribución a congresos:

- **Congreso:** 8th International Solvothermal and Hydrothermal Association Conference, Valladolid (2023).
Tipo de contribución: Poster
Título de la contribución: Influence of the ultrasounds during the sequential extraction of oligosaccharides from apple pomace.
Autores: Amaia Molares, Xabier Erdocia, Leyre Sillero, Fabio Hernandez-Ramos, Jalel Labidi, Izaskun Dávila-Rodríguez.
- **Congreso:** 5^h Iberoamerican Congress on Biorefineries, Jaen (2024).
Tipo de contribución: Oral
Título de la contribución: Influence of the ultrasounds on the optimised extraction of oligosaccharides from apple from apple pomace by microwave-assisted autohydrolysis.
Autores: Izaskun Dávila-Rodríguez, Amaia Morales, Itziar Egües, Itsasne Beitia, Amaia Quintela, María González Alriols.

Publicaciones científicas:

- Tres artículos científicos pendientes de escritura.



Dr. Izaskun Dávila Rodríguez

