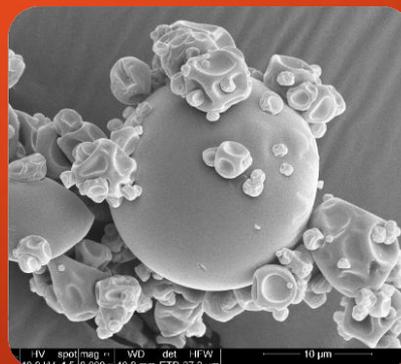


**“NOVAS TENDENCIAS EN ALIMENTOS:  
ESTRATEGIAS DIFERENCIAIS DO SECTOR CÁRNICO”**  
Centro Tecnolóxico da Carne-CTC  
30 de junio de 2016

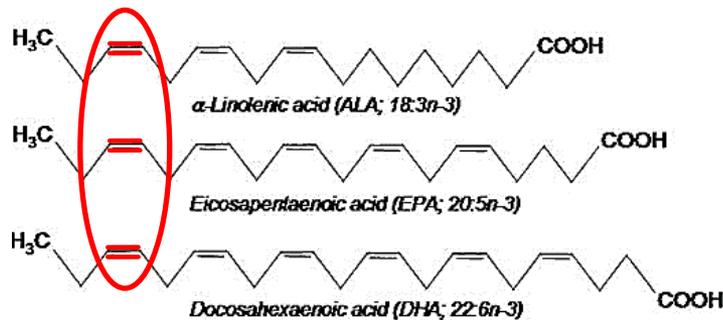
**Encapsulación de ácidos grasos w-3 como  
estrategia de enriquecemento de produtos  
cárnicos**

**M<sup>a</sup> Teresa Antequera Rojas**  
**Estefanía Jiménez Martín**  
**Instituto de Investigación de Carne  
y Productos Cárnicos (IProCar)**  
Universidad de Extremadura



# Ácidos grasos omega-3 (w-3)

## ▪ Estructura:



## ▪ Compuestos bioactivos

- Cancer
- Cardiovascular
- Inflamación
- Desarrollo neurológico

## ▪ Fuentes



No suficiente

**ENRIQUECIMIENTO**

## ▪ Recomendaciones Ingesta/día

FAO and EFSA (2010):  
100-300 mg EPA+DHA

# Regulación para alimentos con ácidos grasos w-3

L 37/16

EN

Official Journal of the European Union

10.2.2010

## COMMISSION REGULATION (EU) No 116/2010

of 9 February 2010

amending Regulation (EC) No 1924/2006 of the European Parliament and of the Council with regard to the list of nutrition claims

In the Annex to Regulation (EC) No 1924/2006, the following text is added:

**SOURCE OF OMEGA-3 FATTY ACIDS**



0,3 g ALA/100 g and 100 kcal  
40 mg EPA+DHA/100 g and 100 kcal

A claim that a food is a source of omega-3 fatty acids, and any claim likely to have the same meaning for the consumer, may only be made where the product contains at least 0,3 g alpha-linolenic acid per 100 g and per 100 kcal, or at least 40 mg of the sum of eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid per 100 g and per 100 kcal.

**HIGH OMEGA-3 FATTY ACIDS**



0,6 g ALA/100 g and 100 kcal  
80 mg EPA+DHA/100 g and 100 kcal

A claim that a food is high in omega-3 fatty acids, and any claim likely to have the same meaning for the consumer, may only be made where the product contains at least 0,6 g alpha-linolenic acid per 100 g and per 100 kcal, or at least 80 mg of the sum of eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid per 100 g and per 100 kcal.

# CONTENIDOS EN ÁCIDOS GRASOS W-3 DE PESCADOS mg/100g porción comestible



<b>Pescado</b>	<b>A. linoleico C18:3 (n-3)</b>	<b>EPA C20:5 (n-3)</b>	<b>DPA C22:5 (n-3)</b>	<b>DHA C22:6 (n-3)</b>
<b>Atún</b>	<b>3</b>	<b>230</b>	<b>115</b>	<b>804</b>
<b>Salmón</b>	<b>80</b>	<b>472</b>	<b>439</b>	<b>1147</b>
<b>Caballa</b>	<b>53</b>	<b>251</b>	<b>129</b>	<b>787</b>
<b>Ostras</b>	<b>313</b>	<b>494</b>	<b>108</b>	<b>502</b>



*Adaptado de Li et al., 2003*



# CONTENIDOS EN ÁCIDOS GRASOS W-3 DE VARIOS TIPOS DE CARNE (mg/100g porción comestible)

<b>Carne</b>	<b>A. linoleico C18:3 (n-3)</b>	<b>EPA C20:5 (n-3)</b>	<b>DPA C22:5 (n-3)</b>	<b>DHA C22:6 (n-3)</b>
<b>Vacuno</b>	16	16	23	3
<b>Cordero</b>	65	23	22	8
<b>Pollo</b>	16	4	8	6
<b>Cerdo</b>	8	3	7	3
<b>Pato</b>	6	2	12	10
	4	2	9	



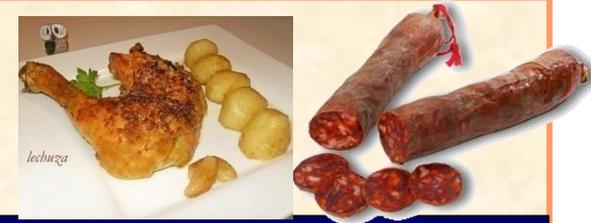
*Adaptado de Li et al., 2003*



## Naturales



## Modificados

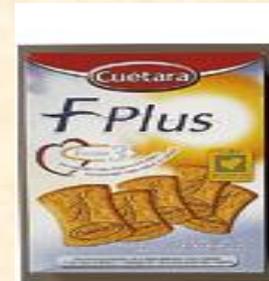
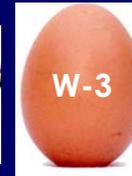


### ► CARNE y PRODUCTOS CÁRNICOS

### ► LECHE

### ► HUEVOS

### ► OTROS: Galletas, pan....



# Estrategias de enriquecimiento de alimentos con ácidos grasos omega-3

## Alimentación animal



ALA (C18:3 w-3) → EPA y DHA → ↓ ↓ Efectividad

EPA y DHA → **OXIDACIÓN**  
 Cantdad Limitada  
 ↓ ↓ **Calidad**

ALA  
 EPA y DHA



- Adición Directa** Park et al. 1989  
 Ansorena D. and Astiasarán I. 2013
- Pre-emulsificación** Salcedo-Sandoval et al. 2013  
 Genot et al. 2013, Poyato et al. 2014

**Microencapsulation**

# Enriquecimiento w-3 → Repercusiones negativas

## Elevada susceptibilidad a la oxidación

- Generación de sabores a rancio “off flavor”
- Aroma y sabor a pescado (aceites y harinas de pescado)
- Modificaciones del color
- Posible generación de compuestos tóxicos



**!!Es importante!!**

**Prevención de la oxidación**



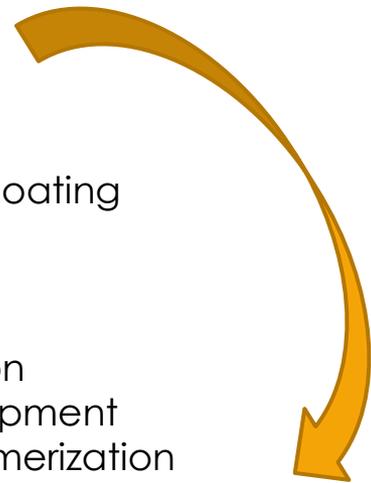
**Encapsulación**



# Microencapsulación: Spray Drying

## METHODS

Spray-cooling  
 Spray-chilling,  
 Air suspension coating  
 Extrusion  
 Freeze-drying  
 Coacervation  
 Co-crystallization  
 Liposome entrapment  
 Interfacial polymerization  
 Molecular inclusion

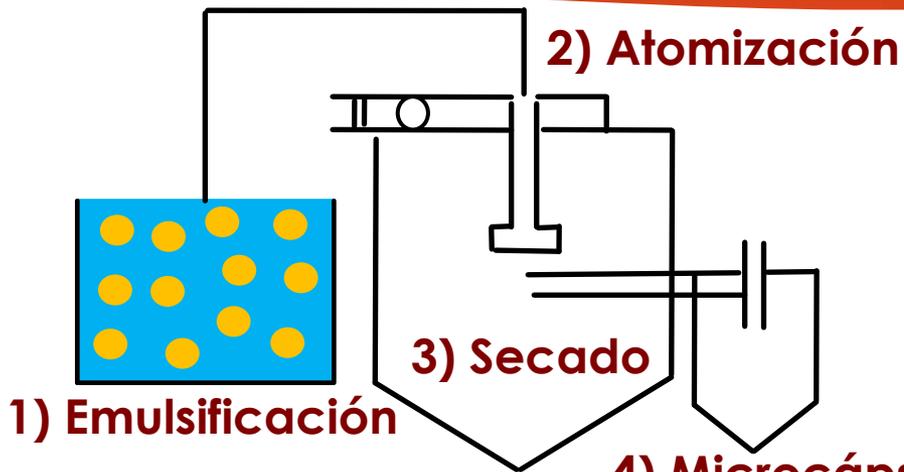


### Spray-drying

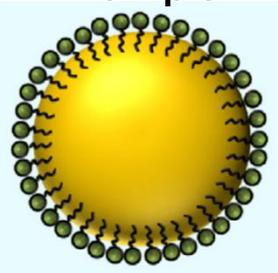
- Relativamente barata
- Disponibilidad de equipos en la industria
- Técnica sencilla
- Amplio rango de materiales de encapsulación



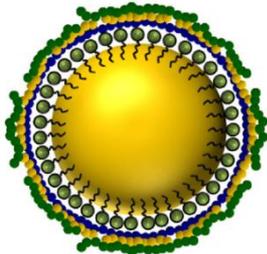
# Microencapsulación: spray-drying



Emulsión simple

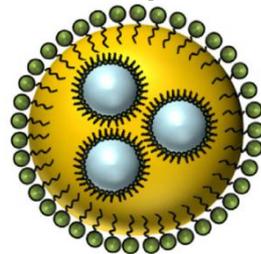


Emulsión Multilayered



Estabilizada por cargas eléctricas

Emulsión múltiple

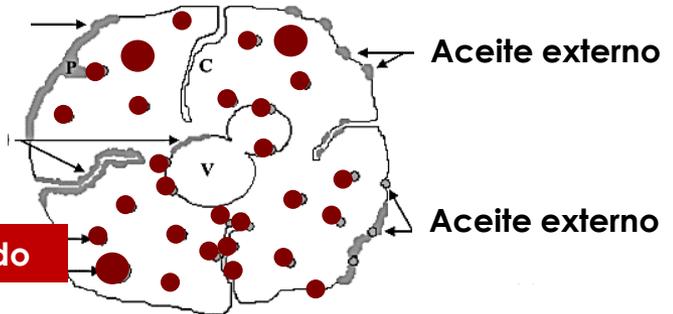


Estabilizada por emulsificantes

Aceite externo

Aceite externo

Aceite encapsulado



# Alimentos enriquecidos con microcápsulas w-3

## Productos de Panadería

Umesha et al., 2015  
 Gökmen et al., 2011  
 Gallardo et al., 2013  
 Henna Lu et al. , 2011  
 De Conto et al., 2012



## Sopa

Rubilar et al., 2012

## Alimentos infantiles



Wan et al., 2011



## Barras cereales

Shen et al., 2011



## Zumos

Ilyasoglu et al., 2014  
 Shen et al., 2011

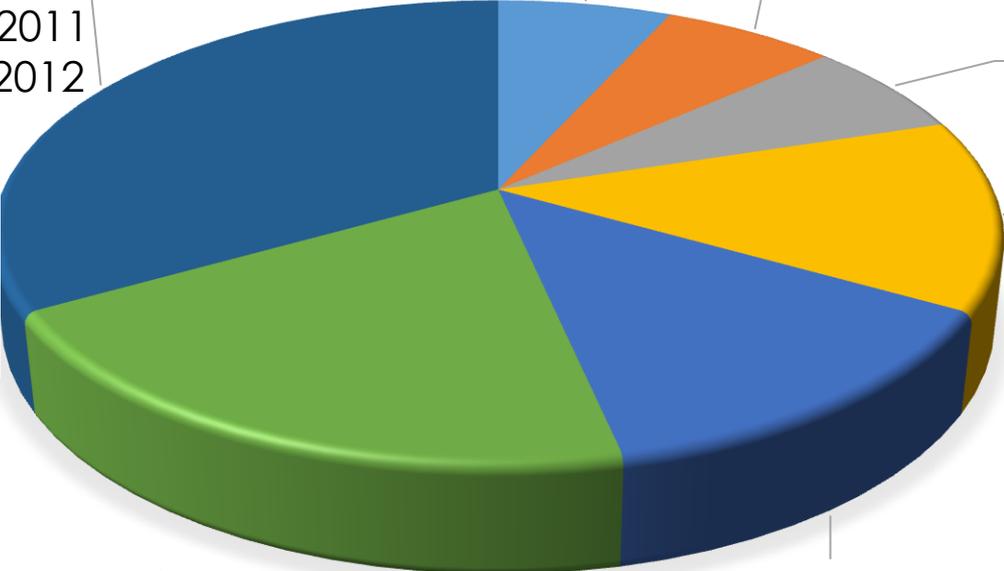
## Productos Lácteos

Shen et al., 2011  
 Tamjidi et al., 2012  
 Bermúdez-Aguirre et al., 2012



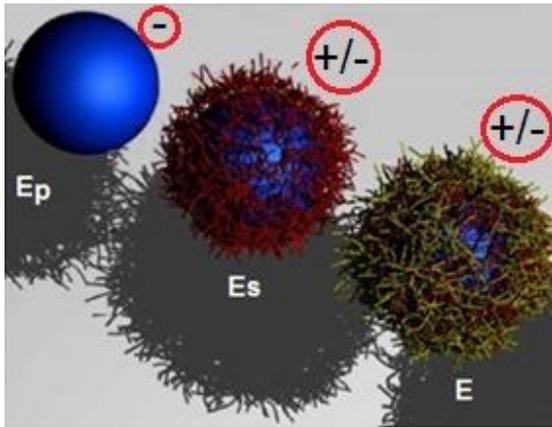
## Prod. Cárnicos

Josquin et al., 2012  
 Pelser et al., 2007

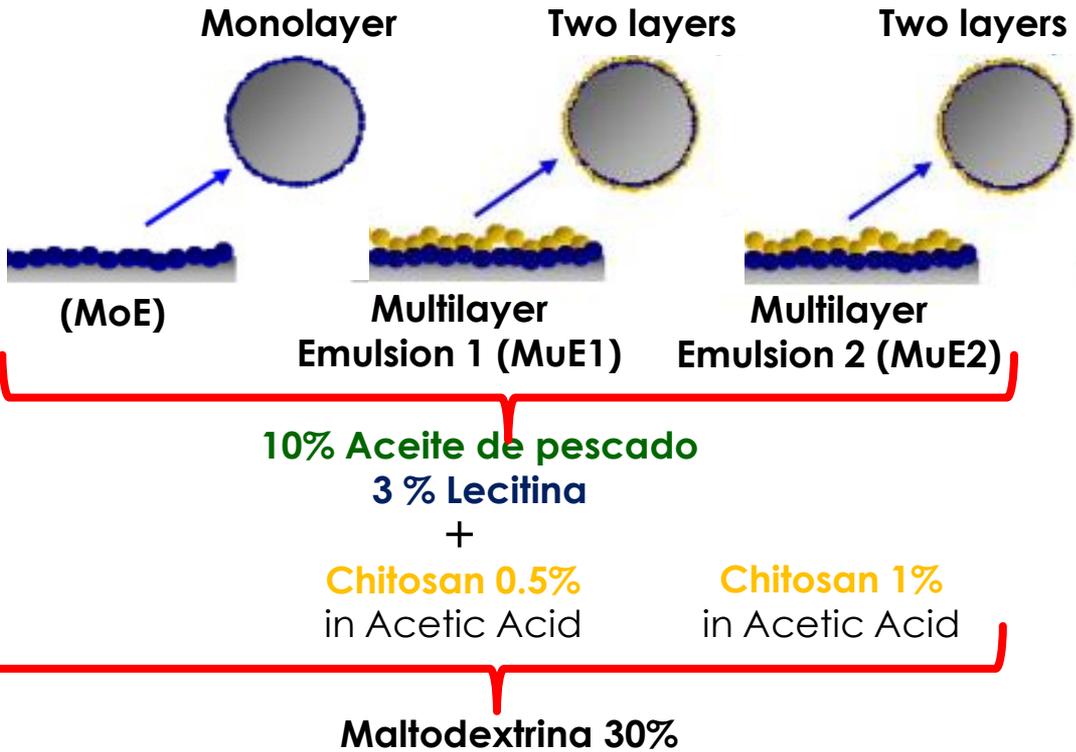


- **OPTIMIZACIÓN Y PREPARACIÓN DE LAS EMULSIONES**
  - **CARACTERIZACIÓN DE LAS EMULSIONES**
  - **MICROENCAPSULACIÓN (*SPRAY DRYING*)**
  - **ANÁLISIS DE LAS MICROCÁPSULAS**
  - **ADICIÓN A PRODUCTOS CÁRNICOS: NUGGETS DE POLLO**
- 

# Emulsiones Monolayered y Multilayered



Formación de emulsiones multicapa mediante deposición electrostática. Adaptado de (Johnston y cols.,2006)

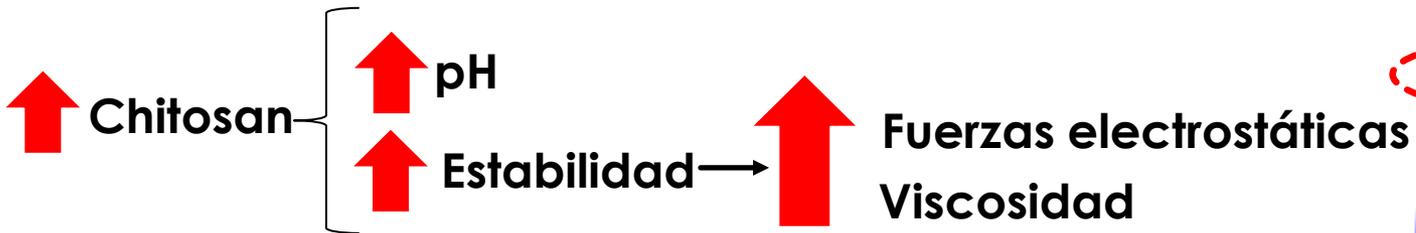


- Emulsificante aniónico: lecitina de soja (emulsión con 10% de aceite)
- Polielectrolito catiónico: chitosán: (concentración a determinar)

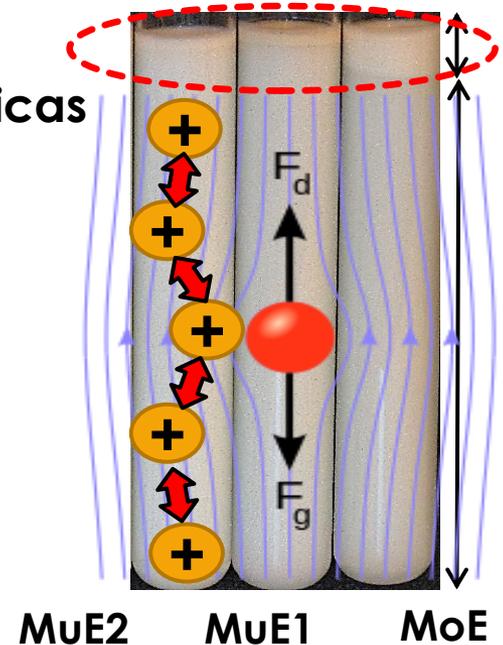
# Caracterización de las emulsiones

## ❑ Características de las Emulsiones MoM/ MuE1/MuE2)

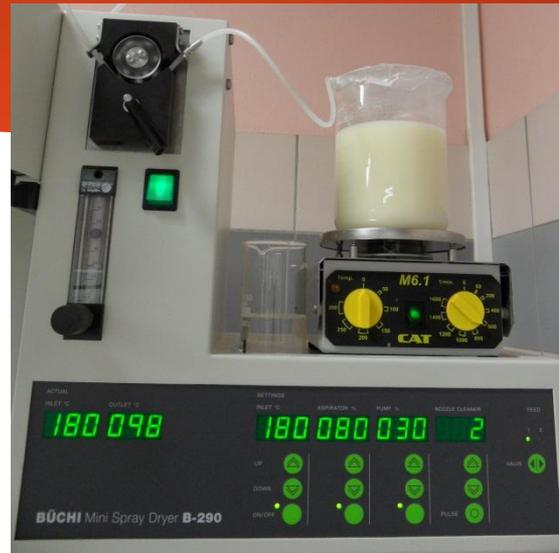
- Creaming index
- pH
- Observación Microscópica



Microscopía : No diferencias



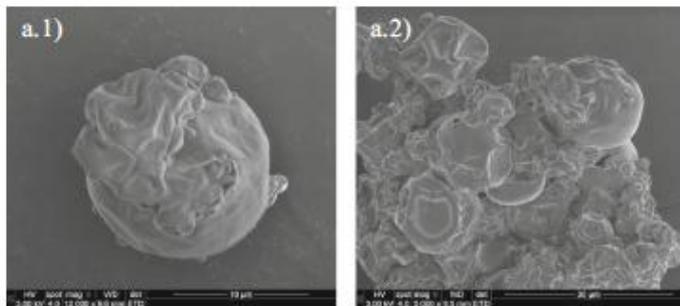
# Microencapsulación



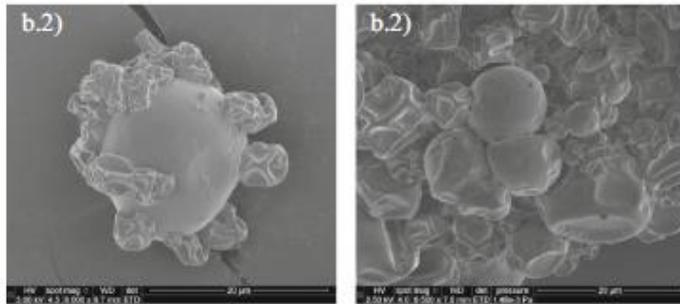
- Características Microcápsulas**
- SEM
  - Rendimiento
  - Eficiencia



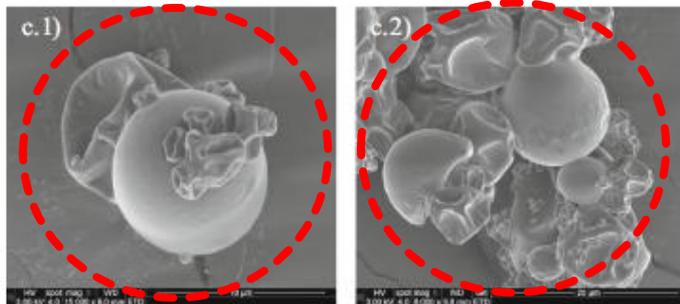
# Morfología de las microcápsulas: SEM



MoM



MuM1



MuM2

## Características comunes

- Partículas “skin-forming”
- Partículas esféricas
- Tamaños diferentes
- Ausencia de poros

## Diferencias visuales:

MuM2 superficie más lisa

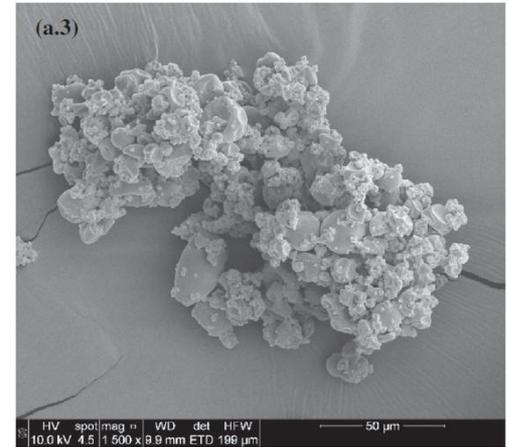
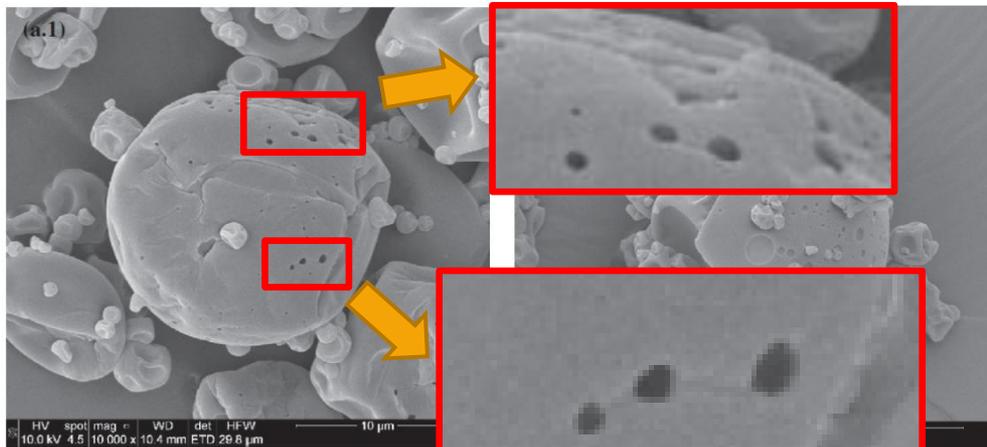


Condiciones Spray-drying  
 $MoE = MuE1 = MuE2$

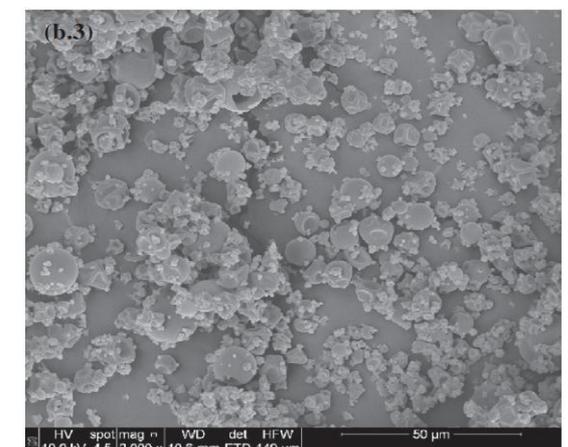
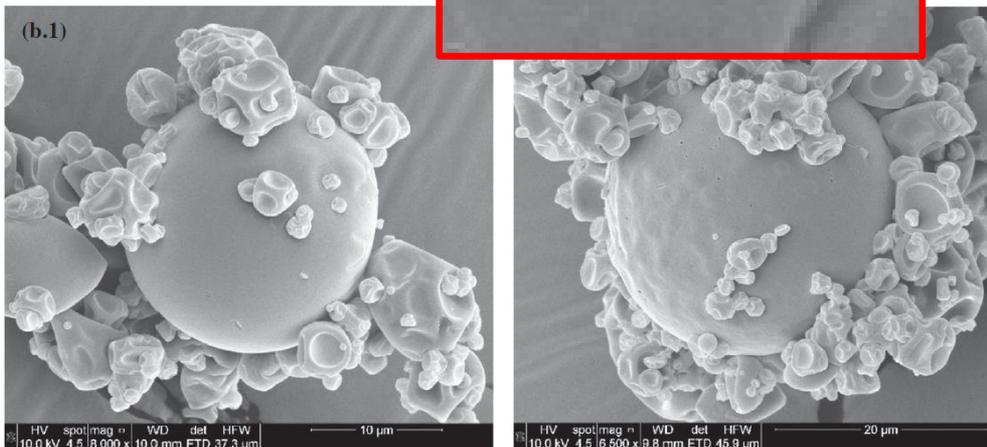
Diferencias debidas a la  
 composición de las  
 emulsiones

# Caracterización Microcapsulas: SEM

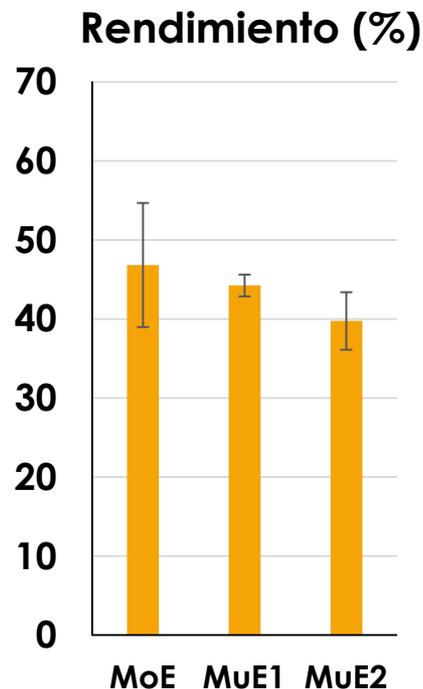
DM



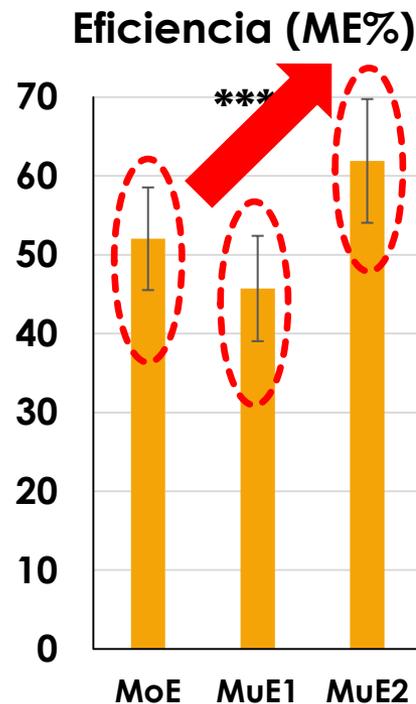
MuM2



# Microencapsulación



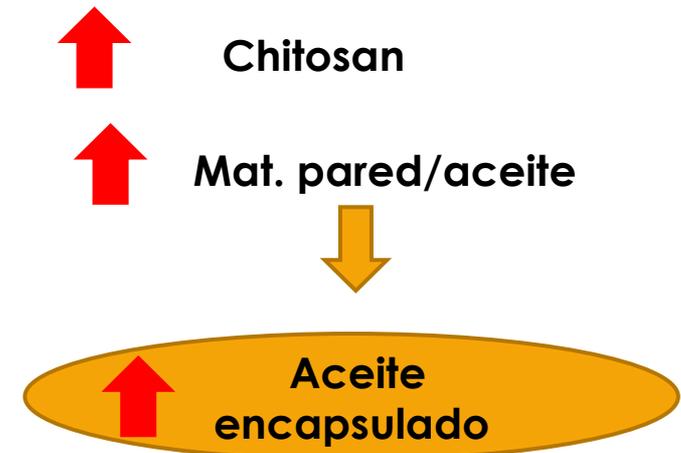
Eficacia del proceso de spray-drying



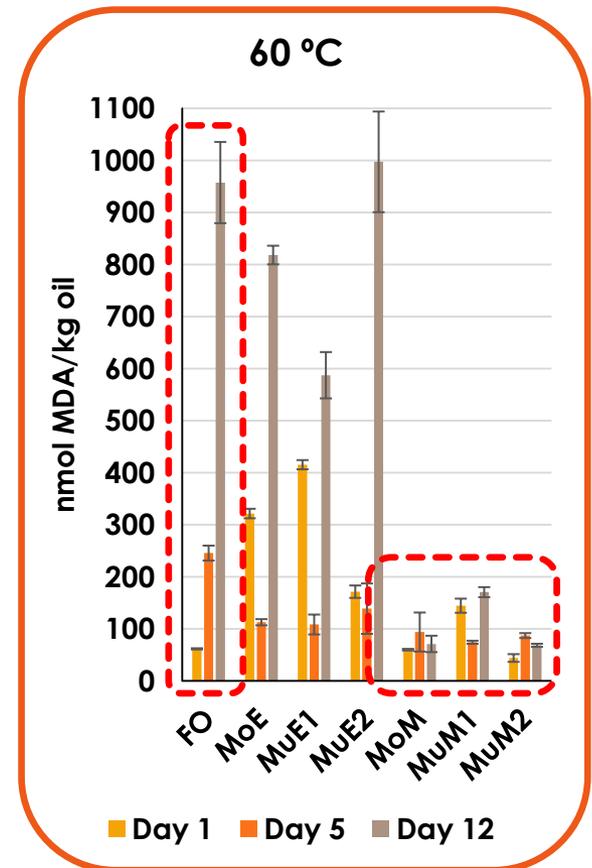
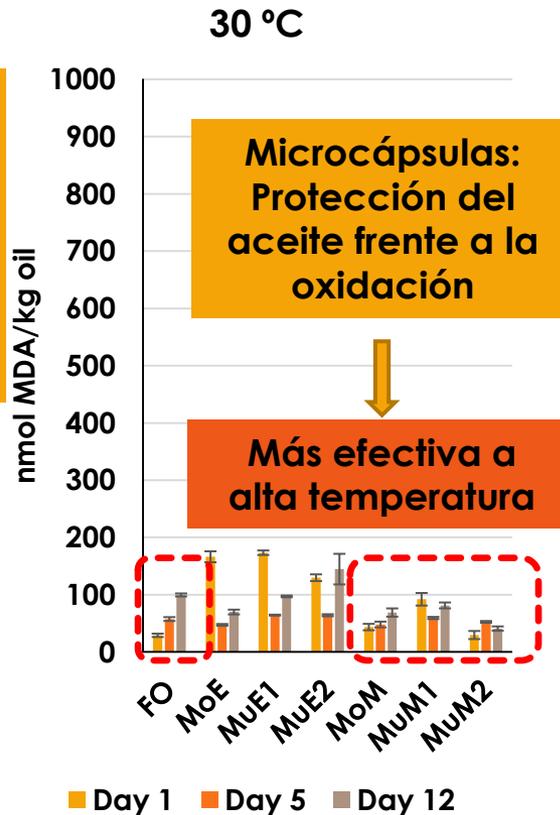
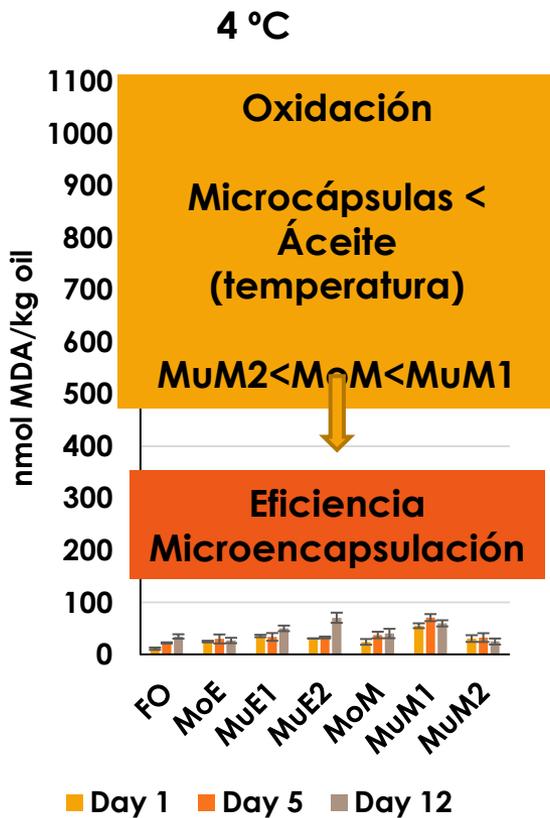
Eficiencia de la encapsulación (ratio de aceite encapsulado)

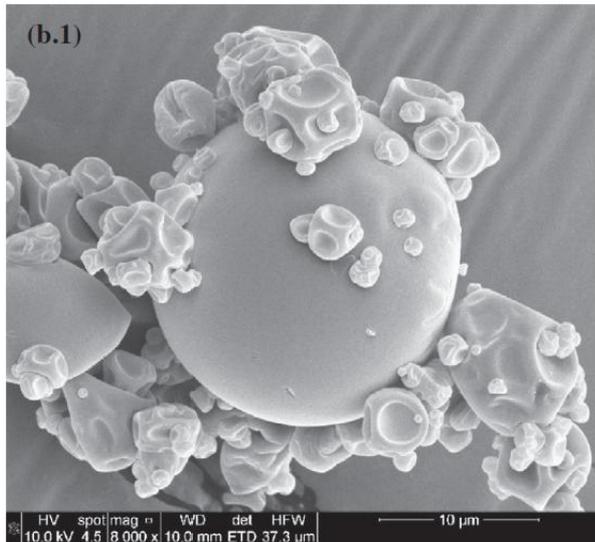
**Composición de las emulsiones**

	MoE	MuE1	MuE2
Aceite de pescado (%)	2.5	2.5	2.5
<b>Chitosan (%)</b>	-	0.125	0.250
Material de pared/ aceite(w/w)	6.30	6.35	6.40



# Ensayo de Oxidación : TBARs

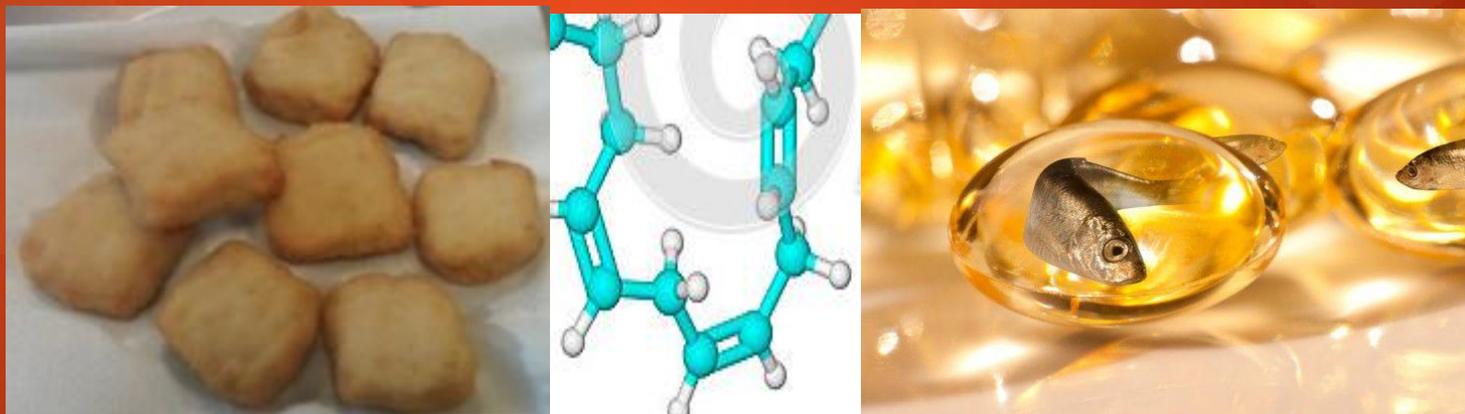




**Conclusión: MuM2 más adecuada**

- **Estructura**
- **Eficiencia Microencapsulación**
- **Protección frente a la oxidación**

# ENRIQUECIMIENTO DE NUGGETS DE POLLO CON MICROCÁPSULAS DE ACEITE DE PESCADO



# Nuggets de pollo

**Control  
(C)**



**Aceite de Pescado  
(BFO)**



**Microcápsulas  
aceite de pescado  
(MFO)**



# Efecto del tipo de enriquecimiento

**Control  
(C)**

**Aceite de Pescado  
(BFO)**

**Microcápsulas aceite  
de pescado (MFO)**

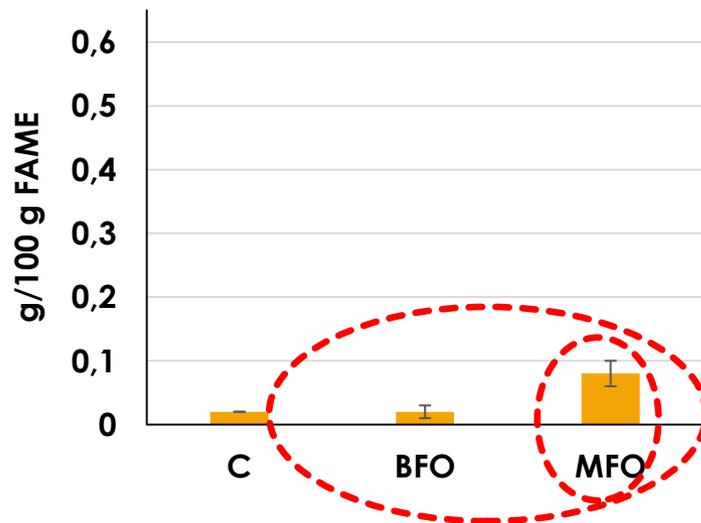


## Efecto del tipo de enriquecimiento

- Acidos Grasos**
- Oxidación**
  - Dienes Conjugados
  - TBARs
- Análisis Sensorial**
  - Cuantitativo-Descriptivo
  - Hédonico
  - Triangular

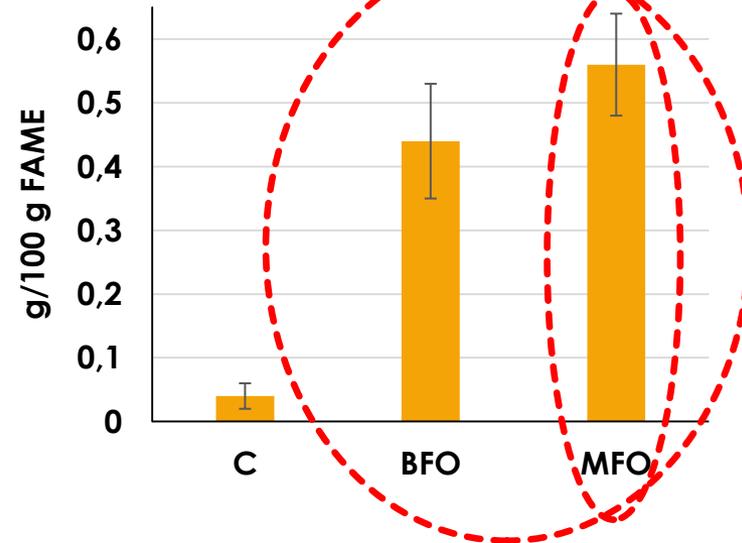
# Efecto del tipo de enriquecimiento: EPA y DHA

## EPA



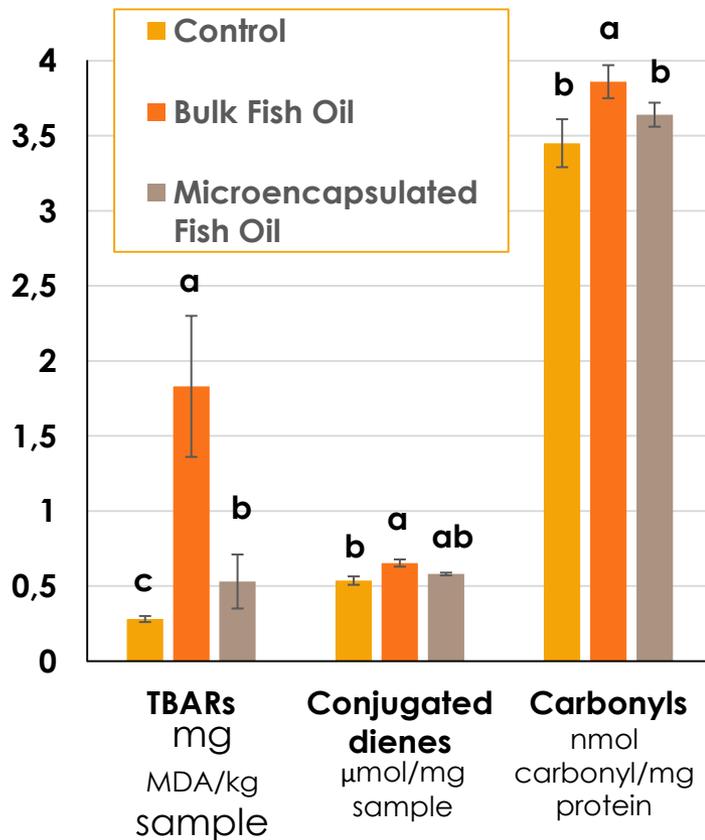
**Efectividad del enriquecimiento en EPA y DHA:**  
MFO y BFO > C

## DHA



**Microencapsulación: Protección de EPA y DHA durante elaboración y fritura**  
MFO > BFO

# Efecto del tipo de enriquecimiento: Oxidación



## Enriquecimiento con aceite (BFO)



Oxidación lípidos



Oxidación Proteínas

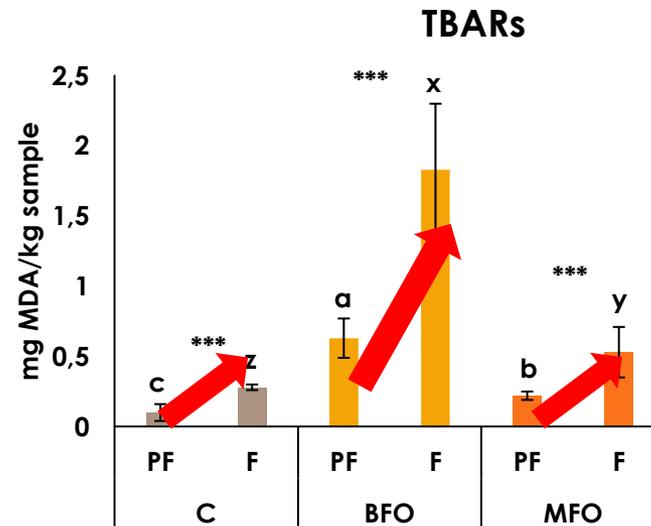
Enriquecimiento con microcápsulas (MFO)



Protección frente a la oxidación

- Pared limita contacto con el oxígeno
- Disminución de la propagación de radicales libres

# Cambios durante la fritura: Oxidación

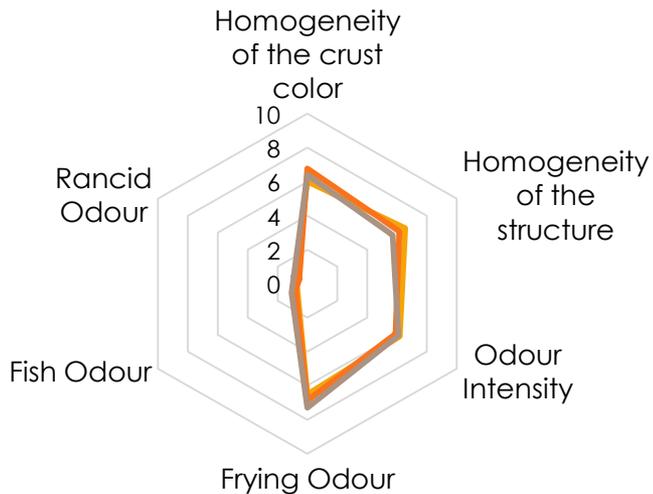


Influencia del tipo de enriquecimiento en PF y F: BFO > MFO and C

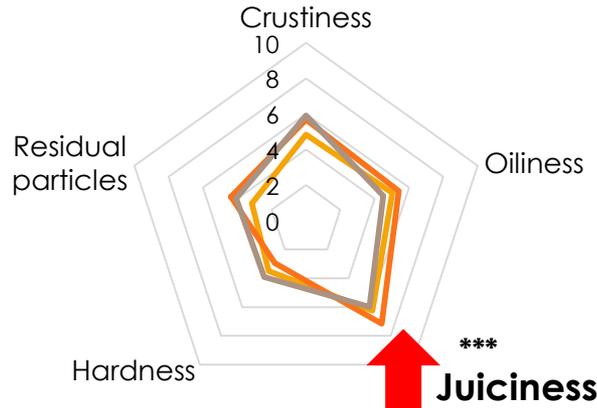
**Protección de la microencapsulación frente a la oxidación lipídica**

# Efecto del tipo de enriquecimiento: Análisis sensorial

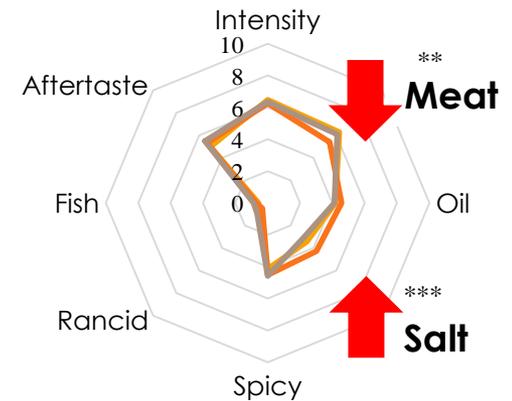
## Appearance and odour before eating



## Texture



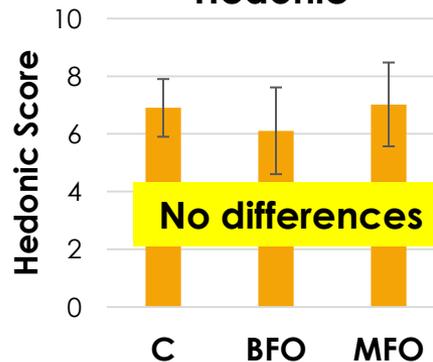
## Flavour



## Quantitative-descriptive

- ↑ BFO
- ↑ Juiciness
- ↑ Salt
- ↓ Meat

## Hedonic



## Triangle test



# CONCLUSIONES

- 1.- El tipo de emulsión (monolayer, multilayer...) y la composición de las emulsiones influyen en las características físico-químicas y estabilidad oxidativa de las mismas y de sus correspondientes microcápsulas.**
- 2.- Las microcápsulas elaboradas a partir de emulsiones multicapa previenen la oxidación de ácidos grasos encapsulados. La microencapsulación mediante spray-drying de emulsiones multicapa de aceite de pescado con lecitina, maltodextrina y quitosano (1%) es una estrategia adecuada para obtener una fuente estable de EPA y DHA, y por lo tanto susceptibles de ser utilizadas para enriquecimiento de diferentes alimentos.**
- 3.- La adición de microcápsulas de aceite de pescado, como fuente de EPA y DHA, permite la producción de nuggets con mayor protección de los AGPI w-3 y menor oxidación que cuando se adiciona el aceite de pescado de forma directa.**
- 4.- Las características sensoriales y la aceptabilidad de los nuggets de pollo enriquecidos con AGPI w-3 no se modifican mediante la adición de microcápsulas, mientras que el enriquecimiento mediante adición directa del aceite de pescado influye en algunos atributos sensoriales.**

# Agradecimientos

- ▶ Gobierno de Extremadura (Consejería de Empleo, Empresa e Innovación) y Fondo Social Europeo, por la beca pre-doctoral (PD10026)

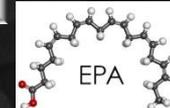
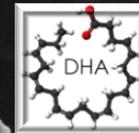


- Laboratoire Biodymia (Université Lyon-1)
- Biomega Natural Nutrients.





**Muchas gracias  
por su atención**



*M<sup>a</sup> Teresa Antequera Rojas*