

Estrategias Tecnológicas para Mejorar la Calidad de Semillas-Grano

Juana Frias

Instituto de Ciencia,
Tecnología y Nutrición
(ICTAN-CSIC)

Jose antinio Novais 10,
28040, Madrid

frias@ictan.csic.es

Aspectos de calidad en alimentos



Características del alimento

- Genéticas
- Químicas
- Físicas
- Estructurales
- Reológicas
- Mecánicas
- Microbiológicas



CALIDAD E INNOVACIÓN

3

INDUSTRIA ALIMENTARIA



Alimentos
nutritivos

Aporten los nutrientes necesarios para satisfacer las necesidades fisiológicas vitales



Alimentos de
calidad



Satisfagan los requerimientos del consumidor



INNOVACIÓN



- Desarrollo de nuevos alimentos que demanda el consumidor
- Mejorar competitividad
- Posicionamiento en el mercado

SEMILLAS-GRANO



- **Legumbres**
- **Cereales**
- **Pseudocereales**

- **Alimentos de origen vegetal**
- **Alimentos básicos**
- **Destinados al consumo humano**
- **Proporcionan hidratos de carbono, fuente de energía para nuestro organismo.**
- **Fuente de proteínas**

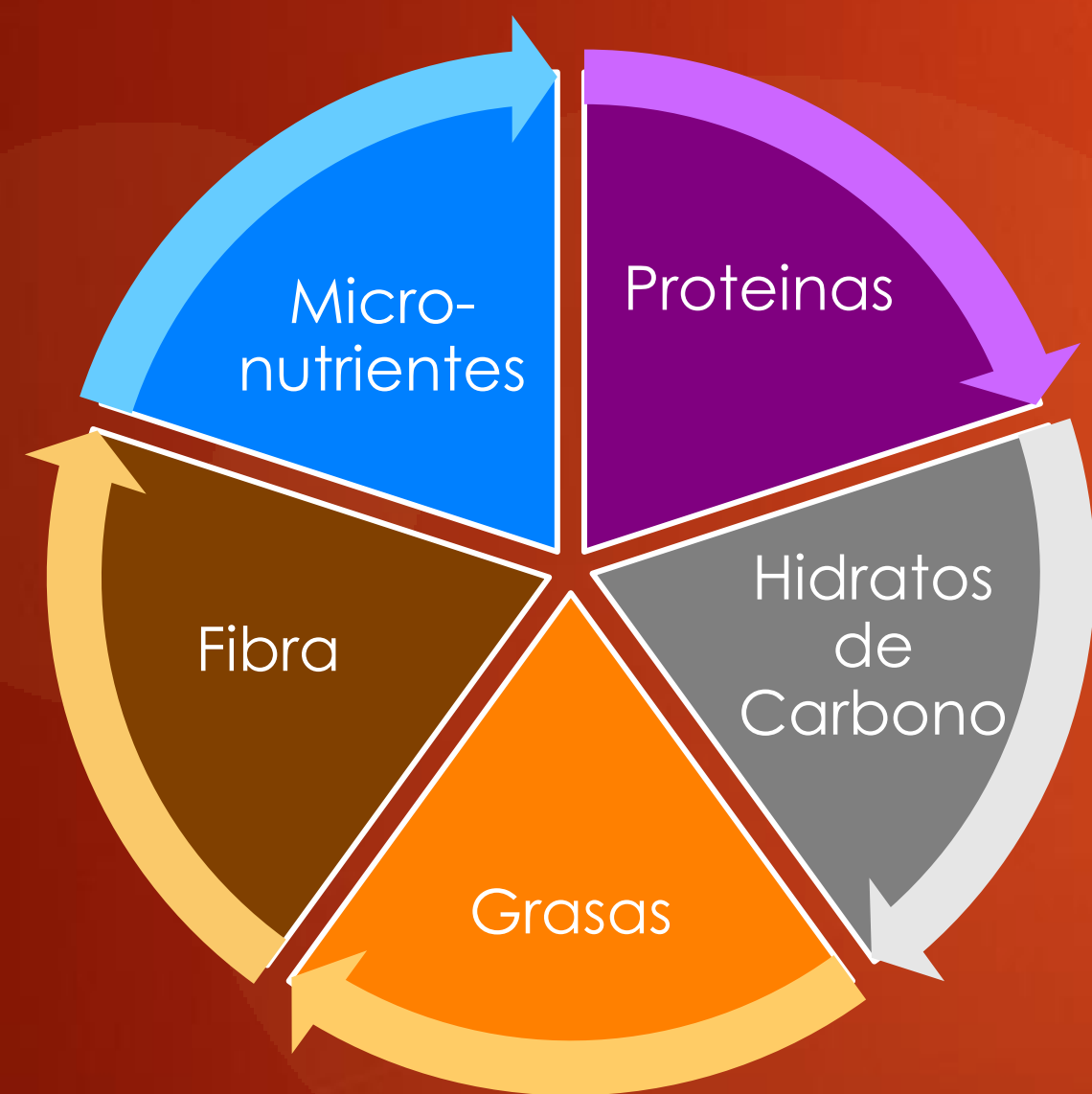
Destacan:

- Legumbres: alto contenido en proteínas
- Cereales: ricos en hidratos de carbono
- Pseudocereales: contenido equilibrado en aminoácidos

Calidad nutritiva: composición

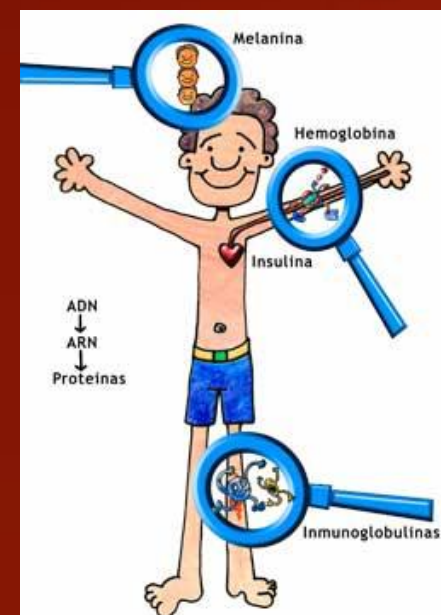
NUTRIENTES:

Biomoléculas presentes en los alimentos que cubren las necesidades metabólicas del organismo y son esenciales para el mantenimiento de la salud

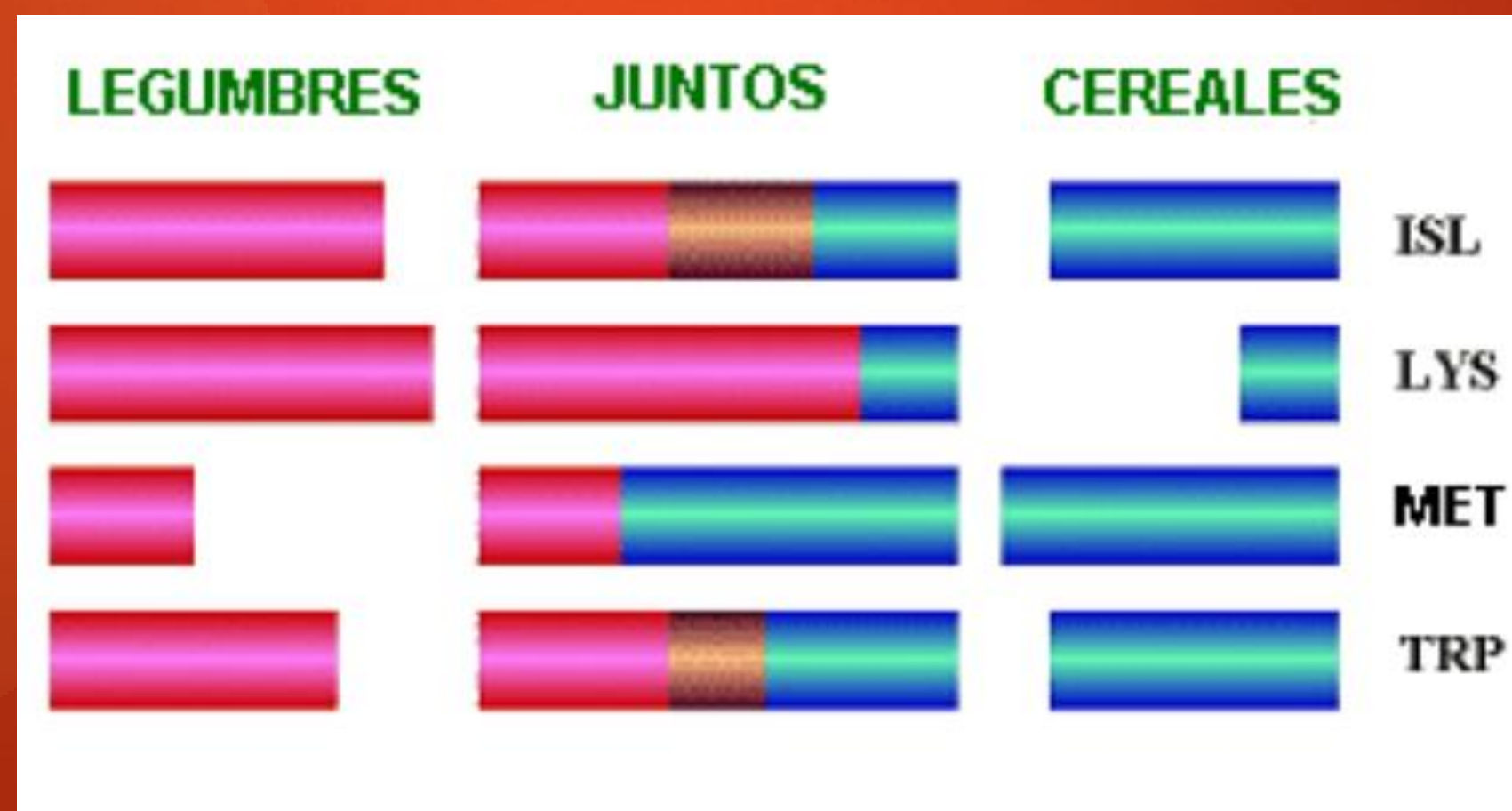


	Proteínas	Grasa	H. Carbono	Fibra	Micro-nutrientes	Energía (kcal/100g)
Poroto	22	2	62	13	< 1	300
Lenteja	24	1	63	11	< 1	350
Trigo	12	3	70-85	2,5	< 1	380
Quinua	16	7	70	7	< 1	374

Las proteínas

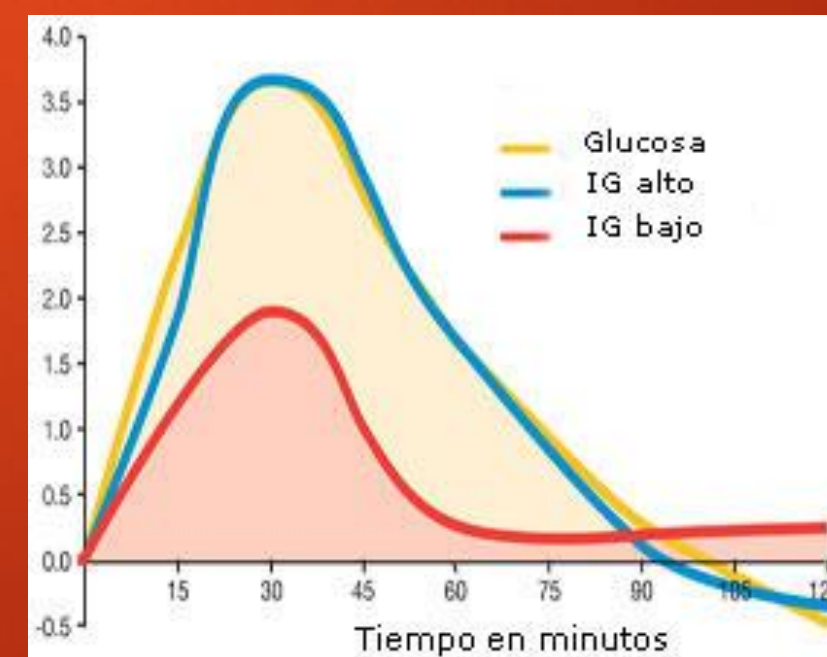
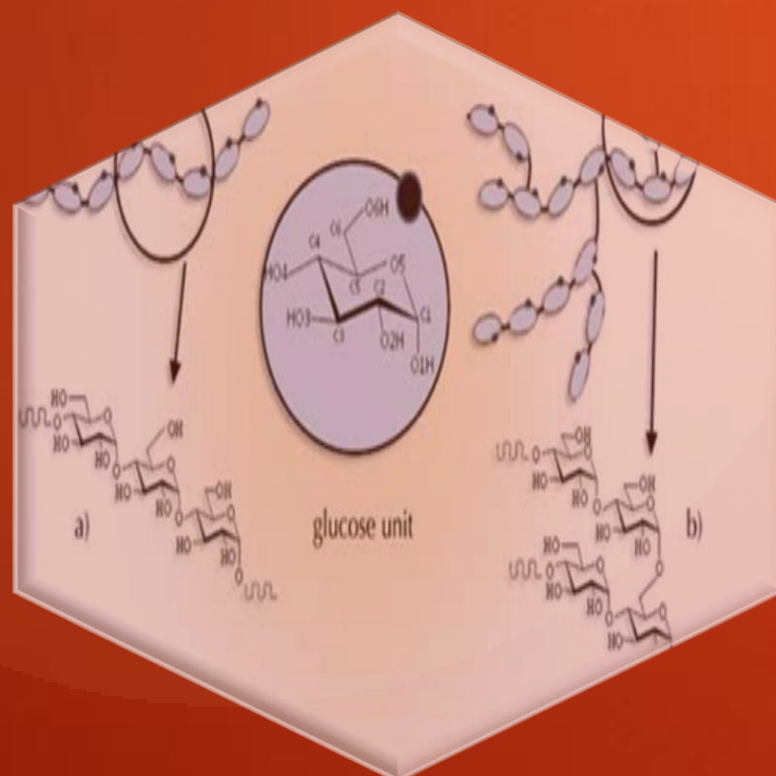


- Proporcionan aminoácidos, responsables de la función estructural de nuestro organismo
- 8 aminoácidos esenciales procedentes de los alimentos, el resto los podemos sintetizar
- Legumbres ricas en Lys, pobres en Met
- Cereales ricos en Met y pobres en Lys
- Pseudocereales: Contienen los 8 aa esenciales



Los hidratos de carbono

- Fuente de glucose, azucar esencial para el funcionamiento celular (necesaria la insulina)
- Fuente de C, O y N, esenciales para la función energética
- En forma de monosacáridos, disacáridos y polisacáridos (almidón), reserva energética de las semillas
- El almidón es el componente mayoritario: amilosa y amilopectina
- Legumbres: ricas en amilosa, digestión lenta, IG bajo < 30
- Cereales: ricas en amilopectina, digestión más rápida, IG alto > 65
- Pseudocereales: IG medio: 35-53





Los lípidos

- Función energética inmediata (9kcal/g), aislante térmico
- Fuente de C, H, O y N, esenciales para la función energética
- Formados por ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados
- Legumbres: 1-9% (70-80% poliinsaturados)
- Cereales: 1-10% (50-60% poliinsaturados)
- Pseudocereales: 5-8% (50-60% poliinsaturados)

Proporción ω -6/ ω -3 saludable

Insaturadas	<ul style="list-style-type: none">• Oleico• Linoleico• Linolénico
Saturadas	<ul style="list-style-type: none">• Esteárico• Palmítico• Behénico• Araquidónico
No contienen Colesterol	



= 160 calorías
Las legumbres NO engordan

La fibra alimentaria

**Fibra soluble
(50 - 70%)**



**Fibra insoluble
(30 - 40%)**



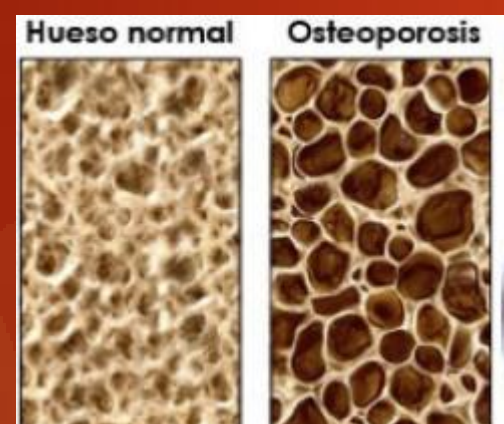
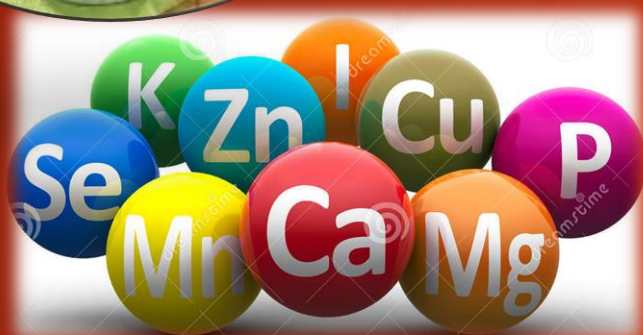
✓ Favorece la salud intestinal

- Aumenta el volumen de las heces
- Normaliza el tránsito intestinal (frena el estreñimiento)
- Reduce riesgo de padecer cáncer de colon
- Potencia el crecimiento de microbiota intestinal

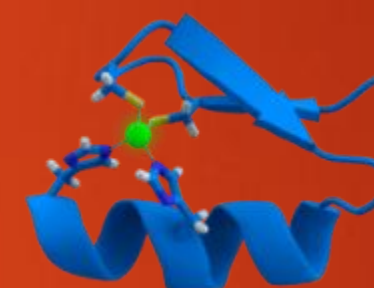
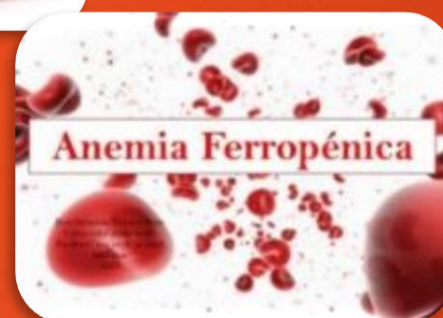
- ✓ **Excreta colesterol**
- ✓ **Regula la absorción de glucosa**
- ✓ **Efecto llenado: saciedad**
- ✓ **Excreta sustancias cancerígenas**

Minerales

1 ración
(60 g)



Aumenta la absorción de hierro



Fósforo (mg)	Calcio (mg)	Magnesio (mg)	Hierro (mg)	Zinc (mg)	Selenio (mg)
150-325	24-83	45-80	1,5-4,3	1,08-1,66	3,76-10,28

Potasio (mg)	Sodio (mg)
243-413	18-70



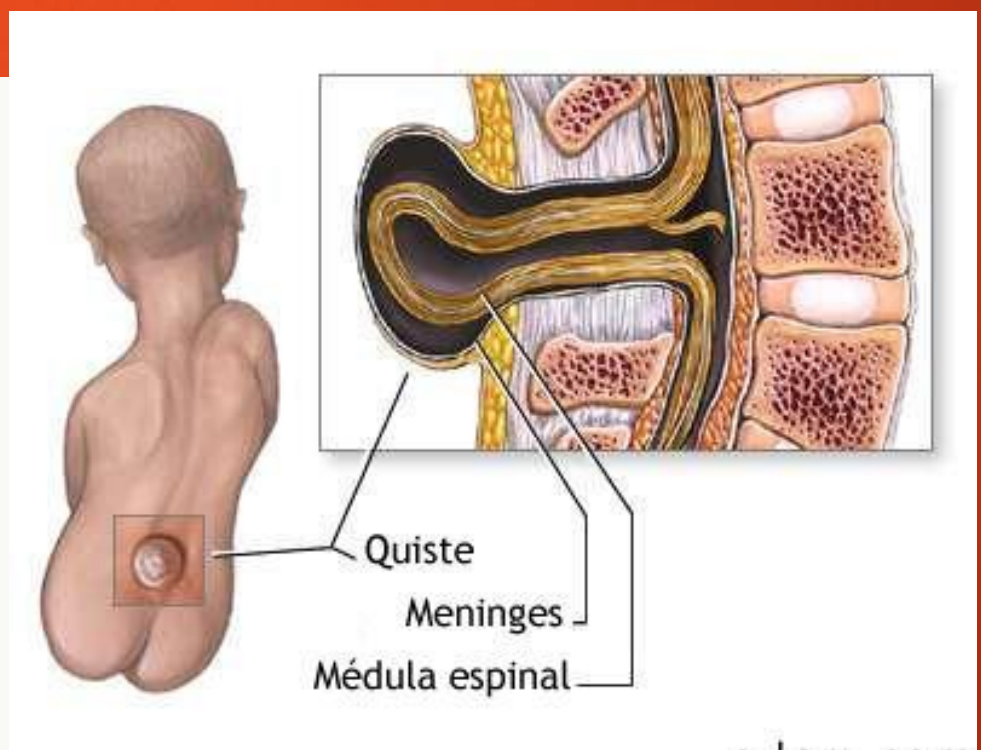
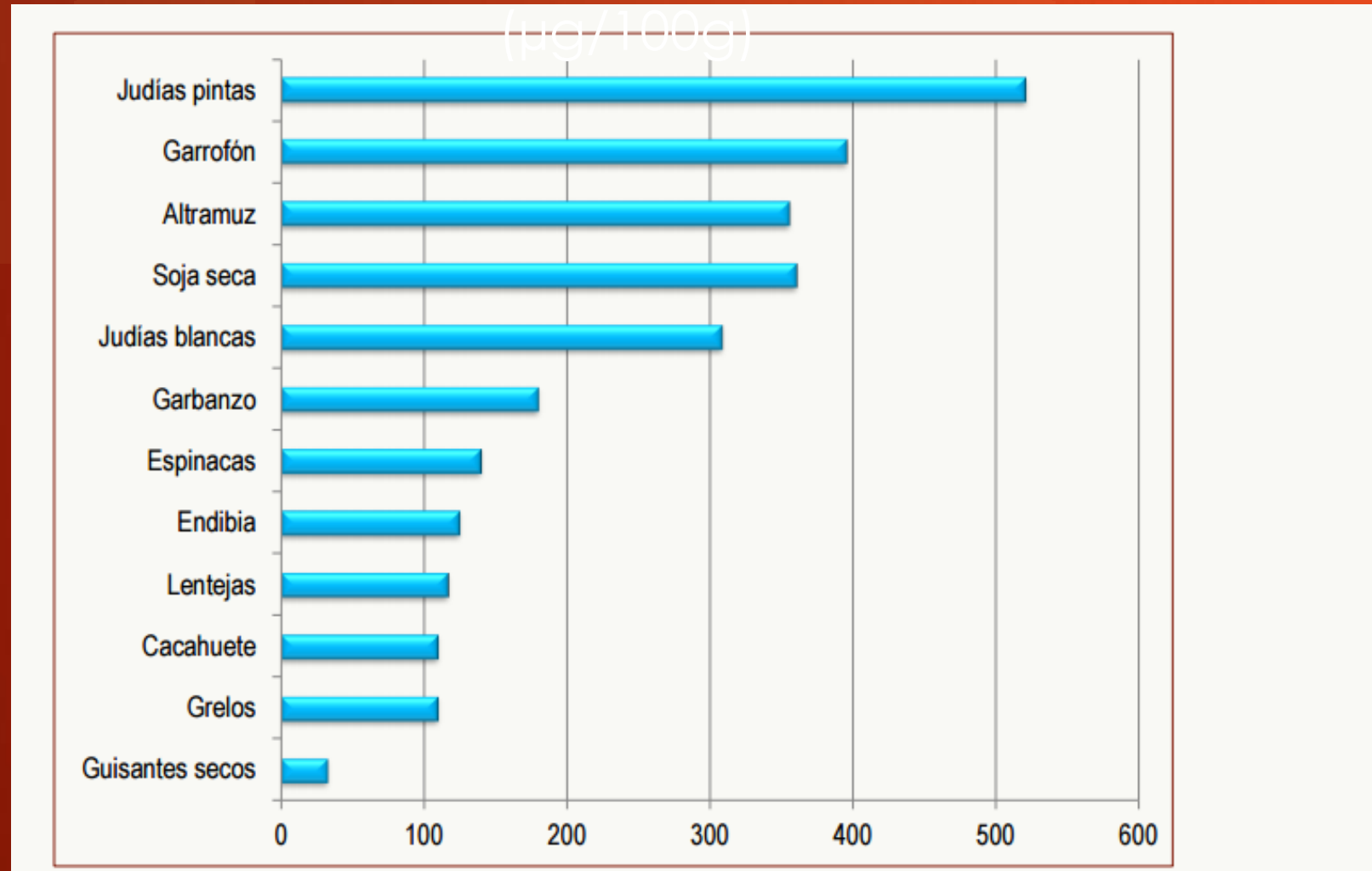
Vitaminas

1 ración
(60 g)



Niacina (mg)	Pantoténico (mg)	Tiamina (mg)	Piridoxina (mg)	Riboflavina (mg)	Folato (µg)
0,27-1,05	0,16-0,63	0,09-0,216	0,01-0,20	0,04-0,07	249-439

Contenido en folato en los alimentos



100 g judías
RDA: 0,2-0,4 mg
Su aporte
disminuye el riesgo
de espina bífida

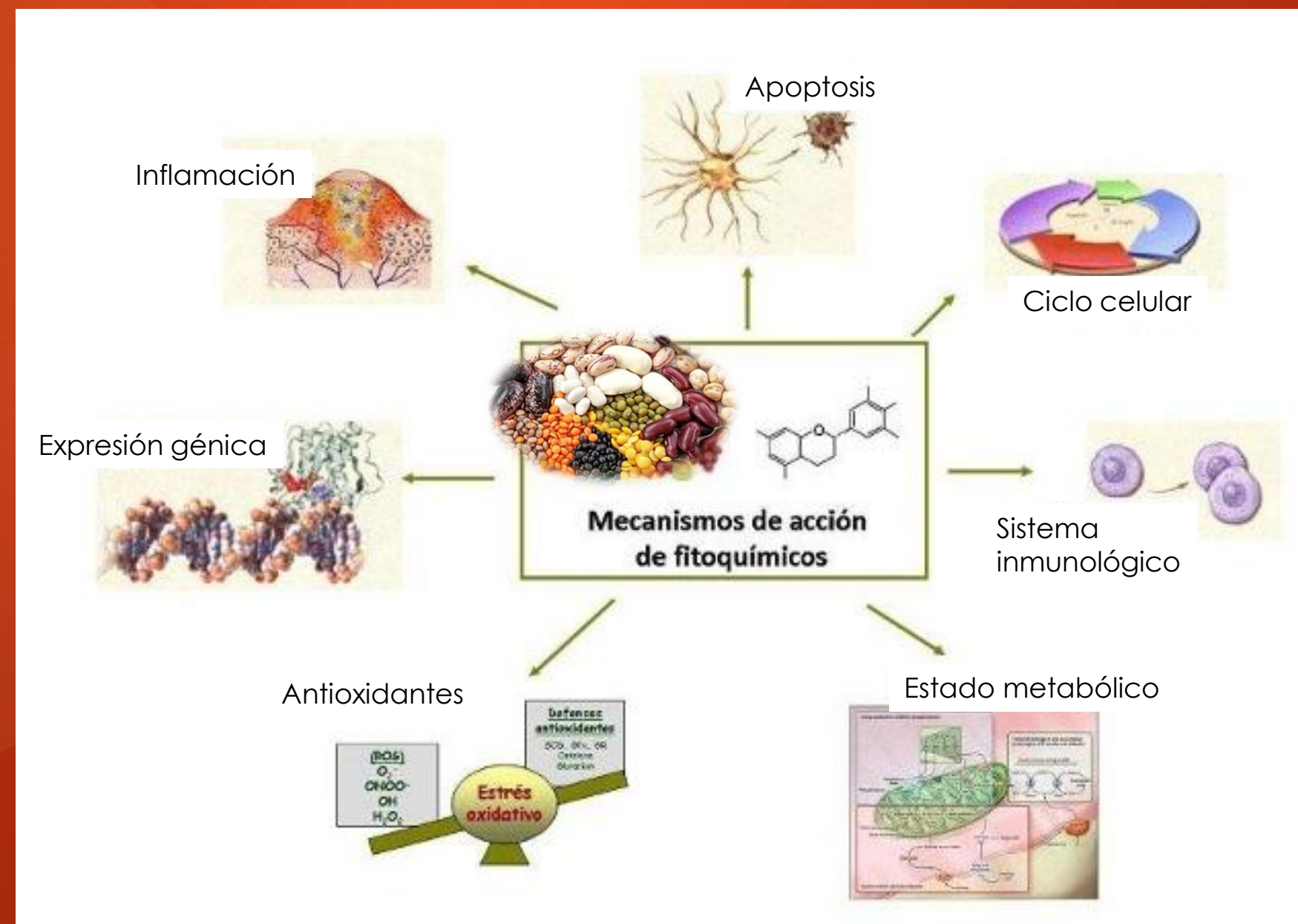
U.S. Department of Agriculture (USDA), Agricultural Research Service, 2017.

Calidad funcional: compuestos bioactivos

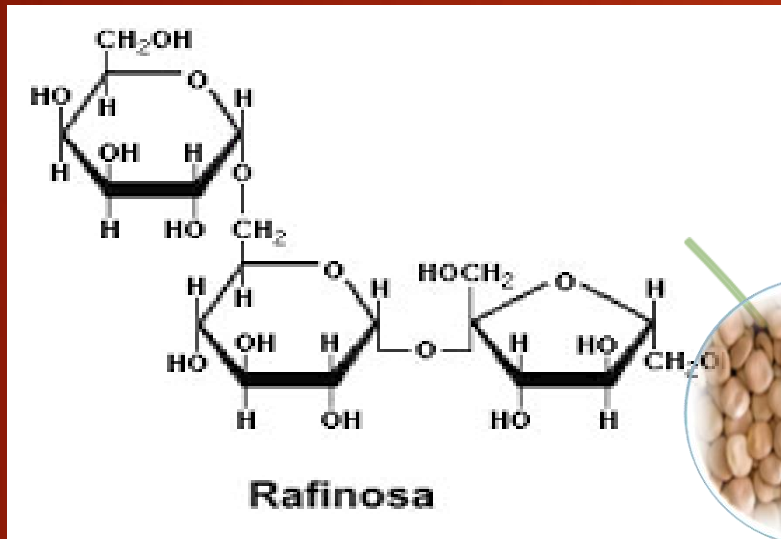
Conjunto de compuestos secundarios (fitoquímicos) contenidos en los alimentos en cantidades muy pequeñas que ejercen efectos fisiológicos en el organismo causando cambios relevantes en el estado de salud



Efectos promotores de la salud/efectos beneficiosos

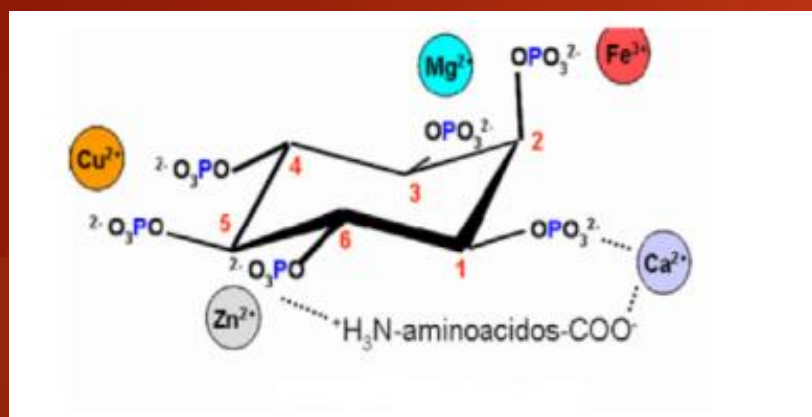


Compuestos bioactivos



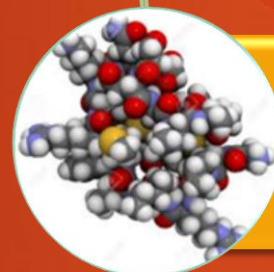
- No se digieren
- + Propiedades prebióticas

α -galactósidos (1-8%)



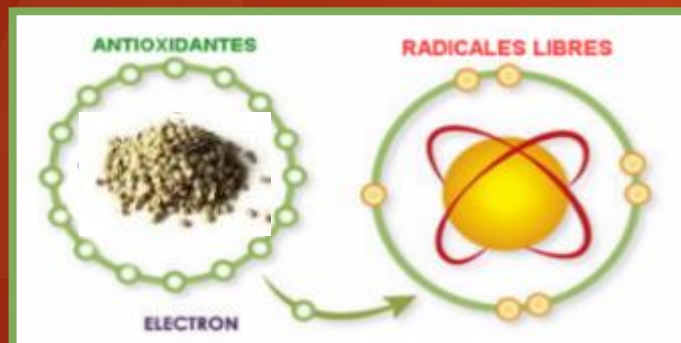
Ác. fítico (1-6%)

- Disminuye la biodisponibilidad de minerales
- + Previene cáncer de páncreas
- + Acción hipocolesterolémica



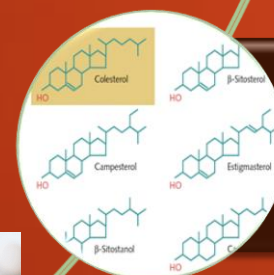
Inh. proteasas (<1%)

- Disminuyen la digestibilidad proteica
- + Fuente de aa azufrados
- + Previenen el cáncer de colon y mama



Comp. fenólicos (<1%)

- Textura astringente
- + Potentes antioxidantes
- + Potentes antiinflamatorios



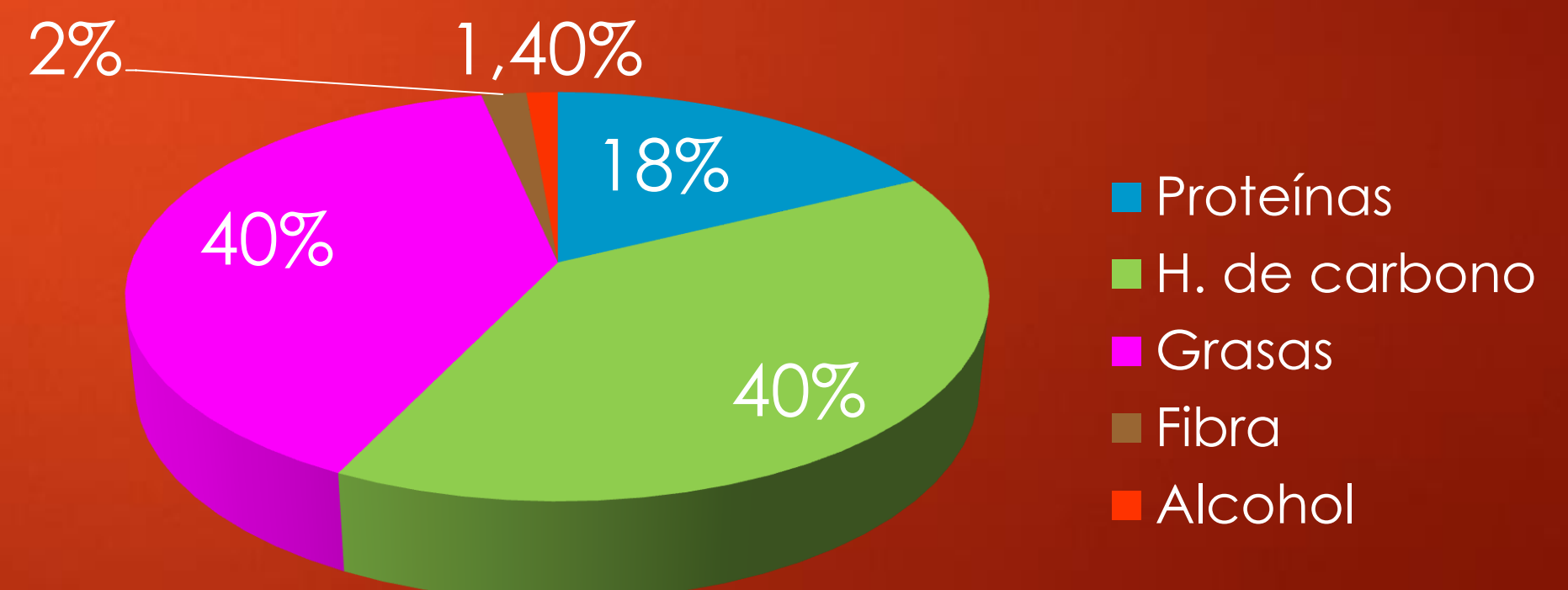
Otros: esteroides, saponinas...

- Hemaglutinantes
- + Estrógenos naturales
- + Protección cardiovascular
- + Antiproliferativos celulares



Perfil nutricional de la población actual en países industrializados

- Elevado consumo grasas saturadas y azúcares (dietas hipercalóricas)
- Escaso consumo de fibra alimentaria
- Consumo excesivo de proreinas de origen animal
- Deficiencias en micronutrients
 - Vitaminas grupo B y vitaminas A y D
 - Minerales como Fe, K, Zn, Se y I
- **Sedentarismo**



Perfil nutricional de la población actual en países industrializados

- Causas:**
- Descenso de alimentos de origen vegetal
 - Aumento considerable de alimentos procesados y bebidas azucaradas



Mejora de la calidad nutricional de alimentos procesados
Desarrollo de nuevos alimentos funcionales

ESTRATEGIAS PARA MEJORAR LA CALIDAD NUTRICIONAL Y FUNCIONAL

Materias primas



Prácticas agronómicas



Procesos tecnológicos



Marketing



Consumidor



MATERIAS PRIMAS

SELECCIÓN DE GRANOS DE ALTO VALOR NUTRICIONAL

Legumbres



Pseudocereales



Cereales alternativos



- ✓ Alternativa a los cereales convencionales
- ✓ Buena composición nutricional
 - Fuente de proteína, fibra, minerales y vitaminas
 - Composición equilibrada de aminoácidos esenciales
- ✓ Atractivos para el consumidor por sus características de alimentos naturales saludables

MATERIAS PRIMAS

MEJORA GENÉTICA DE VARIEDADES VEGETALES

Mejora genética tradicional



Lentejas ricas en proteínas con menor contenido en alfa-galactósidos

Frias et al., 1999. *J. Exp. Botany*, 115, 720-735

Ingeniería genética



Variedades de patata con alto contenido de Met.

Kumar & Jander. 2017. *J. Agric. Food Chem*, 65, 2737-2742

PRÁCTICAS AGRONÓMICAS

APLICACIÓN DE ELICITORES/ESTIMULANTES

Elicitores

Inducen cambios fisiológicos en los vegetales



Provocan mecanismos defensivos



Síntesis de nutrientes y fitoquímicos



↑ Proteína, micronutrientes

Tejada et al. 2018. Eur. J. Agronomy, 96, 54-59

Bioestimulantes

Mejoran la asimilación de nutrientes, tolerancia al estrés o propiedades de calidad



- Mayor rendimiento del cultivo
- Mayor calidad nutricional del vegetal
- Mayor resistencia a estrés abiótico
- Mayor rentabilidad

ESTRATEGIAS TECNOLÓGICAS DE PROCESADO

GERMINACIÓN



- ❖ **Incrementa contenido de nutrientes y disminuye el de antinutrientes**
 - > proteína (38%) y fibra (112%) en maíz (Chavarín-Martínez et al. 2019. *Plant Food Hum. Nutr.*)
 - < ácido fítico (80%) en lentejas (Frias et al., 2003. *Food Chem*)
 - < total eliminación de alfa-galactósidos en lentejas (Frias et al., 1996, *J. Agric. Food Chem*)
 - > vitaminas C y del grupo B (Miranda et al., 2003, *Food Chem.*)
- ❖ **Mejora el contenido y la biodisponibilidad de compuestos bioactivos**
 - > GABA (9-30 veces) en arroz (Ding et al., 2019. *Food Chem.*)
 - > avenantramidas (25%) en avena (Bruijn et al., 2019. *Food Chem*)
 - > compuestos fenólicos (50%) en garbanzo (Fernández-Orozco et al., 2008. *Food Chem*)
- ❖ **Satisface las demandas del consumidor por alimentos frescos y naturales**
- ❖ **Mercado emergente de alimentos derivados de granos germinados**



ESTRATEGIAS TECNOLÓGICAS DE PROCESADO

GERMINACIÓN



European Food Research and Technology

December 2002, Volume 215, Issue 6, pp 472-477 | Cite as

New functional legume foods by germination: effect on the nutritive value of beans, lentils and peas

Authors Authors and affiliations

Concepción Vidal-Valverde, Juana Frias, Isabel Sierra, Inmaculada Blazquez, Fernand Lambein, Yu-Haey Kuo



- ↑ Contenido de proteína
- ↑ Contenido de fibra
- ↑ Contenido de vitaminas
- ↑ Contenido c. fenólicos



ELSEVIER

Food Chemistry

Volume 152, 1 June 2014, Pages 407-414

FOOD CHEMISTRY

Review

Maximising the phytochemical content and antioxidant activity of Ecuadorian brown rice sprouts through optimal germination conditions

Patricio J. Cáceres ^{a, b}, Cristina Martínez-Villaluenga ^b, Lourdes Amigo ^c, Juana Frias ^b ✉



- ↑ Contenido de c. fenólicos
- ↑ Contenido en act. antioxidante
- ↑ Contenido de GABA
- ↑ Hidrólisis proteica



ELSEVIER

Food Chemistry

Volume 173, 15 April 2015, Pages 298-304

FOOD CHEMISTRY

Effects of germination on the nutritive value and bioactive compounds of brown rice breads

Fabiola Cornejo ^{a, b, 1}, Patricio J. Cáceres ^{b, c, 1}, Cristina Martínez-Villaluenga ^c, Cristina M. Rosell ^a ✉, Juana Frias ^c

ESTRATEGIAS TECNOLÓGICAS DE PROCESADO

FERMENTACIÓN



❖ Mejora el perfil nutricional

- Incrementa el contenido en proteína y aa esenciales en lentejas y chíá
(Hashemi et al., 2019. *LWT-Food Sci Technol*; Mohapatra et al., 2019. *Food Chem*)
- Incrementa el contenido en vitaminas grupo B (Frias et al., 2007. *J. Agric.Food Chem*)

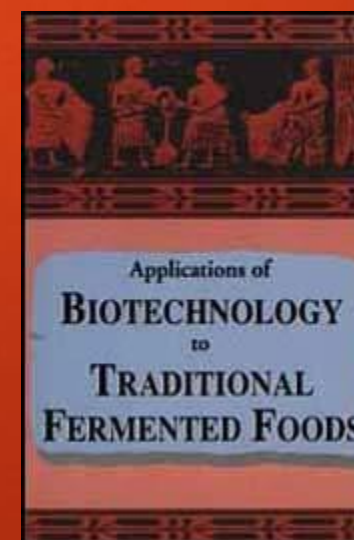
❖ Favorece la acumulación de compuestos bioactivos

- Aumenta la biodisponibilidad de compuestos fenólicos en maíz pigmentado (Rocchetti et al., 2018. *Food Res Int*)
- Gran potencial para la producción de péptidos bioactivos (Rizzello et al., 2017. *Int. J. Food Microbiol*;
- Aumento de GABA en legumbres (Rizzello et al., 2017. *Int. J. Food Microbiol*)

❖ Gran aceptación por el consumidor

❖ Alimento tradicional

❖ Mercado emergente



Mejora de calidad nutricional y funcionalidad de alimentos mediante incorporación de harinas vegetales fermentadas

Contents lists available at ScienceDirect

LWT - Food Science and Technology

LWT - Food Science and Technology 78 (2017) 215–221

Use of fermented quinoa flour for pasta making and evaluation of the technological and nutritional features

Anna Lorusso^a, Michela Verni^a, Marco Montemurro^a, Rossana Coda^b, Marco Gobbetti^a, Carlo Giuseppe Rizzello^{a,*}





↑ Contenido de fibra
 ↑ Contenido de proteína
 ↑ Contenido de comp. fenólicos totales


Contents lists available at ScienceDirect

Food Chemistry

Food Chemistry 232 (2017) 210–217

Comparison of nutritional quality and sensory acceptability of biscuits obtained from native, fermented, and malted pearl millet (*Pennisetum glaucum*) flour

Janet Adeyinka Adebisi^{a,*}, Adewale Olusegun Obadina^{a,b}, Oluwafemi Ayodeji Adebayo^a, Eugenie Kayitesi^a


↑ Contenido de fibra
 ↑ Contenido de proteína

Contents lists available at ScienceDirect

International Journal of Food Microbiology

International Journal of Food Microbiology 279 (2018) 14–25

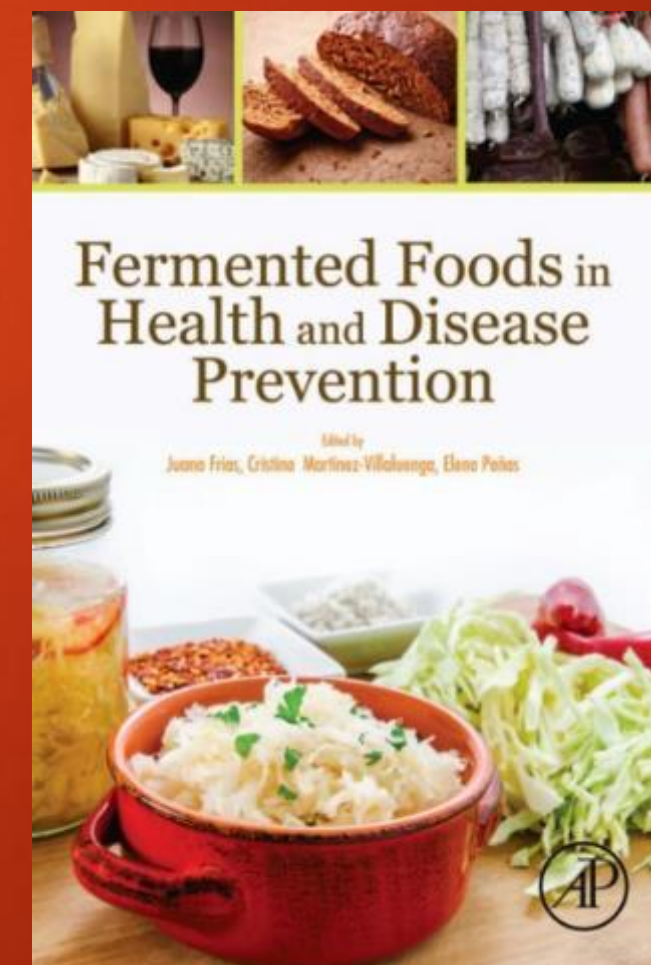
Pro-technological and functional characterization of lactic acid bacteria to be used as starters for hemp (*Cannabis sativa* L.) sourdough fermentation and wheat bread fortification

Luana Nionelli^a, Marco Montemurro^a, Erica Pontonio^a, Michela Verni^a, Marco Gobbetti^b, Carlo Giuseppe Rizzello^{a,*}



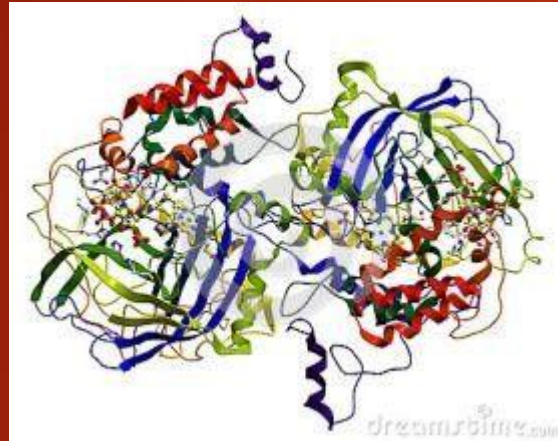


↑ Contenido de fibra
 ↑ Contenido de proteína

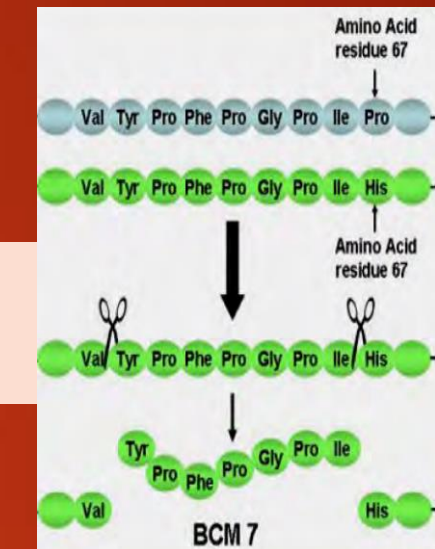


2017

ESTRATEGIAS TECNOLÓGICAS DE PROCESADO



HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA



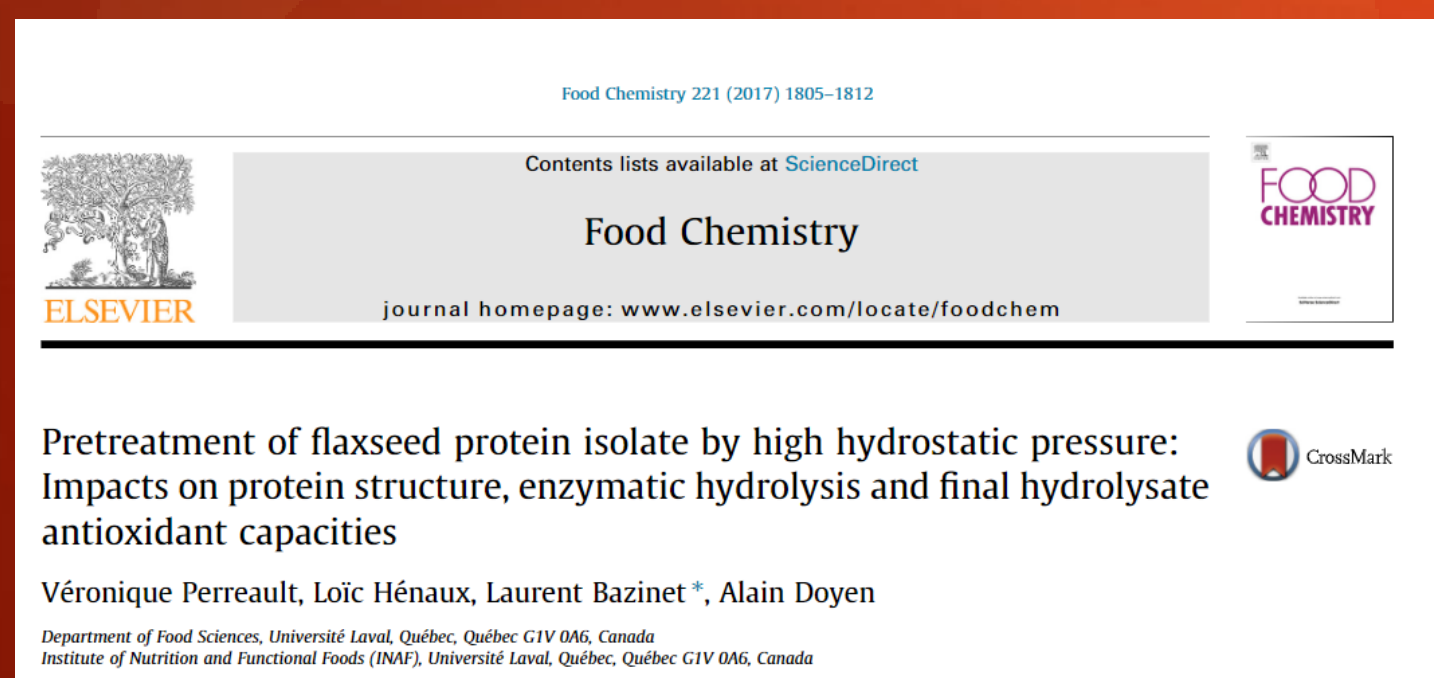
Secuencia aminoácidos	Origen	Enzima	Actividad	Referencia
NEGTL FYDTL	Piel de granada	Alcalasa	Antioxidante	Hernández-Corroto et al. 2019. <i>Food Chem.</i>
FVPY	Altramuz	Neutrasa	Antioxidante	Babini et al., 2017. <i>Food Chem.</i>
AEYVRLY	Guisante	Flavourzyme	Antioxidante	Babini et al., 2017. <i>Food Chem.</i>
GPETAFLR	Altramuz	Alcalasa	Anti-inflamatoria (↓osteoclastogénesis)	Millán-Linares et al., 2018. <i>J. Func. Foods</i>
DGLGYY CCGDYY YDLHGY	Pajuro	Alcalasa	Antioxidante	Intiquilla et al. 2018. <i>J. Sci. Food Agric.</i>
VAITLTK VSKSVLVK	Sorgo	Alcalasa	Antioxidante	Agrawal et al. 2017. <i>LWT-Food Sci. Technol.</i>
SKGFTSPLF APYDPDWYYIR	Coliflor (supproductos)	Alcalasa	Inhibidora ECA	Montone et al., 2018. <i>J. Funct. Foods</i>

ESTRATEGIAS TECNOLÓGICAS DE PROCESADO

ALTAS PRESIONES HIDROSTÁTICAS

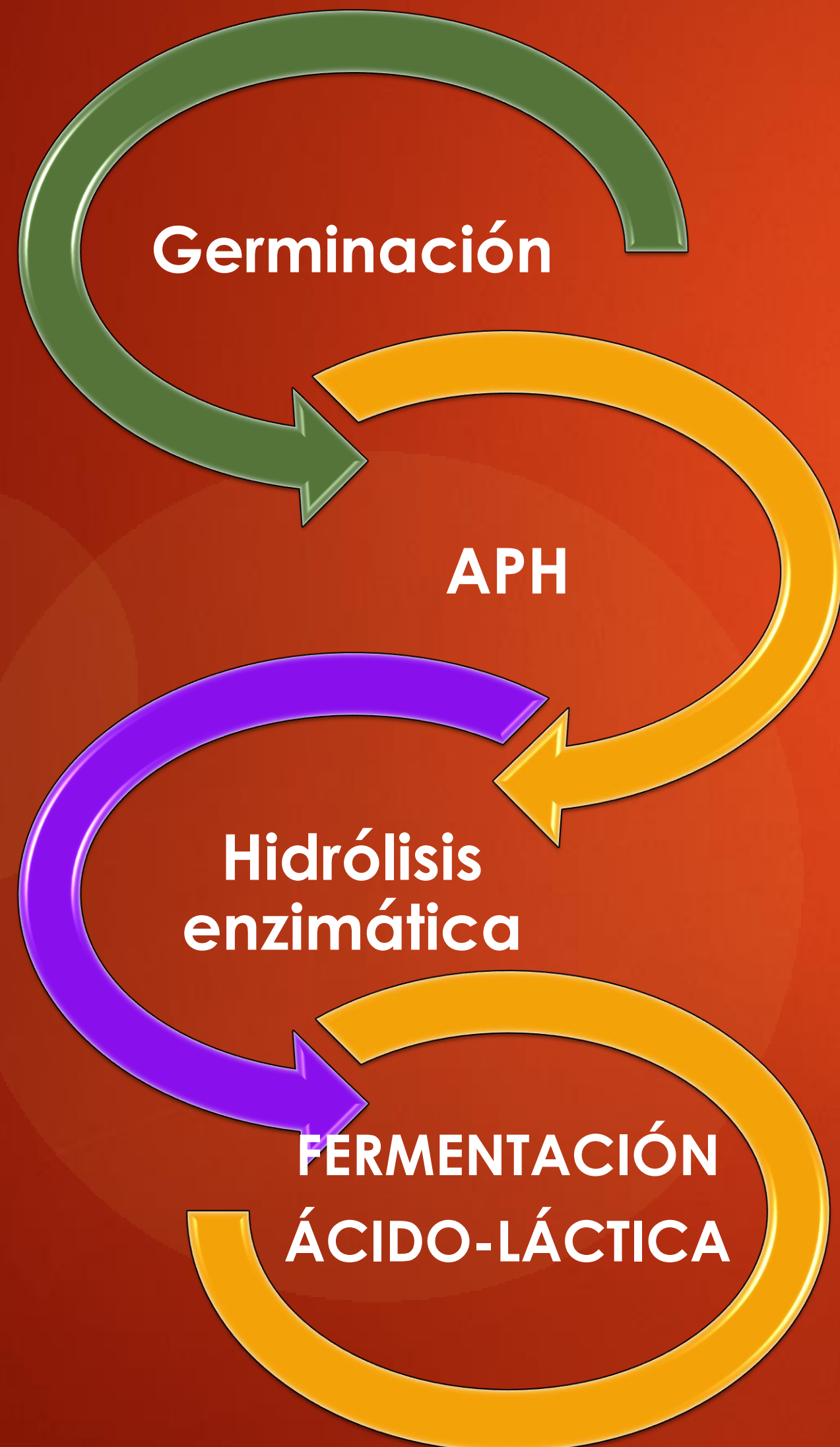


- Al aumentar la presión disminuyen:
 - Las bacterias mesófilas
 - Los coliforms totales y fecales
 - Los mohos y levaduras
- Higienización con hipoclorito.
- Optimo: 200 MPa e hipoclorito 18,000ppm



- Pérdida de estructura 4^a y 3^a de las proteínas
- Mejora su digestibilidad
- Se favorece el acceso a las proteasas
- Aumenta la producción de los péptidos
- Aumenta la bioactividad de los péptidos

COMBINACIÓN DE ESTRATEGIAS TECNOLÓGICAS



Procesos combinados para mejorar la funcionalidad de semillas-grano



Ingrediente multifuncional



COMBINACIÓN DE FERMENTACIÓN E HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA



Journal of Functional Foods 48 (2018) 9–18

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Functional Foods

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jff

Combination of pH-controlled fermentation in mild acidic conditions and enzymatic hydrolysis by Savinase to improve metabolic health-promoting properties of lentil

Sara Bautista-Expósito^a, Cristina Martínez-Villaluenga^a, Montserrat Dueñas^b, Jose Manuel Silván^a, Juana Frias^a, Elena Peñas^{a,*}

^a Institute of Food Science, Technology and Nutrition (ICTAN-CSIC), Juan de la Cierva 3, 28006 Madrid, Spain
^b Research Group on Polyphenols, Nutrition and Bromatology Unit, Faculty of Pharmacy, University of Salamanca, Campus Miguel Unamuno, 37007 Salamanca, Spain

Comp. bioactivos	Control	Ingrediente
Péptidos (mg/g)	63,1 ± 2,8 ^a	229,9 ± 8,1 ^b
Comp. fenólicos totales (µg/g)	1320,1 ± 170,4 ^b	879,9 ± 60,5 ^a

Secuencia	Proteína parental	Actividad potencial
DLAIPVNNPGQLESF	Len c1.0101	Antihipertensiva
EITPEKNPQLQDLDF		Antioxidante
LVNEGKGNLELVGF	Convicilina	

- 80% flavonoles
- 5% flavan-3-oles
- 12% ác. fenólicos

Ingrediente multifuncional

Activ. biológica in vitro	Control	Ingrediente
Inhibición de la ECA (IC ₅₀ , mg/mL)	1,1 ± 0,3 ^b	0,14 ± 0,01 ^a
Inhibición de la α-glucosidasa (maltasa, %)	29,9 ± 1,40 ^a	38,1 ± 0,17 ^b
Antioxidante (mM TE/g)	302,7 ± 25,6 ^a	508,8 ± 48,1 ^b
Inhibición producción de ERO (%)	17,6 ± 1,1 ^a	40,6 ± 2,5 ^b





GRAIN4HEALTH

PROTOTIPOS DE ALIMENTOS ELABORADOS CON INGREDIENTES MULTIFUNCIONALES PROCEDENTES DE LEGUMBRES



panes



hamburguesas



sopas instantáneas



pasta



rellenos



repostería

**sanos
nutritivos
naturales
de
conveniencia**



yogures



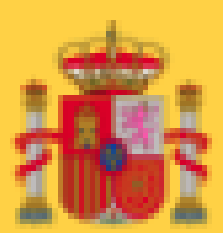
salchichas



barritas



masas



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



JUANA FRIAS, PhD
Senior Scientist



CRISTINA MARTINEZ, PhD
Scientist



ELENA PEÑAS, PhD
Scientist



NATALIA APARICIO
PhD student



SARA BAUTISTA
Postdoctoral
scientist



KARIN COELLO, MSc
PhD student



BEATRIZ CASTRO, BSc
Master student

Grupo de investigación GRAINS4HEALTH



Muchas gracias

Juana Frias
frias@ictan.csic.es

