

31 Jornadas
Técnicas
Asociación Española de Técnicos Cerealistas
— Zaragoza 2019 —

La cebada, un cereal saludable

Ignacio Romagosa
Agrotecnio –
Universidad de Lleida



La cebada, un cereal saludable

Luis Cistué
Mariona Martínez-Subirà, Marian Moralejo, M Paz Romero
Rafa Costa, Paco Batlle
Ana Ferrer, Sara Remón, Remedios Marín

campus
iberus

AGL2015-69435-C3-R

The James
Hutton
Institute

Oregon State
University

CSIC

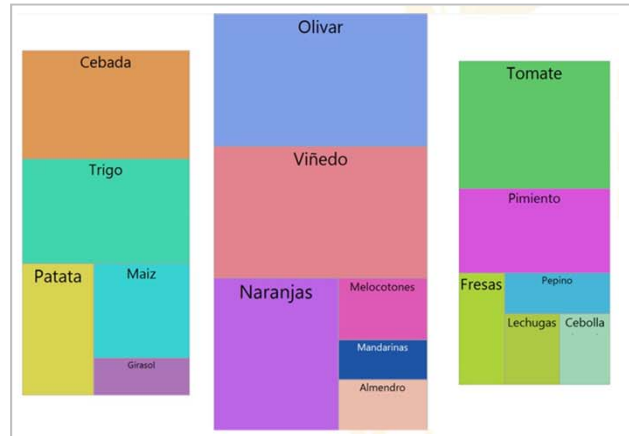
agrotecnio

BATLLE

Superficie de cultivos



Producción final agraria (2017)



La cebada es el cultivo que ocupa mayor superficie agrícola (2,6 Mha) en España.

Primero entre los herbáceos extensivos y quinto global por el valor de su Producción Final Agraria (1.388 M€), después del olivar, viñedo, cítricos y tomate.



Usos de la cebada



Pienso



Reinheitsgebot,
1487, 1516

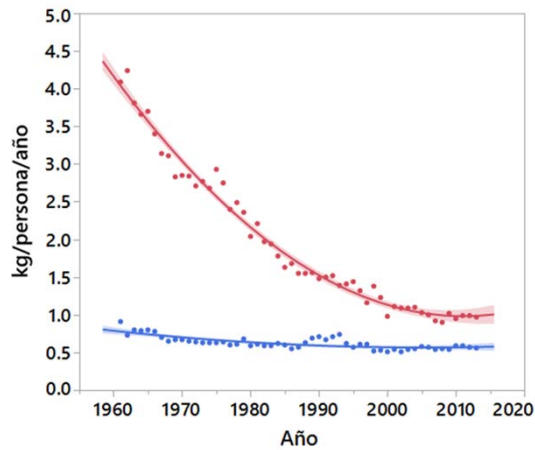


Para malta



Alimento humano

Consumo (kg/persona y año) de cebada y avena como alimento



FAOSTAT

Cebada:
(Marruecos: 40 kg)
(Tíbet en 1950: 150 kg)

Avena:
(Dinamarca: 9.5kg)

Año 2013

La cebada en la Antigüedad



Nisaba, Diosa sumeria del grano y la escritura, "Señora cuyo cuerpo es la cebada"



El grano más consumido en Egipto



Gaius **Plinius Secundus der altere** (23 AD- 79 AD) (Naturalis Historia): "*La cebada es un alimento que cabe contar entre los más antiguos, según ciertos usos atenienses que atestiguan Menandro y por la denominación de 'alimentados con cebada' que recibían los gladiadores*"



Aelius **Galenus** de Pergamo (130 AD – 210 ad) (De alimentorum facultatibus): "*sabiendo Hipócrates que la cebada, cuando se ha cocido, es de naturaleza fría y húmeda, y siendo sabedor de que conocía los temperamentos de los cuerpos, tanto en las afecciones que lo son por naturaleza como en las que se generan por algún mal adquirido, hace un uso razonable de la cebada como comida, no sólo en los cuerpos que están sanos, sino también en los que están enfermos*"

La cebada en Edad Media

AGRICULTURA
GENERAL
 QUE TRATA DE LA
 LABRANZA DEL CAMPO, Y SVS
 PARTICULARIDADES,
 CRIANZA
 DE ANIMALES, PROPIEDADES DE LAS
 plantas que en ella se contienen, y virtudes
 prouechosas à la salud
 humana.

COMPUESTA POR ALONSO DE HERRERA, Y LOS
 demás doctores que hasta agora han escrito desta materia, en
 nombres, y tratados como à la breuza della se sigue.

126.



CON LICENCIA.

En Madrid, Por Carlos Sanz.

A cargo de Antonio de Ribera, impresor de libros en la calle de Toledo, en la oficina
 de la Compañía de San Juan. En el Palacio.

Capítulo XIII.

De la cebada.

Es la cebada de cualidad fría, y por eso la dan á los que tienen contino calor de fiebre: de la cebada se hace un pan que da al cuerpo muy buen nutrimento, y es de fácil digestión; engendra la sangre muy limpia, muy clara, muy buena ... Bebida el agua de cebada con hinojo hace abundar la leche en las mugeres y aprovecha á las enfermedades del pecho ...

El agua de cebada medieval era el "aqua hordeata" de donde se deriva la palabra horchata. Era (es) una bebida precursora de los refrescos actuales, preparada como una infusión de granos de cebada molida, tostada, endulzada y aderezada.



horchata.

Del lat. *hordeāta* 'hecha con cebada', der. de *hordeum* 'cebada',

La Revolución Tsampa



25 de abril de 1974. La revolución de los claveles.
 Portugal



Nuevas iniciativas internacionales

Home About Us How to join Grain Info Bank Healthgrain Project Events Publications Contact Li




HEALTHGRAIN FORUM
Healthy cereal foods for consumers

<https://healthgrain.org/>

Review

How can both the health potential and sustainability of cereal products be improved? A French perspective

Anthony Fardet*



2014. 60(3) 540:548

Un sector de cereales más sostenible preservaría el medio ambiente (sostenibilidad ambiental) y promovería la salud (sostenibilidad fisiológica) a un precio aceptable para los consumidores, (sostenibilidad socioeconómica)

...

La mejora del valor nutricional de los productos de cereales en el marco de un desarrollo sostenible debería implicar la contribución concertada de diferentes actores del sector".

Prácticas
agronómicas

Procesos
Tecnológicos

Efectos
Saludables

Aceptación
Consumidores



- 1) Fomentar la diversidad de variedades y especies de cereales.
- 2) La selección genética debe centrarse en "paquetes" de compuestos bioactivos

...





Cereals Canada's Strategic Plan 2017-2019

Focusing on Key Initiatives and Actions for the Future

STRATEGIC ISSUE #1:

INNOVATION

Cereals Canada will be the forum for the advancement of cereals through the development and adoption of innovation.

The policy environment could involve the development and adoption of innovation in four areas:

- Genetic improvement / breeding
- Sustainable production / agronomy
- Processing and utilization, and
- Human and environmental health outcomes



HEALTHY GRAINS
INSTITUTE

healthygrains.ca

Next Generation Healthy Grains:

Developing grains to combat diet-related chronic diseases

www.csiro.au

Steve Jobling, CSIRO Agriculture and Food, Canberra, Australia



the HEALTHY grain™

www.thehealthygrain.com



High amylose barley



High amylose wheat



Gluten-free barley



High β -glucan wheat



Thick Aleurone rice

Almidón resistente: Cebada con alta amilosa

Breakfast cereal 2008

21 Products in Japan since 2016

Wraps and bread

Muesli bars

US launch April 2017

BARLEYmax™ Commercial Products

Diversidad genética de la cebada



6 carreras



2 carreras



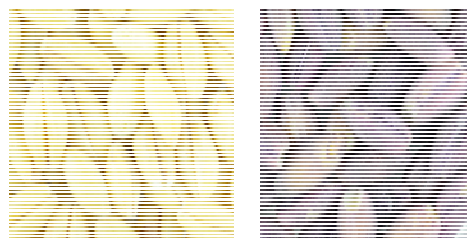
Granos coloreados



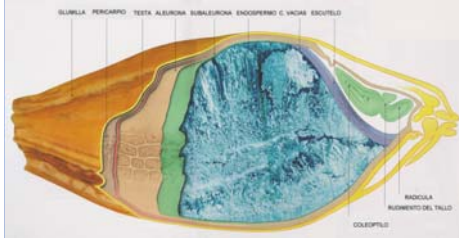
Grano vestido



Grano desnudo



El grano de cebada: Composición nutricional



JL Molina-Cano (1989). *La cebada, morfología, genética, agronomía y usos industriales*



CARBOHIDRATOS 70-80%

PROTEINAS 9-17%

LIPIDOS 2-3%

COMPONENTES MINORITARIOS

FIBRA DIETÉTICA:
β-Glucanos, Arabinosilanos

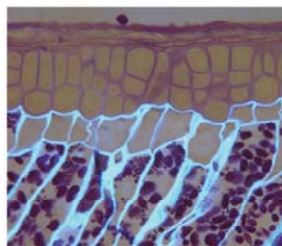
VITAMINAS: Folatos,
Tocoferoles, Tocotrienoles

Otros Compuestos fenólicos

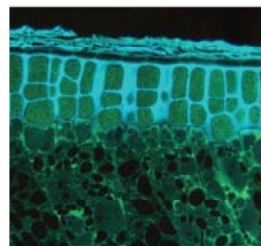
MICRONUTRIENTES:
Mo, Se, Cu, Cr, P, Mg

Cebada	Amilosa	Amilopectina
Cerosa	12.5%	85.5%
Normal	25.0%	75.0%
Alta amilosa	40.0%	60.0%

Fibra alimentaria

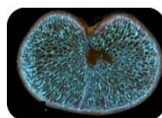
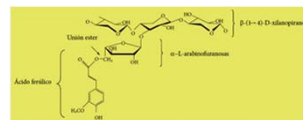
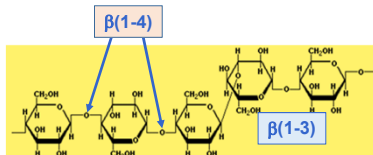


β(1-3,1-4) glucanos



Arabinosilanos

MS Izydorczyk,
Canada Grain Commi.

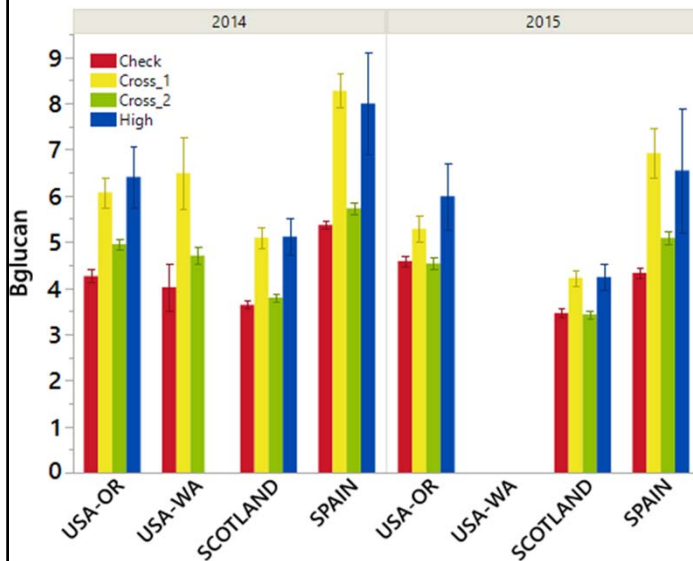


Contenido: 3-12%



Contenido: 4-6%

La cebada cultivada en España tiene un alto contenido de β -glucano



(y actividad β -glucanasa)

Journal of Cereal Science 26 (1997) 75-82



The Development of β -Glucanase and Degradation of β -Glucan in Barley Grown in Scotland and Spain

R. P. Ellis*, J. S. Swanston*, A. Rubio†, A. M. Perez-Vendrell‡, I. Romagosa§ and J. L. Molina-Cano§

Alegaciones de salud relacionadas con la cebada

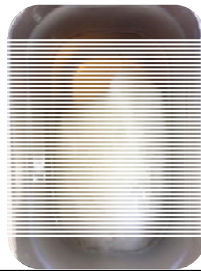


Material	Claimed effect	EFSA Journal
β-glucanos	Contribuir al mantenimiento de los niveles normales de colesterol en sangre	2009; 7(9):1254 2011; 9(6):2207
Fibra dietética	Múltiples	2010; 8(10):1735
Grano integral: harina y dietas ricas	Salud intestinal / función intestinal, control de peso, niveles de glucosa / insulina en sangre	2010; 8(10):176
Almidón resistente	Reemplazar almidones digeribles con almidón resistente contribuye a una reducción en el aumento de glucosa en	2011; 9(4):2024
Arabinosilanos (AX)	El consumo de AX como parte de una comida contribuye a una reducción del aumento de glucosa en sangre	2011; 9(6):2205
β-glucanos de avena y cebada	El consumo de β -glucanos de avena o cebada contribuye a la reducción del aumento de glucosa en sangre	2011; 9(6):2207
Fibra de grano de cebada	Contribuye a un aumento en el volumen fecal	2011; 9(6):2249

<https://healthgrain.org/>

Alegaciones nutricionales de los β -glucanos en la cebada (FDA, EFSA)

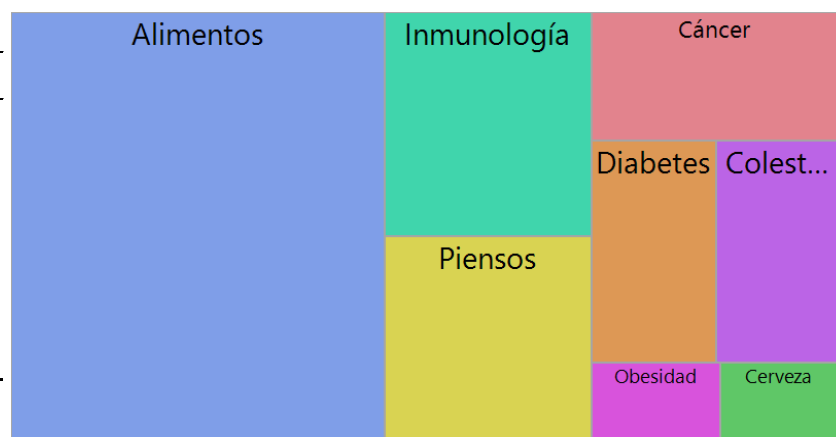
Alegación	Dosis requerida
Reducción de la respuesta glicémica postprandial	4 g por cada 30 g de carbohidratos
Reducción del colesterol en sangre	3 g/día; 1 g/porción



Interés (social) en los β -glucanos

Google search	Hits x1000
<i>beta glucan food</i>	3680
<i>beta glucan immune</i>	1050
<i>beta glucan feed</i>	981
<i>beta glucan cancer</i>	719
<i>beta glucan diabetes</i>	627
<i>beta glucan cholesterol</i>	614
<i>beta glucan obesity</i>	240
<i>beta glucan beer</i>	220

Búsqueda: Septiembre 2019



β -glucanos y respuesta inmunológica

Review

Clinical and Physiological Perspectives of β -Glucans: The Past, Present, and Future



Los macrófagos detectan "señales de peligro" externas (patógenos) e internas (inflamación) en base a unas moléculas que reconocen ciertos Patrones Moleculares Asociados a Patógenos (PAMP) o Patrones Moleculares Asociados a Peligros (DAMP). Los β -glucanos son PAMP que cuando se unen a sus receptores desencadenan una cascada de respuestas inmunitarias, que se puede potencialmente traducir en actividades antitumorales, inmunomoduladoras, antígeno-tóxicas, antimutagénicas y antioxidantes.

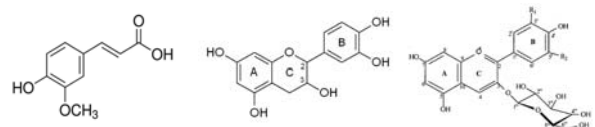
Se pensaba que sólo los β -glucanos fúngicos eran capaces de estimular la inmunidad. Sin embargo, datos muy recientes han puesto de manifiesto la existencia de receptores específicos para β -glucanos de cereales, así como un efecto positivo de éstos en la reducción del riesgo de ciertos tipos de cáncer.

Otros productos bioactivos: compuestos fenólicos

Son metabolitos secundarios de las plantas y su presencia en el reino animal se debe a la ingestión de éstas. Muchos de ellos, contribuyen a la pigmentación de muchas partes de la planta, proporcionando soporte mecánico a la planta, actuando como productos de defensa ante estreses bióticos (herbívoros, patógenos y malas hierbas) y abióticos (e.g. exceso de radiación), así como atrayentes de polinizadores o dispersores de frutos.

Presentan propiedades organolépticas importantes: color, aroma, astringencia, sabor amargo, ...

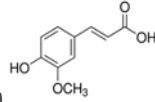
Los fenoles o compuestos fenólicos son [compuestos orgánicos](#) en cuyas [estructuras moleculares](#) contienen al menos un grupo [fenol](#), un anillo aromático unido a un grupo hidroxilo.



Compuestos fenólicos presentes en la cebada

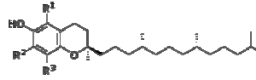
Fenoles Ligados

Mayoritariamente
ácidos fenólicos
(ferúlico y cumárico)



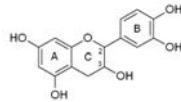
Vitamina E

(α , β , γ , δ) Tocoferoles

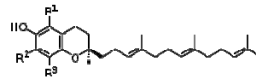


Fenoles libres

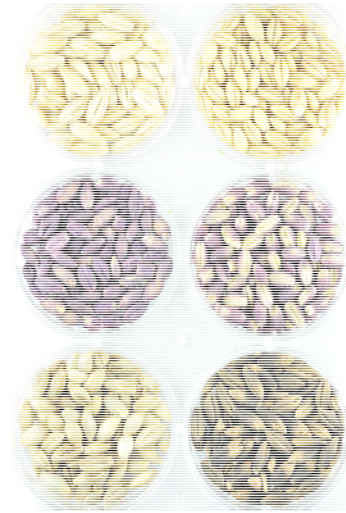
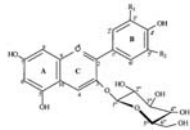
Mayoritariamente
Flavonoles
(catequinas)



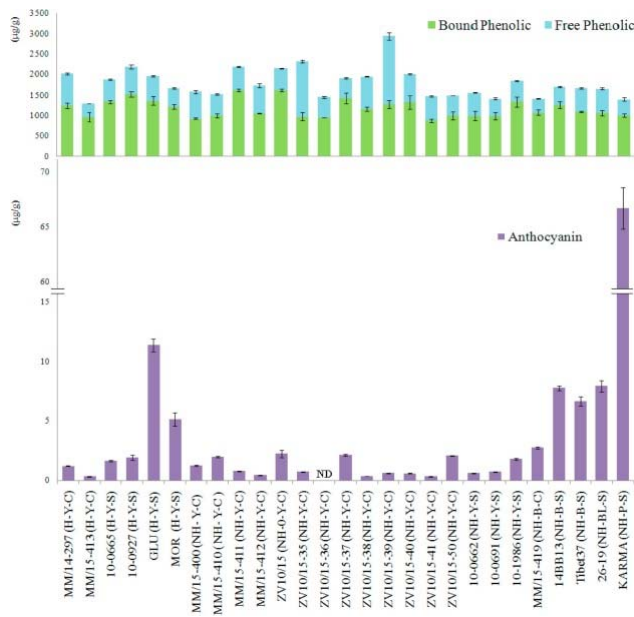
(α , β , γ , δ) Tocotrienoles



Antocianinas



Compuestos fenólicos en cebada



La cebada es una fuente muy importante de compuestos fenólicos, habiéndose encontrado más de 60 distintos. Su contenido se ve determinado por el color, tipo de grano (vestido/desnudo), destino del producto y origen geográfico

Contents lists available at ScienceDirect

Food Chemistry

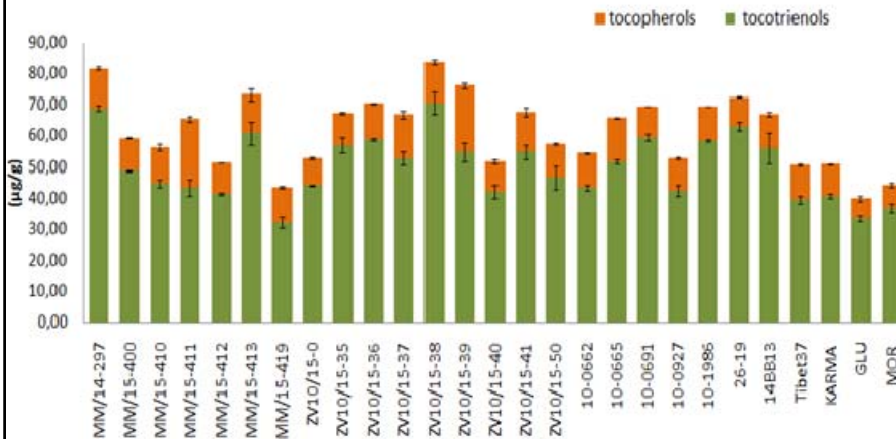
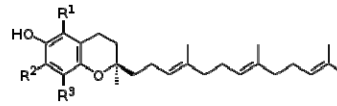
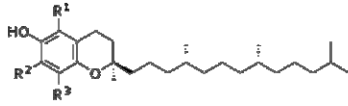
ELSEVIER

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

Phytochemical composition and β -glucan content of barley genotypes from two different geographic origins for human health food production

Mariona Martínez^a, Maria-Jose Motilva^a, Maria-Carmen López de las Hozas^a, Maria-Paz Romero^a, Katerina Vaculova^b, Izlar A. Ludwig^{b,*}

Vitamina E: (α , β , γ , δ) Tocoferoles & (α , β , γ , δ) Tocotrienoles



Contents lists available at ScienceDirect
Food Chemistry
 Journal homepage: www.elsevier.com/locate/foodchem

Phytochemical composition and β -glucan content of barley genotypes from two different geographic origins for human health food production
 Marióna Martínez^a, María José Motilva^a, María Carmen López de las Haza^a, María Paz Romero^a, Katerina Vaculova^b, Iñar A. Ludwig^{a,*}

Compuestos Fenólicos y Salud

Compuestos fenólicos.

Un análisis de sus beneficios para la salud

Eva Gimeno Creus

Phenolic Compounds of Cereals and Their Antioxidant Capacity

Pham Van Hung

Phenolics in Human Health

T. Ozcan, A. Akpinar-Bayazit, L. Yilmaz-Ersan, and B. Delikanli

Tocotrienols: Vitamin E Beyond Tocopherols

Chandan K. Sen, Savita Khanna, and Sashwati Roy

The Role of Polyphenols in Human Health and Food Systems: A Mini-Review

Hannah Cory^{1*}, Simone Passarelli^{1*}, John Szeto², Martha Tamez¹ and Josiemer Mattei^{1*}

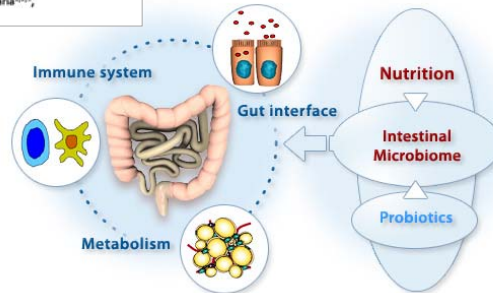
Prevención de enfermedades

Anti- angiogénico
 Anti- cancerígeno
 Anti- envejecimiento
 Anti- inflamatorio
 Anti- oxidante
 Función natriurética
 Hipocolesterolémico
 Neuroprotector

Antocianinas y microbioma

Gut microbiota modulation accounts for the neuroprotective properties of anthocyanins

Cláudia Marques^{1,2}, Iva Fernandes³, Manuela Meireles^{1,4}, Ana Faria^{1,2,5}, Jeremy P.E. Spencer⁶, Nuno Mateus⁷ & Conceição Calhau^{1,2}



GUT HEALTH

A systematic literature review of the effect of anthocyanins on gut microbiota populations

E. O. Igwe,¹ K. E. Charlton,^{1,2} Y. C. Probst,^{1,2} K. Kent³ & M. E. Netzel⁴

Alegaciones nutricional de los compuestos fenólicos (EFSA)

Fenoles presentes en el aceite de oliva

Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to **polyphenols in olive** and protection of LDL particles from oxidative damage, maintenance of normal blood HDL cholesterol concentrations, maintenance of normal blood pressure, “anti-inflammatory properties”, “contributes to the upper respiratory tract health”, “can help to maintain a normal function of gastrointestinal tract”, and “contributes to body defences against external agents”

Flavones presentes en el cacao:

Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to **cocoa flavanols** and protection of lipids from oxidative damage, and maintenance of normal blood pressure

Objetivos

Evaluar la variabilidad espacial en la composición de productos bioactivos de fracciones de perlado secuenciales de dos genotipos de cebada de dos carreras, grano desnudo, y endospermo ceroso y normal

Evaluar el interés potencial de las fracciones derivadas de la cebada perlada como ingredientes potenciales para alimentos funcionales.

Presentar brevemente, el programa de mejora de cebada para consumo humano llevado a cabo conjuntamente por tres instituciones españolas, el Instituto James Hutton de Escocia y la Universidad del Estado de Oregón.



Materiales y Métodos



- **Annapurna®:** 2C desnuda, cerosa, grano amarillo, 9 % β -glucanos
- **Hindukush:** 2C, desnuda, normal, grano purpura, 8 % β -glucanos

Fracciones enriquecidas en compuestos bioactivos

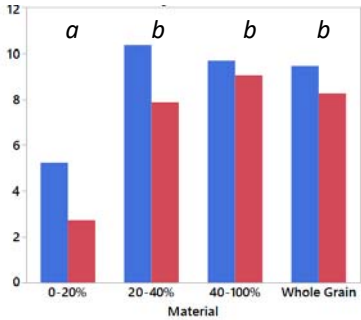
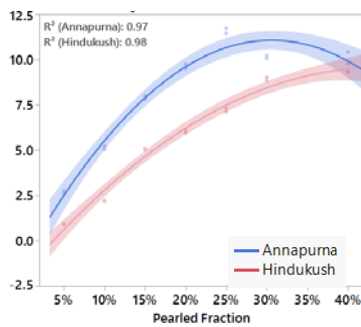


Perladora



Fracciones externas :
Alto en (otros) *compuestos bioactivos*

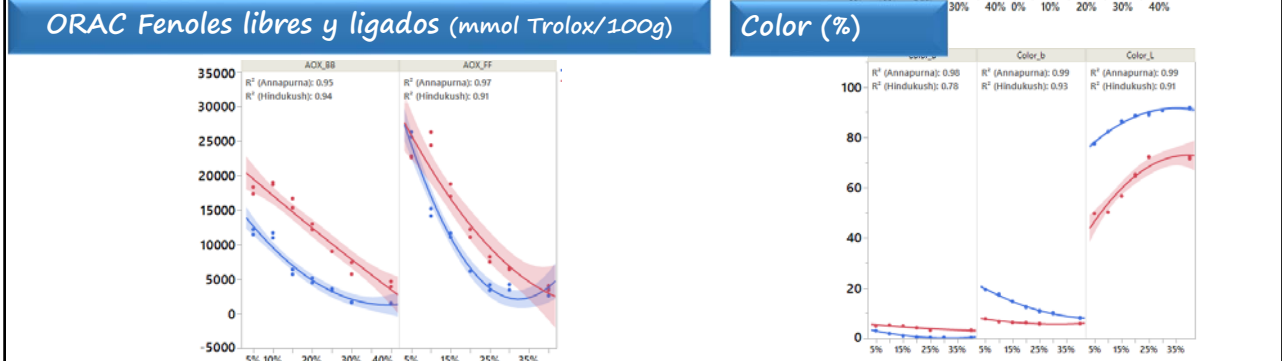
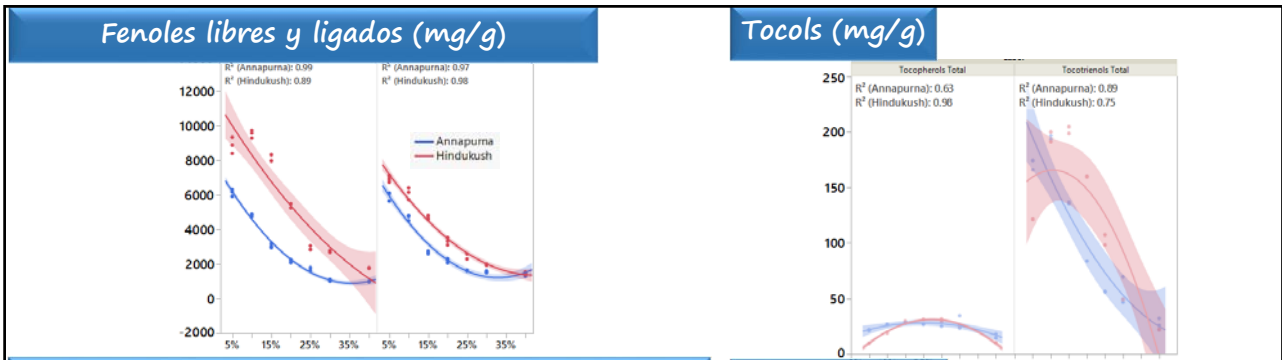
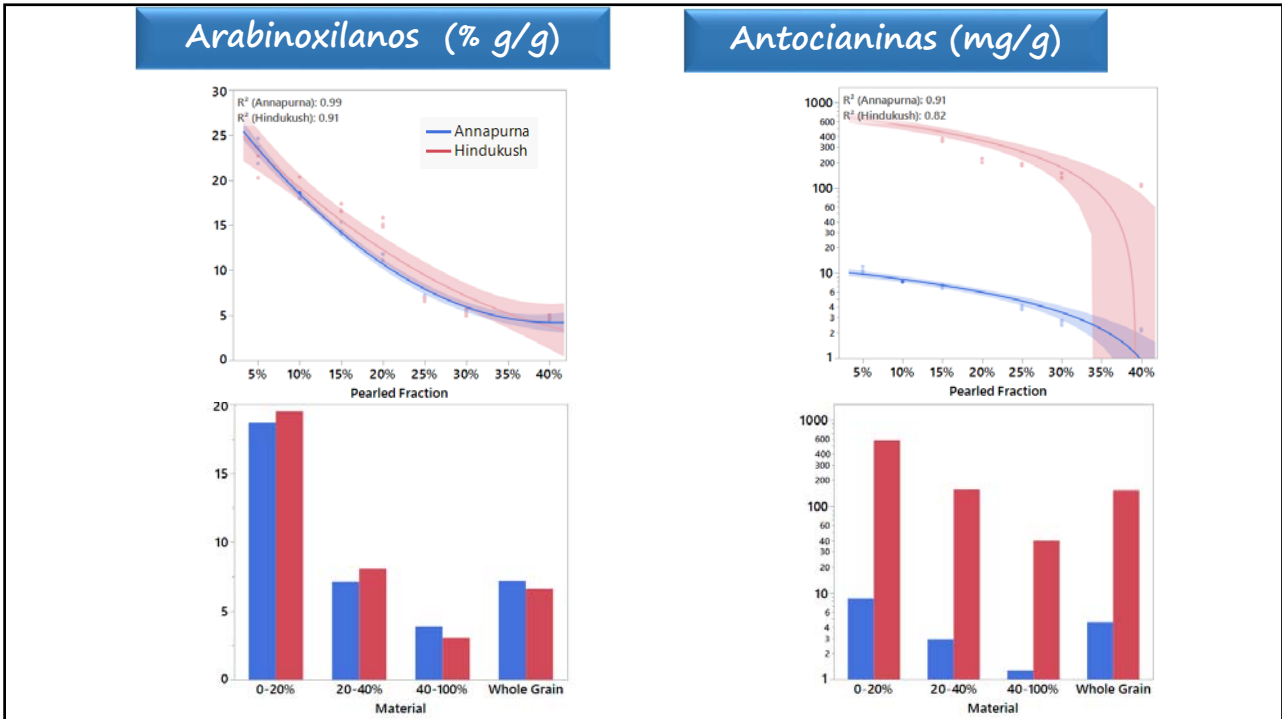
Fracciones internas
Alto en β -glucanos



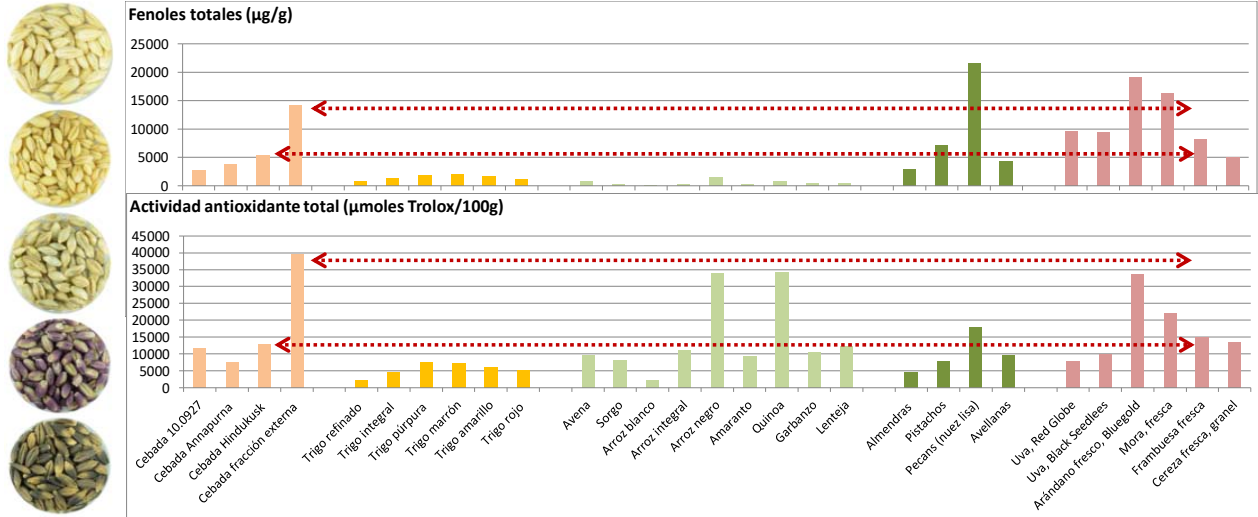
β -glucanos (% peso/peso)

Effect Summary

Source	LogWorth	PValue
Material	8.280	0.00000
Genotipo	2.050	0.00892
Genotipo*Material	0.203	0.62644



Fenoles totales y actividad antioxidante



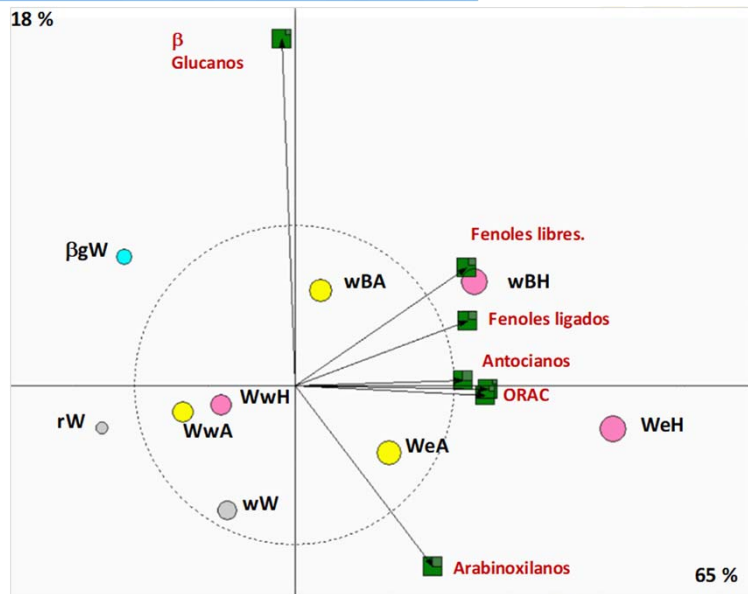
Galletas Funcionales

Galletas potencialmente funcionales (Método AACC 10-50.05) reemplazando el trigo refinado con extracto de β -glucano, harina de cebada entera o fracciones enriquecidas con antioxidantes.

Galleta	Código	Harina trigo refinada	Harina integral trigo	Extracto β -glucano	Harina integral cebada	Fracción externa cebada (0-15%)
Trigo	rW	100%				
Trigo Integral	wW		100%			
Extracto de β -glucano y trigo	β gW	87%		13%		
Cebada entera (Annapurna)	wBA				100%	
Cebada entera (Hindukush)	wBH				100%	
Trigo y Annapurna	WwA	70%			30%	
Trigo y Hindukush	WwH	70%			30%	
Trigo y Annapurna (fracción externa)	WeA	70%				30%
Trigo e Hindukush (fracción externa)	WeH	70%				30%

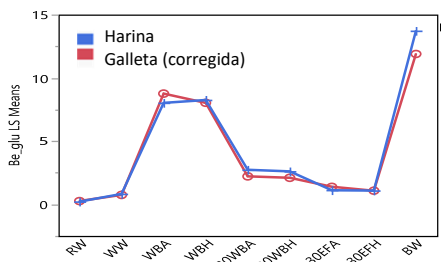


Compuestos bioactivos en galletas



Efectos del horneado

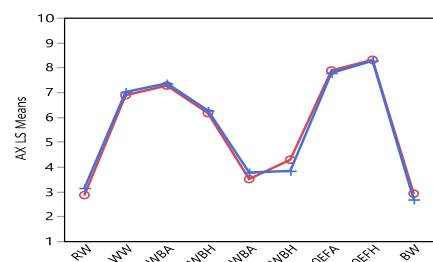
β -Glucanos:



Effect Summary

Source	LogWorth	PValue
Material	18.052	0.00000
Flour vs. Biscuit*Material	1.437	0.03657
Flour vs. Biscuit	0.875	0.13331 ^A

Arabinosilanos:



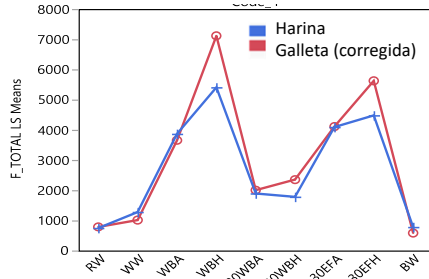
Effect Summary

Source	LogWorth	PValue
Material	21.301	0.00000
Flour vs. Biscuit*Material	0.024	0.94693
Flour vs. Biscuit	0.009	0.97969 ^A

La fibra no se ve afectada por el horneado

Efectos del horneado

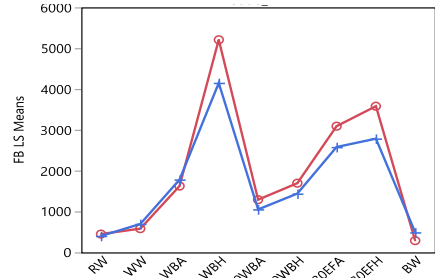
Fenoles totales :



Effect Summary

Source	LogWorth	PValue
Material	31.477	0.00000
Flour vs. Biscuit*Material	9.513	0.00000
Flour vs. Biscuit	6.664	0.00000 ^

Fenoles ligados



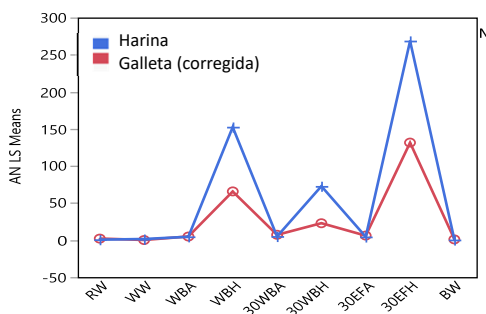
Effect Summary

Source	LogWorth	PValue
Material	36.322	0.00000
Flour vs. Biscuit*Material	11.339	0.00000
Flour vs. Biscuit	10.349	0.00000 ^

Las altas temperaturas y el pH elevado aumentan la solubilidad de algunos fenoles

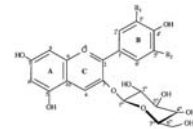
Efectos del horneado

Antocianinas



Effect Summary

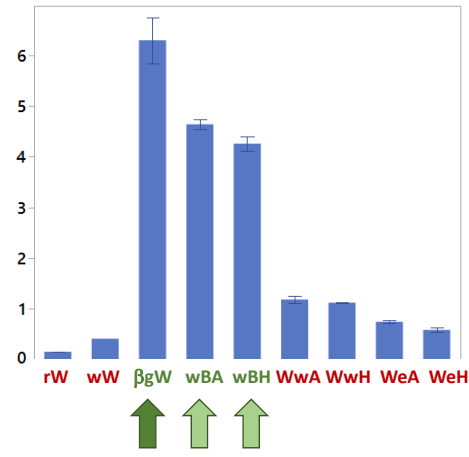
Source	LogWorth	PValue
Material	38.745	0.00000
Flour vs. Biscuit*Material	27.037	0.00000
Flour vs. Biscuit	25.120	0.00000 ^



Las altas temperaturas y el pH elevado tienen un efecto negativo sobre la estabilidad y contenido de las antocianinas

Propiedades funcionales de las galletas

β -Glucanos (% peso)

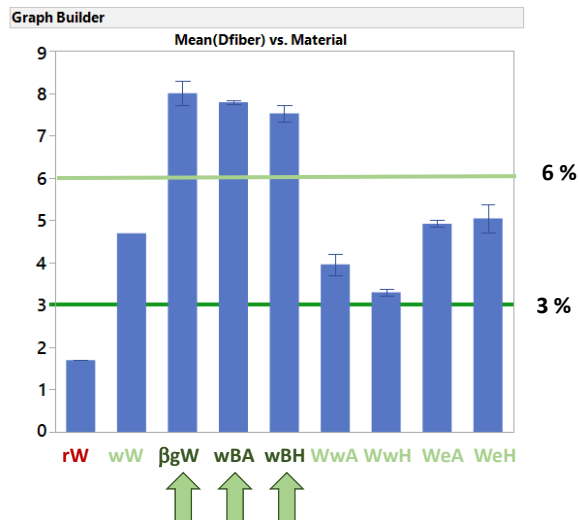


Cantidad de galletas necesarias para cumplir con la alegación de salud

	rw	wW	bgW	wBA	wBH	WwA	WwH	WeA	WeH
3 g/day	105	37	2.4	3.2	3.5	13	13	20	26

Propiedades funcionales de las galletas

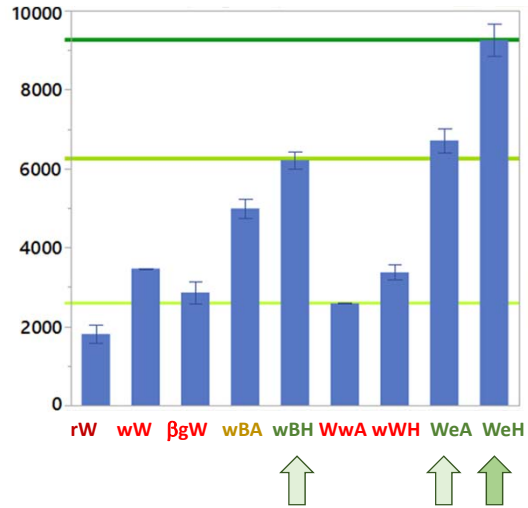
Fibra dietética: β -Glucanos + Arabinosilanos (% peso)



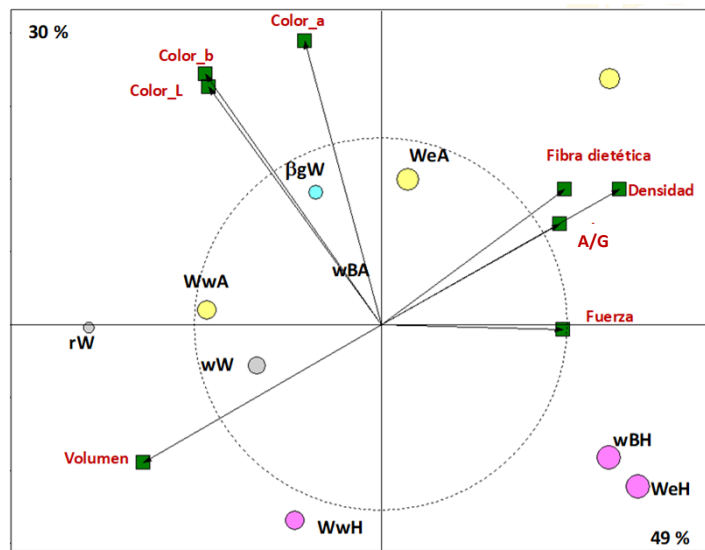
Propiedades funcionales de las galletas



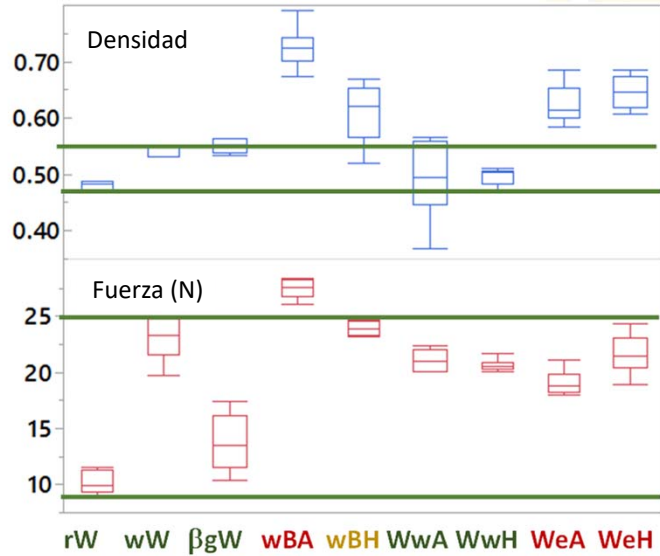
Total ORAC ($\mu\text{mol Trolox}/100\text{g}$)



Propiedades físicas de las galletas



Propiedades físicas de las galletas



¿Las mejores galletas?

β- glucanos :	rW	wW	βgW	wBA	wBH	WwA	WwH	WeA	WeH
Fibra dietética:	rW	wW	βgW	wBA	wBH	WwA	WwH	WeA	WeH
Actividad antioxidante:	rW	wW	βgW	wBA	wBH	WwA	wWH	WeA	WeH
Propiedades físicas:	rW	wW	βgW	wBA	wBH	WwA	WwH	WeA	WeH



Nuevas variedades de cebada para alimentación



1. **Alto contenido en β -glucano**, adaptadas a las condiciones españolas
2. Grano desnudo, alto β -glucano y **alta actividad antioxidante**
3. Grano desnudo, alto β -glucano, alta actividad antioxidante y **alta amilosa**

Nuevas variedades de cebada para alimentación

Variedades con **alto contenido en β -glucano**, adaptadas a las condiciones españolas



Kamalamai: dos carreras, grano vestido, endospermo ceroso
Annapurna: dos carreras, grano desnudo, endospermo ceroso
Rajapani: seis carreras, grano desnudo, endospermo normal

Grano desnudo, alto β -glucano y **alta actividad antioxidante**



600 líneas actualmente en selección en España, Escocia y EEUU (Oregón)

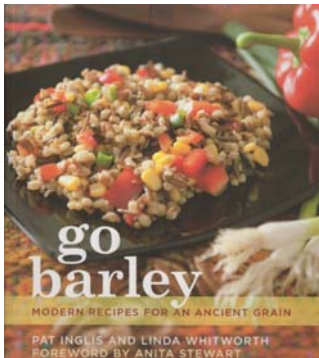
Grano desnudo, alto β -glucano, alta actividad antioxidante y **alta amilosa**



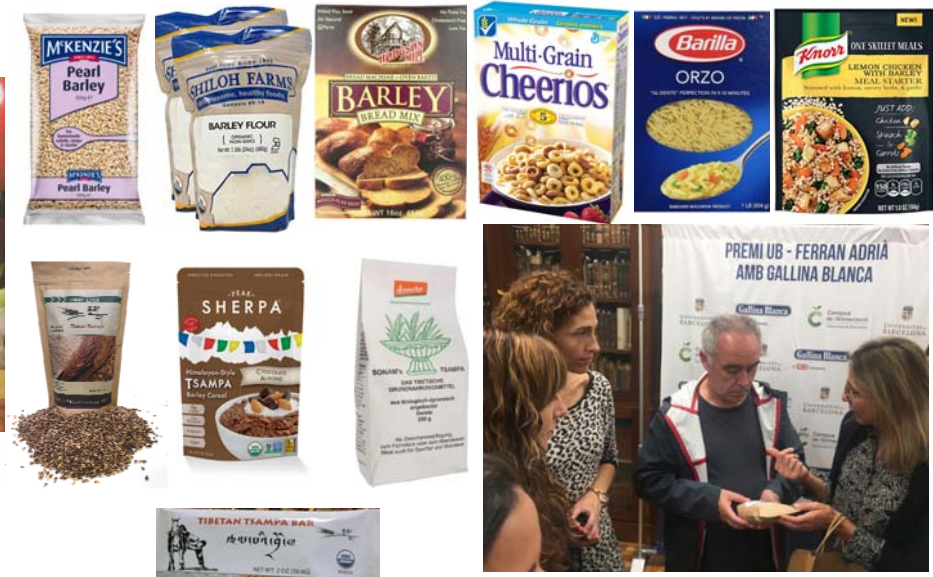
Se han realizado los primeros cruzamientos para incorporar el carácter alta amilosa a partir de una variedad canadiense cruzada con líneas avanzadas saludables



¿ Hay un mercado en España para la cebada como alimento humano?



Recetas modernas para un grano ancestral



L'ordi a taula (La cebada a la mesa).
Premio UB - Ferran Adrià - Gallina Blanca

Conclusiones



Los compuestos bioactivos se distribuyen espacialmente de manera diferencial en el grano de cebada. El perlado permite obtener fracciones diferencialmente ricas en compuestos bioactivos



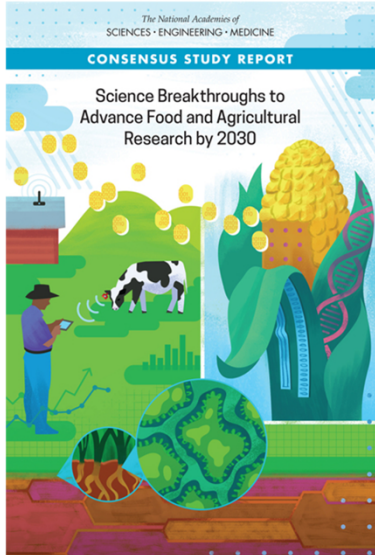
Las fracciones derivadas de la cebada perlada se pueden usar como ingredientes para alimentos funcionales, como galletas, productos de panadería o pasta, incluso en hamburguesas veganas, ricos en fibra dietética, compuestos fenólicos o antioxidantes.



Se están seleccionando nuevos genotipos de cebada desnuda, ricas en fibra dietética (β -glucano, arabinosilano), fenoles (incluyendo antocianinas, tocoferoles, tocotrienoles) y con distinto contenido de amilopectina y amilosa

Sin embargo, independientemente de su valor saludable, la cebada alimenticia solo llegará al mercado si se desarrollan productos atractivos y sabrosos, lo que sigue siendo el mayor desafío.

A Consensus Study Report of
The National Academies of
SCIENCES • ENGINEERING • MEDICINE



<https://doi.org/10.17226/25059>

Cinco recomendaciones para mantener los avances en la investigación agroalimentaria

1. Enfoque sistémico, multi- y transdisciplinar.
2. Tecnologías de detección (sensores) en todas las áreas de la agricultura y la alimentación .
3. Tecnología de la información, ciencia de la información e inteligencia artificial.
4. Genómica y mejora genética de precisión.
5. Comprensión de los microbiomas de animales, suelos y plantas



*Muchas gracias
por su atención*

agrotecnos⁹

BATLLE

CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



Universitat de Lleida

31 Jornadas
Técnicas
Asociación Española de Técnicos Cerealistas
— Zaragoza 2019 —



aetc.es

Organiza:



Patrocinador PLATINO:



Patrocinadores GRD:



Patrocinadores PLATA:

