



BIOECONOMÍA  
ARGENTINA | 20  
EL POTENCIAL DE LAS REGIONES | 15

16-17 Abril 2015, Puerto Madryn, Argentina



# LA BIOACCESIBILIDAD COMO PARÁMETRO DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS ALIMENTARIOS Y DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS

ANA ANDRÉS GRAU



# BIOECONOMIA



**1ª  
REVOLUCIÓN  
INDUSTRIAL**

**Economía sostenible y  
respetuosa**

**Economía Productiva.**  
Altamente dependiente de los  
combustibles fósiles

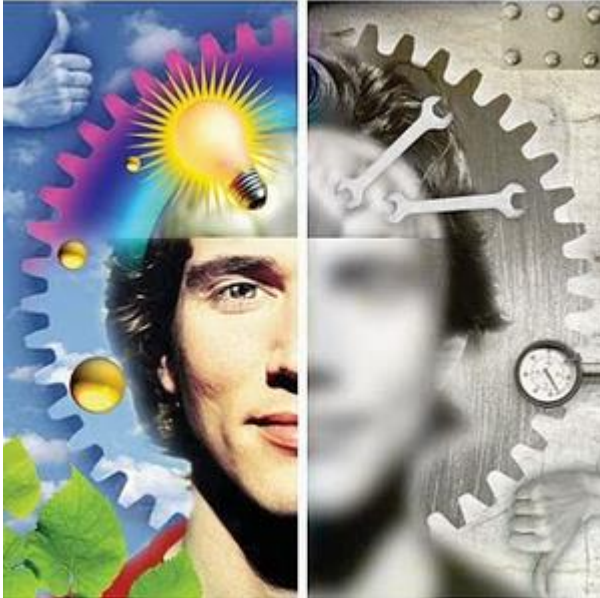


**2ª  
REVOLUCIÓN  
INDUSTRIAL**

**HIPERTECNOLÓGICA:**  
Nuevas Biotecnologías,  
Nanotecnologías, Ingeniería  
genética, etc....



# BIOECONOMIA:



Proyecto para conseguir dar **SOLUCIONES** a los retos presentados por:

- **El cambio climático, la contaminación y el deterioro ambiental,**
- **La pobreza mundial,**
- **Los grandes desafíos de la Salud pública Global.**

La gran oportunidad **para aumentar la competitividad** del sector alimentario reside en confrontar los grandes **RETOS SOCIALES** en los que el sector alimentario tiene un gran papel.



# + DESARROLLO DE LA BIOECONOMIA ORIENTADA A LOS GRANDES RETOS SOCIALES....



“Sostenibilidad, Entorno ambiental y producción Alimentaria, y el necesario equilibrio entre ellos”

# CRITERIOS DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS ORIENTADOS A LA **SOSTENIBILIDAD** y **AL CAMBIO CLIMÁTICO (RETO 1):**

## REDUCCIÓN Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS

REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA



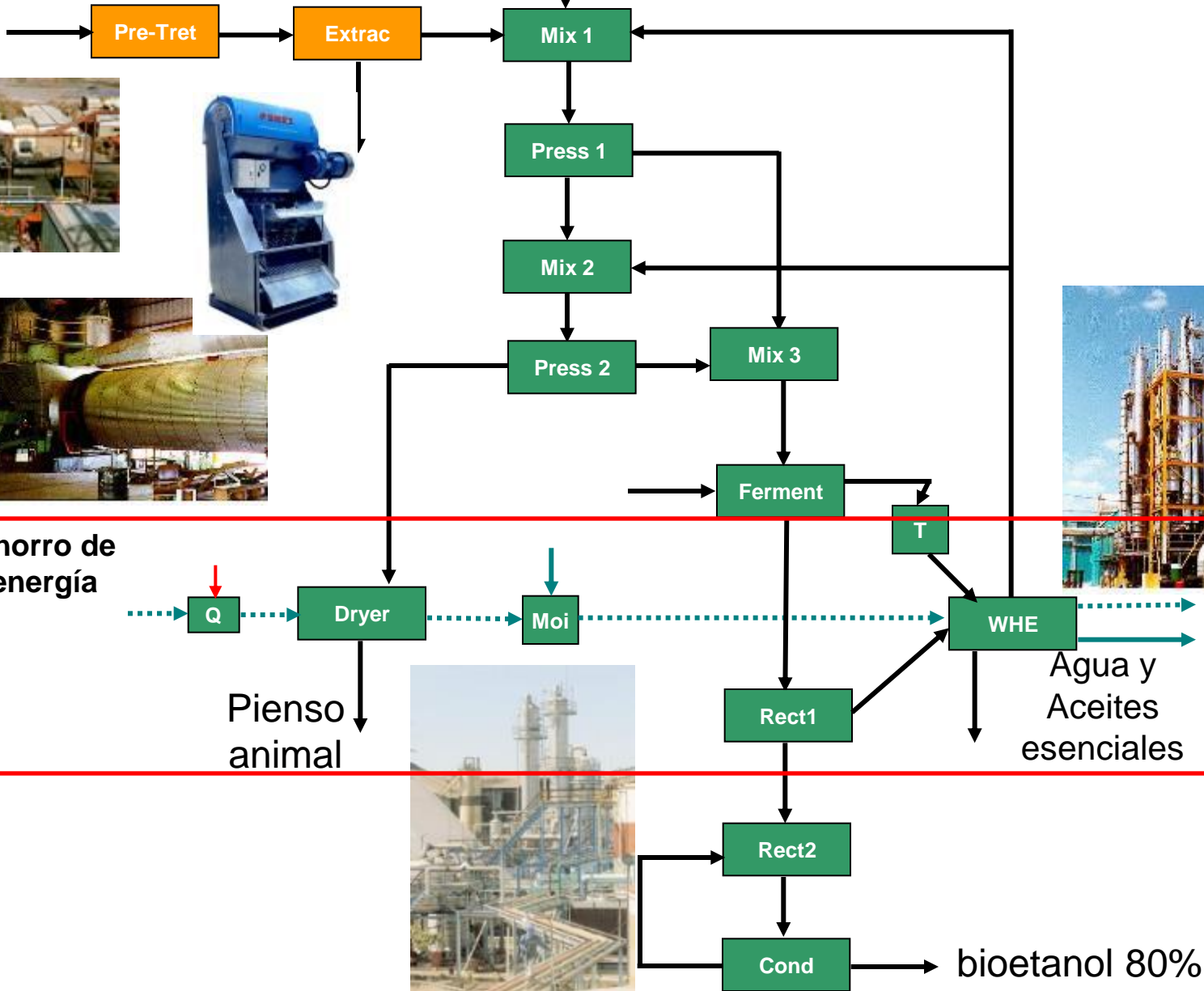
EFICIENCIA ENERGÉTICA



Cítricos



Residuos cítricos



Ahorro de energía

Q

Dryer

Moi

WHE

Pienso animal

Agua y Aceites esenciales

bioetanol 80%

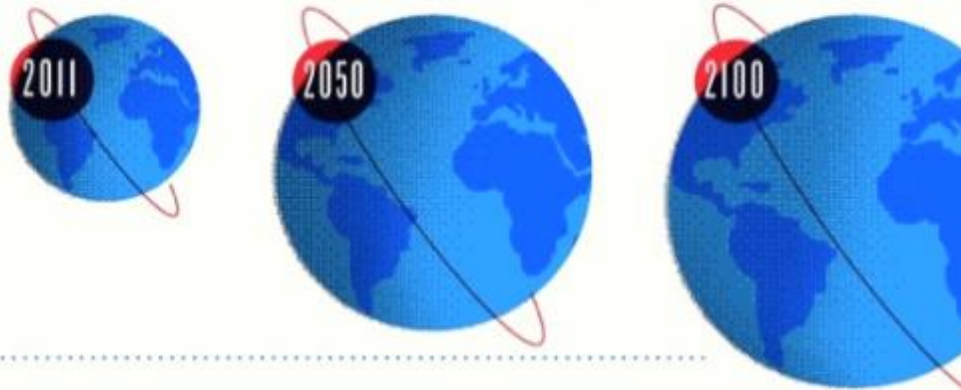
# ALIMENTAR A LA POBLACIÓN MUNDIAL (RETO SOCIAL 3: Food SECURITY)

## SOBREPRODUCCIÓN vs INACCESIBILIDAD


“La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) estima que en **2014** el hambre crónica afectó a **805 millones de personas** en el mundo, habiéndose agravado en los últimos años por el alza en el precio de los alimentos y la crisis económica”.

To feed everyone, the world will need to produce 70% more food by 2050

a 100% more food by 2100, when the world population is expected to hit 10 billion.





# PERO NO ES SOLO UN PROBLEMA DE ACCESIBILIDAD



save  
FOOD

Estudio realizado para  
el congreso internacional  
SAVE FOOD:  
en Interpack 2011  
Düsseldorf, Alemania



**PÉRDIDAS Y  
DESPERDICIO  
DE ALIMENTOS  
EN EL MUNDO**

**Europa y América del Norte 95 a  
115 kg/año,  
África subsahariana y en Asia  
meridional y sudoriental  
representa solo de 6 a 11 kg/año.**

“ SE DESPERDICIA APROX. 1/3 DE  
LOS ALIMENTOS QUE

*PRODUCIMOS*  
**PAISES DE INGRESOS ALTOS Y  
MEDIANOS:** DESPERDICIO en la etapa  
del consumo. TAMBIEN al principio de las  
cadenas de suministro  
(HOMOGENIZACIÓN DE LA CALIDAD).

**PAÍSES DE  
INGRESOS BAJOS,** los alimentos se  
pierden principalmente durante las  
primeras etapas y las etapas intermedias  
de la cadena de suministro de alimentos y  
se desperdician muchos menos alimentos  
en el consumo.

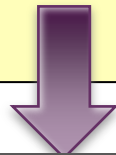


# BINOMIO ALIMENTACION Y SALUD (RETO SOCIAL 2)

**ENVEJECIMIENTO DE LA POBLACIÓN:** grupo de mayor riesgo de malnutrición en las economías avanzadas, una de las principales causas de las incapacidades funcionales.

**ALARMANTE INCREMENTO DE:**

- La obesidad (INDICE TRIPLICADO DESDE 1980),
- Y otras ENFERMEDADES CRÓNICAS METABÓLICAS (Hipertensión, colesterol, diabetes, triglicéridos altos, etc.)



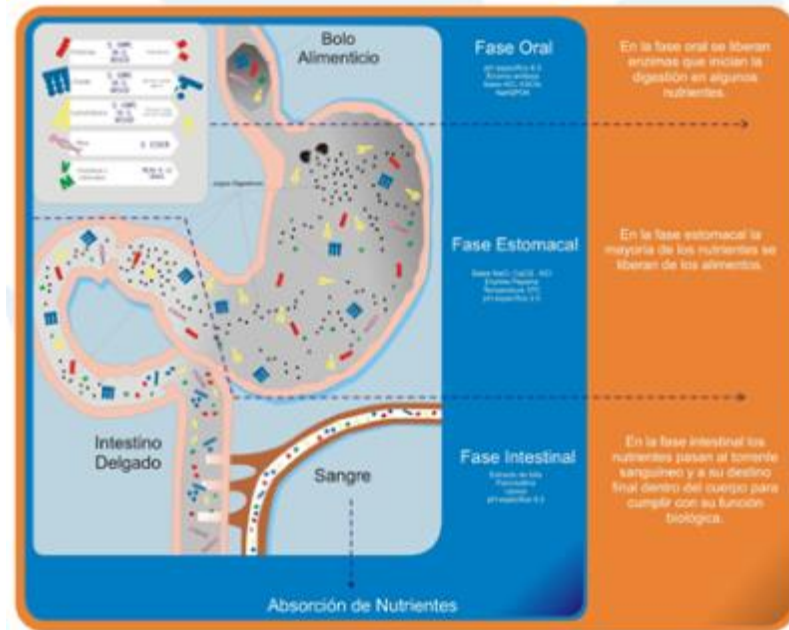
## ACCESIBILIDAD vs BIOACCESIBILIDAD





# BIODISPONIBILIDAD, BIOACCESIBILIDAD Y BIOACTIVIDAD

- **Biodisponibilidad**: cantidad o proporción de la dosis ingerida que alcanza torrente sanguíneo. Se expresa como fracción entre 0 y 1 ó en porcentaje. (Se mide en plasma sanguíneo).
- El primer paso para que un nutriente esté biodisponible es su liberación de la matriz alimentaria y su conversión en una forma química que pueda unirse e introducirse en las células del intestino o incluso atravesarlas. **Bioaccesibilidad**
- Cuando el nutriente llega al tejido diana y se produce la respuesta fisiológica, se habla de **Bioactividad**.



**No son conceptos nuevos**

**¿PERO SE HAN TENIDO EN CUENTA EN EL DESARROLLO DE ALIMENTOS?**

# + Del “*Alimento Sano*” al “*Alimento Funcional*” CAMBIO DE PARADIGMA

(S. XIX) Aporte seguro y adecuado de energía, de macro y micronutrientes



(S. XX) Además de su valor nutritivo, Efecto beneficioso para el organismo y reducir el riesgo de padecer diferentes enfermedades

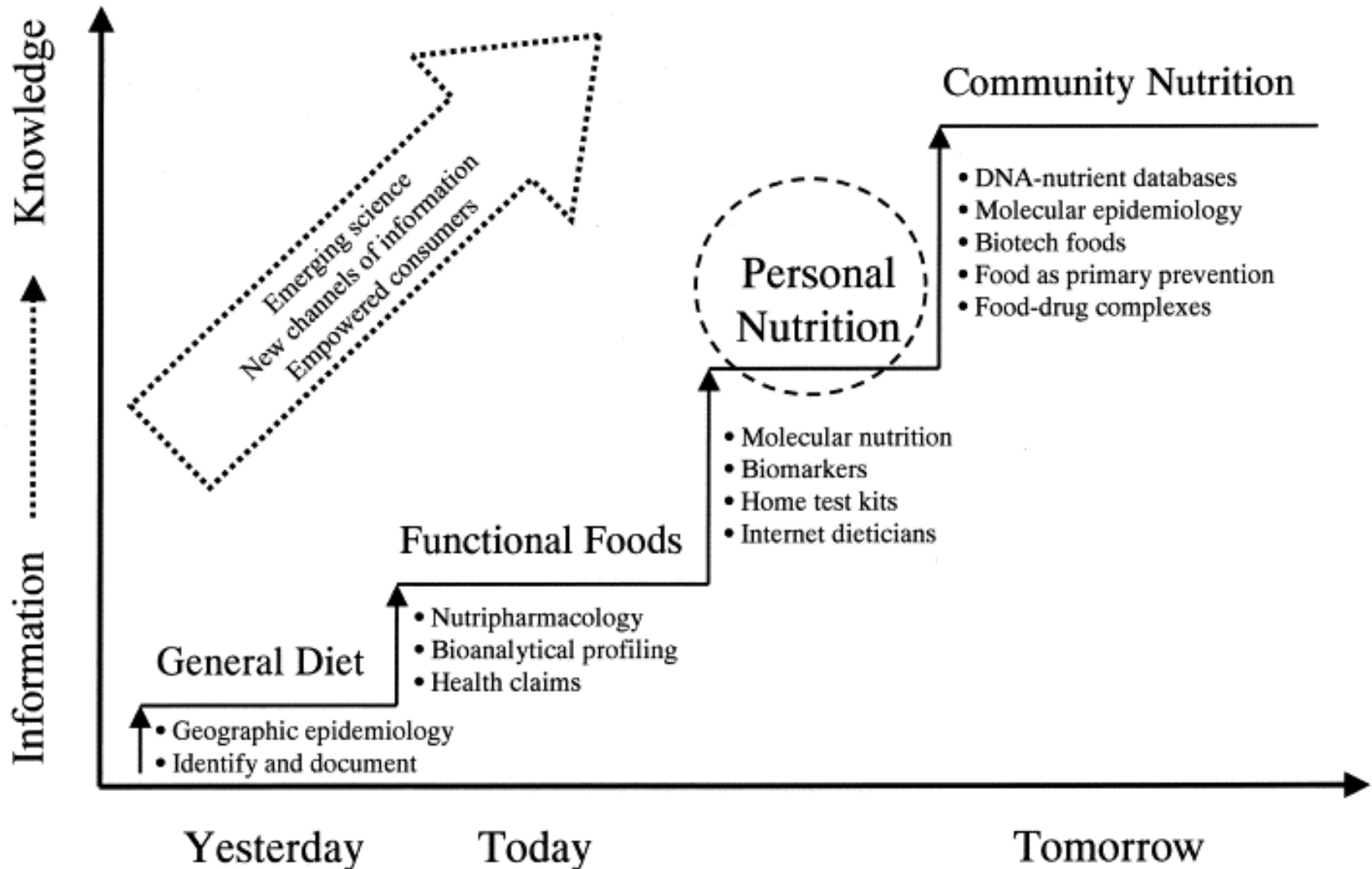


OPORTUNIDAD DE NEGOCIO PARA LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

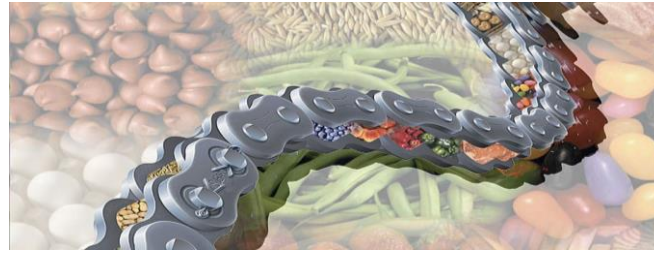
# + ALIMENTACIÓN FUNCIONAL: Estrategia para la prevención y el tratamiento de las enfermedades metabólicas



# + Las oportunidades que nos ofrecen las nuevas Tecnologías /Ciencias



# + EL PROGRESO DE LA CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS A LO LARGO DE LA CADENA ALIMENTARIA



# + PARÁMETROS DE OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS INDUSTRIALES ALIMENTARIOS

## ■ RELACIONADOS CON EL PRODUCTO:

Aumento de vida útil, calidad, seguridad, etc.

## ■ RELACIONADOS CON EL PROCESO:

Duración, coste energético, rendimiento, etc.

## ■ RELACIONADOS CON EL MEDIOAMBIENTE:

Consumo energía, consumo de agua, disminución y gestión de residuos, etc.

## ■ RELACIONADOS CON el CONSUMIDOR:

**NUTRICIÓN, CALIDAD, SEGURIDAD y SALUD**

Preservar, añadir, reducir, reemplazar, etc...

# + LA INDUSTRIA ALIMENTARIA DEBE GARANTIZAR LA ESTABILIDAD DE NUTRIENTES Y COMPUESTOS BIOLÓGICOS DURANTE:

## ■ PROCESOS INDUSTRIALES



## ■ PROCESO DIGESTIVO

¿SE ADAPTAN los procesos PARA garantizar la BIOACCESIBILIDAD?

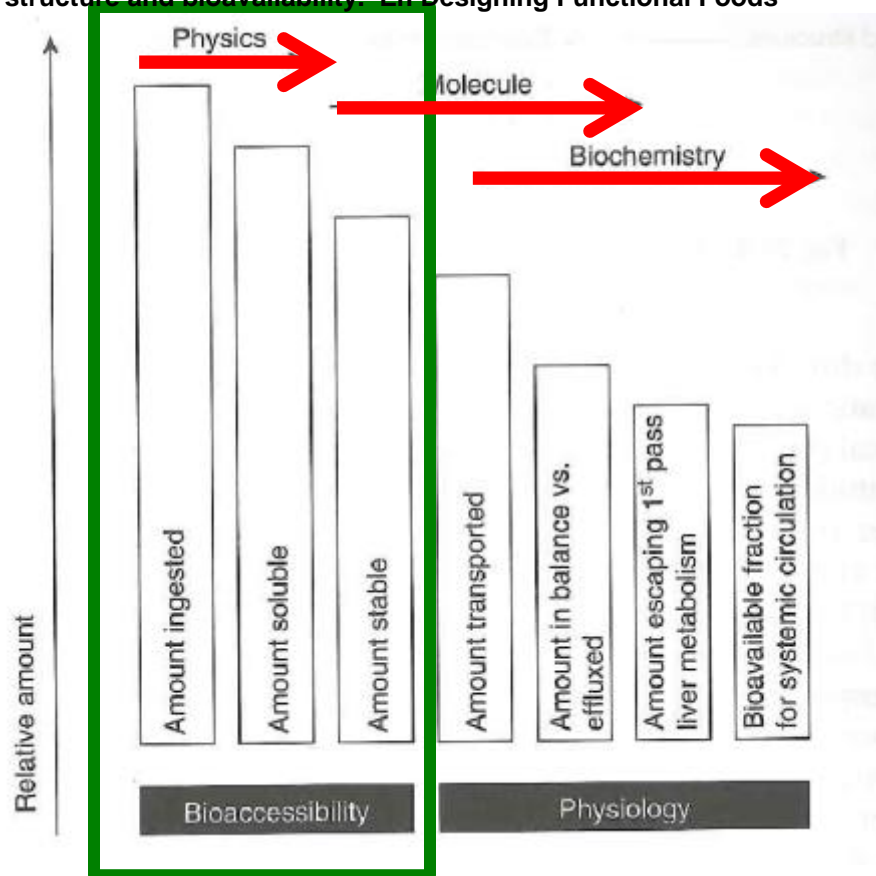






# REDUCCIÓN DE LA CANTIDAD RELATIVA DE COMPUESTOS BIOACTIVOS A TRAVÉS DEL PROCESO DIGESTIVO

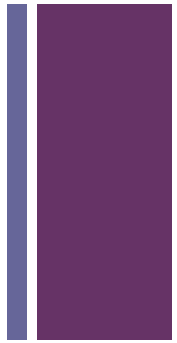
FUENTE: Duchateau et al. 2012. Health food product composition, structure and bioavailability. En Designing Functional Foods



Área de Optimización en Ingeniería de Alimentos

La fracción de la dosis ingerida finalmente bioaccesible, es el resultado de un proceso de reducción paso a paso. Para **OPTIMIZAR LA BIODISPONIBILIDAD**, la reducción en cada etapa debe ser la mínima posible.

Los pasos iniciales viene determinados por los parámetros fisicoquímicos de los ingredientes activos y por la microestructura del alimento (**BIOACCESIBILIDAD**); posteriormente es la bioquímica y la fisiología las que juegan un papel más importante.



# MODULAR EL COMPORTAMIENTO DIGESTIVO DE LOS ALIMENTOS PARA PROVOCAR DETERMINADAS RESPUESTAS FISIOLÓGICAS.

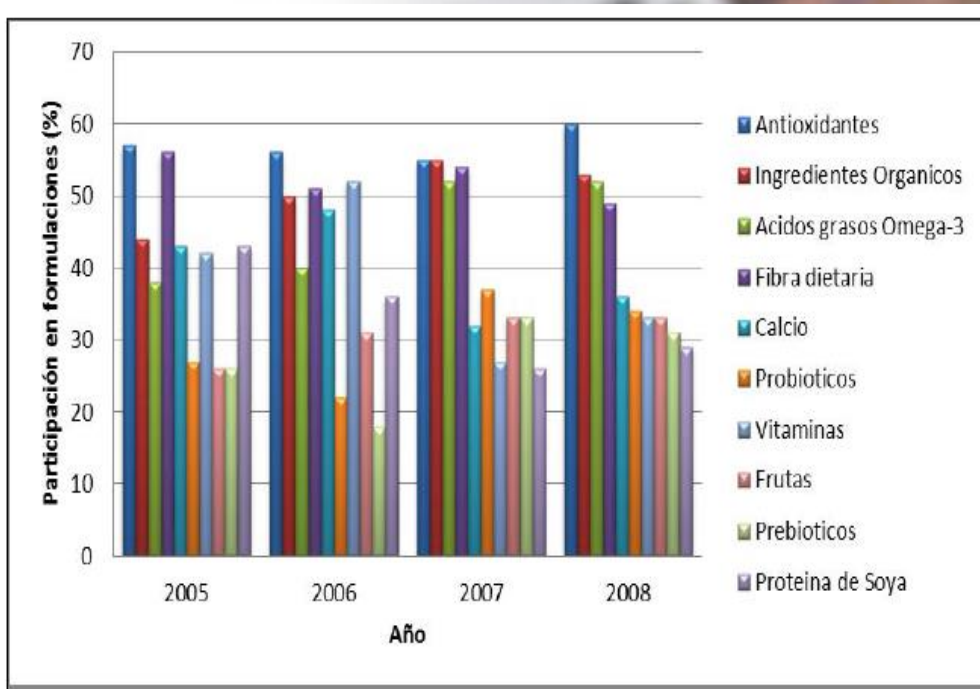


**BIODISPONIBILIDAD 90%**

- **PROTEINAS:** mayor poder saciante, promueven mayor consumo energético; INTERACCIONES con enzimas proteolíticas y surfactantes fisiológicos que juegan un papel muy importante en la digestión de las proteínas.
- **CARBOHIDRATOS:** La calidad nutricional del almidón depende fuertemente del procesado y de sus características FQ. Los carbohidratos de digestión lenta (Ej:Almidón nativo del maíz o la ISOMALTULOSA) influyen en la saciedad, rendimiento físico y mental.
- **GRASAS:** La ingesta de lípidos puede controlarse mediante sistemas de emulsiones complejas, y las estructuras coloidales lipídicas pueden utilizarse para el diseño de sistemas de liberación controlada de compuestos bioactivos.

# BIOACCESIBILIDAD DE MICRONUTRIENTES

LOS compuestos más abundantes en la ingesta **NO** son necesariamente los que conducen a mayores concentraciones de **metabolitos activos** en los tejidos.



## MICRONUTRIENTES

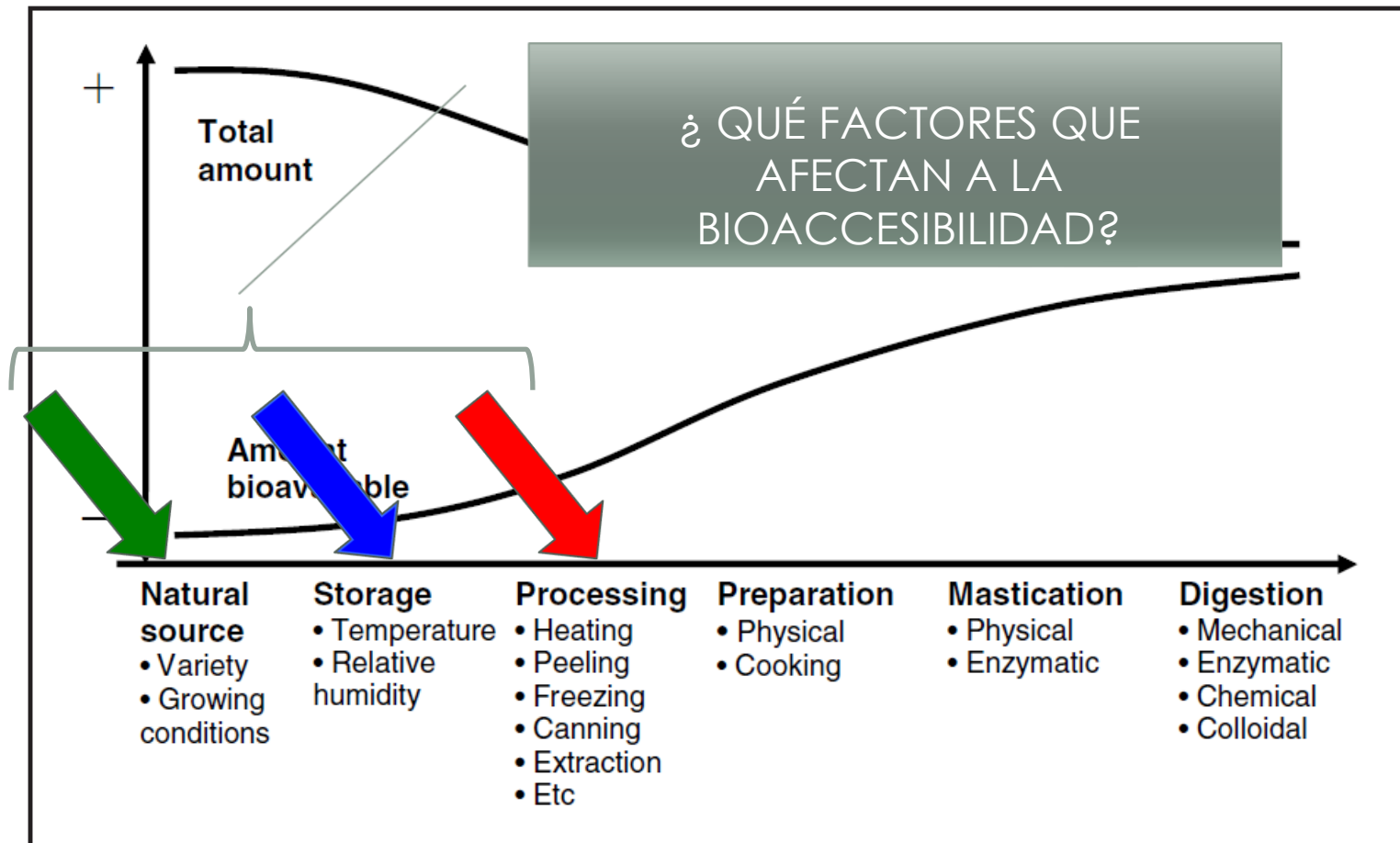
(Vitaminas, minerales y fitoquímicos activos: grandes diferencias en la proporción en que se absorben y se utilizan.

# SUSTANCIAS BIOACTIVAS EN ALIMENTOS

- Sustancias **NO NUTRITIVAS** que intervienen en el metabolismo secundario de los vegetales:
  - Sustancias colorantes (pigmentos)
  - Sustancias aromáticas,
  - Reguladores del crecimiento
  - Protectores naturales frente a parásitos y otros.
- Abundan en FRUTAS y VERDURAS, y en las bacterias “ácido lácticas” (yoghurt, chocroute, etc.).



# CONTENIDO Y BIOACCESIBILIDAD DE ALGUNOS NUTRIENTES A LO LARGO DE LA CADENA ALIMENTARIA



**FUENTE:** Parada y Aguilera, 2007. Food Microstructure affects bioavailability of Several Nutrients. *J. of Food Science.*

# FACTORES QUE PODEMOS MODULAR DESDE LA TECNOLOGIA DE ALIMENTOS Y QUE AFECTAN A LA BIOACCESIBILIDAD:

## FACTORES EXTERNOS:

1. MATRIZ ALIMENTARIA,
2. LA FORMA QUÍMICA DEL NUTRIENTE,
3. EL PROCESADO
4. INTERACCIONES CON LA MATRIZ,
5. MEAL FACTOR.

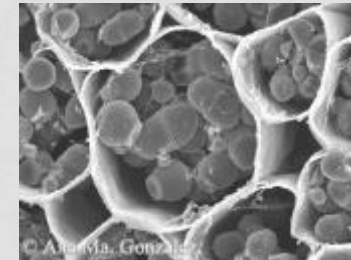
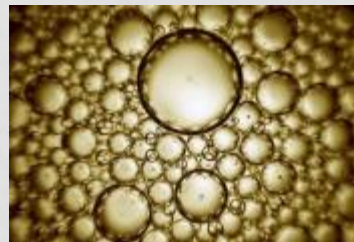
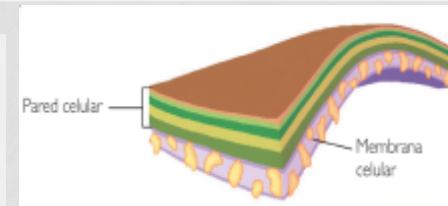
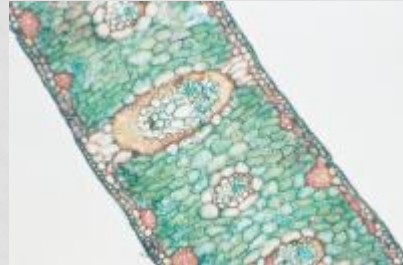


FACTORES INTERNOS: el sexo, la edad, el estado nutricional y la etapa de la vida (ej: lactancia, crecimiento, embarazo, vejez).

NO LOS PODEMOS MODULAR PERO DEBEN ESTAR PRESENTES EN EL DESARROLLO E INNOVACIÓN DE NUEVOS PRODUCTOS

# IMPORTANCIA DE LA MATRIZ: ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN ALIMENTOS

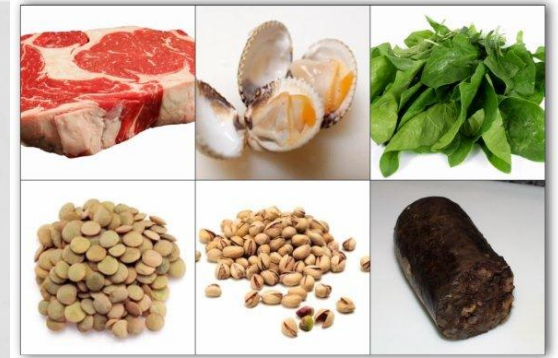
- Paredes celulares
- Gránulos de almidón
- Proteínas,
- Gotas de agua o aceite
- Cristales de grasa
- Burbujas de gas,
- Etc.



# LA FORMA QUÍMICA DE LOS NUTRIENTES

**FORMA QUÍMICA:** Los minerales y otros nutrientes existen en distintas formas químicas en los alimentos y esto puede influir en su bioaccesibilidad.

- EJ 1: HIERRO HEMO Y NO HEMO
- EJ 2: FOLATO ALIMENTARIO Y EL ÁCIDO FÓLICO



- Ej 3: Licopeno en forma Cis o Trans







# OPCIONES DE PROCESADO PARA MODULAR LA BIOACCESIBILIDAD

## **TRATAMIENTOS POSTCOSECHA:**

Condiciones adecuadas para garantizar la estabilidad de vitaminas y minerales.

## **PROCESOS INDUSTRIALES**

1. SEPARACIÓN O EXTRACCIÓN DE INGREDIENTES.
2. TRANSFORMACIÓN/CONSERVACIÓN.
3. FORMULACIÓN/MEZCLADO DE ALIMENTOS.

## **ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN**

Control de los procesos de Degradación Oxidativa durante el almacenamiento.

## **NUEVAS TECNOLOGÍAS**

- Altas Presiones Hidrostáticas
- Pulsos Eléctricos de Potencia
- Ultrasonidos de Potencia

# EL PROCESADO PUEDE MEJORAR LA BIOACCESIBILIDAD POR:



1. Disrupción o rotura de paredes celulares de tejidos de origen vegetal.
2. Disociación del complejo nutriente-matriz.
3. Transformación en estructuras moleculares más activas.



**MOLIENDA, FERMENTACIÓN Ó LOS TRATAMIENTOS TÉRMICOS**

# INTERACCIONES ENTRE INGREDIENTES:

- **POTENCIADORES o COFACTORES:** pueden actuar de formas diferentes, manteniendo el nutriente soluble o protegiéndolo de la acción de los inhibidores. Ejemplos: Carotenoides y grasa; Vitamina C y Hierro;
- **INHIBIDORES o SUPRESORES:** pueden reducir la biodisponibilidad de los nutrientes:
  1. Al unirse de forma no reconocible por los sistemas superficiales de las células intestinales. (Fitoesteroles y Colesterol)
  2. Al hacer insoluble el nutriente e impedir su absorción. (Ej: ácido fítico y Ca)
  3. Al competir por el mismo sistema de utilización (Ej: Ca y Fe no hemo)



# OTROS EJEMPLOS: INTERACCIONES ENTRE NUTRIENTES

- **Hierro-Fitado.** *Urdampilleta Ortegui et al. (2010). Nutrición Clínica y Dietética.*
- **Hierro- Ac. Ascórbico.** *Urdampilleta Ortegui et al. (2010). Nutrición Clínica y Dietética.*
- **Calcio-Oxalatos**
- **Polifenoles- Proteína.** *Papadopoulou & Frazier (2004). Trends in Food Science & Technology.*
- **Polifenoles- Fibra.** *Quirós Saucedo et al. (2011). Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud.*
- **Interacciones entre Carotenoides.** *Van het Hof et al., (2000) The Journal of nutrition.*

LAS INTERACCIONES ENTRE INGREDIENTES PUEDEN DARSE POR ESTAR EN LA MISMA MATRIZ O BIEN POR LA INGESTA COMBINADA DE DISTINTOS ALIMENTOS “MEAL FACTOR”.



# MEAL FACTOR Y EL METABOLISMO DE LOS ACIDOS GRASOS

*MICHALSKI ET AL. (2013) PROGRESS IN LIPID RESEARCH*

## CARBOHIDRATOS y NIVELES PLASMÁTICOS DE TAG.

- Los Azúcares lo aumentan
- Los Almidones no influyen
- Las Fibras lo disminuyen

## MECANISMOS:

- Modifican el tiempo de vaciado gástrico (glucosa, oligosacáridos y algunas fibras).
- Aumento de la viscosidad del bolo (Fibras), lo que dificulta la emulsificación y la hidrólisis enzimática.
- Algunas fibras presentan un efecto inhibitorio de las lipasas pancreáticas.

**PROTEINAS:** el tipo de proteína influyen notablemente en los niveles de colesterol (HDL). Estudio en ratas:

Proteína de pescado < Caseína

15% Caseína + 5% Soja < Caseína 19,7%

**MECANISMO:** Diferente hidrofobicidad y capacidad de unirse a los ácidos biliares .

## **MINERALES:**

Los ácidos grasos saturados de cadena larga forman con algunos cationes divalentes (**principalmente Ca y Mg**) complejos insolubles (jabones) que se excretan con las heces.

# ¿COMO SE MIDE LA BIOACCESIBILIDAD, BIODISPONIBILIDAD, BIOACTIVIDAD, ETC.?

## Experimentos digestibilidad *in vitro*

- Simulación del proceso gastrointestinal fisiológico
- De forma controlada y reproducible
- Conocer el estado del proceso en cada punto
- Atribuir resultados únicamente a las condiciones de análisis

## Experimentos digestibilidad *in vivo*

- Solo posible evaluar punto final de la reacción (sin técnicas invasivas)
- Imposible conocer todos los factores del proceso
- Útiles una vez caracterizados los factores de forma *in vitro*

### Características de la digestión en IP

- ↑ tiempo de vaciado gástrico
- ↓ secreción de  $\text{NaHCO}_3$  al intestino delgado
- ↑ acidez pH intestinal
- ↑ tránsito intestinal (desajustes hormonales)



# + PARÁMETROS DE OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS INDUSTRIALES ALIMENTARIOS

- Incrementar la DIGESTIBILIDAD de nutrientes,
- Aumentar la BIOACCESIBILIDAD,
- Destrucción de FACTORES ANTINUTRICIONALES

***“Son OBJETIVOS ALCANZABLES con un adecuado manejo de las tecnologías y variables de proceso”.***



# UNA CUESTIÓN ÉTICA y SOCIAL



## OPTIMIZAR LA BIOACCESIBILIDAD

Como estrategia para

**MAXIMIZAR EL USO DE LOS RECURSOS y la  
INVERSIÓN/BENEFICIO del consumidor.**

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA



Instituto de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo (IAD)

GRACIAS!



ANA ANDRES GRAU [aandres@upv.es](mailto:aandres@upv.es)

<http://www.upv.es>