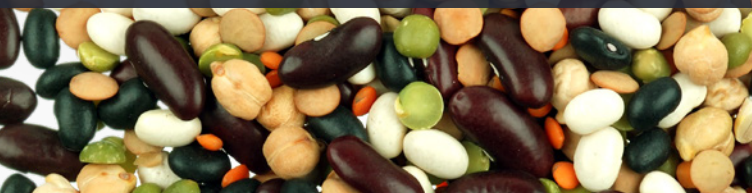


¿CÓMO LAS LEGUMINOSAS PUEDEN SER ALIADAS EN EL DESARROLLO DE PRODUCTOS MÁS SALUDABLES?

Las leguminosas o legumbres, junto con los cereales, han sido el alimento de millones de personas en el mundo durante siglos.

Son alimentos de **muy buen sabor, nutritivos y de precio accesible**. Desafortunadamente, su consumo ha disminuido en los últimos años, por lo que le invitamos a conocer más sobre estos cultivos y convertirse en un aliado para incrementar el uso de las leguminosas en el desarrollo y reformulación de productos y aumentar la practicidad de consumo, así como el aprovechamiento de sus características nutrimentales y funcionales.

La Asamblea General de la ONU declaró **el 2016 como el Año Internacional de las Leguminosas** y el 10 de febrero como el **Día Internacional de las Leguminosas** pues es necesario revalorizar la importancia de estos granos para el ser humano por sus características nutrimentales, y el impacto positivo que tienen en el ambiente.



¿LEGUMINOSAS O LEGUMBRES?

Las **leguminosas** son las plantas de las que crecen vainas, dentro de las cuales se encuentra el fruto, que al secarse se genera una semilla conocida como **legumbre**, por lo que éste es el término correcto cuando nos referimos a **lentejas, frijoles, chícharos (arvejas) y garbanzos secos**, aunque solemos emplear ambas palabras indistintamente.

Por su bajo contenido de agua se pueden almacenar por mucho tiempo sin perder nutrientes. Esta clasificación no incluye a las semillas verdes denominadas hortalizas, ni a la soya o los cacahuates que, aunque también crecen en vainas, por su alto contenido de grasas son consideradas leguminosas oleaginosas.



TIPOS DE LEGUMINOSAS O LEGUMBRES

Hay gran variedad de estos granos en todo el mundo, con diferentes tamaños y colores, los más populares son:



MALNUTRICIÓN Y ETIQUETADO DE ADVERTENCIA DE ALIMENTOS

La **Organización Mundial de la Salud** define la malnutrición como las carencias, excesos o los desequilibrios de la ingesta de energía y/o nutrientes de una persona. Abarca:

- La desnutrición
- El sobrepeso, obesidad y enfermedades no transmisibles relacionadas a la dieta como cardiopatías, accidentes cerebrovasculares, diabetes y cáncer.

La **desnutrición** es el consumo insuficiente de alimentos que se ve reflejado en un peso y estatura inferior al que corresponde a la edad, así como la falta de vitaminas y minerales importantes. Ésta en muchos casos se debe a la inseguridad alimentaria o falta de acceso a alimentos suficientes y nutritivos.

Por otro lado, el **sobrepeso y obesidad** son la acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud. (Organización Mundial para la Salud, 2021). Las cifras de ambas afecciones continúan en aumento y siguen siendo un problema muy grave pues están relacionados a diferentes padecimientos.

La alimentación se encuentra ampliamente relacionada al **bienestar físico, mental y social**. Una buena alimentación puede ayudar a prevenir enfermedades e incluso muchas culturas asocian diferentes alimentos con propiedades curativas. Padecimientos como el sobrepeso, obesidad, diabetes, hipertensión y dislipidemias están relacionados con una mala dieta. De igual forma hoy en día la gente está presentando alergias e intolerancias a los alimentos con mayor frecuencia.

Como parte de las estrategias gubernamentales para reducir los altos índices de sobrepeso y obesidad en adultos y niños asociados a un alto consumo de alimentos procesados altos en calorías, y con un alto contenido de azúcares y grasas saturadas muchos países de América Latina han modificado su regulación en materia de etiquetado de alimentos. La finalidad de estas modificaciones es facilitar al consumidor la elección de alimentos más saludables. Un ejemplo de este nuevo etiquetado son los octágonos de advertencia que han sido adoptados en diversos países y estos pueden afectar la percepción del consumidor sobre un producto y en consecuencia su decisión de compra.

Lo anterior ha obligado a la industria de alimentos a buscar alternativas de ingredientes más saludables, un ejemplo son las leguminosas que tienen un gran número de aplicaciones y debido a sus características nutrimentales pueden ser útiles en el desarrollo de productos que contribuyan a la salud y bienestar, responsabilidad social y sean amigables con el ambiente.

EL ALIMENTO DEL FUTURO

De acuerdo con un estudio realizado por la ONU se estima que, de continuar con el crecimiento actual de la población, para el 2050 no será posible abastecer la demanda de proteína animal, por lo que se necesitan buscar **nuevas fuentes alternativas de proteínas** como los vegetales. **Las leguminosas son fuentes importantes de proteína y otros nutrientes como fibra, vitaminas y minerales.** Se recomienda mezclarlas con cereales para aumentar la cantidad y calidad de la proteína y sea mejor aprovechada por nuestro organismo. Diferentes guías alimentarias las agrupan junto con los alimentos de origen animal como fuente de proteína y recomiendan consumir aproximadamente media taza o 110 g para obtener diferentes beneficios nutricionales.

COMPOSICIÓN QUÍMICA Y NUTRIMENTAL

Las leguminosas son consideradas un super alimento porque son una fuente importante de proteína vegetal, carbohidratos complejos, fibra, vitaminas y minerales, de igual manera son bajas en grasa y naturalmente libres de grasas trans y colesterol, no son alérgenos comunes y no son transgénicos. Por todas estas características diferentes guías alimentarias o recomendaciones promueven su consumo frecuente, es ideal combinarlas con cereales y usarlas como fuente de proteína.

Tabla 1. Composición Nutrimental de Algunas Leguminosas

| NUTRIENTES | ARVEJAS (CHÍCHAROS) | LENTEJAS | GARBANZO | FRIJOL PINTO | FRIJOL NEGRO | FRIJOL ARRIÑONADO | ALUBIA |
|---------------|---------------------|----------|----------|--------------|--------------|-------------------|--------|
| Energía | 116 | 115 | 134 | 122 | 114 | 112 | 127 |
| Proteína | 8.17 | 8.93 | 7.27 | 7.70 | 7.62 | 7.67 | 7.49 |
| Grasa | 0.38 | 0.38 | 2.12 | 0.56 | 0.46 | 0.44 | 0.56 |
| Carbohidratos | 20.68 | 19.93 | 22.48 | 22.42 | 20.39 | 20.18 | 23.71 |
| Fibra | 8.1 | 7.8 | 6.2 | 7.7 | 7.5 | 5.7 | 9.6 |

Valores para una porción de media taza o aprox. 110 g de leguminosas secas, hervidas sin sal. Fuente: Rebello, C., Greenway, F., & Finley, J. (2014). Cereales integrales y legumbres: una comparación de los beneficios nutricionales y para la salud. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62 29, 7029-49.



PROTEÍNA

Las leguminosas tienen un alto contenido de proteína, aproximadamente 20% principalmente proteínas de almacenamiento, siendo las globulinas las de mayor concentración, principalmente legumina. Existe un creciente interés en las proteínas de leguminosas debido a sus propiedades funcionales.

Las leguminosas también tienen proteínas consideradas anti nutrientes, éstas son parte del sistema de defensa de la planta y reducen la digestibilidad y biodisponibilidad de diversos nutrientes.

La proteína de las leguminosas contiene **Lisina**, un aminoácido esencial que se encuentra limitante en cereales, los aminoácidos limitantes son los que se encuentran en muy bajas cantidades por lo que no forman parte en la síntesis de proteínas. De tal forma que cuando se combinan cereales con leguminosas se obtiene una **proteína completa y de calidad**, lo anterior es de gran relevancia en poblaciones que no tienen acceso a proteína de origen animal, por su disponibilidad y costo, las leguminosas son una gran alternativa.

Tabla 2. Contenido de Aminoácidos Esenciales de algunas Legumbres y Cereales

| AMINOÁCIDOS | ARVEJAS O CHÍCHAROS | LENTEJAS | GARBANZOS | ALUBIAS | FIJOL PINTO | SOYA | TRIGO ENTERO | ARROZ INTEGRAL |
|--------------|---------------------|----------|-----------|---------|-------------|------|--------------|----------------|
| Histidina | 2.4 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.6 | 3.0 | 2.7 | 2.5 |
| isoleucina | 4.1 | 4.3 | 4.3 | 4.4 | 4.1 | 5.4 | 3.4 | 4.2 |
| Leucina | 7.2 | 7.3 | 7.1 | 7.2 | 7.3 | 9.1 | 6.8 | 8.3 |
| Lisina | 7.2 | 7.0 | 6.7 | 5.7 | 6.3 | 7.4 | 2.7 | 3.8 |
| Metionina | 1.0 | 0.9 | 1.3 | 1.0 | 1.2 | 1.5 | 1.7 | 2.3 |
| Fenilalanina | 4.6 | 4.9 | 5.4 | 5.0 | 5.1 | 5.8 | 5.2 | 5.2 |
| Treonina | 3.6 | 3.6 | 3.7 | 4.2 | 3.8 | 4.8 | 2.8 | 3.7 |
| Triptófano | 1.1 | 0.9 | 1.0 | 1.0 | 1.1 | 1.6 | 1.3 | 1.3 |
| Valina | 4.7 | 5.0 | 4.2 | 5.1 | 4.7 | 5.6 | 4.3 | 5.9 |

Valores en g de aminoácido/100 g de proteína, recalculado de la base de nutrientes USDA.

Fuente: Jeradechachai Naggie. Aplicaciones Alimenticias para las Leguminosas como Ingredientes, 2011





Una proteína de calidad (completa) contiene todos los aminoácidos esenciales.

La calidad de la proteína se determina por el puntaje (score) de aminoácidos corregidos por digestibilidad proteica (PDCAAS).

Se basa en el perfil de aminoácidos esenciales, digestibilidad de la proteína y disponibilidad de suplir los aminoácidos en las cantidades necesarias, para cumplir con los requerimientos de crecimiento, siendo 1.0 el valor máximo que una proteína puede recibir.



Tabla 3. Valores PDCAAS

| TIPO DE LEGUMBRE | SCORE DE AMINOÁCIDOS | DIGESTIBILIDAD DE PROTEÍNA (%) | PDCAAS |
|---|----------------------|--------------------------------|--------|
| Chícharo seco Amarillo o Arvejón | 0.73 | 87.9 | 0.64 |
| Arveja o Chícharo Seco Verde | 0.59 | 85.2 | 0.50 |
| Lenteja Verde | 0.71 | 87.9 | 0.63 |
| Lenteja Roja | 0.59 | 90.6 | 0.54 |
| Garbanzo | 0.61 | 85.0 | 0.52 |
| Frijol Pinto | 0.77 | 76.2 | 0.59 |
| Frijol Riñón | 0.70 | 78.6 | 0.55 |
| Frijol Negro | 0.76 | 70.0 | 0.53 |
| Alubia | 0.83 | 80.0 | 0.67 |
| Harina de Trigo | 0.47 | 92.3 | 0.43 |
| Harina de Arroz | 0.54 | 92.0 | 0.50 |
| Harina de Arroz | 0.54 | 92.0 | 0.50 |
| Harina de Soya (50% Proteína) | 0.92 | 83.5 | 0.77 |
| Aislado de Proteína de Chícharo (82%) | 0.54 | 97.1 | 0.53 |
| Concentrado de Proteína de Chícharo (50%) | 0.58 | 92.6 | 0.54 |
| Aislado de Soya (93% proteína) | 0.87 | 96.0 | 0.84 |
| Caseína | 1.04 | 96.6 | 1 |

Fuente: Fichas Técnicas de Calidad de las Proteínas de Leguminosas Cocidas por Pulse Canada

FIBRA

Son las partes de los vegetales que nuestro cuerpo no puede absorber o digerir, las leguminosas tienen un alto contenido de fibra soluble e insoluble. Existe una gran deficiencia en el consumo de fibra tanto en adultos como en niños, esta deficiencia se relaciona con la aparición temprana de enfermedades como obesidad, diabetes, hipercolesterolemia y estreñimiento crónico. El contenido de fibra puede afectar la capacidad de retención de agua y de aceite en un alimento.

Tabla 4. Contenido de Fibra Soluble e Insoluble de Leguminosas

| Tipo de Legumbre | Fibra Dietética Total | Fibra Insoluble | Fibra Soluble |
|---------------------------|-----------------------|-----------------|---------------|
| Frijoles | 23-32 | 20-28 | 3-6 |
| Garbanzos | 18-22 | 10-18 | 4-8 |
| Lentejas | 18-20 | 18-20 | 11-17 |
| Arvejas o Chícharos secos | 14-26 | 10-15 | 2-9 |

Fuente: Clifford, Hall. "Atributos Nutricionales y Saludables de las Leguminosas", 2014.

Las leguminosas contienen almidones resistentes y de lenta digestión que se comportan como fibra. Su pared celular rígida inhibe la expansión y dispersión del almidón, éste tiene un mayor contenido de amilosa que de amilopectina lo que se correlaciona con la mayor resistencia a la degradación enzimática intestinal.

La fibra, oligosacáridos y almidón resistente de las leguminosas, sirven como prebióticos que estimulan el crecimiento de bacterias intestinales benéficas, esta característica permiten el desarrollo de alimentos funcionales que ofrecen muchos beneficios a la salud.

Cada día se sabe más sobre los beneficios de este microbiota a la salud intestinal y a nuestro organismo en general. Algunos de éstos son la estimulación del sistema inmune, el mejor aprovechamiento de energía y la producción de diversos compuestos benéficos como el butirato que reduce la inflamación intestinal, así como la prevención de la disbiosis intestinal.

CARBOHIDRATOS, ÍNDICE Y CARGA GLUCÉMICOS Y CONTROL DE PESO

El **Índice Glucémico (IG)** es una clasificación confiable que se les da a los carbohidratos, basada en la respuesta fisiológica de acuerdo con el efecto postprandial. Los carbohidratos con un IG alto producen picos altos de glucosa y una mayor respuesta del organismo a ésta, mientras que los alimentos de IG bajo no causan un aumento rápido de los niveles de glucosa en sangre después de comer.

La **Carga Glucémica (CG)** compara cantidades iguales de carbohidratos y proporciona una medida de la calidad de éstos. La CG es la cantidad de carbohidratos disponibles en una ración de alimento por el IG. Cuanto mayor sea la CG mayor será la glucosa en sangre y la producción de insulina.

Los **carbohidratos** de las leguminosas son considerados saludables. A diferencia de los carbohidratos de los cereales, las leguminosas se digieren lentamente, e incorporarlas a la dieta es una buena forma de regular niveles de glucosa.

Diversos estudios han mostrado que una dieta con alta CG está asociada a mayor riesgo de desarrollar diabetes tipo 2, enfermedades cardiovasculares y algunos tipos de cáncer. Así mismo, los alimentos con un IG bajo y altos en fibra pueden ayudar al control de peso, pues al ser digeridos lentamente brindan saciedad por más tiempo.

Algunos países como Australia, han implementado el uso de valores de IG en el etiquetado de alimentos, para ayudar al consumidor a seleccionar alimentos de un IG bajo.

Tabla 5. Índice Glucémico y Carga Glucémica de Diferentes Alimentos

| Alimento | Índice Glucémico | Porción (g) | Carga Glucémica/ Porción |
|---------------------------|------------------|-------------|--------------------------|
| Dátiles | 103 ± 21 | 60 | 42 |
| Papa | 85 ± 12 | 150 | 26 |
| Arroz | 64 ± 7 | 150 | 23 |
| Arroz Integral | 55 ± 5 | 150 | 18 |
| Maíz | 53 ± 4 | 150 | 17 |
| Alubia Pequeña | 38 ± 6 | 150 | 12 |
| Garbanzo | 28 ± 6 | 150 | 8 |
| Frijol Negro | 30 | 150 | 7 |
| Frijol Riñón | 28 ± 4 | 150 | 7 |
| Lentejas | 29 ± 1 | 150 | 5 |
| Arvejas o Chícharos secos | 48 ± 5 | 80 | 3 |
| Zanahorias | 47 ± 16 | 80 | 3 |

Foster-Powell, K., Holt S.H.A., Brand-Miller J.C. 2002. Tablas internacionales de. Am J Clin Nutr, Vol. 62, Páginas 5 - 56



En el estudio “Desarrollo de alimentos de bajo índice glucémico (IG) mediante, la incorporación de ingredientes de leguminosas en productos a base de cereales: Utilización del análisis in vitro y de la determinación del IG in vivo” se evaluó si el reformular productos tradicionales con leguminosas, tiene un efecto en el IG y CG.

Se compararon los productos control (100% harina de trigo) con su variante reformulada con más del 50% de harina de leguminosa, encontrando que es de utilidad incluir ingredientes de leguminosas para reducir el IG de los productos.

El artículo aún no ha sido publicado sin embargo, los resultados iniciales pueden ofrecer una perspectiva del comportamiento de las leguminosas, en el desarrollo de productos más saludables.

Tabla 6. Índice Glucémico y Carga Glucémica de Alimentos Reformulados con Leguminosas

| PRODUCTO | IG | CG | CATEGORÍA IG |
|--|----|----|--------------|
| Pan Blanco | 71 | 36 | Alto |
| Pasta | 61 | 31 | Medio |
| Pasta de Lenteja | 55 | 28 | Bajo |
| Focaccia | 61 | 31 | Medio |
| Focaccia de Lenteja | 53 | 27 | Bajo |
| Galleta | 42 | 21 | Bajo |
| Galleta con Proteína de fibra de Arveja | 38 | 19 | Bajo |
| Crackers | 46 | 23 | Bajo |
| Crackers con Proteína de Arveja | 42 | 21 | Bajo |
| Barra de Granola | 35 | 18 | Bajo |
| Barra de Granola con Extruido de Leguminosas | 35 | 18 | Bajo |

Fuente: Fujiwara, N., Hall, C., & Jenkins, A. L. (2016). Desarrollo de alimentos de bajo índice glucémico (IG) mediante la incorporación de ingredientes de leguminosas en productos a base de cereales: Utilización del análisis in vitro y de la determinación del IG in vivo” The FASEB Journal, 30(1 Supplement), 893-2.

VITAMINAS Y MINERALES

Las leguminosas contienen minerales clave para el funcionamiento del organismo como hierro, magnesio, manganeso, zinc y selenio, así como de vitamina B1 o tiamina, vitamina B6 y folato.

Existe una gran deficiencia en la población en general, en el consumo de nutrientes importantes para el buen funcionamiento de nuestro cuerpo como fibra, vitaminas y minerales, pues los alimentos que los contienen han sido sustituidos por alimentos con un alto contenido en azúcares, grasas saturadas y bajo contenido en vitaminas y minerales. Incorporar leguminosas a la dieta, o fortificar productos con leguminosas, puede contribuir al aporte de nutrientes de alta calidad.

Tabla 7. Contenido de algunos minerales en leguminosas

| Tipo de Legumbre | Ca (mg) | Fe (mg) | Mg (mg) | K (mg) | Na (mg) | Zn (mg) | Mn (mg) | Se (mg) |
|------------------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|
| Frijol Pinto | 39 | 1.79 | 43 | 373 | 1 | 0.84 | 0.38 | 5.3 |
| Alubia | 63 | 2.15 | 48 | 354 | 0 | 0.94 | 0.48 | 2.6 |
| Frijol Negro | 23 | 1.81 | 60 | 305 | 1 | 0.96 | 0.38 | 1 |
| Frijol Arriñonado | 31 | 1.96 | 37 | 358 | 1 | 0.88 | 0.38 | 1 |
| Garbanzo | 40 | 2.37 | 39 | 239 | 6 | 1.25 | 0.84 | 3 |
| Arveja o Chícharo Seco | 14 | 1.26 | 35 | 355 | 2 | 0.98 | 0.38 | 0.6 |
| Lentejas | 19 | 3.30 | 36 | 365 | 2 | 1.26 | 0.48 | 2.8 |

Valores para una porción de media taza o aprox. 110 g de leguminosas secas, hervidas sin sal. Fuente: Rebello, C., Greenway, F., & Finley, J. (2014). Cereales integrales y legumbres: una comparación de los beneficios nutricionales y para la salud. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 62 29, 7029-49.

EFFECTO DEL CALOR EN LOS NUTRIENTES

Los procesos térmicos como enlatado, cocción tradicional o a presión y microondas, provocan la desnaturalización de las proteínas, que consiste en la pérdida de la estructura tridimensional y como resultado la disminución de la función biológica de la proteína. Algunas funciones pueden ser enzimáticas, estructurales o de transporte. La desnaturalización de las proteínas también ocurre durante la digestión, lo cual facilita su absorción y aprovechamiento.

Al someter las leguminosas a cocción, se reduce el contenido de **antinutrientes** de las semillas, las cuales son proteínas que constituyen el sistema de defensa de la planta y reducen o inhiben la absorción o biodisponibilidad de nutrientes. Los principales antinutrientes de las leguminosas son inhibidores de enzimas digestivas, lectinas y ácido fítico. El tratamiento térmico, junto con otros procesos como el remojo, germinado, o fermentación, son útiles para la reducción de estos antinutrientes, el uso de ácido ascórbico o acético ayuda a mejorar la absorción de nutrientes.

El calor puede afectar algunas vitaminas y pigmentos (antocianinas y carotenoides) de las leguminosas, principalmente del grupo B, por lo que es importante monitorear las temperaturas y tiempos de cocción para evitar la pérdida considerable de éstos.



INGREDIENTES DOBLEMENTE FUNCIONALES: HARINAS, ALMIDONES, FIBRA, Y PROTEÍNA DE LEGUMINOSA

Países asiáticos como la India, muelen de forma convencional las leguminosas para obtener polvos o harinas que se pueden mezclar con algunos aceites y forman parte de muchos platillos. Las leguminosas son un alimento muy versátil y saludable, estas cualidades permiten que éstas puedan ser sujetas a procesos industriales para obtener derivados fraccionados, que pueden ser utilizados como materia prima para la elaboración de distintos alimentos; los derivados fraccionados le agregan valor a un producto formulado, debido a su contenido nutricional superior y versatilidad de uso. El fraccionado es el proceso a partir del cual se separan los ingredientes que las componen, para obtener concentrados y aislados de proteína y almidón.

Un ingrediente funcional se refiere a aquellos que ofrecen un beneficio a la salud, y también son aquellos productos encargados de mejorar diferentes características de los alimentos, por lo que los ingredientes de las leguminosas son doblemente funcionales

Los derivados de leguminosa más comunes son:



1. PROTEÍNAS

Debido a que las leguminosas son una excelente fuente de proteína, ésta se extrae de la harina por diferentes métodos como son:

CLASIFICACIÓN POR AIRE

Consiste en separar la proteína y el almidón de la harina por diferencias en el peso molecular. Se obtienen concentrados de proteína.

MÉTODOS HÚMEDOS

Permiten la obtención de aislados de proteína. Se basan en la alta solubilidad de las proteínas de leguminosas en condiciones alcalinas o ácidas que permiten su extracción

Debido a sus propiedades funcionales, existe un amplio rango de aplicaciones como la elaboración de algunos productos veganos que buscan sustituir a la carne, extensores de productos de origen animal o para la elaboración de “protein powders” o barras de proteína.

Las propiedades funcionales de las proteínas de leguminosa, son aquellas propiedades físicas y químicas que afectan el comportamiento de las proteínas en los alimentos durante su preparación, procesamiento, almacenaje y consumo, influyendo en atributos de calidad y sensoriales. Se ven afectadas por factores intrínsecos y extrínsecos. Los factores intrínsecos son la relación y disposición de los aminoácidos, carga eléctrica, peso molecular, forma, relación hidrofobicidad/hidrofiliidad, estructura primaria, secundaria etc. Los factores extrínsecos son el pH, temperatura, humedad, presencia de aditivos y enzimas.

SOLUBILIDAD

La proteína necesita ser soluble para poder utilizarse, otras propiedades funcionales como la emulsificación, formación de espuma y gelificación dependen de la solubilidad. La solubilidad se ve influenciada por el pH y temperatura.

La proteína de las leguminosas tiene alta solubilidad en pH alcalino y poca solubilidad en pH de 4.5 a 6. El agregar NaCl puede incrementar la solubilidad

WAC

(Capacidad de Absorción de Agua)

Es la cantidad de agua que se puede unir por unidad de peso de la proteína, depende de la disponibilidad de aminoácidos polares. Es importante para disminuir el agua disponible y prolongar la vida de anaquel.

Las proteínas de leguminosa mejoran la textura y minimizan la ruptura en tortillas, en panadería minimiza pérdida de agua aumentando la vida de anaquel, en cárnicos minimiza pérdida de agua en cocción y almacenamiento.

EMULSIFICACIÓN

Los emulsificantes son moléculas con porciones hidrofílicas e hidrofóbicas que permiten que las dos fases no se separen. Se pueden medir por la estabilidad (ES) y la capacidad de formar una emulsión (EC).

Las proteínas de leguminosas tienen buena actividad y estabilidad de emulsión, capaz de producir mayonesa semi espesa y espesa a diferente pH.

FORMACIÓN DE ESPUMA

Las espumas están formadas por: fase gaseosa, fase líquida y un surfactante. Se evalúa la capacidad de espuma (FC), expansión (FE) y estabilidad (FS). La formación de espuma de la proteína de leguminosas se incrementa en pH de 5 a 7.

Estudios señalan que las proteínas de leguminosas tienen un FE de 15% y FS de 94%. Algunas aplicaciones son crema batida, merengues, mousse, pasteles, helados y bebidas.



2. HARINAS

Este proceso consiste en la molienda de las semillas enteras o cotiledones en pequeñas partículas que pasan a través de diferentes tamices para garantizar un tamaño uniforme. No se han detectado diferencias nutricionales ni tecnológicas significativas, entre los diferentes tipos de leguminosas. La obtención de estas harinas puede parecer sencilla, sin embargo, se sigue investigando para optimizar esta técnica y tener un mayor aprovechamiento, pues existen diversos factores que afectan las características fisicoquímicas y funcionales de estos ingredientes. Entre las principales variables de calidad se encuentran:

DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA

Diversos estudios señalan que los procesos de molienda y métodos de separación, afectan significativamente las propiedades funcionales como la absorción del agua y la solubilidad de proteínas.

En algunos casos las harinas más finas presentaron, menores temperaturas iniciales de gelatinización y mayor contenido de almidón que las más gruesas, en consecuencia, presentaron menor hidratación, afectando la textura

REDUCCIÓN O ELIMINACIÓN DE ANTINUTRIENTES

Reducción o eliminación de antinutrientes (lectinas, ácido fítico e inhibidores proteicos), y compuestos responsables del sabor para mayor aprovechamiento nutricional y aceptación sensorial.

Existen dos tipos principales de harina: la cruda y la precocida. La harina cruda es utilizada para darle valor agregado al pan, esta debe tener un molido fino, proporciona nutrientes como fibra y proteína al pan. La harina precocida es más estable pues el proceso de tostado ha inactivado enzimas, gelatiniza parcialmente el almidón y desnaturaliza proteínas, se recomienda en panes planos, tortillas, galletas, barras energéticas y snacks más saludables.

Las harinas de leguminosas no son alérgenos comunes ni transgénicos. En panificación se pueden utilizar como sustituto de huevo, para productos libres de gluten o reemplazando parcialmente harinas de cereales (arroz, maíz o trigo). En galletas, crackers, pasteles, productos químicamente fermentados y panes en los que el volumen es menos importante, se pueden utilizar altos porcentajes de harinas de leguminosas (30-50%). En otro tipo de panes como el de caja donde el volumen es importante, se recomienda sustituir porcentajes menores de harina de trigo (desde 15%), pues hay una disminución en el gluten y la retención del gas en consecuencia, puede afectar el volumen y densidad de la miga. Para tener mejores resultados se sugiere utilizar harina de trigo de fuerza y sistemas de gomas. Además de conferir muchas propiedades nutricionales, el uso de harinas de leguminosas en productos de panificación, reduce el tiempo de amasado, extiende la vida de anaquel y aumenta propiedades funcionales como la absorción de agua.



3. ALMIDÓN

El almidón de leguminosas tiene un mayor contenido de amilosa que de amilopectina, por lo que es útil para modificar la textura pues actúa como agente espesante. Una de las características principales del almidón de las leguminosas, es que el proceso de retrogradación es más lento en comparación a almidones de tubérculos, cereales y almidones modificados.

La retrogradación es cuando el almidón cambia su conformación ante el calor y el frío, esto se debe principalmente a la precipitación espontánea de la amilopectina. Al calentar el almidón en presencia de agua se pierde viscosidad. Mientras más tardada sea esta pérdida, mejor es la calidad del almidón.

El almidón de leguminosas tiene aplicaciones en la industria del papel, cartón, textil, y en alimentos congelados, aderezos, extruidos, galletas, crackers, salsas y puré.



4. FIBRA

Como ya se mencionó, es un subproducto de cuando se obtiene la proteína y el almidón. La fibra tiene excelentes propiedades de absorción de agua, lo cual permite reemplazar grasa en diferentes aplicaciones como confitería, aderezos y cárnicos. De acuerdo con la parte de la semilla de donde proviene se clasifica en:

FIBRA INTERNA

Se encuentra en los cotiledones y contiene polisacáridos y sustancias pécticas, da textura y volumen, tiene una mayor absorción de agua y sustituye el uso de aditivos por lo que permite un etiquetado más limpio. Se usa principalmente en panificación, para enriquecer jaleas, bebidas y postres.

FIBRA EXTERNA

Proviene de la capa exterior de la semilla, mejora el contenido de fibra de los alimentos sin cambiar sus características.



APLICACIONES DE LAS SEMILLAS

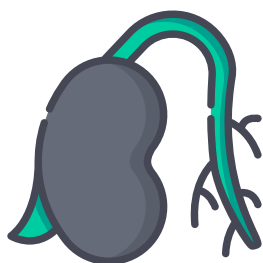
Las semillas de leguminosas tienen un gran número de aplicaciones en la industria de alimentos, representan una forma más saludable y práctica de consumo, algunas de estas son:



ENLATADOS

Son una opción muy conveniente ya que permiten un periodo de conservación largo y de mayor rendimiento. Las leguminosas enlatadas se pueden emplear para preparar comidas, smoothies, repostería. El proceso depende del tipo, variedad, tamaño y maduración de la semilla, por lo que resulta clave el contenido de minerales del agua, pues puede afectar la textura del producto.

El agua con un alto contenido de minerales como el calcio, pueden provocar dureza de las semillas aumentando el tiempo de cocción y en el caso opuesto ocasiona la rotura de la semilla. Es importante también tener control de temperatura y pH.



SEMILLAS GERMINADAS

Al germinar las legumbres, la acción enzimática hidroliza proteínas, almidones y oligosacáridos, por lo que, al consumirlas, la asimilación de estos nutrientes requiere de menos trabajo para nuestro sistema digestivo.

Las semillas se remojan de 4 a 12 hrs. algunos productores asiáticos suelen mantenerlas a temperatura ambiente después del remojo, aproximadamente al tercer día irá brotando el germen.

Las semillas germinadas pueden consumirse enteras o se pueden utilizar para producir harinas, moliendo en seco o en húmedo, solas o combinadas con cereales.



SNACKS

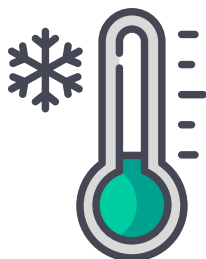
Hoy en día existen altos porcentajes de sobrepeso y obesidad, debido al consumo de alimentos altos en grasas saturadas y azúcares. Las leguminosas horneadas o fritas como botana natural, condimentada o en mezclas con cereales y nueces, es una mejor alternativa para incorporar en la dieta de niños o adultos.

Al elaborar snacks fritos de leguminosas es importante remojar en agua fría con bicarbonato, el tiempo varía según el tipo de leguminosa. Las altas temperaturas pueden desnaturalizar las proteínas y gelatinizar el almidón. El bicarbonato mejora la textura y resalta el color. En el freído se debe controlar la temperatura para evitar que se formen burbujas, se recomiendan 180 °C ya que temperaturas muy altas pueden provocar que la capa externa de la semilla se desprenda y se vaya al aceite.



SOPAS INSTANTÁNEAS

Las sopas instantáneas son una forma práctica y nutritiva de incorporar las leguminosas, es necesario realizar un remojo y precocción de la semilla, y ésta se puede conservar entera o moler y hacer una mezcla espesa que es secada en tambor para producir hojuelas y polvos que se pueden combinar con diferentes especias.



CONGELACIÓN

El proceso IQF, Individually Quick Frozen o Congelación Rápida Individual, es una forma de congelación que no permite la formación de cristales de hielo grandes en las células vegetales de las leguminosas. Cada partícula es congelada individualmente por lo que el producto final no es congelado en un bloque sólido. Este proceso se puede utilizar en leguminosas, conservando su sabor, textura, nutrientes, volviéndolos más prácticos de usar y preservando su Inocuidad.

APLICACIONES DE LOS INGREDIENTES DE LEGUMINOSA

Debido a sus propiedades funcionales, estos ingredientes facilitan la aireación, formación de espuma, adhesión, emulsificación, humectación, crocancia, o su uso como agentes espesantes. Además, por sus propiedades nutricionales se pueden utilizar para la fortificación de productos de panificación, repostería, empanizadores, pasta, snacks y cereales de desayuno, productos libres de gluten, sopas, dips y bebidas. Algunas de las principales aplicaciones son:

SUSTITUTOS Y EXTENSORES DE PRODUCTOS CÁRNICOS



Las proteínas de leguminosas son texturizadas por extrusión, lo que les da una textura fibrosa y elástica después de rehidratarla. Estos sustitutos tienen forma, sabor y textura sorprendentemente cercana a la original, pero contienen menos grasas y colesterol, y también proteínas de calidad. El impulso para poner en el mercado este tipo de productos no viene solo de la mano de los veganos, sino también de aquellas personas que buscan una alternativa a la carne más sana y sustentable.

Las “carne vegetales”, suelen tener menos grasas saturadas que la carne animal, no contienen colesterol, aportan fibra y fitoquímicos beneficiosos. El objetivo de estos sustitutos es aportar los nutrientes saludables de la carne: proteínas de buen valor biológico que contenga solas o combinadas un perfil completo de aminoácidos esenciales. En una alimentación vegetariana, el aminoácido más difícil de conseguir es la lisina. Por lo tanto, las alternativas vegetales a la carne bien diseñadas, deben ofrecer una cantidad importante de este aminoácido.

Actualmente se encuentran nuevos productos con sabor, color y textura muy similares a la carne. Para producirlos se ha analizado la composición de la carne y a partir de ahí se ha recreado con ingredientes obtenidos de alimentos vegetales, como lo son el frijol, lenteja y garbanzo principalmente.

SUSTITUTOS DE PRODUCTOS LÁCTEOS

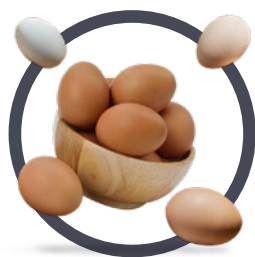


En los análogos de leche de vaca, las leguminosas son una alternativa importante. El procedimiento para preparar esta bebida no difiere mucho del utilizado para otras bebidas vegetales, los beneficios de estos productos son:

- Contiene 8 gramos de proteína vegetal por cada 100 mililitros de producto.
- Aporta arginina, fundamental para la formación de los músculos.
- Contiene 50% más calcio que la leche de vaca. Contiene un 93 % menos de agua..
- Contiene solo 6 gramos de azúcar por lo que es adecuada para los diabéticos.
- Favorece la recuperación del cuerpo tras el entrenamiento físico.
- Contiene vitamina D, hierro y Omega 3.
- Es ideal para combatir altos niveles de colesterol malo.
- Es apta para todas las edades y, especialmente, para los intolerantes a la lactosa.

Los quesos fabricados a partir de la proteína de leguminosas, son ideales para personas con intolerancia a la lactosa o a la caseína de la leche de vaca. Son una alternativa menos calórica, con una textura y sabor similares, ricos en nutrientes y sin colesterol.

SUSTITUTO DE HUEVO



El agua de la cocción de las leguminosas o **aquafaba**, las harinas y las proteínas de leguminosas, se pueden utilizar para sustituir el huevo, y formular productos para personas con dietas libres de proteína animal, o que son alérgicos al huevo, considerado como uno de los principales alérgenos a nivel global.

El nombre aquafaba proviene de la unión de las palabras agua (agua) + faba (alubia), y básicamente es el agua de la cocción de las leguminosas, en la que quedan disueltos carbohidratos, proteínas y otros sólidos vegetales solubles, que han migrado de las legumbres al agua durante la cocción, lo que le confiere un amplio espectro de propiedades emulsionantes, espumantes, aglutinantes, gelatinizantes y espesantes. Una clara de huevo mediana, se puede reemplazar con 30 mililitros (2 cucharadas) de aquafaba, o un huevo entero mediano con 45 ml (3 cucharadas). Estas cantidades se pueden utilizar de referencia para extrapolar en aplicaciones industriales. Algunos usos del aquafaba son: merengues, macarons, turrone, glaseados, helados, y helados, malvaviscos y productos horneados, así como sustitutos de lácteos, mayonesa y rebozados.

Las harinas, concentrados y aislados de proteína de leguminosa, pueden sustituir al huevo pues las propiedades funcionales de las proteínas de leguminosas son muy similares a las del huevo. Se ha observado que el uso de harinas y concentrados de leguminosa en panificación, ofrece mejor resultado, posiblemente porque el almidón ayuda a mejorar la textura. Al sustituir huevo por proteína de leguminosa en las pastas, se pueden optimizar costos, y obtener resultados muy similares a los del huevo en tiempo de cocción, textura y firmeza.

PRODUCTOS LIBRES DE GLUTEN.



Las leguminosas e ingredientes de leguminosa, son una alternativa para sustituir harinas de trigo, presente en una gran variedad de productos como cereales, panes, galletas, sopas, aderezos, snacks, etc. Los ingredientes de leguminosa incrementan el perfil nutricional de los productos libres de gluten. El desarrollo de panes libres de gluten no es tan simple por lo que se sugiere hacer un balance de almidones y proteínas, y usar algunas gomas como la xantana, guar, arábica o CMC (carboximetil celulosa), pueden ser de utilidad. A continuación se muestran algunos porcentajes recomendados de estos en relación con la cantidad de harina.

| APLICACIÓN | PORCENTAJE DE GOMA |
|------------------------------|--------------------|
| Galletas | 0.4% |
| Pastel | 0.8% |
| Muffins o panes instantáneos | 1.6% |
| Pan de Caja | 2% - 2.8% |
| Pizza | 4% |

Obtenido de: Gluten Free Booklet disponible en <http://www.pulsecanada.com/wp-content/uploads/2018/02/14-Oct-28-Gluten-Free-Booklet-FOR-WEB.pdf>

PASTAS



Los ingredientes de leguminosas se utilizan para desarrollar pastas libres de gluten, o fortificar el contenido de proteína, minerales y fibra de las pastas tradicionales, tienen un impacto moderado en el color, absorción de agua y características reológicas, no afectan el tiempo de cocción y mejoran la firmeza. Son mucho más saludables que una pasta tradicional a base de harina de trigo refinada, ya que brindan mayor saciedad y tienen menor índice glucémico. La pasta de harina de legumbres no contiene los antinutrientes presentes en las legumbres secas y no requieren de su remojo ni de un largo tiempo de cocción, a diferencia de las legumbres secas, por lo que son una buena alternativa de proteína vegetal y fibra.

SNACKS Y CEREALES DE DESAYUNO



El mundo de los snacks no deja de cambiar, crecer y adaptarse. En los últimos años han ido apareciendo cada vez más snacks elaborados con harina de legumbres, que siguiendo la demanda del mercado, ofrecen una opción más saludable al consumidor, estos consumidores son cada vez más conscientes de la importancia que tiene cuidar la salud a largo plazo y lo que influye la alimentación. Por lo que es normal que cada vez crezca mas la demanda a la industria de los snacks, por productos con mayores beneficios a la salud.

Los snacks elaborados con harinas de legumbre son la solución a la demanda del mercado, siendo una opción mas saludable a la hora de elegir en el supermercado. El uso de estos ingredientes suele ir de la mano de procesos menos agresivos con nuestro cuerpo, un buen ejemplo es la aplicación de horneado en lugar de procesos de fritura.

La harina de leguminosa se puede utilizar en snacks laminados o extruidos, para mejorar las características nutrimentales de productos elaborados con cereales como arroz y maíz, entre otros. La extrusión permite jugar con las formas y también se pueden obtener cereales de desayuno. El emplear leguminosas en este proceso, tiene un impacto en la expansión del producto por la cantidad de fibra, por lo que se sugiere utilizar harina de leguminosa cruda descascarillada, así como bicarbonato de sodio o carbonato de calcio al 0.5% para mejorar la expansión.

ALIMENTO PARA MASCOTAS



Las arvejas son un ingrediente que no está genéticamente modificado. En comparación con el maíz, la avena y el trigo, tiene un bajo contenido de micotoxinas. Varios estudios científicos han mostrado diferentes beneficios nutricionales de las leguminosas e ingredientes de leguminosas, tanto en humanos como en otros animales:

- Regulación del azúcar en la sangre y control de peso.
- Mejoran la digestión.
- Reducción de colesterol.
- Efectos antioxidantes.

Las leguminosas e ingredientes de leguminosas, son una excelente fuente de carbohidratos, fibra, proteína y muchas vitaminas y minerales esenciales. Contienen la mayoría de los aminoácidos requeridos por los perros y gatos. También contienen fibra insoluble, fibra soluble y almidón resistente, que proveen beneficios al sistema digestivo, las arvejas también son fuente de compuestos conocidos por sus propiedades antioxidantes que pueden proteger al organismo contra algunas enfermedades y tipos de cáncer. Investigaciones han mostrado que las leguminosas e ingredientes derivados, son favorables para los perros y gatos. Se ha demostrado que una dieta con arvejas como la principal fuente de carbohidratos, ha bajado los niveles de insulina en perros obesos.

La tendencia global de los alimentos para mascotas, muestra que las dietas **bajas en granos, granos selectos y libres de granos** han adquirido cada vez más importancia. En Estados Unidos las tendencias **libre de granos y natural**, son el estándar. Debido a esto, la industria ha estado buscando ingredientes para reemplazar los granos de forma efectiva, y han encontrado en las leguminosas, harinas e ingredientes fraccionados con un alto contenido nutrimental, además de ser ingredientes sustentables, pues ayudan a mejorar la calidad del suelo de forma natural.

El concentrado de almidón de leguminosas, es un excelente aglutinante que puede usarse en la producción de alimentos secos y húmedos, como reemplazo parcial o total de la papa como ingrediente. Se han reportado muchos beneficios cuando la papa es sustituida parcialmente por concentrado de almidón de leguminosas, incluyendo la reducción de costos, mejor procesabilidad y, una palatabilidad y digestibilidad igualmente aceptable.

Además, el concentrado de proteína de leguminosa, representa una fuente de proteína sin alérgenos que puede ser utilizada en productos como bocadillos “premio” con textura cárnica, o para incrementar la proteína en dietas con un balance alto de este nutriente. La proteína de la arveja es especialmente rica en los aminoácidos esenciales Lisina y Arginina, teniendo una alta digestibilidad y valor nutrimental que la asemejan a la proteína de pescado.

LEGUMINOSAS Y ETIQUETADO DE ADVERTENCIA DE ALIMENTOS

Debido a los altos índices de sobrepeso y obesidad tanto en adultos como niños, y el gran número de padecimientos relacionados a estas condiciones, muchos países en América Latina han puesto en marcha nuevas reglamentaciones en materia de etiquetado de alimentos y bebidas, con el objeto de facilitar al consumidor la elección de productos más saludables.

Esto ha influido en que las empresas fabricantes de alimentos, estén buscando alternativas de ingredientes para mejorar la calidad nutricional de sus productos, entre los que se encuentran verduras, granos enteros y leguminosas. Las leguminosas contribuyen al aporte de fibra, proteína, carbohidratos complejos, vitaminas y minerales, es una forma de fortificar diferentes productos a un bajo costo.



PRINCIPALES RETOS EN EL USO DE LEGUMINOSAS E INGREDIENTES DE LEGUMINOSAS

Es frecuente encontrar resistencia a incluir leguminosas en el desarrollo de productos, por diversas características atribuidas a éstas o sus ingredientes, como el estar relacionadas a la inflamación o flatulencia. Las leguminosas tienen un alto contenido en oligosacáridos y fibra, un tipo de carbohidratos que el organismo no puede digerir y se descomponen por la fermentación de bacterias intestinales que producen gases.

Las molestias causadas por la flatulencia, tienden a disminuir después de un periodo de ajuste del cuerpo. Para disminuir este efecto se recomienda el remojo, uso de bicarbonato, especias y condimentos como clavo, pimienta, jengibre, canela, ajo y cúrcuma. La fermentación y germinado son procesos que también ayudan considerablemente a reducir este efecto.

Por otro lado, el sabor ha sido una de las principales limitantes en el uso de ingredientes de leguminosas. Compuestos volátiles como aldehídos, cetonas, alcoholes y pirazinas, son responsables de su sabor verde y terroso, mientras que los no volátiles como saponinas, aminoácidos y compuestos fenólicos, son responsables del sabor amargo y astringente. Estos compuestos se generan de la degradación de lípidos y de proteínas. El reducir estos compuestos, ha sido un reto al que se ha enfrentado la industria productora de ingredientes de leguminosas, se han evaluado procesos como el remojo de las semillas, tratamiento térmico, extracción con solventes, fermentación, germinación, uso de enzimas y enmascaradores, obteniendo muy buenos resultados y avances, logrando que actualmente estén disponibles en el mercado productos desaborizados con muy buena respuesta del consumidor.



REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

www.usapulses.org | www.legumechef.com | www.usdrybeans.com | www.beaninstitute.com | FoodData Central (usda.gov)

Gluten Free Booklet disponible en <http://www.pulsecanada.com/wp-content/uploads/2018/02/14-Oct-28-Gluten-Free-Booklet-FOR-WEB.pdf>

Jeradechachai N. Aplicaciones Alimenticias para las Leguminosas como Ingredientes, 2011.

Ha, V., Sievenpiper, J. L., et al (2014). El efecto de las legumbres en la dieta sobre los niveles terapéuticos de lípidos establecidos de las enfermedades cardiovasculares. Una revisión sistemática y un metaanálisis de ensayos controlados aleatorios. CMAJ : Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne, 186(8), E252-E262. <https://doi.org/10.1503/cmaj.131727>

Kim SJ, de Souza RJ, et al. Efectos del consumo de legumbres en la dieta sobre el peso corporal: una revisión sistemática y metaanálisis de ensayos controlados aleatorios Am J Clin Nutr. 2016 May;103(5):1213-23. doi: 10.3945/ajcn.115.124677. Epub 2016 Mar 30. PMID: 27030531.

Foster-Powell, K., Holt S.H.A., Brand-Miller J.C. 2002. Tablas internacionales de . Am J Clin Nutr, Vol. 62, Paginas 5 - 56

Fujiwara, N., Hall, C., & Jenkins, A. L. (2016). Desarrollo de alimentos de bajo índice glucémico (IG) mediante la incorporación de ingredientes de leguminosas en productos a base de cereales: Utilización del análisis in vitro y de la determinación del IG in vivo" The FASEB Journal, 30(1 Supplement), 893-2.

Rebello, C., Greenway, F., & Finley, J. (2014). Cereales integrales y legumbres: una comparación de los beneficios nutricionales y para la salud. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 62 29, 7029-49.

Maskus, H., Bourré, L., Fraser, S., Sarkar, A., & Malcolmson, L. (2016). Effects of grinding method on the compositional, physical, and functional properties of whole and split yellow pea flours. Cereal Foods World, 61(2), 59- 64. <https://doi.org/10.1094/CFW-61-2-0059>

Juárez, C. (2020, December 17). Leguminosas: salud, nutrición e innovación alimentaria. Consultado Abril 20, 2021, de <https://thefoodtech.com/ingredientes-y-aditivos-alimentarios/leguminosas-salud-nutricion-e-innovacion-alimentaria/>

García, G. (2020, Septiembre 30). ¿Cuál es la importancia de comer legumbres? Consultado Abril 20, 2021, de <https://thefoodtech.com/seguridad-alimentaria/cual-es-la-importancia-de-comer-legumbres/>

F.A.O. (2016, Febrero 1). Las Legumbres Contribuyen a la Seguridad Alimentaria. Consultado Abril 20, 2021, de http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/pulses-2016/docs/factsheets/FoodSecurity_SP_PRINT.pdf

Tiwari, Brijesh K., Aoife Gowen, and Brian McKenna. Pulse Foods [electronic Resource] : Processing, Quality and Nutraceutical Applications / Edited by Brijesh K. Tiwari, Aoife Gowen, Brian McKenna. 1st ed. London ;: Academic Press, an imprint of Elsevier, 2011. Print.

¡Visita nuestro sitio web y descubre increíbles recetas!



alianzaleguminosas.org



US DRY BEAN
Council



U★S★A
Dry Peas
Lentils, &
Chickpeas

El Estándar de Calidad

www.frijol-usa.com

www.leguminosasparalasalud.org

www.lentejas-usa.com

www.usdrybeans.com

www.usapulses.org