



**FACULTAD DE FARMACIA
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE**

TRABAJO FIN DE GRADO

**Nuevos usos de las legumbres y su implicación en
la salud**

Autor: Germán Francisco Del Cerro Vergara

Tutor: Dra. Virginia Fernández Ruiz

Convocatoria: Febrero

ÍNDICE

- **RESUMEN..... 3**
- **INTRODUCCIÓN..... 4**
- **OBJETIVOS..... 7**
- **MATERIAL Y METODOS..... 8**
- **RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... 9**
- **CONCLUSIONES..... 18**
- **BIBLIOGRAFÍA..... 19**

RESUMEN

Siendo 2016 el “Año internacional de las legumbres” en el presente trabajo se ha llevado a cabo una revisión bibliográfica sobre la importancia de las legumbres en la dieta, su implicación en la salud y los nuevos usos que actualmente se les esta dando.

Las legumbres son un alimento rico en proteína, fibra, en hidratos de carbono de absorción lenta, una importante fuente de vitaminas, minerales y compuestos bioactivos, que contienen poca grasa (legumbres de grano) y pocos azúcares simples, siendo esta composición clave en la prevención de enfermedades tanto agudas como crónicas.

Numerosos estudios epidemiológicos indican que el consumo regular de legumbres es beneficioso tanto para mantener el buen estado de salud como en la prevención de la enfermedad, siendo alimentos que juegan un papel importante en enfermedades gastrointestinales, cardiovasculares, en el síndrome metabólico, en la obesidad y el sobrepeso, y en la diabetes tipo 2.

Parte de la fibra presente en las legumbres, es fermentada por las bacterias intestinales, obteniéndose ácidos grasos de cadena corta (acético, propionico y butírico) los cuales van a producir un efecto protector a nivel local y sistémico. El consumo regular de legumbres, en una dieta sana y equilibrada, actúa disminuyendo los niveles de lípidos y colesterol total, reduciendo la incidencia de enfermedades cardiovasculares en poblaciones que consumen legumbres regularmente.

Los recientes avances tecnológicos en el procesado de alimentos están consiguiendo desarrollar nuevos ingredientes que favorecen las cualidades de los alimentos, entre ellos el proceso de extrusión logra obtener nuevas formas, texturas, la texturización de proteínas e incluso la mezcla de diferentes sabores, utilizándose sobre todo en alimentos tipo snack, aperitivos, cereales para el desayuno, entre otros. Entre ellos, destacan los snacks con cierto porcentaje de legumbres (valores de hasta el 50%), disminuyendo así la cantidad de grasa de este tipo de productos, y aumentando el contenido en fibra y proteínas. El consumo de snacks con un porcentaje de legumbres significativo supone un beneficio para el consumidor dada la composición en nutrientes y compuestos bioactivos con efectos beneficiosos para la salud preservados de las legumbres, e incrementan la diversificación de productos a base de legumbres ayudando a la población a alcanzar las ingestas de legumbres recomendadas por los distintos organismos expertos en nutrición humana.

INTRODUCCIÓN

1. Leguminosas.

La RAE, 2016 define leguminosas como “*Dicho de una planta: Del grupo de las angiospermas dicotiledóneas, ya mimosácea o papilionácea, con hojas casi siempre alternas y compuestas y con estípulas, flores de corola actinomorfa o cigomorfa, amariposada en muchas especies, y fruto en legumbre con varias semillas sin albumen, y que puede ser hierba, mata, arbusto o árbol*”(1).

Según el Código Alimentario Español, 2006 se denomina legumbres secas como “*las semillas secas, limpias y sanas y separadas de la vaina, procedentes de plantas de la familia de las leguminosas, de uso corriente en el país y que indirectamente resulten adecuadas para la alimentación*”(2).

Las leguminosas son una de las familias botánicas de mayor importancia nutricional, siendo estas un componente esencial en la dieta Mediterránea y de gran importancia también en muchos otros países. Se podrán consumir como semillas secas, limpias y separadas de la vaina.

Desde el punto de vista nutricional, podremos clasificar a las leguminosas en dos grandes grupos (2):

- Oleaginosas: Las leguminosas más características de este grupo son la soja (*Glycine max* L.) o el cacahuete (*Arachis hypogaea* L.). Cuentan con una baja cantidad de hidratos de carbono y son fuente importante de lípidos y proteínas.
- Grano: Dentro de este grupo encontramos a las lentejas (*Lens culinaris* Medik), garbanzos (*Cicer arietinum* L.), alubias (*Phaseolus vulgaris* L.), habas (*Vicia faba* L.), entre otras muchas. Se caracterizan por tener una elevada cantidad de hidratos de carbono, minerales (fósforo, hierro y calcio), vitaminas del complejo B y proteínas (aunque de bajo valor biológico, por lo que será necesario mezclarlas con cereales para conseguir elevado el valor biológico).

2. Evolución del consumo de legumbres.

Junto a los cereales, las legumbres fueron los primeros alimentos que las primeras poblaciones sedentarias aprendieron a cultivar. La inclusión de las legumbres en la dieta

habitual del ser humano nace junto a la agricultura en el Neolítico, hace unos 11.000 años. En la antigua Grecia, el garbanzo suponía un alimento de gran peso en toda la población, al igual que en la antigua Roma, que la dieta base estaba constituida a base de legumbres secas (3).

En la actualidad, el consumo mundial de legumbres en la dieta base se ha visto reducido drásticamente en los últimos 50 años hasta en un 80%. Los cambios alimenticios en estos últimos años hacia un mayor consumo de alimentos preparados y carnes rojas ha hecho saltar la alarma y ha conseguido que ciertas instituciones del ámbito sanitario lleven acciones para tratar de revertir la situación actual. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) ha proclamado el año 2016 como el Año Internacional de las Legumbres, cuyo objetivo es concienciar a la población de los múltiples beneficios de incluir una mayor cantidad de legumbres en la dieta y promocionar su cultivo y consumo.

La FAO recomienda el consumo habitual de legumbres por 5 razones (4):

- Las legumbres son uno de los alimentos más nutritivos del planeta.
- Su consumo está asociado a un buen estado de salud.
- Su cultivo es beneficioso en la lucha frente al cambio climático, reduciendo las emisiones de gases responsables del efecto invernadero y aumentando la captación de carbono.
- Aumentan la fertilidad del suelo en el que se cultivan y nutren al resto de cultivos cercanos.
- Suponen un bajo costo para los granjeros, son capaces de crecer en lugares áridos y tienen una larga vida útil.

La recomendación actual de la OMS respecto al consumo de legumbres es de 2-3 raciones/semana (100-210 g/semana), sin embargo, según la AEL (Asociación española de leguminosas) un consumo de 4 raciones por semana es beneficioso en la salud del consumidor (5).

En cuanto a la presencia de legumbres en la dieta española, desde el inicio de la agricultura hay evidencias de que en la península ibérica se comenzaron a consumir

distintos tipos de legumbres. En España es una tradición la presencia de legumbres en la dieta formando parte del patrón alimentario definido como dieta Mediterránea. Sin embargo, la mejora de los sistemas de conservación de alimentos, la aparición de la comida rápida y el gran abanico actual de distintos tipos de alimentos al alcance de toda la población, ha reducido considerablemente el consumo de legumbres en la dieta. El consumo de legumbres en España en 1964 era de 41 g/día (287 g/semana), mientras que el consumo actual es de 8,4 g/día (59 g/semana), siendo aun así uno de los países con mayor consumo de legumbres (Figura 1), pero situándose bastante por debajo de los valores recomendados por la OMS (100-210 g/semana) (6).

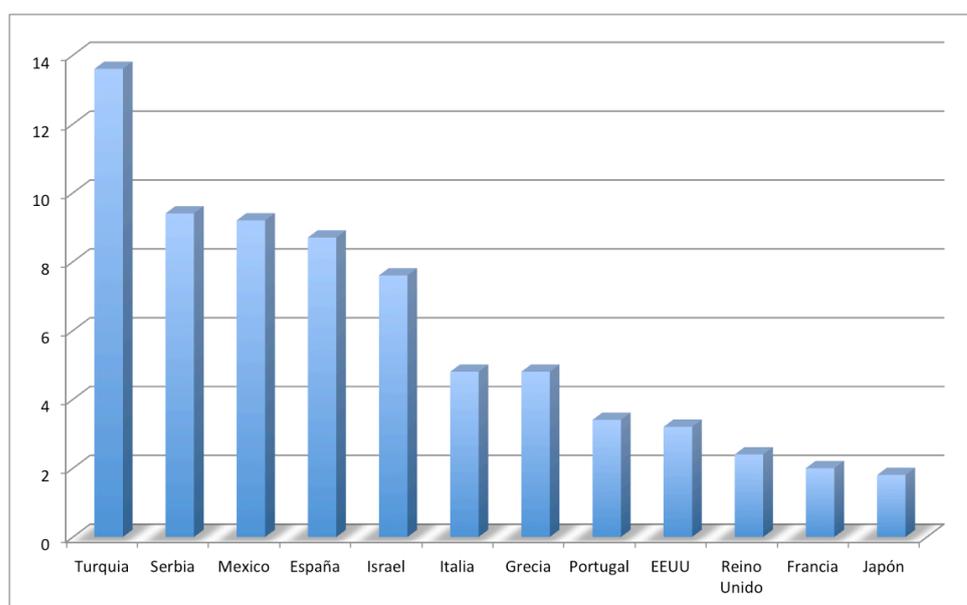


Figura 1. Kg de legumbres consumida en la dieta por persona y año en cada país (7).

España sigue siendo uno de los países con mayor consumo de legumbres, debido a los vestigios de la dieta mediterránea, aunque los últimos estudios confirman que la dieta actual mediterránea y el estilo de vida asociado a ella se han ido alejando progresivamente de lo que fue la dieta mediterránea, conocida mundialmente y considerado una de las mejores a mundial, por ser prudente y saludable (8).

OBJETIVOS

El presente 2016 es el Año Internacional de las Legumbres, cuyo principal objetivo es concienciar a la población de todos los beneficios nutricionales del consumo de estos alimentos de origen vegetal tratando así de aumentar su consumo.

El objetivo de este estudio es la recopilación de documentación mediante revisión bibliográfica de las principales características nutricionales de las legumbres y su implicación en la salud del consumidor, así como los nuevos usos de las legumbres y nuevas formas de consumo debido a sus excelentes características.

Para la realización de este trabajo se marcaron los siguientes objetivos parciales:

1. Evaluar las principales características nutricionales de las legumbres.
2. Analizar las evidencias científicas del impacto en la salud del consumo regular de legumbres en la dieta.
3. Revisar los últimos avances tecnológicos con respecto a los nuevos usos de las legumbres y nuevas formas de consumo y sus posibles repercusión en la salud.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la realización del presente trabajo se han llevado a cabo diferentes revisiones bibliográficas, se han consultado libros de la Biblioteca de la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid, bases de datos científicas (con el fin de obtener la más amplia información acerca del tema de estudio), así como información recopilada en la jornada “Legumbres tradicionales para una dieta sostenible y saludable” llevada a cabo en la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid el 30 de septiembre del año 2016.

Las bases de datos utilizadas durante el trabajo han sido: PubMed-NCBI (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>), Web Of Knowledge (WOK; <https://www.accesowok.fecyt.es>), Buca (Biblioteca Complutense <https://www.biblioteca.ucm.es>) y Science Direct (www.sciencedirect.com).

Para facilitar la búsqueda y obtener resultados concretos del tema de estudio, se emplearon "palabras clave" como "*legumbres*", "*legumes*", "*salud*", "*legumes and health*", "*extrusión*", entre otras muchas.

Una vez consultada toda la bibliografía relacionada con el tema se procedió a organizarla en función de su contenido con la finalidad de cubrir los objetivos del estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Principales características nutricionales de las legumbres.

Las legumbres son un alimento con unas características nutricionales específicas que suponen un beneficio para nuestra salud al incluirlas en nuestra dieta habitual con propiedades beneficiosas para el consumidor. Destacan las siguientes características (9): son una fuente proteica excelente, que al combinarlas con cereales se ve aumentado drásticamente el valor biológico proteico, son un alimento que contiene baja cantidad de azúcares simples, rico en hidratos de carbono complejos de absorción lenta y bajo índice glucémico, son bajas en calorías (100-150 kcal por cada 100 g de legumbre cocinada), con bajo porcentaje de grasa, contienen una elevada cantidad de fibra, tanto soluble (ayuda a controlar el colesterol y la glucosa en sangre) como insoluble (ayuda en problemas de estreñimiento). Además, son una gran fuente de minerales (Mg, Zn, P, Ca, K) y vitaminas (ácido fólico, y vitaminas B₁, B₂, B₃, niacina, carotenos) y contienen antioxidantes y otros bioactivos, de gran importancia en la prevención de muchas enfermedades, como fitosteroles, saponinas, isoflavinas o polifenoles.

Existen algunas variaciones significativas entre las distintas especies de leguminosas, siendo la soja, la que contiene un mayor porcentaje de grasa y proteínas que el resto (10) (Tabla 1).

	<i>Agua (g)</i>	<i>Calorías (Kcal)</i>	<i>Proteínas (g)</i>	<i>H.C (g)</i>	<i>Grasa (g)</i>	<i>Satur (g)</i>	<i>Mono (g)</i>	<i>Poli (g)</i>	<i>Fibra (g)</i>
<i>Lentejas</i>	11.8	301	23.5	52	1.4	0.2	0.2	0.7	10.6
<i>Soja</i>	8.5	416	36.5	30.2	19.9	2.9	4.4	11.2	9.3
<i>Guisantes</i>	11.0	318	22.9	56.7	1.4	0.3	0.1	0.8	16.6
<i>Garbanzos</i>	11.0	292	19.8	48.6	3.4	0.3	0.8	1.5	10.7
<i>Judías blancas</i>	11.6	279	21.3	47.8	1.6	0.4	0.1	0.7	17
<i>Habas</i>	10.9	341	26.1	58.3	1.53	0.25	0.3	0.6	25
<i>Altramuz</i>	10.4	371	36.1	40.4	9.7	1.2	4.0	2.4	18.9

H.C: hidratos de carbono; Satur: saturadas; Mono: monoinsaturadas; Poli: poliinsaturadas

Tabla 1. Composición nutricional de distintos tipos de legumbres (10,11)

Legumbres y salud.

Numerosos estudios epidemiológicos indican que el consumo regular de legumbres es beneficioso tanto para mantener el buen estado de salud como en la prevención de la enfermedad, siendo alimentos que juegan un papel importante en enfermedades gastrointestinales, cardiovasculares, en el síndrome metabólico, en la obesidad y el sobrepeso, y en la diabetes tipo 2 (12, 13).

Estos efectos fisiológicos dependen del tipo de legumbre consumida, ya que como hemos visto anteriormente cada uno de ellos poseen una composición específica siendo en general la fibra y los compuestos bioactivos los componentes que mayor beneficio aportan a la salud del consumidor.

1. Salud gastrointestinal.

La elevada cantidad de fibra soluble presente en las legumbres, al no poder ser digerida en el estómago, pasará al intestino en donde será fermentada por las bacterias intestinales liberándose así compuestos de gran importancia como vitaminas esenciales, ácidos grasos de cadena corta (acético, propiónico y butírico) y otras sustancias como el CO₂, hidrógeno y metano que van a influir en la fisiología del individuo a nivel local y sistémico. Los ácidos grasos de cadena corta son beneficiosos para la salud (14):

- **AG de cadena corta:** producen una disminución del pH en el colon, disminuyendo a su vez la biodisponibilidad de los componentes alcalinos citotóxicos e inhibición del crecimiento de organismos pH sensibles. Estimulan también la reabsorción de agua y sodio.
- **Ácido acético:** produce un incremento de la absorción de Ca y Mg (disminuyendo la excreción de estos dos componentes) y una relajación de la resistencia vascular (mayor flujo sanguíneo venoso colónico y hepato-portal).
- **Ácido propiónico:** produce una mejoría de la contracción muscular colónica (laxante y alivio del estreñimiento), estimulación del transporte de electrolitos del colon (mayor absorción de iones y fluidos, previniendo así la diarrea) y proliferación epitelial del colon. También disminuye la síntesis hepática de colesterol (inhibiendo la actividad de la hidroximetilglutaril coenzima A).
- **Ácido butírico:** produce un aumento del metabolismo de los colonocitos (disminución del riesgo de malignidad), conservación del fenotipo normal de los

colonocitos junto con una estimulación del transporte de electrolitos del colon (prevención de la diarrea).

Las heces están constituidas por fibra, otras muchas sustancias no digeribles, células de la pared del intestino, bacterias del colon y agua. Por lo que a una mayor cantidad de fibra en la dieta, mayor será el volumen fecal que llegará al colon, estimulando así la motilidad, evitándose el estreñimiento y las heces duras (mejora de las hemorroides, fisuras y sangrado por el ano) (15).

Uno de los cánceres con mayor mortalidad a nivel mundial es el cáncer colorectal (CCR). Llevar una dieta apropiada y variada es clave en la prevención de este tipo de cáncer. Diversos estudios indican que una dieta rica en legumbres, junto con frutas y verduras frescas ejerce un efecto protector en el colon, reduciendo así la incidencia de este cáncer, concretamente Clemente (2014), muestra que los inhibidores de serin proteasas de la familia Bowman-Birk presentes en las semillas de leguminosas como la soja, la lenteja, el guisante y el garbanzo pueden ser los principales responsables del efecto anti-inflamatorio y de la reducción de la proliferación de células cancerígenas en el colón (16).

2. Salud cardiovascular.

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) son la principal causa de muerte en todo el mundo, personas con alguna ECV o con alto riesgo cardiovascular (con uno o mas factores de riesgo como la diabetes, la hiperlipidemia o la hipertensión arterial) es fundamental la detección precoz, el tratamiento temprano, y el seguimiento al paciente.

Los principales factores de riesgo de las ECV son la dieta, la inactividad física, el consumo de tabaco y el consumo inadecuado de alcohol. Se ha demostrado que la reducción de sal en la dieta, el cese del consumo de tabaco, el consumo de legumbres, frutas y hortalizas, la actividad física regular y el control del consumo de alcohol reducen significativamente el riesgo de padecer una ECV (17).

El consumo regular de legumbres, junto con una dieta equilibrada, actúa disminuyendo los niveles de lípidos totales y colesterol debido a la gran cantidad de fibra y compuestos bioactivos (saponinas, esteroides y oligosacáridos) que estas aportan. Un estudio realizado en la Universidad Cambridge de Londres concluyó que el consumo

regular de legumbres en personas mayores de 50 años disminuye hasta un 6% los niveles de colesterol total en sangre, reduciendo así el riesgo de padecer una enfermedad cardiovascular asociada a altos niveles de colesterol (18).

Cabe destacar el efecto positivo del consumo regular de legumbres sobre lo que se conoce como síndrome metabólico (conjunto de factores de riesgo que se pueden presentar juntos en ciertas personas aumentando así el riesgo de sufrir un ataque cardíaco o una enfermedad coronaria). Los factores de riesgo que conforman el síndrome metabólico son: obesidad central, diabetes, niveles elevados de triglicéridos y niveles bajos de lipoproteínas de alta densidad y una alta presión arterial. Se ha demostrado que el consumo de judías blancas (*Phaseolus vulgaris* L.) tiene un efecto de protección frente al síndrome metabólico debido a la regulación del apetito que produce su consumo y al retraso en la utilización de la glucosa como combustible celular, siendo esta sustituida por lípidos como principal fuente de energía celular (19).

Un cambio en la dieta de pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2 que consistió en sustitución de carnes rojas por legumbres consiguió mejorar varios parámetros relacionados con el síndrome metabólico, consiguiendo una mejora de el perfil lipídico y el control glucémico (20).

3. Obesidad y sobrepeso.

La obesidad y el sobrepeso son dos las enfermedades con mayor incidencia en la sociedad de los países industrializados, aumentando su prevalencia día a día. La gran cantidad de individuos que sufre sobrepeso y obesidad en nuestra población hoy en día, es debido básicamente a la tendencia actual a consumir dietas hipercalóricas e hiperproteicas. Este tipo de dietas, junto con la obesidad, se han relacionado con el pobre consumo de fibra en la dieta, siendo esta un factor determinante en la prevención y tratamiento de la obesidad.

La fibra es un componente que encontramos exclusivamente en los alimentos de origen vegetal. El consumo medio de fibra en los hogares españoles actualmente es de $16,24 \pm 0,15$ g/día, bastante menor que las ingestas de fibra dietética recomendada (20-35 g/día). Existe una relación entre el consumo de fibra dietética total e insoluble y la incidencia de obesidad, sobrepeso, así como de insuficiencia cardíaca, infarto de miocardio y enfermedades cardiovasculares. La ingesta de alimentos ricos en almidón resistente y

fibra, como las frutas, verduras y legumbres, ejercen un control del apetito al producir una sensación de saciedad mas duradera que cualquier otro alimento, siendo esto fundamental en el control del peso corporal (21). Un estudio realizado en 2010 demostró que el consumo de garbanzos (alimento de bajo índice glucémico) aumenta la secreción de colescitoquina, hormona que actúa regulando la sensación de apetito (22).

Otro estudio realizado en 2008, relaciona directamente el consumo de judías (*Phaseolus vulgaris* L.) con una reducción de la presión arterial sistólica, un menor peso corporal, y una menor circunferencia de cintura en adultos. En este estudio, los consumidores de judías, en relación con los no consumidores, consumían una mayor cantidad de fibra dietética, magnesio, hierro y cobre, tenían también un menor peso corporal y menor tamaño de cintura y un menor riesgo de padecer obesidad, 22% (23).

4. Diabetes Mellitus tipo 2.

Actualmente, las principales terapias en el tratamiento de la Diabetes Mellitus tipo 2, a parte de medicamentos como sulfonilureas, biguanidas, tiazolidinedionas e inhibidores de la alfa-glucosidasa, entre otros muchos, se basan en seguir una dieta equilibrada (evitando los excesos de azúcar) junto con un estilo de vida activo y saludable (treinta minutos al menos de ejercicio diario promueve y facilita la absorción del azúcar en sangre, controlando así la glucemia) (24).

Recientes estudios han conseguido demostrar que el consumo de tres o mas raciones de legumbres por semana en adultos diabéticos y no diabéticos, reduce la glucosa en sangre, cuando esta ingesta se compara con alimentos ricos en almidón, reduciéndose así entre un 20 y un 30% el riesgo de padecer diabetes (25).

Existen varios tipos de legumbres que contienen elevados niveles de almidón resistente y de amilasa (polisacáridos de lenta liberación), los cuales actúan reduciendo la disponibilidad de la glucosa en sangre, disminuyéndose así la demanda de insulina. El garbanzo (*Cicer arietinum* L.) es una de las legumbres con mayores niveles de almidón resistente y amilosa en su composición. El consumo habitual de este tipo de polisacáridos actúa disminuyendo el índice glucémico y la respuesta insulinémica en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 (13).

La soja también contiene compuestos que podrán ser utilizados en el tratamiento de la

Diabetes Mellitus tipo 2. Contiene isoflavonas (genistina, daidzeina y glicitina), fibra y proteínas que ayudan a disminuir la glucemia y a mejorar la respuesta a la insulina (26). Estas isoflavonas actúan como inhibidoras de la alfa-glucosidasa, una enzima importante en la digestión de carbohidratos, la cual al ser inhibida no podrá ejercer su efecto de digestión, por lo que los carbohidratos no se absorberán y serán eliminados, consiguiendo así un control de la glucemia.

5. Actividad antioxidante.

El organismo tiene sistemas enzimáticos endógenos frente a la acción de las especies reactivas de oxígeno, pero esto, puede no ser suficiente en función del estilo de vida de cada persona, para ello es necesario el aporte de compuestos antioxidantes a través de la dieta. Las legumbres son fuente de antioxidantes naturales, siendo la quercetina, las proantocianidinas, la diadzeína y la genisteína (flavonoides) los componentes de mayor acción antioxidante presentes en las legumbres. La capacidad antioxidante de vitaminas y compuestos fitoquímicos pueden llegar a ser fundamentales en la etiología de enfermedades crónicas, en especial en enfermedades cardiovasculares, debido a que esta actividad consigue neutralizar las especies reactivas de oxígeno formadas durante el metabolismo de los sistemas biológicos (27).

El perfil antioxidante de las legumbres va a estar determinado tanto por el contenido natural en compuestos fenólicos de cada tipo de legumbre, como por el tratamiento culinario al que sea sometida dicha legumbre. Se ha demostrado que la cantidad de glucósidos de flavanoles puede verse incrementada tras el cocinado de los garbanzos o germinación en lentejas, judías y guisantes (28).

Últimos avances tecnológicos en el uso de legumbres, nuevas formas de consumo y su repercusión en la salud.

Sigue siendo hoy en día un reto en la industria alimentaria, el desarrollo de nuevos productos. En el ámbito industria en los últimos 50 años han aparecido, nuevos procesos destacando el proceso de extrusión, un proceso muy utilizado actualmente en la industria alimentaria. Inicialmente el uso de este proceso industrial se limitaba a la mezcla y moldeado de cereales, sin embargo actualmente es utilizado en la transformación de materias primas en intermedios modificados o productos finales.

La palabra extrusión proviene del latín “extrudere”, la cual se define como “forzar un material a través de un orificio”. Una definición más práctica viene dada por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial, que define extrusión como “Un proceso en el que un material (grano, harina o subproducto) es forzado a salir, bajo una o más de una variedad de condiciones de mezclado, calentamiento y cizallamiento, a través de una placa/boquilla diseñada para dar forma o comprimir los ingredientes”.

El proceso de extrusión se lleva a cabo mediante la utilización de maquinaria específica, la cual se compone de; un sistema de alimentación por el cual se introducirá el material que va a ser extruido, un motor de acondicionamiento el cual hará girar a una velocidad determinada el tornillo, un tornillo cuya función será empujar el material a través del cabezal a una presión determinada para que este comprima el alimento obteniéndose así el producto final (Figura 2).

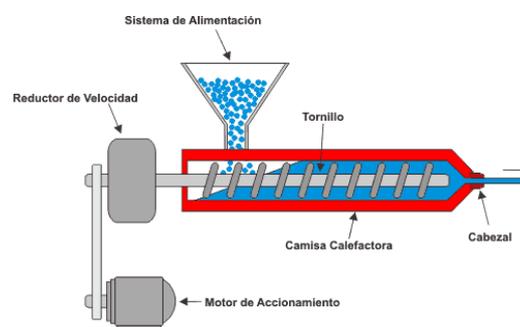


Figura 2. Imagen de la maquinaria utilizada en un proceso de extrusión (29).

El proceso de extrusionado puede llevarse a cabo mediante dos técnicas distintas (30):

- **Extrusionado en seco** es un proceso, en el cual el material procesado se va a ver afectado por el calor y la presión. Este proceso es únicamente válido para materiales cuyo contenido en aceite sea mayor del 15%, ya que va a ser el aceite el que lubrica el paso por la matriz. El extrusionado en seco tiene el inconveniente de que se alcanzan temperaturas muy elevadas, disminuyendo así la lisina disponible en los alimentos. Se podrá llevar a cabo en alimentos como la soja o el presado de colza, entre otros.
- **Extrusionado en húmedo** es una variación del extrusionado en seco, pero con la peculiaridad de la adición de humedad al calor y a la presión (ya existentes en el extrusionado en seco). Es de gran importancia que durante el proceso se

alcancen los niveles adecuados de agua y vapor para conseguir así el nivel de humedad necesario, para que así el acabado del producto finalice con la máxima calidad y el mínimo coste. Se utilizara para procesar cereales, legumbres, semillas, maíz...

El rango optimo de trabajo de la extrusora se encuentra en torno a una humedad del 22-32 %, lo que significara un menor coste del proceso. Una vez finalizado el proceso el material obtenido será secado mediante una corriente de aire caliente hasta una humedad final del 7 al 12 %. (30) En el momento exacto en que el producto sale por el agujero de la matriz, este agua se va a evaporar instantáneamente, debido a esto el producto sufre una expansión muy brusca modificándose así las cadenas proteicas y de almidón, aumentándose la superficie del producto y haciéndose susceptible al ataque de enzimas, las cuales modificaran la digestibilidad del producto, siendo así mas digerible.

Los recientes avances tecnológicos en el procesado de alimentos esta consiguiendo desarrollar nuevos ingredientes que favorecen las cualidades de los alimentos, mejorando su capacidad de retención de agua, sus propiedades emulsificantes e incluso llegando a modificar su textura y aroma. El proceso de extrusión logra obtener nuevas formas, texturas, la texturización de proteínas e incluso la mezcla de diferentes sabores, utilizándose sobre todo en alimentos tipo snack, aperitivos, cereales para el desayuno, entre otros.

La extrusión esta siendo utilizada actualmente en la industria alimentaria como una forma de mejora de la calidad proteica en alimentos tipo snack, mediante la mezcla de maíz o trigo (componentes habituales de los snacks) junto con legumbres, las cuales van a aportar mejores propiedades nutricionales que los snacks tradicionales, cuyo elevado contenido en grasa y azucars puede llegar a ser perjudicial para la salud del consumidor.

Se entiende por snack aquel producto de fácil consumo, accesible, sólido o líquido, de pequeño tamaño, que requiere poca o ninguna preparación y cuya finalidad va a ser reducir la sensación de hambre. Los snaks son productos alimenticios elaborados a base de mezcla de diferentes harinas, ya sean integrales o refinadas, agua, grasas (mantequilla, aceites vegetales, nata, entre otros), y a menudo huevo, como ingredientes básicos (31).

Mediante el proceso de extrusión se han creado snacks que incorporan nuevos ingredientes, tales como legumbres. La mezcla legumbre y cereal tiende a incrementar el balance aminoacídico, de esta manera los autores Rockland y Radke (32) sugieren que para lograr unos valores óptimos de PER (valor que mide la calidad proteica) la mezcla ideal deberá ser aquella en la cual aporte proteico de la legumbre y del cereal sea 50/50, el cual fue a su vez es el de mayor aceptación en el análisis sensorial (33).

Los alimentos en el proceso de extrusión y en los procesos industriales, se someten a condiciones en las cuales el alimento puede sufrir algunos cambios tanto físicos, como químicos, pudiendo variar el contenido nutricional. Durante estos procesos, hay una gran variación en la biodisponibilidad de algunos compuestos bioactivos, puesto que la temperatura y presión a la cual están sometidos estos alimentos, reduce muchas veces en gran medida la biodisponibilidad de los mismos. Sin embargo, en ciertas condiciones el proceso actúa aumentando la biodisponibilidad de estos componentes bioactivos, siendo este el caso de la extrusión. Actualmente se trabaja en la optimización de este proceso de extrusión para lograr así un aumento de la biodisponibilidad de componentes de las legumbres tales como vitaminas, ácidos fenólicos, flavonoides y actividad antioxidante (34).

Es importante concienciar a la población sobre la importancia de las legumbres incluidas en la dieta y su relación con gran número de enfermedades, las cuales se pueden prevenir en gran medida con una dieta sana y equilibrada. Este tipo de “eventos”, tales como “El año internacional de las legumbres”, ayudan a instruir e informar a la población y son clave para que se consiga reducir la incidencia de ciertas enfermedades relacionadas con la alimentación. El consumo de nuevos productos de legumbres tales como los snacks, que contenga un porcentaje significativo de legumbres va a aportar al alimento mayores cualidades que los snacks tradicionales (fabricados a base de maíz o patata frita). En la mezcla va a destacar la cantidad de fibra y proteína las cuales se verán aumentadas en gran medida, a su vez disminuyéndose la cantidad de grasa, suponiendo esto un gran beneficio para el consumidor ya que además de consumir un menor número de calorías, este snack producirá una mayor sensación de saciedad. Dadas las recientes recomendaciones por los organismos tales como la OMS o la AEL, la cantidad de legumbres consumidas actualmente debe aumentar, por lo que este tipo de snacks podrá incrementar la diversificación y oferta pudiendo utilizarse para aumentar el consumo de legumbres en la población y lograr estos objetivos.

CONCLUSIONES

1. Las legumbres son un alimento que suponen una fuente proteica excelente, ricas en hidratos de carbono complejos de absorción lenta y bajo índice glucémico, que contiene gran cantidad de fibra, antioxidantes y compuestos bioactivos.
2. La fibra que contienen llegara al intestino y será fermentada por bacterias intestinales liberándose así vitaminas esenciales, CO₂, hidrogeno, metano, ácidos grasos de cadena corta (acético, propiónico y butírico) que junto con los inhibidores de serin-proteasas producen un efecto de protección del tracto gastrointestinal.
3. El consumo regular de legumbres actúa disminuyendo los niveles de lípidos totales y colesterol total, debido a la gran cantidad de fibra y compuestos bioactivos que aportan las legumbres, reduciendo el riesgo de enfermedad cardiovascular.
4. El consumo de ciertas legumbres ayuda a regular el peso corporal, ya que su consumo aumenta la secreción de colescitoquina, hormona que actúa regulando la sensación de apetito y que junto con la fibra producen una sensación de saciedad mas duradera que cualquier otro alimento.
5. El consumo de tres o mas raciones de legumbres por semana en adultos diabéticos y no diabéticos, consigue reducir la glucosa sanguínea, cuando la ingesta se compara con alimentos ricos en almidón. Reduciendo así el riesgo de padecer diabetes entre un 20 y un 30%. Los elevados niveles de almidón resistente y amilasa en las legumbres, reducen la disponibilidad de glucosa en sangre, disminuyendo así la demanda de insulina.
6. Recientemente han surgido nuevos avances tecnológicos en el uso de las legumbres tales como el proceso de extrusión, obteniéndose nuevos productos con nuevas formas y texturas, preservando importantes propiedades nutricionales. Entre ellos, destacan los snacks con cierto porcentaje de legumbres (valores de hasta el 50%), disminuyendo así la cantidad de grasa de este tipo de productos, y aumentando el contenido en fibra y proteínas.
7. El consumo de snacks con un porcentaje de legumbres significativo supone un beneficio para el consumidor dada la composición en nutrientes y compuestos bioactivos con efectos beneficiosos para la salud presentes en las legumbres, incrementando la diversificación de productos a base de legumbres ayudando a la población a alcanzar las ingestas de legumbres recomendadas por los distintos organismos expertos en nutrición humana.

BIBLIOGRAFIA

1. RAE. Diccionario de la lengua española. 23rd ed. Espasa, editor. 2014. 2400 p. Consultado Octubre 2016.
2. Código Alimentario Español. BOE núm. 248, 17 de Octubre de 1967. Consultado Octubre 2016.
3. Aykroyd, W. R., & Doughty, J. (1982). *Legumes in human nutrition* (Vol. 20). Food & Agriculture Org.
4. PULSES, W. (2016). Health benefits of pulses.
5. Asociación española de leguminosas. <http://www.leguminosas.es/legumbres-injustificados-parias-de-las-recomendaciones-dieteticas/>. Consultado Noviembre 2016.
6. Del Pozo, S., García, V., Cuadrado, C., Ruiz, E., Valero, T., Ávila, J. M., & Varela-Moreiras, G. (2012). Valoración nutricional de la dieta española de acuerdo al Panel de Consumo Alimentario. *Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente/Fundación Española de la Nutrición, eds.*
7. FAO. 2011. Hojas de balance de alimentos. Consulta Noviembre 2016.
8. Moreiras, G. V. (2009). La Dieta Mediterránea en la España actual. *Nutrición Hospitalaria, 1*(24), 21-28.
9. Messina, M. J. (1999). Legumes and soybeans: overview of their nutritional profiles and health effects. *The American journal of clinical nutrition, 70*(3), 439s-450s.
10. Peña, G. M. (1997). Tabla de composición de alimentos. *Ed. Nutrisa, SA, Madrid, España.*
11. Tuni, O. M., Carbajal, Á., Forneiro, L. C., & Vives, C. C. (2008). *Tablas de composición de alimentos.*
12. PULSES, W. (2016). Health benefits of pulses.
13. Delgado-Andrade, C., Olías, R., Jiménez-López, J. C., & Clemente, A. (2016). Aspectos de las legumbres nutricionales y beneficiosos para la salud humana. *arbor, 192*(779), 313.
14. Peris, P. G., Lesmes, I. B., De la Cuerda Compes, C., & Álv, M. C. (2002). Metabolismo colónico de la fibra. *Nutrición hospitalaria, 17*(s02).
15. Lovink, G. (2004). *Fibra Oscura: Rastreado la cultura crítica de Internet* (Vol. 13). Anaya-Spain.
16. Clemente, A. (2014). Bowman-Birk inhibitors from legumes as colorectal chemopreventive agents. *World Journal of Gastroenterology, 20*, 30, 10305-10315. <http://doi.org/10.3748/wjg.v20.i30.10305>
17. Lobos, J. M., & Castellanos, A. (2006). Factores de riesgo cardiovascular. *C&AP Ediciones Médicas, 107-114.*
18. Abeysekara, S., Chilibeck, P. D., Vatanparast, H., & Zello, G. A. (2012). A pulse-based diet is effective for reducing total and LDL-cholesterol in older adults. *British Journal of Nutrition, 108*(S1), S103-S110.
19. Anderson, J. W., & Major, A. W. (2002). Pulses and lipaemia, short-and long-term effect: potential in the prevention of cardiovascular disease. *British Journal of Nutrition, 88*(S3), 263-271.

20. Hosseinpour-Niazi, S., Mirmiran, P., Hedayati, M., & Azizi, F. (2015). Substitution of red meat with legumes in the therapeutic lifestyle change diet based on dietary advice improves cardiometabolic risk factors in overweight type 2 diabetes patients: a cross-over randomized clinical trial. *European journal of clinical nutrition*, 69(5), 592-597.
21. de Mora, B. R. R. C., & Conde, L. P. O. (2010). Avance de resultados sobre consumo de fibra en España y beneficios asociados a la ingesta de fibra insoluble. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*, 16(3), 147-153.
22. McCrory, M. A., Hamaker, B. R., Lovejoy, J. C., & Eichelsdoerfer, P. E. (2010). Pulse consumption, satiety, and weight management. *Advances in Nutrition: An International Review Journal*, 1(1), 17-30.
23. Papanikolaou, Y., & Fulgoni III, V. L. (2008). Bean consumption is associated with greater nutrient intake, reduced systolic blood pressure, lower body weight, and a smaller waist circumference in adults: results from the National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2002. *Journal of the American College of Nutrition*, 27(5), 569-576.
24. Fernández, I. F., Millán, C. O., Manzano, J. M., & Pappalardo, V. R. (2002). Diabetes mellitus tipo 2. *Atención Primaria*, 29(2), 101-108.
25. Kirpitch, A. R., & Maryniuk, M. D. (2011). The 3 R's of glycemic index: recommendations, research, and the real world. *Clinical Diabetes*, 29(4), 155-159.
26. Kwon, D. Y., Daily, J. W., Kim, H. J., & Park, S. (2010). Antidiabetic effects of fermented soybean products on type 2 diabetes. *Nutrition Research*, 30(1), 1-13.
27. López-Amorós, M. L., Hernández, T., & Estrella, I. (2006). Effect of germination on legume phenolic compounds and their antioxidant activity. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(4), 277-283.
28. Matthews, R. H. (1989). Legumes: chemistry, technology, and human nutrition. *Food Science and Technology Series*, (32).
29. Concepto Definición [Internet]. Madrid, 2014. [citado 20 dic 2016]. Disponible en: <http://conceptodefinition.de/extrusion/>
30. Porta, A. V. (1993). EL PROCESO DE EXTRUSIÓN EN CEREALES Y HABAS DE SOJA I. EFECTO DE LA EXTRUSIÓN SOBRE LA UTILIZACIÓN DE NUTRIENTES. In *Avances en Nutrición y Alimentación Animal: IX Curso de Especialización FEDNA* (pp. 109-115). Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal.
31. Gregori, D., Foltran, F., Ghidina, M., & Berchiolla, P. (2011). Understanding the influence of the snack definition on the association between snacking and obesity: a review. *International journal of food sciences and nutrition*, 62(3), 270-275.
32. Rockland LB and Radke TM. Legume protein quality. *Food Tech.* 1981;35 (3): 79-82
33. Hurtado, M., Escobar, B., & Estévez, A. M. (2001). Mezclas legumbre/cereal por fritura profunda de maíz amarillo y de tres cultivares de frejol para consumo" snack. *Arch Latinoamer Nutr*, 51, 303-308.
34. Brennan, C., Brennan, M., Derbyshire, E., & Tiwari, B. K. (2011). Effects of extrusion on the polyphenols, vitamins and antioxidant activity of foods. *Trends in Food Science & Technology*, 22(10), 570-575.