

10 Septiembre
11:00 hrs

DESARROLLO DE
INGREDIENTES INTELIGENTES:
DEL LABORATORIO A LA GÓNDOLA

INGREDIENTES NATURALES:
NUEVAS TECNOLOGÍAS
Y APLICACIONES

FORMULACIÓN DE INGREDIENTES INTELIGENTES: “LIBERACIÓN CONTROLADA DE COMPUESTOS BIOACTIVOS”

Inés Cea Pavez

Dra. en Nutrición y Alimentos

Centro de Biotecnología de Sistemas, Fraunhofer Chile Research
Avenida Del Cóndor 844, piso 3, Huechuraba, Santiago-Chile.

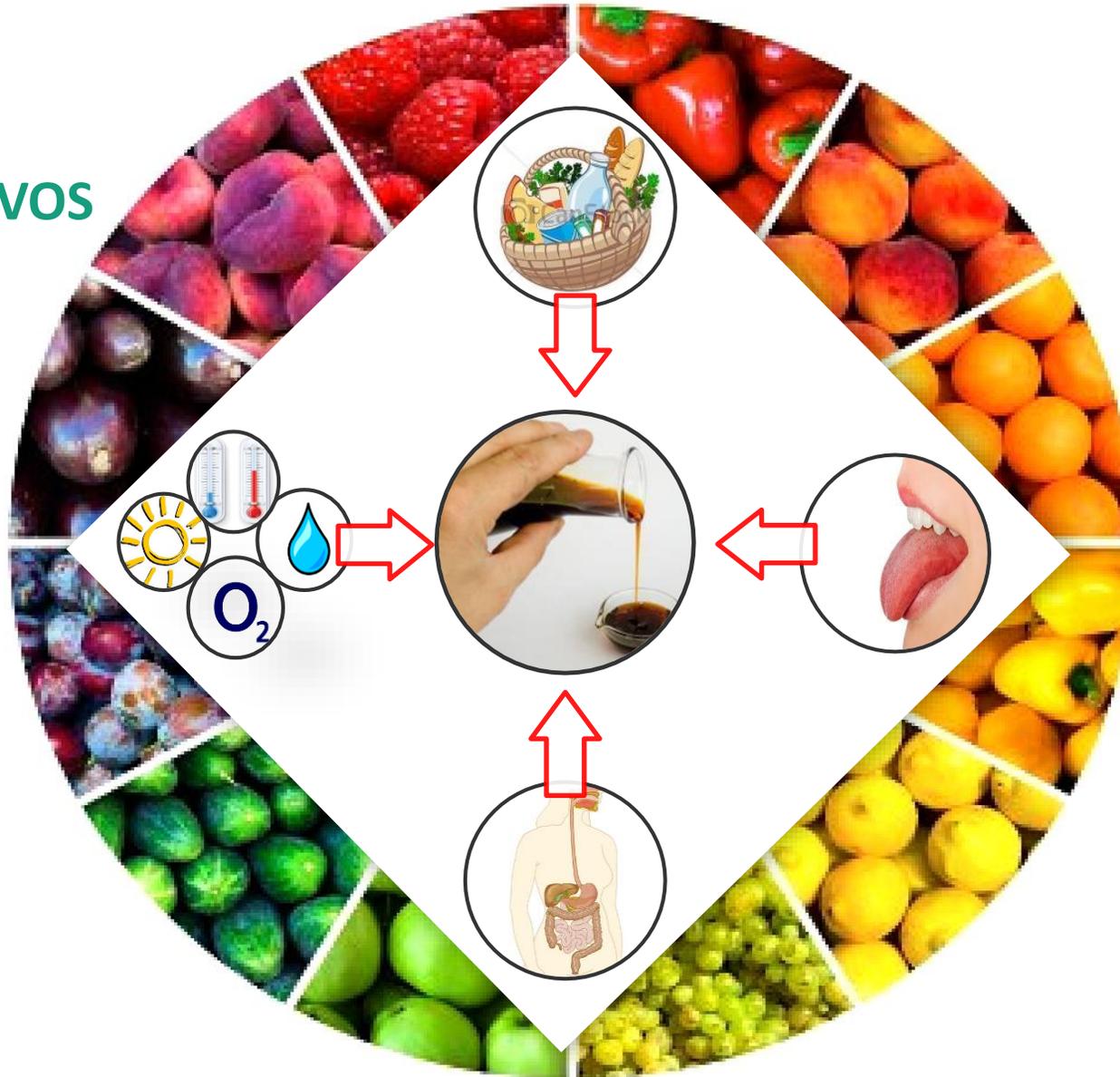
ines.cea@fraunhofer.cl

10 de septiembre de 2020



COMPUESTOS BIOACTIVOS

- ✓ CAROTENOS
- ✓ BETALAÍNAS
- ✓ ANTOCIANOS
- ✓ TOCOLES
- ✓ POLIFENOLES
- ✓ ACEITES ESENCIALES
- ✓ PUFA
- ✓ FITOESTEROLES
- ✓ VITAMINAS
- ✓ MINERALES



LIMITA USO DE
MANERA DIRECTA

ENCAPSULACIÓN

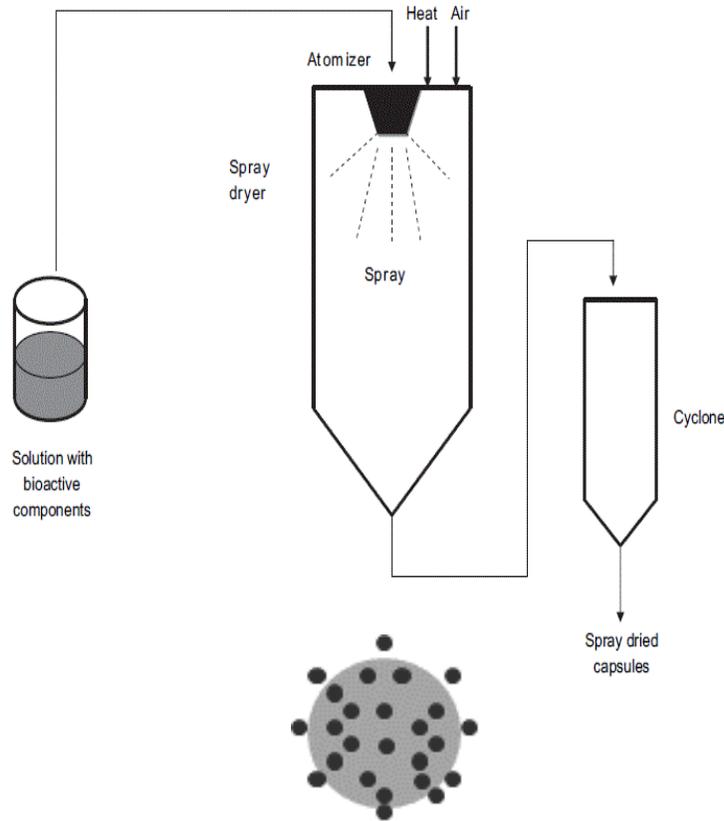


ENCAPSULACIÓN

“Técnica mediante la cual compuestos activos sólidos, líquidos o gaseosos se introducen en una matriz o sistema pared polimérica con el fin **1** **protegerlos** del medio ambiente y de influencias que pueden resultar deletéreas o bien para **2** **liberación controlada**, en un lugar y/o velocidad específica”.



MICROENCAPSULACIÓN POR SECADO POR ATOMIZACIÓN



VENTAJAS

- Tecnología más utilizada
- Rápido
- Bajo costo
- Reproducible
- Materiales termosensibles

DESVENTAJAS

- Tecnología de inmovilización
→ exposición superficial.
- Requiere el uso de **biopolímeros solubles en agua** o al menos dispersables en agua, que además permitan obtener una solución de alimentación con un **alto contenido de sólidos** y una **baja viscosidad**.



¿CÓMO DISEÑAR UN INGREDIENTE ENCAPSULADO?

¿QUÉ?, ¿POR QUÉ?, ¿PARA QUÉ?



DISEÑO EXPERIMENTAL

VARIABLES INDEPENDIENTES

DE FORMULACIÓN

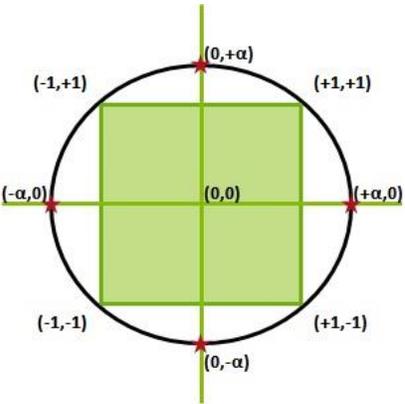
- ✓ Tipo de sistema (solución, emulsión, dispersión)
- ✓ Contenido de sólidos totales
- ✓ Relación activo/polímero
- ✓ Viscosidad
- ✓ Tamaño de gota (en emulsiones)

DEL EQUIPO

- ✓ Temperatura de entrada
- ✓ Temperatura de salida
- ✓ Temperatura de alimentación
- ✓ Flujo de alimentación
- ✓ Presión de atomización

VARIABLES DEPENDIENTES

- ✓ Cuantificación del activo
- ✓ Actividad del activo
- ✓ Rendimiento
- ✓ Humedad
- ✓ Actividad de agua
- ✓ Higroscopicidad
- ✓ Morfología
- ✓ Tamaño de partícula

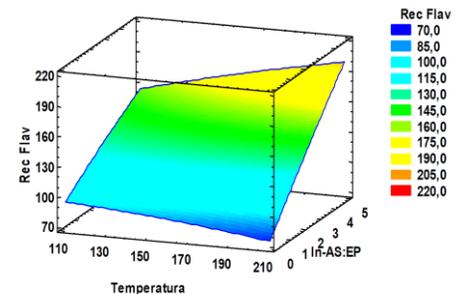
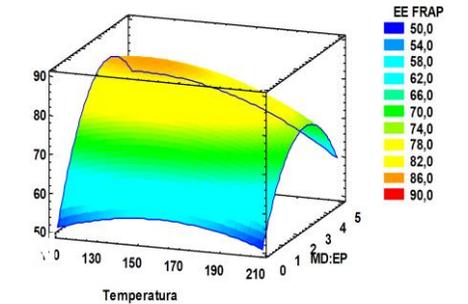
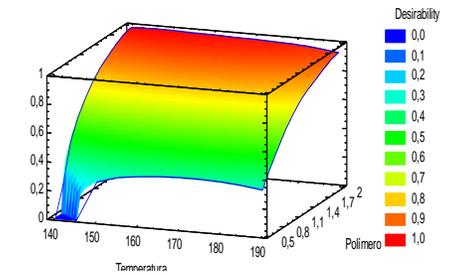
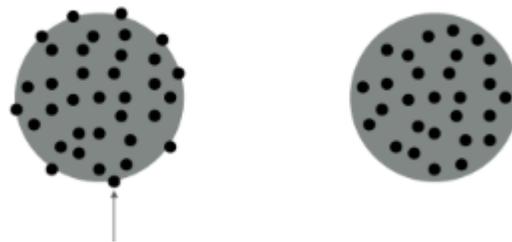


OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO

$$\text{Eficiencia de encapsulación (FT)(\%)} = \frac{\text{polifenoles totales} - \text{polifenoles superficiales}}{\text{polifenoles totales}} * 100$$

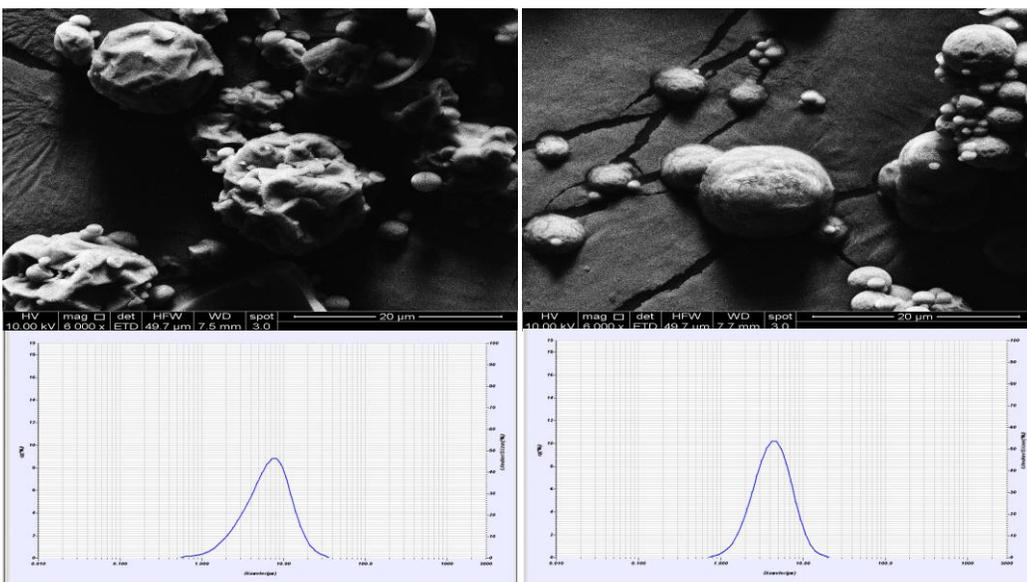
$$\text{Eficiencia de encapsulación (FRAP)(\%)} = \frac{\text{FRAP totales} - \text{FRAP superficiales}}{\text{FRAP totales}} * 100$$

$$\text{Rendimiento del proceso(\%)} = \frac{\text{Sólidos totales en las micropartículas}}{\text{Sólidos totales en la solución de alimentación}} * 100$$



CARACTERIZACIÓN DE LAS mPc's ÓPTIMAS

Parámetros	AI-MD
Relación E/AE	1:1,6
Temperatura de entrada (°C)	154
Rendimiento (%)	82,6 ± 2,6a
Fenoles totales (mgEAG/g)	2,4 ± 0,1a
Capacidad antioxidante ORAC (uMTrolox/100g)	56,8 ± 7,4a
Humedad (%)	8,1 ± 0,3a
a _w	0,21 ± 0,02a
Higroscopicidad (g/100 g)	35,4 ± 0,2b
Solubilidad (g/100 g)	96,4 ± 0,5a
Tamaño de partícula D _(4,3) (µm)	7,8 ± 0,2b



Compuesto propuesto	O-MD
Ac. Quínico	97,1 ± 0,4b
Oleosido_Secologanosido_o_isom1	98,0 ± 0,3b
Hidroxitirosol_hexosa_isom_A	100,0 ± 0,0a
Derivado_secoiridoide1	98,9 ± 0,1a
Hidroxitirosol	100,0 ± 0,0a
D-OH-EA	100,0 ± 0,0a
Form_dialdehidica_de_decarbox_ac_ele2	100,0 ± 0,0a
Oleosido/secologanosido_2	100,0 ± 0,0a
Form_dialdehidica_de_descarbox_ac.ele1	100,0 ± 0,0a
Ac.Elenolico_glucosido_isom_1	100,0 ± 0,0a
Oleuropeina_aglicona	100,0 ± 0,0a
Ac. Elenoico glucosido_isom3	98,3 ± 0,0b
Acetoxipinoresinol	97,2 ± 0,9a
Form_aldehi_descarboximetil_elenolico	100,0 ± 0,0a
Hidroxitirosol_hexosa_isomB**	90,4 ± 1,1a
Luteolina_7gluc2	*
Descarbox_oleuropeina_aglic	99,1 ± 0,0b
Pinorersinol	91,8 ± 0,4a
Oleuropeina	77,5 ± 2,4b
p-cumaril-6-secologanosido	83,8 ± 2,1b
Ligustrosido	100,0 ± 0,0a
Luteolina	*
Apigenina	*
Dimetil_oleuropeina	59,4 ± 3,4b
Verbacosido	*

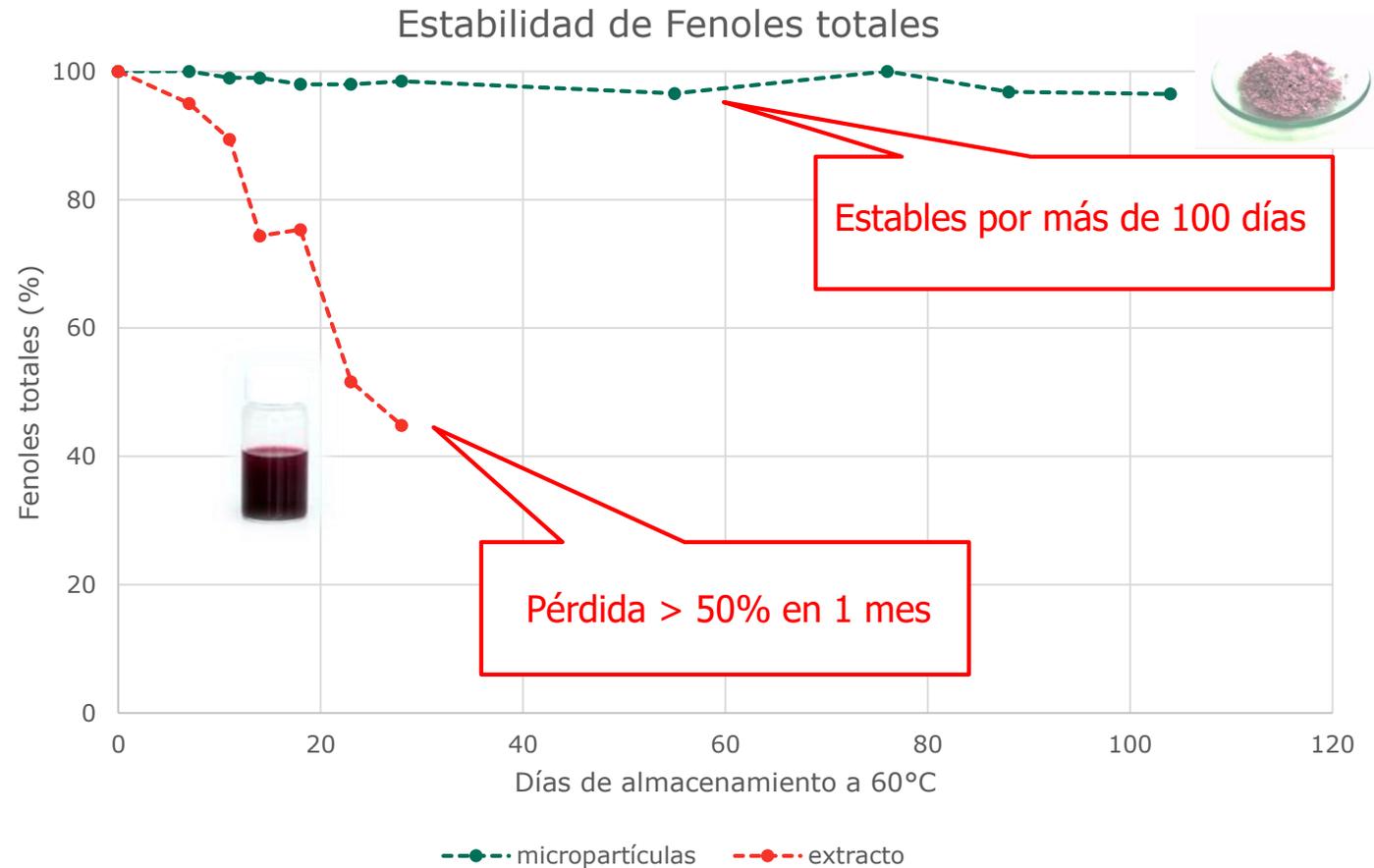
DISEÑO DE MICROPARTÍCULAS: OBJETIVO DE PROTECCIÓN

ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE LAS mPc's ÓPTIMAS

- ✓ Test acelerado de estabilidad en estufa con aire forzado a 60°C



$$\text{Retención (\%)} = \left[\frac{\text{fenoles totales}_{Tf}}{\text{Fenoles totales}_{Ti}} \right] \times 100$$

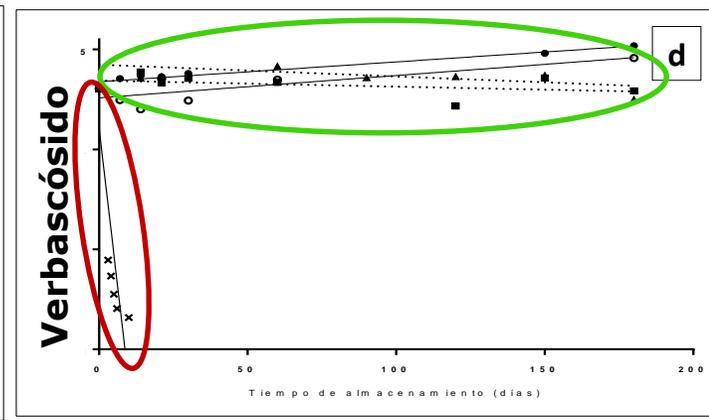
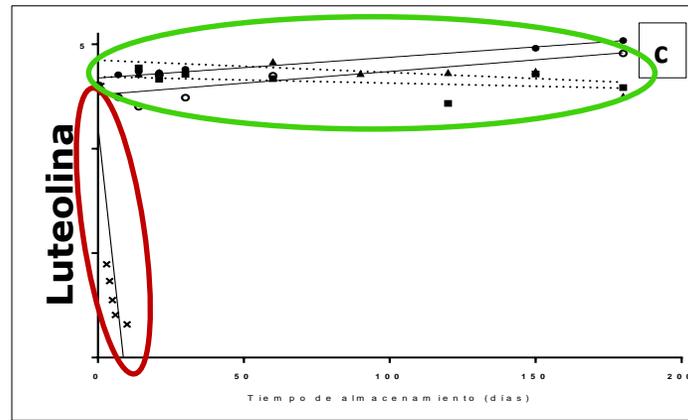
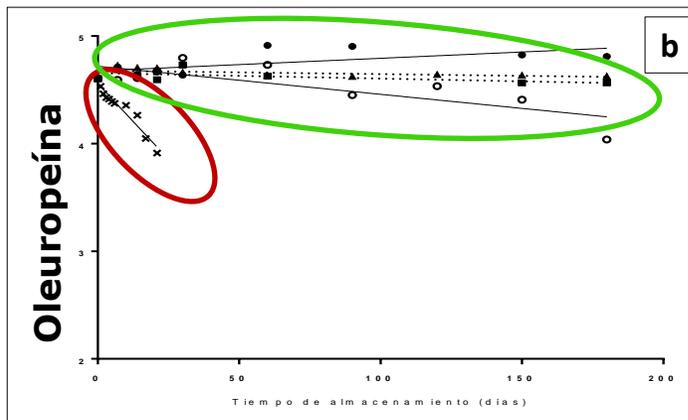


DISEÑO DE MICROPARTÍCULAS: OBJETIVO DE PROTECCIÓN

ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE LAS mPc's ÓPTIMAS

Compuesto fenólico	Al	Al-MD	Al-In	Al-MD-In	Al-MD-Alg	p-valor
			10 ³ k			
Hidroxitirosol	10,9 ± 1,8 ^b	0,4 ± 0,0 ^a	1,7 ± 0,1 ^a	0,3 ± 0,1 ^a	0,9 ± 0,1 ^a	0,0001
Oleuropeína	27,6 ± 0,6 ^c	1,1 ± 0,1 ^a	2,8 ± 0,2 ^b	0,3 ± 0,0 ^a	0,7 ± 0,1 ^a	0,0001
Luteolina	90,9 ± 1,8 ^b	2,0 ± 0,4 ^a	1,1 ± 0,1 ^a	0,6 ± 0,2 ^a	0,9 ± 0,1 ^a	0,0001
Verbascósido	7,5 ± 0,5 ^d	2,8 ± 0,6 ^c	3,3 ± 0,1 ^c	0,6 ± 0,1 ^a	1,5 ± 0,1 ^b	0,0001

> Estabilidad de los compuestos fenólicos por la encapsulación



DISEÑO DE MICROPARTÍCULAS: OBJETIVO DE LIBERACIÓN CONTROLADA

ESTUDIO DE LIBERACIÓN DE LAS mPc's ÓPTIMAS

¿Cómo controlar la liberación?

LIBERACIÓN CONTROLADA
Micropartículas que pueden liberar su contenido en un **lugar** y/o **tiempo** deseado a una velocidad específica.



LIBERACIÓN RÁPIDA

Mezclas secas o alimentos instantáneos

LIBERACIÓN LENTA

Productos con larga vida útil

LIBERACIÓN SITIO O TIEMPO ESPECÍFICO

Alimentos funcionales o nutraceuticos

El perfil de liberación determinada la **aplicabilidad** de las micropartículas.



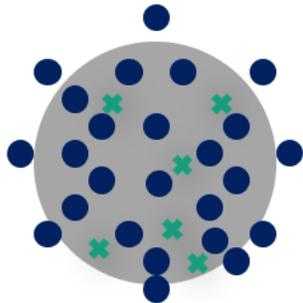
DISEÑO DE MICROPARTÍCULAS: OBJETIVO DE LIBERACIÓN CONTROLADA

EJEMPLO 1: ANTIOXIDANTE LIPÍDICO

Efecto del agente encapsulante

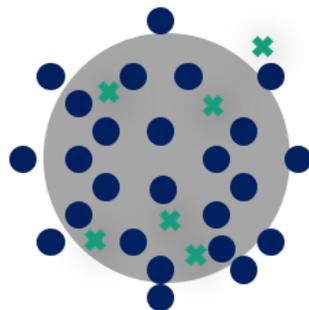
Agente encapsulante: insoluble

Agente canalizante: soluble



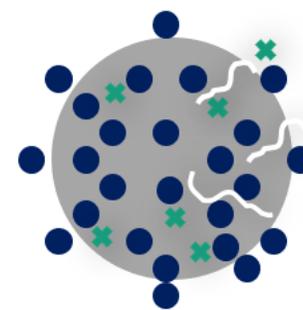
Efecto de agente activo

Compuesto activo: antioxidante soluble



Efecto del medio de disolución

Matriz: aceite



DISEÑO DE MICROPARTÍCULAS: OBJETIVO DE LIBERACIÓN CONTROLADA

EJEMPLO 2: NUTRACÉUTICO DE LIBERACIÓN GASTROINTESTINAL

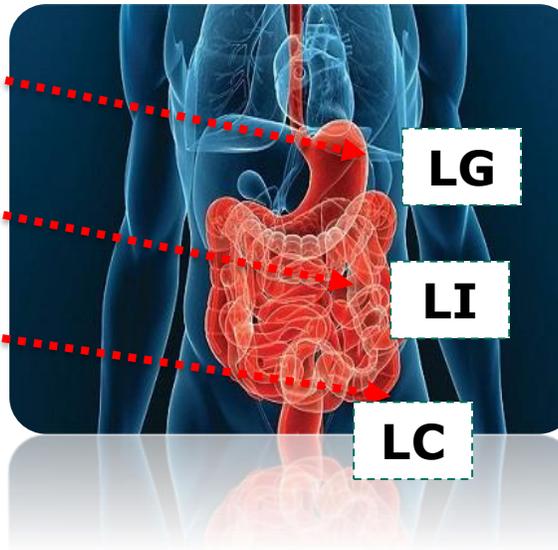
Efecto del agente encapsulante

Agente encapsulante:

- ✓ Solubilidad total
Maltodextrina
- ✓ Solubilidad pH dependiente
Alginato de sodio
- ✓ Degradación por efecto de la microbiota
Inulina
Pectina

Efecto de agente activo

Compuesto activo:
efecto antiinflamatorio



Efecto del medio de disolución

Tracto gastrointestinal:



Estómago
Intestino delgado
Intestino grueso

DISEÑO DE MICROPARTÍCULAS: OBJETIVO DE LIBERACIÓN CONTROLADA

EJEMPLO 3: INGREDIENTE FUNCIONAL POR ENCAPSULACIÓN CON MÉTODOS COMBINADOS

Efecto del agente encapsulante

Agente encapsulante:

- ✓ *Solubilidad total*
Maltodextrina

Agente de recubrimiento:

- ✓ *Solubilidad pH dependiente*
Alginato de sodio
- ✓ *Degradación por efecto de la microbiota*
Inulina

Efecto de agente activo

Compuesto activo:

efecto antioxidante y antiinflamatorio



Efecto del medio de disolución

Tracto gastrointestinal:

Estómago
Intestino delgado
Intestino grueso

DISEÑO DE MICROPARTÍCULAS: OBJETIVO DE LIBERACIÓN CONTROLADA

EJEMPLO 3: INGREDIENTE FUNCIONAL POR ENCAPSULACIÓN CON MÉTODOS COMBINADOS

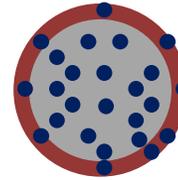


MD

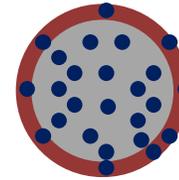


VENTAJA

Esta tecnología es útil para aplicar una capa adicional a micropartículas formuladas para la liberación específica en el intestino.



MD-Alg



MD-In



DISEÑO DE MICROPARTÍCULAS: OBJETIVO DE LIBERACIÓN CONTROLADA

ESTUDIO DE LIBERACIÓN DE LAS mPc's ÓPTIMAS

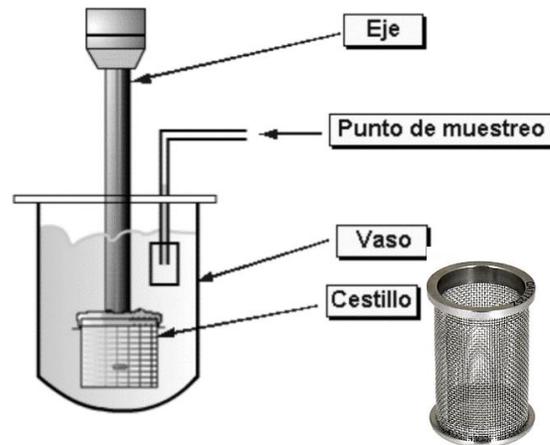


Fluido gástrico simulado (FGS)

2 horas a pH 1,2 (NaCl y Pepsina)

Fluido intestinal simulado (FIS)

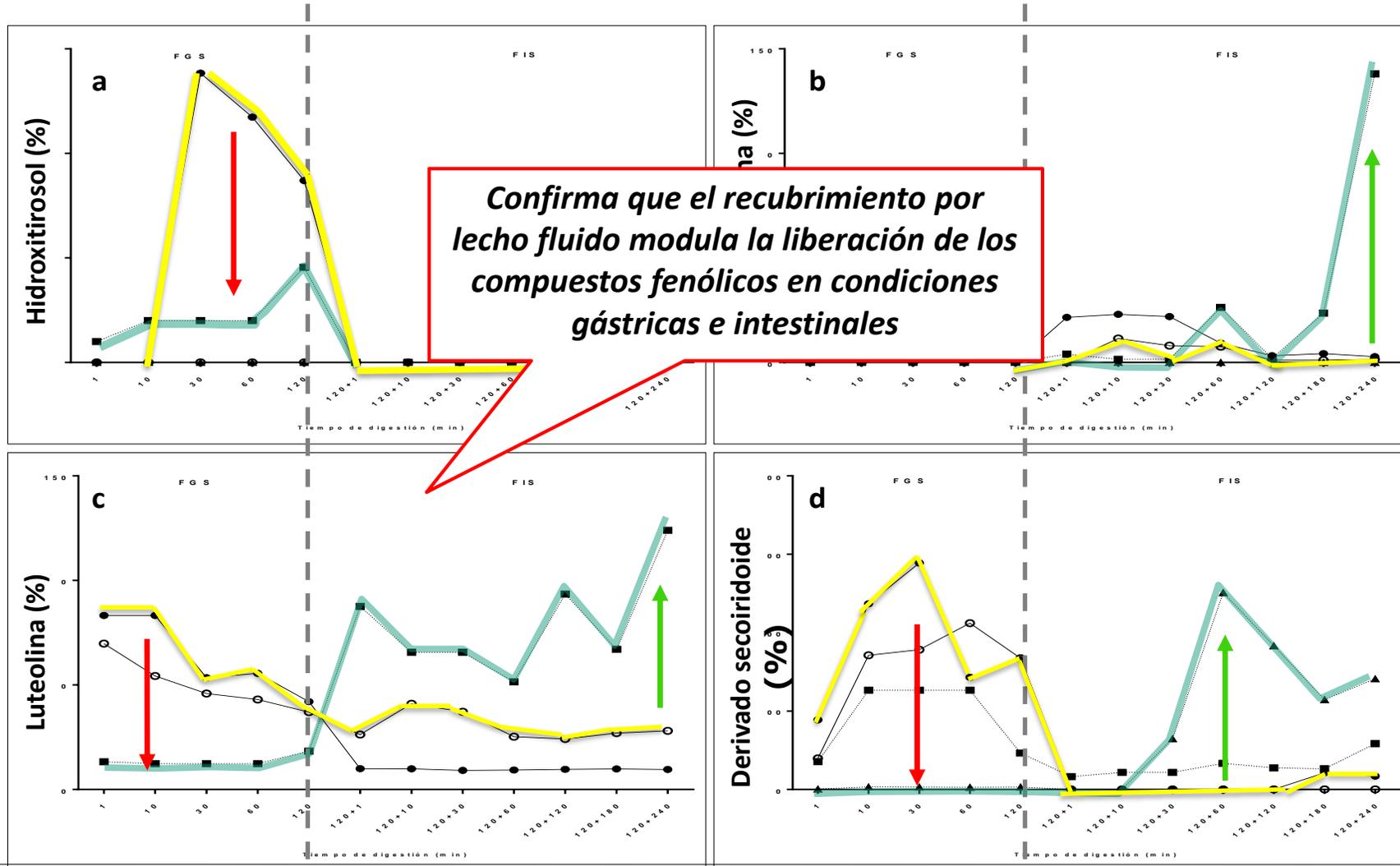
4 horas a pH 6,8 (Fosfato de potasio monobásico y Pancreatina)



$$\text{Bioaccesibilidad (\%)} = \frac{\text{Compuesto en mPc} + \text{compuesto}}{\text{Compuesto en mPc inicial}} \cdot 100$$

DISEÑO DE MICROPARTÍCULAS: OBJETIVO DE LIBERACIÓN CONTROLADA

ESTUDIO DE LIBERACIÓN DE LAS mPc's ÓPTIMAS



COMENTARIOS FINALES

- ✓ Es importante optimizar las condiciones de encapsulación y estudiar la estabilidad y liberación del activo.
- ✓ La encapsulación de compuestos bioactivos es exitosa si se escoge una formulación adecuada, esto depende del métodos de encapsulación, de las variables de formulación, del proceso de secado (equipo, del agente encapsulante o la mezcla del activo, del medio de disolución, etc).
- ✓ El perfil de liberación de los compuestos bioactivos permite definir la aplicabilidad de las micropartículas.

10 Septiembre
11:00 hrs

DESARROLLO DE INGREDIENTES INTELIGENTES: DEL LABORATORIO A LA GÓNDOLA

INGREDIENTES NATURALES: NUEVAS TECNOLOGÍAS Y APLICACIONES

FORMULACIÓN DE INGREDIENTES INTELIGENTES: “LIBERACIÓN CONTROLADA DE COMPUESTOS BIOACTIVOS”

Inés Cea Pavez

Dra. en Nutrición y alimentos

Centro de Biotecnología de Sistemas, Fraunhofer Chile Research
Avenida Del Cóndor 844, piso 3, Huechuraba, Santiago-Chile.

ines.cea@fraunhofer.cl

Visítanos en nuestra página web: www.fraunhofer.cl
Correo electrónico: contacto@fraunhofer.cl

Redes sociales:



Fraunhofer Chile



@FraunhoferChile



@FraunhoferChile



Fraunhofer Chile Research

10 de septiembre de 2020

