



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN
ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
CARRERA DE ALIMENTOS



Leguminosas: evaluación de sus compuestos nutricionales y bioactivos

Informe final de Integración Curricular, modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Autor: Evelyn Dayana Simbaña Simba

Tutor: Ing. Rubén Darío Vilcacundo Chamorro, PhD.

Ambato - Ecuador

Septiembre – 2022

APROBACIÓN DEL TUTOR

Ing. Rubén Darío Vilcacundo Chamorro, PhD.

CERTIFICA:

Que el presente informe final de integración curricular ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Informe final de Integración Curricular bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Ambato, 26 de Agosto de 2022

Ing. Rubén Darío Vilcacundo Chamorro, PhD.

C.I 1802738102

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Evelyn Dayana Simbaña Simba, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente informe final de integración curricular, bajo la modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de la citas bibliográficas.



Evelyn Dayana Simbaña Simba

C.I 1723909360

AUTORA

APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DE TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritores Profesores Calificadores, aprueban el presente Informe final de Integración Curricular modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:

Presidente del tribunal

Dra. Jacqueline de las Mercedes Ortiz Escobar
C.I. 1802171353

Mg. Oscar Eduardo Ruiz Robalino
C.I. 1802683589

Ambato, 5 de Septiembre de 2022

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este informe Final de Integración Curricular o parte de él, un documento disponible para su lectura y procesos de investigación, según las normas de la institución.

Cedemos los Derechos en línea patrimoniales de mi Informe Final de Integración Curricular, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y realice respetando mis derechos de autor.



Evelyn Dayana Simbaña Simba

C.I 1723909360

AUTORA

DEDICATORIA

Se la dedico a Dios y al niño de Isinche por darme la fortaleza para superar cada obstáculo que se presentó en el transcurso de mi carrera profesional.

A mis queridos padres Fernando y Elsa, por ser mi pilar, por sus consejos, sacrificios y apoyo incondicional.

A mis queridos hermanos María y Christopher, por sus sacrificios, apoyo y admiración.

A mis abuelos Alfredo, Balbina, Reimuna y Nolberto, por su cariño y bendiciones.

Con amor

Evelyn

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y al niño de Isinche por darme la fortaleza para llevar a cabo todas mis metas y por mantener a mi familia junta.

A mis padres Fernando y Elsa por su apoyo incondicional, comprensión, arduos sacrificios y por enseñarme que los sueños se cumple a base de mucho esfuerzo, a ser una persona humilde, que una caída jamás en el final, a valorar lo que tengo y lo que merezco.

A mis hermanos María y Christopher por su admiración, sacrificios y apoyo en los momentos de tristeza y felicidad.

A mis abuelos por sus anhelos, consejos, enseñanzas y bendiciones.

A mis amigos Lucía, Lissette, Abigail, Daniela, Bryan y Jorge por ser incondicionales, por su apoyo académico, por los bueno y malos momentos, por las risas y aventuras que siempre llevaré en mi corazón.

Y finalmente a mi tutor y maestro, Dr. Rubén Vilcacundo, por su tiempo, dedicación y conocimientos brindados a lo largo de mi carrera y proceso de titulación.

ÍNDICE

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iii
APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DE TRIBUNAL DE GRADO	iv
DERECHOS DE AUTOR	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
1. CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Justificación.....	1
1.2 Antecedentes	2
1.3 Compuestos nutricionales.....	3
1.3.1 Composición química	3
1.3.2 Humedad	3
1.3.3 Macronutrientes.....	4
1.3.3.1 Proteínas.....	4
1.3.3.2 Aminoácidos	5
1.3.3.3 Carbohidratos	6
1.3.3.4 Almidón	6
1.3.3.5 Fibra	7
1.3.3.6 Lípidos	7
1.3.4 Micronutrientes	8
1.3.5 Vitaminas	9
1.3.6 Compuestos Bioactivos.....	10
1.3.7 Actividades biológicas	12

1.4	Objetivos	14
1.4.1	Objetivo General	14
1.4.2	Objetivos Específicos	14
2.	CAPÍTULO II	15
	METODOLOGÍA	15
2.1	Búsqueda de la Información	15
2.2	Bases de datos de la investigación científica.....	15
2.2.1	Libros Electrónicos	15
2.2.2	Organización de información.....	15
2.2.3	Análisis de la Información	15
3.	CAPÍTULO III.....	17
	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
3.1	Composición nutricional	17
3.1.1	Humedad	17
3.1.2	Macronutrientes.....	18
3.1.3	Micronutrientes	24
3.1.4	Vitaminas	26
3.1.5	Compuestos bioactivos	27
3.1.6	Actividades biológicas	31
4.	CAPÍTULO IV	38
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	38
4.1	Conclusiones	38
4.2	Recomendaciones	39
5.	BIBLIOGRAFIA	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Aminoácidos esenciales en frijol, lenteja, garbanzo y soya.....	20
Tabla 2. Contenido de fibra dietética en algunas leguminosas	23
Tabla 3. Contenido de minerales en leguminosas (mg/100g)	25
Tabla 4. Contenido de vitaminas hidrosolubles en leguminosas (mg/100g).....	26
Tabla 5. Polifenoles en especies de leguminosas	27
Tabla 6. Flavonoides en especies de leguminosas	28
Tabla 7. Antocianinas en especies de leguminosas.....	29
Tabla 8. Contenido de fitoesteroles en leguminosas	29
Tabla 9. Contenido de lunasina en soya, amaranto y cebada.....	30
Tabla 10. Grupos de ratones y tratamientos.....	32
Tabla 11. Contenido de extractos de frijol ($\mu\text{g/ml}$) requerido para inhibir el crecimiento celular en un 50% (GI50), producir una inhibición total del crecimiento (TGI) y causar el 50% de muerte celular neta (LC50).....	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura de una legumbre	5
Figura 2. Fórmula general de los aminoácidos	5

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Contenido de humedad de las principales leguminosas.....	18
Gráfico 2. Contenido máximo de proteína de algunas leguminosas	19
Gráfico 3. Contenido de carbohidratos de algunas leguminosas importantes.....	21
Gráfico 4. Composición de ácidos grasos en leguminosas	24
Gráfico 5. Capacidad antioxidante utilizando el método de DPPH en frijol, garbanzo y lenteja.....	31
Gráfico 6. Actividad antimicrobiana en diferente especies de lupinus sobre Bacillus subtilis y Escherichia coli	35
Gráfico 7. Actividad antimicrobiana en diferentes especies de frijoles sembradas en el estado de Zacatecas	36
Gráfico 8. % de reducción de los niveles de lípidos plasmáticos a partir de proteína de soya	37

RESUMEN

Las leguminosas pertenecen a la familia *leguminosae*, se utiliza sus semillas tanto para alimentación humana como animal; su calidad nutricional depende de factores como la zona geográfica del sembrío, especie, condiciones de producción, etc. Se caracterizan por su elevado valor nutricional presentando un contenido proteico (19-36%) mayor con relación a los cereales (6-12%), incluyen la mayoría de los aminoácidos esenciales, siendo una buena fuente de lisina, pero se limita en aminoácidos azufrados como la metionina y cisteína. En cuanto a los carbohidratos se encuentran presentes hasta un 60%, siendo este el constituyente mayoritario con gran aporte de energía y fibra; su contenido lipídico se caracteriza por ser bajo, destacándose la presencia de triglicéridos, ácido oleico, linoleico y linolénico. Con relación a los micronutrientes, constituyen una excelente fuente de minerales como el hierro, zinc, magnesio, calcio y fósforo. Ofrecen vitaminas de tipo hidrosolubles, especialmente las del grupo B: tiamina, niacina, riboflavina y folatos. Además, contienen compuestos bioactivos que al ser consumidos presentan efectos metabólicos de interés, como los polifenoles, antocianinas, flavonoides, fitoesteroles y péptidos bioactivos, los mismos que presentan actividades biológicas (antioxidante, anticancerígena, antimicrobiana y anticolesterolémica) importantes en la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles. A pesar de su valor nutricional y biológico, en general, no son reconocidas y con frecuencia su consumo no se valora lo suficiente, es por esto, que el objetivo de esta revisión bibliográfica fue evaluar los compuestos nutricionales y bioactivos que poseen las leguminosas, promoviendo de esta manera su consumo.

Palabras clave: Investigación bibliográfica, leguminosas, compuestos nutricionales, compuestos bioactivos, actividades biológicas, nutrición.

ABSTRACT

Legumes belong to the leguminosae family, their seeds are used for both human and animal food; its nutritional quality depends on factors such as the geographical area of the crop, species, production conditions, etc. They are characterized by their high nutritional value, presenting a higher protein content (19-36%) in relation to cereals (6-12%), they include most of the essential amino acids, being a good source of lysine, but it is limited in amino acids sulfur like methionine and cysteine. As for carbohydrates, up to 60% are present, this being the majority constituent with a great contribution of energy and fiber; its lipid content is characterized by being low, highlighting the presence of triglycerides, oleic, linoleic and linolenic acid. In relation to micronutrients, they are an excellent source of minerals such as iron, zinc, magnesium, calcium and phosphorus. They offer water-soluble vitamins, especially those of group B: thiamin, niacin, riboflavin and folate. In addition, they contain bioactive compounds that, when consumed, have metabolic effects of interest, such as polyphenols, anthocyanins, flavonoids, phytoesroles and bioactive peptides, the same ones that have biological activities (antioxidant, anticancer, antimicrobial and anticholesterolemic) important in the prevention of chronic diseases. not communicable. Despite their nutritional and biological value, in general, they are not recognized and their consumption is often not valued enough, which is why the objective of this bibliographic review was to evaluate the nutritional and bioactive compounds that legumes possess, promoting in this way its consumption.

Key words: Bibliographic research, legumes, nutritional compounds, bioactive compounds, biological activities, nutrition.

1. CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Justificación

Las leguminosas son plantas de las que se extrae su semilla para utilizarlas en la alimentación humana o animal (**Alonso et al., 2010**). Sus cultivos tienen gran importancia a nivel económico, social y ecológico, ya sea en grano tierno, seco o procesado (**Yadav, 2007**). En la Sierra de Ecuador se cultiva: fréjol, arveja, chocho, habas y lenteja, mientras que en la Costa: soya y maní. En la agricultura es importante el cultivo de leguminosas debido a su aporte de nitrógeno al suelo, lo cual contribuye al enriquecimiento y recuperación de terrenos pobres en este mineral y agotados por el exceso de cultivos (**Basantes, 2015**).

Sus componentes nutricionales las distinguen del resto de alimentos. Entre las principales legumbres de consumo se encuentran: lentejas con un contenido proteico de 24%, garbanzos 19%, frijoles blancos 21%, frijoles pintos 24% y la soya 35%; su composición en aminoácidos esenciales determina su calidad; el contenido de carbohidratos oscila alrededor del 60%, conformado por azúcares complejos, monosacáridos y oligosacáridos; el contenido de grasa es bajo, no supera el 4% (a excepción del maní y la soya) en su mayoría grasas insaturadas (**Castillo, 2016**). También son ricas en fibra, donde los frijoles blancos presentan un porcentaje superior (25%); además aportan vitaminas hidrosolubles del grupo B: B3, B6, B1, B9; y minerales como el hierro, calcio y zinc. (**Robles, 2021**).

Por otro lado, **Delgado et al. (2016)**, explican que las leguminosas poseen compuestos bioactivos o fitoquímicos, algunos de ellos han sido catalogados como factores anti-nutricionales; a pesar de esto compuestos como la lectina, se caracterizan por presentar resistencia al proceso digestivo y mantenerse biológicamente activos en el tracto gastrointestinal. Actualmente, se registran estudios científicos que demuestran que estos compuestos pueden contribuir positivamente sobre la salud humana (**Bronte, 2017**).

En el presente trabajo se realizará una investigación de distintas fuentes bibliográficas sobre la parte nutricional, bioactiva y las ventajas de consumo que poseen las leguminosas, documento que puede servir de base para futuras investigaciones.

1.2 Antecedentes

Las leguminosas constituyen un amplio grupo de plantas angiospermas ya que poseen flores y semillas, las cuales se caracterizan por presentar su fruto en forma de legumbre, encerradas en vainas que se abren longitudinalmente en dos valvas (**Foresto, 2020**). Comprenden parte de la familia *Leguminosae* conformada por más de 13,000 especies distintas a nivel mundial. Sin embargo, siete especies como: soya, frejol, maní, lentejas, arvejas y habas son producidas para consumo comercial. Se clasifican en dos grupos de acuerdo con su contenido lipídico: leguminosas oleaginosas que comprenden la soya y el maní con un nivel elevado de grasa (20-50%), y las leguminosas secas o grano como las lentejas, habas, garbanzo, arvejas, etc., que poseen niveles inferiores de grasa (1-7%) (**Goyoaga, 2005**).

Las leguminosas son nutricionalmente conocidas debido a su elevado contenido de proteínas vegetales de alta calidad, hidratos de carbono, aminoácidos esenciales, fibra dietética, vitaminas, minerales y bajo contenido lipídico; el contenido de cada uno de estos componentes puede verse afectado por la variedad y condiciones de cultivo, clima, tipo de tierra, localización geográfica, etc. (**Silva, 2017**).

Actualmente, su consumo a nivel mundial se ha visto reducido significativamente en los últimos 50 años hasta en un 70%, los cambios en la alimentación últimamente se han direccionado hacia el consumo de alimentos preparados y carnes rojas lo cual ha llamado la atención de ciertas instituciones del ámbito sanitario. La Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) ha proclamado el año 2016 como el año internacional de las legumbres, con el fin de concientizar e incentivar a la población sobre los beneficios de incluir este alimento en mayor proporción en la dieta y de promover su cultivo (**Del Cerro & Fernández, 2016**). Por otra

parte las leguminosas también poseen componentes que presentan actividad biológica denominados fitonutrientes, los más representativos son los compuestos fenólicos (taninos, flavonoides y ácidos fenólicos) que cuentan con características químicas que permiten eliminar los radicales libres, atrapar metales, inhibir oxidasas y activar enzimas; lo anterior se interpreta en propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antimicrobianas (**Aparicio & Espinoza, 2016**).

Así mismo, **Enjamio et al. (2013)**, resaltan que las leguminosas poseen importantes beneficios para la salud humana, principalmente en la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles como: diabetes, hipertensión arterial, alteración de niveles de colesterol en sangre, enfermedades cardiovasculares, etc.

1.3 Compuestos nutricionales

1.3.1 Composición química

La composición química de un alimento es esencial en la nutrición humana, ya que garantiza dentro de la seguridad alimentaria el abastecimiento de alimentos nutritivos a los consumidores. Estos datos son utilizados en estudios de investigación, sobre todo los que se refieran a efectos de la alimentación sobre la salud, a través de la creación de bases de datos nutricionales, tablas de régimen alimentario, composición específica de nutrientes, formulaciones, etiquetado de productos, etc. (**Greenfield & Southgate, 2017**). Su variación se da por factores ambientales, físicos o procesos tecnológicos durante el transcurso de su cadena alimentaria (**Noguera, 2018**).

1.3.2 Humedad

La humedad se presenta en cuatro formas distintas: agua libre, agua capilar, agua estructural y agua de constitución; el agua libre se encuentra presente en las macroestructuras seminales; agua capilar: presente en los finos capilares de los tejidos; agua estructural: constituye parte de los sistemas de células que conforman cada uno de los órganos seminales y agua de constitución: comprende parte de macromoléculas y moléculas complejas (**Huarquilla et al., 2014**).

La humedad tiene un papel importante dentro de la conservación y longevidad de las semillas (**Craviotto et al., 2017**). **Caicheo (2018)**, menciona que las semillas son higroscópicas es decir que liberan o absorben humedad, por lo cual su contenido dependerá del ambiente donde se encuentre y el período de tiempo al que se exponga, determinando así el contenido de humedad final conocido como “humedad de equilibrio”. Además, si la humedad de la semilla es mayor a la humedad de equilibrio, esta liberará humedad al ambiente, mientras que, si es menor esta se absorberá. **Cerovich & Miranda (2016)** han demostrado que cuando la humedad relativa (HR) del aire es mayor al 75%, la humedad en las semillas aumenta a mayor velocidad, por el contrario, en climas secos el contenido de humedad no se ve afectado debido a que la HR no sobre pasa el límite.

1.3.3 Macronutrientes

1.3.3.1 Proteínas

Se encuentran en el endospermo que forma el saco embrionario o cubierta de las plantas con semilla, concentrándose en mayor cantidad en los cotiledones (**Lavin et al., 2017**). Están constituidas por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno; fundamentales dentro de los sistemas biológicos, es decir en la conformación del código genético conjuntamente con los ácidos nucleicos (**Cano, 2022**).

La importancia de las proteínas radica en las propiedades nutricionales que poseen sus componentes, que son participes de la formación de moléculas nitrogenadas las cuales permiten conservar la estructura y el crecimiento de sus consumidores. Utilizada también como un ingrediente dentro de una matriz alimentaria, debido a sus propiedades funcionales a nivel tecnológico que contribuyen en la estructura y características finales de los productos alimenticios (**Badui, 2016**).

Silva (2017), menciona que las leguminosas poseen una proteína de buena calidad aunque carece de aminoácidos azufrados (metionina y cisteína), sin embargo se destaca en lisina y arginina los cuales son aminoácidos esenciales, al igual que: la histidina, isoleucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina.

1.3.3.3 Carbohidratos

Proporcionan energía al organismo con el fin de llevar a cabo todos los procesos vitales para mantener la salud, cuando se ingiere se absorbe en forma de glucosa en el intestino delgado, para luego ingresar al torrente sanguíneo; su excedente se almacena en el tejido muscular y en el hígado hasta que sea necesario liberarlo (**SJD, 2020**). Intervienen en la reducción de la fatiga posterior a la actividad física, contribuyen también en la formación del material genético y algunos tejidos corporales (**Morán, 2021**).

Las leguminosas aportan carbohidratos complejos principalmente polisacáridos como el almidón, azúcares simples como la sacarosa, fructosa y glucosa; y fibra como componente estructural del grano (**Davila et al., 2019**).

1.3.3.4 Almidón

Es el hidrato de carbono mayoritario dentro de la composición del granulo de legumbre, su contenido se encuentra en un rango de 75 a 80% (**Araneda, 2022**). El almidón se puede encontrar dentro de la parte estructural del grano, específicamente en los cloroplastos, su tamaño puede variar desde 1 a 100 μm y su forma dependerá de la fuente botánica proveniente (**Silva, 2017**).

Posee diversas aplicaciones, interviene dentro del procesamiento de alimentos ya que otorga textura y consistencia; sus propiedades tecnológicas también son aprovechadas como la gelatinización, retrogradación, hinchamiento, solubilidad, sinéresis, absorción de agua y comportamiento reológico (**Rojas del Muro et al., 2017**).

1.3.3.5 Fibra

La fibra es exclusivamente de origen vegetal, su contenido varía dependiendo del tipo de leguminosa, estado de madurez, y condiciones de cultivo (**Balanza, 2018**). Su función principal es su capacidad de expansión al absorber agua, aumentando el volumen de materia fecal facilitando así el tránsito intestinal (**Badui, 2016**).

En comparación con otros componentes alimentarios, la fibra se caracteriza de manera única por su resistencia a la digestión y absorción en el intestino delgado. Partiendo de sus propiedades físicas específicamente su grado de solubilidad, se la clasifica en fibra soluble e insoluble (**Villanueva, 2018**).

- **Fibra Soluble**

Se mezcla fácilmente con agua para formar un gel que lentifica el proceso digestivo, tiene la facilidad de fermentarse por acción de la flora bacteriana.

- **Fibra Insoluble**

Tiene la capacidad de retención de agua formando así mezclas de baja viscosidad, lo que contribuye en el aumento de la materia fecal acelerando el tránsito intestinal.

1.3.3.6 Lípidos

Es un grupo complejo de compuestos orgánicos formado principalmente por carbono, oxígeno e hidrógeno, en algunos casos azufre, fósforo y nitrógeno. Se caracterizan por ser insolubles en agua y muy solubles en compuestos orgánicos, son una gran fuente de energía (**Moreno, 2019**).

Carvajal (2019), menciona que los lípidos se dividen en tres grupos:

- **Simples**

Son lípidos saponificables que se obtienen combinando un alcohol con uno o más ácidos grasos; dentro de su composición solo participa el carbono, hidrogeno y oxígeno.

- **Complejos**

Son esterés de ácidos grasos; su estructura es similar a los lípidos simples con la diferencia que contiene elementos adicionales a estos, como los fosfolípidos de la membrana plasmática que se constituyen con la adición de un grupo fosfato modificado.

- **Precusores y derivados**

Esta categoría es parte de la clasificación de los lípidos, se conforma por ácidos grasos, aldehydos grasos, vitaminas liposolubles (A, D, E y K), glicerol, ciertos alcoholes, cuerpos cetónicos, esteroides, hormonas e hidrocarburos (**Díaz et al., 2020**).

1.3.4 Micronutrientes

1.3.3.7 Minerales

Las legumbres son consideradas una gran fuente de minerales, principalmente de calcio, hierro, zinc, magnesio, fósforo y potasio. Son elementos inorgánicos esenciales para el correcto funcionamiento de las funciones estructurales y reguladoras de cada uno de los procesos del organismo (**Delgado-Andrade et al., 2016**).

Sus características se detallan a continuación:

- **Calcio**

El contenido de calcio en las leguminosas es alto, contribuye a cubrir la cantidad necesaria de este mineral en la dieta diaria, en especial en personas vegetarianas o que poseen un régimen bajo en consumo de derivados lácteos; también aporta beneficios sobre la salud, principalmente en el desarrollo de huesos, dientes y prevención de enfermedades como la diabetes (**Roperó, 2016**).

- **Hierro**

Una correcta ingesta de hierro previene enfermedades como la anemia ferropénica que afecta en su mayoría a la población infantil (**Ruiz, 2021**). **Uribe-Risco et al. (2020)**, mencionan que el Ecuador es uno de los países de Latinoamérica que posee el mayor porcentaje (37%) de niños con anemia en etapa escolar.

- **Zinc**

Interviene en la mayor parte de los procesos biológicos del organismo como el crecimiento, desarrollo de funciones estructurales, regulatorias, catalíticas y prevención de infecciones; su deficiencia conlleva ciertas patologías humanas y retardos en el crecimiento (**Romero-Sacoto et al., 2020**).

- **Magnesio**

Es un mineral indispensable en la dieta humana, es importante dentro de varios procesos que realiza el cuerpo, por ejemplo en la regulación de la función muscular, sistema nervioso, niveles de azúcar en sangre y la presión sanguínea, además ayuda en la formación de proteína, masa ósea y ADN. (**NIH, 2020**).

- **Fósforo**

Se encuentra en cada uno de las células del organismo específicamente en los huesos, dientes y una minoría en los genes, siendo así el segundo mineral que más abunda en el cuerpo (**NIH, 2019a**). Interviene en la producción de proteína, conservación y reparación de células y tejidos, y la generación de ATP como fuente de energía (**Ruiz, 2021**).

- **Potasio**

Mineral que interviene en el equilibrio de fluidos y electrolitos, mantiene la presión arterial y la transmisión nerviosa, controla cada contracción muscular y la circulación de nutrientes (**Bobroff & Turner, 2019**).

1.3.5 Vitaminas

Son sustancias orgánicas complejas de bajo peso molecular que participan en el buen funcionamiento de los procesos metabólicos del organismo (**Turner & Dahl, 2018**). Las legumbres son fuente de vitaminas principalmente hidrosolubles como la vitamina B1 (tiamina), B3 (niacina), B6 (piridoxina) y folatos (**Enjamio et al., 2013**).

1.3.3.8 Vitaminas hidrosolubles

Son aquellas que se disuelven en agua en mayor o menor cantidad y no llegan a almacenarse en el cuerpo, participan en ciertas reacciones químicas del organismo **(Díaz, 2020)**.

1.3.3.9 Tiamina (B1)

Conocida como vitamina B1, interviene en la transformación de los alimentos para la generación de energía, crecimiento, desarrollo y buen funcionamiento de cada una de las células que comprende el organismo, su cantidad de ingesta depende de la edad y sexo **(NIH, 2018)**.

1.3.3.10 Niacina (B3)

Conocida como vitamina B3, interviene en el buen funcionamiento del sistema nervioso y la función psicológica normal, disminuye el cansancio y la fatiga. A nivel industrial se utiliza para fortificar alimentos como granos, cereales, y harinas **(NIH, 2019)**.

1.3.3.11 Vitamina B6

Contribuye al adecuado funcionamiento de las enzimas, las proteínas que controlan los procesos químicos del organismo, influye en el equilibrio del sistema inmunológico y desarrollo cerebral del feto durante la gestación e infancia **(NIH, 2019)**.

1.3.3.12 Folatos

Es una forma diferente de vitamina B, se encuentra de forma natural en los alimentos como verduras de hojas verdes, legumbres y algunas frutas. Contribuyen a la producción de ADN e interviene en la división celular **(Pennington & Pungen, 2016)**.

1.3.6 Compuestos Bioactivos

Son componentes que poseen los alimentos en pequeñas cantidades e intervienen en la mayor parte de actividades celulares y fisiológicas, beneficiando la salud de su consumidor al reducir el riesgo de padecer ciertas enfermedades crónicas no transmisibles **(Martínez, 2015)**.

Las leguminosas poseen numerosos fitoquímicos presentes en pequeñas cantidades como compuestos fenólicos, fitatos, antocianinas, etc.; y proteínas resistentes al proceso digestivo, tales como las lectinas.

1.3.3.13 Polifenoles

Compuestos orgánicos que modulan la actividad de diferentes enzimas, interfieren en los mecanismos de señalización y procesos celulares debido a las características fisicoquímicas que poseen, lo cual les permite participar en distintas reacciones de óxido reducción; además poseen propiedades antioxidantes que presentan beneficios sobre todo a nivel cardiovascular. Los principales compuestos fenólicos encontrados pertenecen al grupo de polifenoles (ácidos fenólicos, flavonoides, taninos) **(Quiñones et al., 2012)**.

1.3.3.14 Flavonoides

Compuestos fenólicos que conforman la parte no energética de la ingesta diaria, poseen diferentes atributos como: acción antioxidante, regulación del crecimiento celular, prevención de enfermedades cardiovasculares y quelación de metales de transición **(Martínez-Flórez et al., 2017)**.

1.3.3.15 Antocianinas

Forman parte del grupo de los flavonoides, son pigmentos de color rojo solubles en agua, metanol y etanol, se encuentran presentes principalmente en frijoles proporcionando el color característico de su cáscara. Brindan propiedades antidiabéticas al estimular la secreción de insulina, además posee efectos anticancerígenos y antitumorales **(Aguilera et al., 2017)**.

1.3.3.16 Fitoesteroles

Los fitoesteroles o esteroides son de origen vegetal, presentes principalmente en semillas, frutas, hojas y tallos; su estructura química es semejante a la del colesterol, por lo cual son utilizados para reducir el nivel lipídico del organismo. Se le atribuye propiedades antiinflamatorias, antitumorales y antimicrobianas **(Gottau, 2019)**.

1.3.3.17 Péptidos bioactivos

Son fragmentos específicos de las proteínas (secuencias cortas de aminoácidos) de origen animal y vegetal, contienen entre 2-20 residuos de aminoácidos.

Su modo de acción es variado y depende del tipo de péptido, sin embargo, se ha encontrado principalmente 4:

- Eliminación de compuestos mutagénicos.
- Potenciación de la respuesta inmune.
- Evitan que las células cancerosas obtengan los componentes necesarios para proliferarse.
- Evitan la acetilación de las histonas (**Teniente, 2019**).

1.3.3.18 Lunasina

Péptido de 43 aminoácidos obtenido inicialmente de una proteína soluble de la soya y posteriormente encontrado en granos como amaranto, trigo y cebada. Se le atribuye propiedades anticancerígenas ya que inhibe la transformación celular producida por agentes químicos cancerígenos (**Maldonado, 2015**).

1.3.3.19 Lectinas

Son proteínas vegetales defensivas de las plantas, capaces de resistir en ambientes ácidos y a la descomposición intestinal. Poseen una capacidad adherente hacia las células que conforman el tapizado intestinal ralentizando así la absorción de nutrientes, esta adherencia suele darse en periodos largos, lo cual, atribuye un papel importante en determinadas patologías autoinmunes como por ejemplo la diabetes tipo 1 y la artritis reumatoide (**Negre, 2020**).

1.3.7 Actividades biológicas

Las leguminosas contienen varios compuestos bioactivos poseedores de efectos beneficiosos sobre el organismo, con propiedades antioxidantes, anticolesterolémicas, anticancerígenas, antimicrobianas, entre otras.

1.3.3.20 Capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante de un alimento depende de la naturaleza y concentración de los antioxidantes presentes; son moléculas capaces de retrasar el proceso de envejecimiento, muerte celular y oxidación de otras moléculas causadas por los radicales libres y otras especies reactivas al oxígeno. La incapacidad del organismo humano ante esta amenaza lo obliga al consumo de alimentos que atribuyan propiedades antioxidantes para neutralizarlos, con el fin de prevenir o retardar la progresión de enfermedades por estrés oxidativo (**Benítez-Estrada et al., 2020**).

Las leguminosas presentan algunos compuestos que presentan propiedades antioxidantes tales como los flavonoides que incluye las antocianinas (**Rioja et al., 2018**).

1.3.3.21 Capacidad anticancerígena

El cáncer se define como la proliferación descontrolada de células anormales, que invaden tejidos y órganos adyacentes causando daños irreversibles y en ocasiones la muerte. **Govea et al. (2017)**, mencionan que la relación de incidencia de cáncer es significativamente menor en consumidores cuya alimentación se conforma por alimentos como frutas, verduras y legumbres que poseen concentraciones elevadas de antioxidantes, en comparación con los consumidores cuya dieta se basa en productos de origen animal.

Los efectos anticancerígenos de algunos compuestos bioactivos que poseen las leguminosas como los polifenoles, especialmente el ácido gálico, interviene directamente en la iniciación del proceso cancerígeno interrumpiendo los ciclos de desarrollo celular, a través de la inducción de apoptosis (muerte celular programada) e inhibiendo su propagación mediante procesos antiangiogénicos (revertir los focos de proliferación microvascular a su estado natural) (**Schwartzmann, 2015**).

1.3.3.22 Capacidad anticolesterolemica

El consumo de leguminosas puede mejorar los niveles de colesterol sérico en sujetos hipercolesterolemicos; las fracciones de colesterol que se

disminuyen al consumir legumbres son el colesterol total y del colesterol LDL (lipoproteínas de baja densidad), además se ha comprobado que su consumo aumenta la excreción biliar del colesterol, siendo esta responsable de la formación de cálculos biliares (**Fernandez et al., 2012**).

1.3.3.23 Capacidad antimicrobiana

La actividad antimicrobiana de las leguminosas se centra en cómo actúan ciertos componentes dentro del organismo y a los efectos de destrucción de células extrañas, ya sean virus o bacterias (**Cano, 2022**).

Esta acción se debe principalmente a los compuestos fenólicos presentes en sus extractos o aceites esenciales; dicha actividad puede verse afectada por el contenido de grasa, proteína, niveles de sal, pH y temperatura (**INIAP, 2015**).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Evaluar los compuestos nutricionales y bioactivos que poseen las leguminosas.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Analizar la composición nutricional de las leguminosas.
- Identificar los compuestos con actividad biológica provenientes de las leguminosas.
- Valorar las ventajas de consumo que posee las leguminosas a nivel nutricional y biológico.

2. CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Búsqueda de la Información

La presente investigación se realizó mediante la búsqueda, recopilación, organización y análisis de información encontrada en diferentes bases de datos disponibles como: bibliotecas virtuales, revistas de divulgación, plataformas, artículos científicos, páginas web, tesis, entre otros, que contienen información relevante sobre la composición nutricional y biológica de las leguminosas, así como de sus ventajas de consumo.

2.2 Bases de datos de la investigación científica

Se utilizaron bases de datos científicas como Science Direct, SciELO, Scopus, ELSEVIER, ProQuest, Pubmed, google scholar, etc.

2.2.1 Libros Electrónicos

Se empleó estudios y datos de la Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación (FAO), e información de distintos autores de renombre como Salvador Badui Dergal.

2.2.2 Organización de información

Para la organización de la información obtenida y de sus referencias bibliográficas se utilizó el gestor de bibliografía Mendeley, el cual coloca de manera sistemática y en orden alfabético al ser transferido a documento Word cada uno de los apellidos de los autores citados; el formato utilizado fue NORMA APA 7^a edición.

2.2.3 Análisis de la Información

Para la composición de esta revisión bibliográfica se seleccionaron artículos científicos publicados en las distintas fuentes virtuales a través de la indagación cualitativa y cuantitativa, en donde se detalla información relevante, puntos de vista y análisis experimentales sobre el origen botánico, composición

nutricional, bioactividad y ventajas nutritivas y biológicas de consumo de las leguminosas. Esta información permitirá la comparación de resultados y la verificación de los beneficios que poseen este tipo de alimento.

3. CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Composición nutricional

Ríos-Castillo et al. (2018), mencionan que las leguminosas son uno de los principales alimentos con alto valor nutricional y múltiples beneficios para la salud, su perfil de aminoácidos se complementa con el consumo de cereales, por lo que su combinación es recomendable para aumentar la calidad proteica.

Su estructura (Figura1) posee tres componentes principales: la cubierta de la semilla, el embrión y endospermo el cual con la madurez de la legumbre se reduce; en los cotiledones se almacenan la mayor parte de sus componentes nutricionales principalmente el almidón y las proteínas, con excepción de la fibra y el calcio los que se sitúan en la cubierta de la semilla (**Aparicio & Espinoza, 2016**).

3.1.1 Humedad

El contenido de humedad en un alimento es la cantidad de agua que posee, representa un índice de estabilidad ya que si la humedad excede conduce a la obtención de productos maltratados o podridos; además es un factor decisivo dentro de muchos procesos industriales como la formulación de nuevos productos o evaluar las pérdidas durante el procesado (**Tirado et al., 2015**). La mayor parte de los métodos utilizados para la determinación de humedad son invasivos y demorados, el método más común es el de secado en mufla o estufa, en donde se produce pérdida de peso de la muestra por evaporación del agua (**Benejam, 2019**).

Enjamio et al. (2013), mencionan que las leguminosas poseen muy poco contenido de humedad, el cual oscila entre 1,7 y 14% como máximo, a excepción de las legumbres frescas o en conserva.

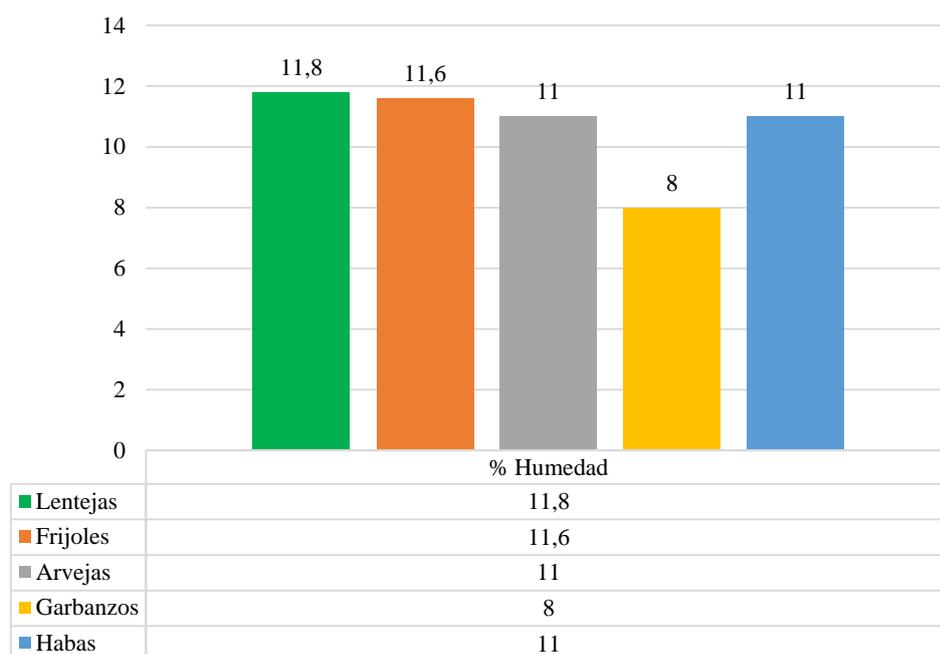


Gráfico 1. Contenido de humedad de las principales leguminosas

Fuente: (Gil -Hernández, 2017)

Como se observa en el gráfico 1 el contenido de humedad de las principales leguminosas de consumo varía entre 8 y 11,8%, siendo las lentejas la de mayor porcentaje, estos valores no exceden el rango máximo (13% de humedad) presentado por **Polo (2012)**, para leguminosas secas, lo cual contribuye a la reducción de riesgos de contaminación y proliferación de bacterias que podrían afectar a la frescura y salud de las semillas.

3.1.2 Macronutrientes

3.1.2.1 Proteína

Las legumbres se caracterizan por su alto contenido proteico que oscila entre 19 -36%, próxima a la de origen animal, sin embargo puede variar según la especie, pero incluso las que poseen menor contenido puede ser mayor al comparar con la proteína presente en los cereales (6-12%) (**Enjamio et al., 2013**).

Las proteínas de las leguminosas se clasifican en: 60-70% proteínas de reserva o globulinas que se encuentran en los órganos proteicos, 20-25% proteínas funcionales o albúminas, 10% proteínas estructuras o gluteinas y el resto

corresponde a las prolaminas. A diferencia de los cereales donde predominan las prolaminas y gluteínas (Gil -Hernández, 2017; Vallejos, 2018).

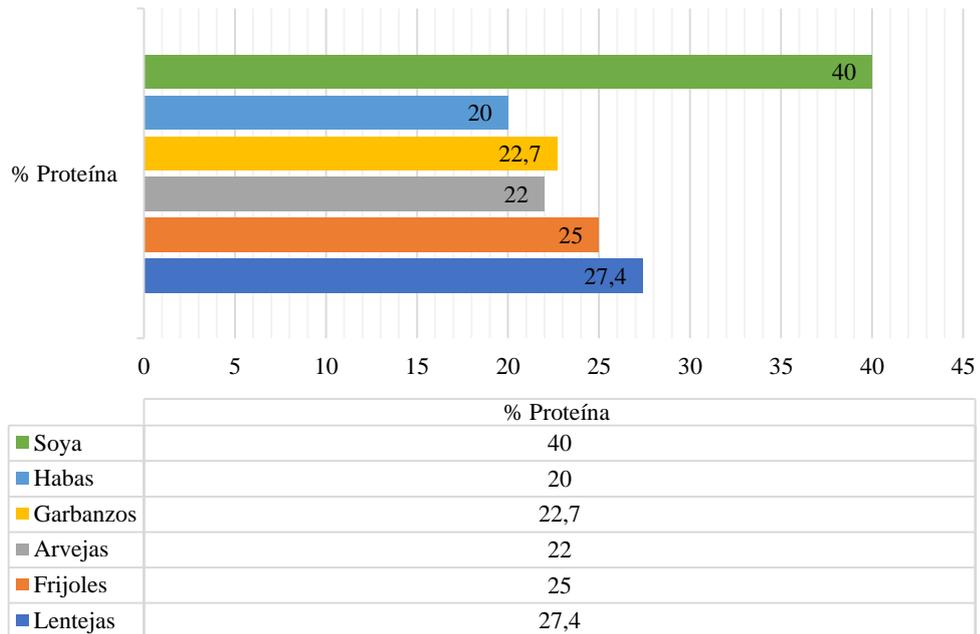


Gráfico 2. Contenido máximo de proteína de algunas leguminosas

Fuente: (Gil -Hernández, 2017)

Como se observa en el gráfico 2, el porcentaje de proteína varía entre el 20 y 40% en donde la soya posee el mayor contenido, de igual manera **Aparicio & Espinoza (2016)** presentan un valor de 36,49% de proteína para esta leguminosa, siendo el mayoritario entre las legumbres analizadas en su estudio; este tipo de variación puede asociarse a factores genéticos, agronómicos, condición climática, etc. (**Pérez, 2017**). **FAO & FINUT (2017)**, mencionan que la soya es una destacada fuente de proteína vegetal, la cual se caracteriza por su excelente digestibilidad, además posee la mayoría de los aminoácidos esenciales en cantidades que cubren las necesidades de los niños de 2 a 5 años, siendo este el grupo de edad con los más altos requerimientos.

La calidad proteica hace referencia a la proporción de aminoácidos esenciales disponibles en una molécula de proteína y su digestibilidad; el método más conocido y usado para determinar la calidad de una proteína es el valor

biológico (VB), el cual se fundamenta en el contenido de nitrógeno absorbido procedente de un alimento (Bonilla, 2016).

3.1.2.2 Aminoácidos

Las leguminosas presentan un porcentaje importante de proteína vegetal de alta calidad por ser una excelente fuente de lisina, pero es limitada en aminoácidos azufrados como la metionina, cisteína y triptófano. Dichos aminoácidos deben suplementarse con el aporte de otros alimentos como los cereales, cuyo limitante es la lisina (Vallejos, 2018).

Tabla 1. Aminoácidos esenciales en frijol, lenteja, garbanzo y soya

Aminoácido	mg/100g de proteína			
	Frijol común	Lenteja	Garbanzo	Soya
Lisina	9,3	2,8	7,2	22,9
Metionina y Cisteína	1,9	0,7	1,7	10,7
Leucina	7,2	2,4	8	28,4
Isoleucina	6,1	1,3	4,8	17
Fenilalanina y Tirosina	9,8	2,6	8,3	18,9
Triptófano	-	1,2	0,9	5
Treonina	5,5	1,5	3,1	14,5
Valina	3,1	1,4	4,6	17,6

Fuente: (Dumas, 2022; Rezende et al., 2018)

En la tabla 1 se muestra la cantidad de aminoácidos presentes en frijol, lentejas, garbanzo y soya, esta última presenta el mayor contenido de aminoácidos principalmente leucina con 28,4 mg/100g de proteína; este aminoácido contribuye a la reducción de los niveles de azúcar en sangre, atenúa el daño y fatiga muscular durante la práctica física (Álvarez & Peña, 2017), seguidamente la lisina con 22,9 mg tiene la función de absorber el calcio,

interviene en la formación de huesos y generación de colágeno (**Rezende et al., 2018**).

Además, se puede identificar que la metionina, cisteína y triptófano son los aminoácidos limitantes, sin embargo, el contenido de estos es mayor en la soya. **De Luna (2011)**, menciona que la proteína de la soya posee todos los aminoácidos esenciales requeridos en la nutrición humana, su aminoácido limitante es el triptófano, pero que, al complementarla con los cereales se genera una proteína similar a la de origen animal.

3.1.2.3 Carbohidratos

La cantidad de hidratos de carbono presentes en las leguminosas es alrededor del 60%, siendo en gran parte responsables del aporte energético que requiere el organismo; entre sus funciones se encarga del buen funcionamiento cerebral y muscular, de igual manera de la circulación, respiración y mantenimiento de tejidos (**Mirón, 2020**).

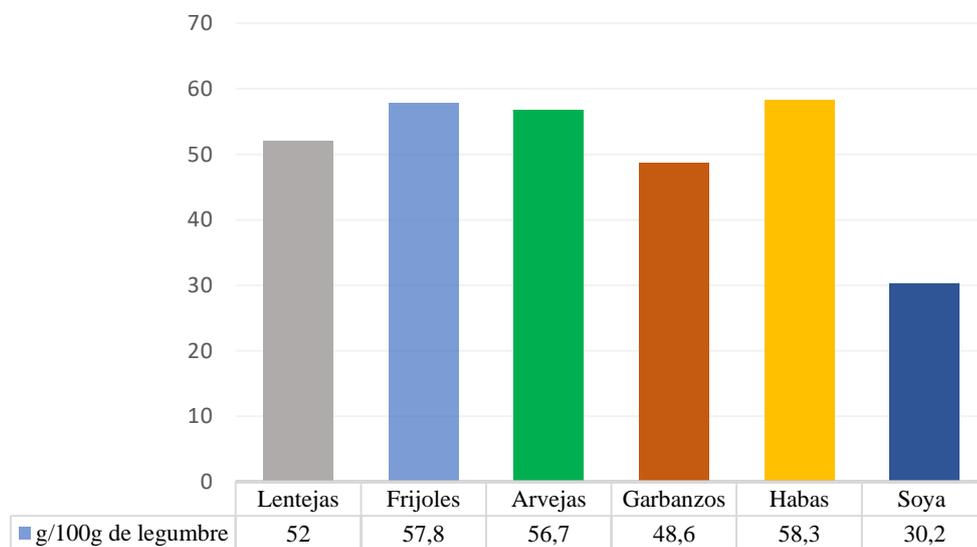


Gráfico 3. Contenido de carbohidratos de algunas leguminosas importantes

Fuente:(Del Cerro & Fernández, 2016)

El contenido de carbohidratos ilustrados en la gráfico 3 presenta una variación desde el contenido más bajo perteneciente a la soya con 30,2 g/100g de legumbre hasta el más alto que fue para las habas con 58,3 g/100g. En el estudio presentado por **Calles et al. (2016)**, mencionan que las habas poseen un alto

contenido de carbohidratos con 54,7 g/100g y la soya 30 g/100g. **Gottau (2019)**, recalca que la soya es uno de los alimentos ideales si se busca obtener proteínas vegetales de alta calidad (40%) y menos hidratos de carbono (30%) en relación al resto de legumbres; estos valores varían dependiendo del tipo de leguminosa, tipo de manipulación durante el análisis y las características de cultivo.

3.1.2.4 Almidón

Es el principal constituyente de las leguminosas a excepción de la soya, maní y chochos; constituye entre el 30 y 50% de su peso en seco, sus porcentajes varían entre una especie y otra. Entre las especies con mayor contenido de almidón se puede mencionar al frijol con 51-67%, arvejas con 50% y lentejas con 40-57% (**Aguilera, 2016**).

A través de la microscopía con luz polarizada se observó que el almidón se localiza dentro de unos pequeños gránulos de estructura cristalina, estos se caracterizan por ser insolubles en agua fría, aunque pueden absorber cierta cantidad de agua que consecuentemente produce un leve hinchamiento (**Hernández, 2019**).

3.1.2.5 Fibra

Las legumbres son una fuente rica de fibra dietética, poseen entre 3-36% de fibra soluble e insoluble; la fibra soluble representa hasta el 14% de peso en seco de la semilla, constituida por oligosacáridos, pectinas, fructanos y gomas. Esta se caracteriza por su alta capacidad de retención de agua y aumento de la viscosidad del contenido intestinal. La fibra insoluble se conforma por celulosa, hemicelulosa, lignina (**Clemente & De Ron, 2016**).

Tabla 2. Contenido de fibra dietética en algunas leguminosas

Leguminosa	g/100g
Lentejas	9-13
Frijoles	25-27
Arvejas	14-18
Garbanzos	13-17
Habas	17-21
Soya	8-10

Fuente:(Salazar-Acosta, 2018)

La tabla 2 representa el contenido de fibra dietética de algunas leguminosas, dónde la fracción de frijoles es la más abundante con 25-27 g/100g, de igual manera **Gottau (2019)** en su investigación detalla que el contenido de frijoles es mayoritario con 23,2 g/100g, mientras que los garbanzos, lentejas y arvejas son especies que aportan menor cantidad de fibra por cada 100g de alimento.

3.1.2.6 Lípidos

El contenido lipídico total en las leguminosas es bajo, principalmente en frijoles y lentejas con 1-2% y el garbanzo con 7-8%, no obstante en la soya el porcentaje se eleva considerablemente hasta el 20% (**Delgado-Andrade et al., 2016**). Desde el punto de vista nutricional se destaca la calidad de las grasas que posee este alimento, debido a su composición de ácidos grasos poliinsaturados como el linoleico y linolénico, y monoinsaturados como el oleico cuyo contenido total en la mayoría de legumbres está alrededor del 50% (**Boza, 2015**).

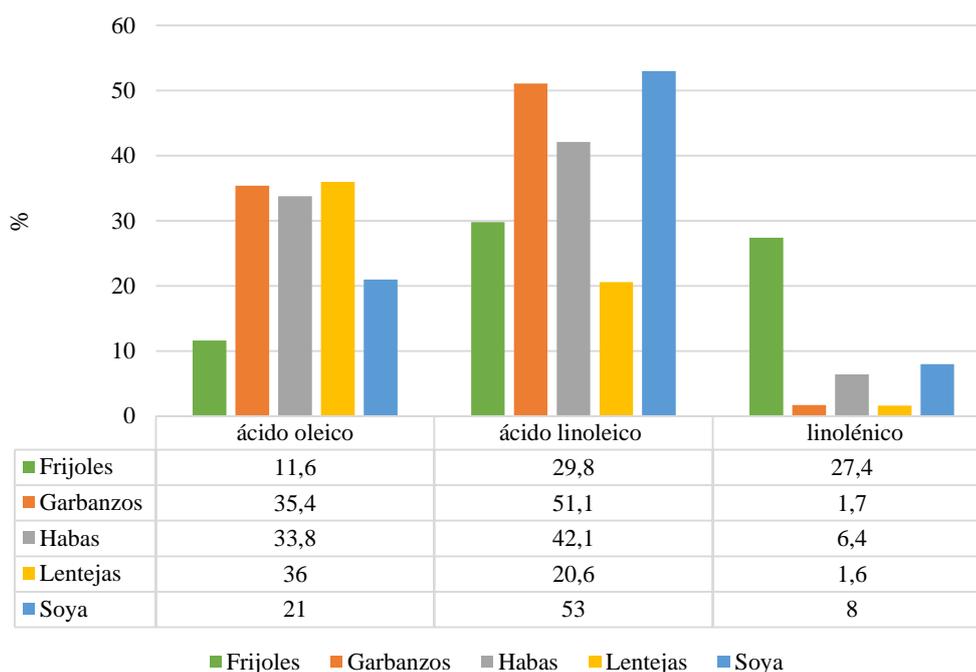


Gráfico 4. Composición de ácidos grasos en leguminosas

Fuente:(Gil -Hernández, 2017)

En el gráfico 4 se observa los principales ácidos grasos insaturados (AGI) que poseen las leguminosas: ácido oleico en lentejas con 36%, ácido linoleico con 53% en la soya y 27,4% de ácido linolénico en frijoles.

La presencia de estos ácidos grasos beneficia de manera significativa a la salud, así por ejemplo el ácido oleico reduce los niveles de colesterol LDL y la tensión arterial; el linoleico y linolénico se encargan de incrementar las defensas y con ello mejorar el sistema inmunológico y el buen funcionamiento neuronal (Carbadillo, 2020).

3.1.3 Micronutrientes

3.1.3.1 Minerales

Las leguminosas constituyen una excelente fuente de minerales como el hierro, zinc y calcio. La mayor parte se sitúan en los cotiledones de la semilla mientras que el hierro y calcio se encuentran en el tegumento (Ortega-David et al., 2010). Por otra parte, su importancia radica principalmente en la regulación de los procesos corporales (Campos-Vega et al., 2010).

Tabla 3. Contenido de minerales en leguminosas (mg/100g)

Mineral	Frijoles	Garbanzos	Habas	Lentejas	Soya
Ca	113	57	103	35	227
Fe	5,07	4,31	6,70	6,51	15,70
Mg	176	79	192	47	280
P	411	252	421	281	704
K	1393	718	1062	677	1797
Zn	2,28	2,76	3,14	3,27	4,89

Fuente:(Delgado-Andrade et al., 2016)

En la tabla 3 se observa que el potasio predomina en cada una de las leguminosas seguido del calcio y magnesio, donde la soya y los frijoles son las especies que presentan los mayores niveles de estos minerales. De igual manera, **Arellano (2022)** en su estudio establece que la leguminosa que posee el mayor contenido de potasio es el frijol con 1265 mg/100 g.

Álvarez (2016), menciona que la variación del contenido de minerales en alimentos de origen vegetal se debe al tipo de suelo, ya que las raíces de las plantas interactúan con el mismo realizando un intercambio iónico para absorber los minerales necesarios para su correcto desarrollo, por lo tanto la composición y tratamiento que se da a los suelos afectan directamente a los minerales presentes en las leguminosas.

La soya es la leguminosa que posee altos valores de estos minerales, ya que, según la ingesta diaria recomendada (IDR) para potasio (3510 mg/día) la soya tiene 1797 mg/100g lo cual cubre el 51,20% de la recomendación diaria. Con respecto al calcio (1000mg/día) con 227 mg se alcanza el 22,7% y para el hierro (12-15mg/día) se logra el 100% de IDR con 15,70 mg (**Gabaldón et al., 2018; Martínez et al., 2012**).

La importancia del potasio en el organismo radica en el buen funcionamiento de los nervios y en la contracción de los músculos, el calcio en la formación de dientes y huesos, y el magnesio en la regulación de los niveles de azúcar en sangre y la presión arterial (NIH, 2020).

3.1.4 Vitaminas

El contenido de vitaminas en las leguminosas generalmente es escaso, sobre todo vitaminas liposolubles como la E que se encuentra en la soya y el maní, por el contrario son una buena fuente de algunas vitaminas hidrosolubles del grupo B como la tiamina, riboflavina, niacina y folatos (Gil -Hernández, 2017).

Tabla 4. Contenido de vitaminas hidrosolubles en leguminosas (mg/100g)

Vitamina	Frijoles	Garbanzos	Habas	Lentejas	Soya
Tiamina (B₁)	0,713	0,477	0,555	0,873	0,874
Riboflavina (B₂)	0,212	0,212	0,333	0,211	0,870
Niacina (B₃)	1,174	1,541	2,832	2,605	1,623
Piridoxina (B₆)	0,474	0,535	0,366	0,540	0,377
Folatos	525	557	423	479	375

Fuente:(Delgado-Andrade et al., 2016)

En la tabla 4 se muestran el contenido de vitaminas hidrosolubles presentes en leguminosas de consumo habitual, donde el contenido de folatos es superior con respecto a las demás vitaminas, principalmente en frijoles y garbanzos con 525 y 557 mg/100g de semilla respectivamente, de igual manera el contenido de niacina presenta cantidades elevadas en un intervalo de 1,541-2,832 mg/100g, similar al rango de 2-3 mg/100g de semilla presentado por **Ros & Periago (2010)** en su estudio. Con respecto a los folatos **Clemente & De Ron (2016)**, señalan que es una vitamina de vital importancia para la prevención de anemia y defectos en el tubo neural del feto. **Delgado-Andrade et al. (2016)** recomiendan un consumo de 100g de frijoles, garbanzos o lentejas para cubrir la totalidad de las necesidades diarias de este nutriente en adultos sanos (400µg); para preservar su contenido en las semillas es recomendable utilizar

tiempos de remojo prolongados para favorecer su rápida cocción, debido a que los tratamientos térmicos prolongados desencadenan pérdidas de esta vitamina.

3.1.5 Compuestos bioactivos

Grupo amplio de compuestos con actividades biológicas responsables de la prevención de enfermedades no transmisibles, entre ellos se encuentran los polifenoles, fenoles, flavonoides, esteroides entre otros (**Martinez & Muñoz, 2019**). En un estudio realizado por **Boschin & Arnoldi (2011)**, resaltan que la semilla de *lupinus* posee cantidades significativas de compuestos con actividad biológica con respecto a otras leguminosas, por lo cual lo considera un ingrediente valioso dentro de la industria alimentaria.

3.1.5.1 Polifenoles

Estos compuestos se destacan por eliminar los radicales libres presentes en el organismo, además posee un efecto prebiótico el cual contribuye al crecimiento de bacterias beneficiosas, de igual manera se le atribuyen propiedades antiinflamatorias y anticancerígenas (**Dumas, 2022**).

Tabla 5. Polifenoles en especies de leguminosas

Especie	Polifenoles (mg eq. Ac. Gálico/g)
Frijol común (<i>P. vulgaris</i> L)	2,63 ± 0.26
Garbanzo (<i>Cicer arietinum</i>)	2.1
Lentejas (<i>Lens culinaris</i>)	3,09 ± 0.20

Fuente:(Perez-Perez et al., 2018)

Según **Navarro et al. (2017)** en su análisis de polifenoles señalan que la ingesta media es de 312,6 mg polifenoles/persona/día, que a comparación con lo que exponen **Zamora et al. (2013)** es menor, debido a que mencionan que la ingesta de estos compuestos en cantidades superiores a 600 mg polifenoles/persona/día conllevan un efecto protector frente a enfermedades crónicas no transmisibles.

De acuerdo a la tabla 5, las lentejas es la leguminosa con mayor contenido de polifenoles dentro de la tres principales leguminosas de consumo en la dieta;

sin embargo se debe tener en cuenta lo mencionado por **Quiñones et al. (2012)**, quienes hacen referencia a los factores medioambientales que pueden afectar este contenido como es el caso de la luz, el grado de madurez y la conservación de la legumbre. Se incluye también los métodos culinarios de preparación, ya que el simple hecho de pelar estos alimentos disminuye sus concentraciones localizadas en la parte externa de las mismas.

3.1.5.2 Flavonoides

Su estructura contiene un número variable de grupos hidroxilos fenólicos, además poseen propiedades de quelación de metales de transición, lo cual atribuye a su capacidad antioxidante, desempeñando un papel importante en la prevención y protección frente al daño oxidativo (**Martínez-Flórez et al., 2017**).

Tabla 6. Flavonoides en 3 especies de leguminosas

Especie	Flavonoides (mg EQ/100g)
Frijol común (<i>P. vulgaris</i> L)	124,59 ± 2,06
Garbanzo (<i>Cicer arietinum</i>)	116,2
Lentejas (<i>Lens culinaris</i>)	17,13 ± 0,94

Fuente:(Benmeziiane-Derradji et al., 2020; Heredia, 2017)

La ingesta diaria de flavonoides se estima en un rango de 116.9 – 152.7 mg/día (**Heredia, 2017**), con lo expuesto en la tabla 6 los frijoles poseen el mayor contenido de flavonoides, este valor comparado con la bibliografía mencionada se encuentra dentro del estimado de consumo diario.

Xu & Chang (2009), señalan que remojar y cocinar el frijol conlleva un efecto negativo en dicha concentración, de igual manera **Martínez et al. (2016)**, atribuyen que la inestabilidad del contenido de flavonoides en los alimentos de origen vegetal es causado por los excesivos o largos tratamientos térmicos.

3.1.5.3 Antocianinas

Pertencen al grupo de los flavonoides, pigmento natural que se encuentra en las legumbres de colores, va desde el color rojo, púrpura, verdoso, gris y negro;

se localiza principalmente en la cubierta de las semillas y poseen una amplia gama de actividades biológicas como la capacidad antioxidante, anticancerígena y antiinflamatoria (Harlen & Jati, 2018).

Tabla 7. Antocianinas en especies de leguminosas

Especie	Antocianinas (mg/g)
Frijol común (<i>P. vulgaris</i> L)	2,6
Garbanzo (<i>Cicer arietinum</i>)	0.071
Lentejas (<i>Lens culinaris</i>)	4,75 ± 0,45

Fuente:(Benmeziane-Derradji et al., 2020; García, 2016; Dumas, 2022)

En la tabla 7 se muestra el contenido de antocianinas en las leguminosas de mayor consumo, donde las lentejas poseen el mayor contenido de antocianinas (4,75 ± 0,45 mg/g), que comparándolo con lo que señala Silva (2017), es mayor debido a que este obtuvo un contenido de 3,62 mg/100g de antocianinas en lentejas.

Cabe recalcar que el contenido de antocianinas puede variar dependiendo de la muestra analizada, es decir si es cocida o cruda, la variedad, genotipo y a la raza. La ingesta diaria de antocianinas se estima entre 180 -250 mg/día, siendo superior comparada con la de los flavonoides (García, 2016).

3.1.5.4 Fitoesteroles

Las legumbres poseen un contenido importante de fitoesteroles, estos compuestos ayudan a disminuir los niveles de colesterol LDL.

Tabla 8. Contenido de fitoesteroles en leguminosas

Leguminosa	Fitoesteroles mg/ 100g
Soya	353
Garbanzo	121,2
Lenteja	117,3
Frijol	108,1

Fuente: (Salazar-Acosta, 2018)

En la tabla 8 se presenta la cantidad de fitoesteroles en algunas leguminosas, la más destacada es la soya con 353 mg/100g, seguida del garbanzo, lenteja y frijol. En relación con la ingesta diaria de fitoesteroles, esta se encuentra en 348 mg/persona/día que al comparar con el contenido presentado por la soya cubre el 100% de consumo diario requerido (Salazar-Acosta, 2018).

3.1.5.5 Péptidos Bioactivos

A los péptidos se les atribuye diferentes capacidades biológicas como: anticancerígenas, antimicrobianas, anticolesterolémicas, entre otros (Silva, 2016).

A partir de las proteínas de la soya se ha encontrado un péptido (lunasina) con actividad anticancerígena, su mecanismo de acción se basa en inhibir la acetilación de las histonas permitiendo la destrucción selectiva de células que están en transformación. La presencia de este péptido se ve influido por el tipo de extracción, grado de madurez, condiciones de cosecha, desarrollo y manipulación genética (Aguilera et al., 2014).

Tabla 9. Contenido de lunasina en soya, amaranto y cebada

Especie	µg/ g de proteína
Soya	600
Cebada	8,71
Amaranto	5,93

Fuente:(Silva, 2016)

Una vez realizada la revisión bibliográfica no se ha encontrado datos sobre el contenido de lunasina en otras leguminosas, por lo tanto, se procedió a comparar con otros alimentos que contienen dicho péptido.

Como se puede evidenciar en la tabla 9, el contenido de lunasina es mayor en la soya con 600 µg/g de proteína, seguido de la cebada con 8,71 µg/g y amaranto con 5,93 µg/g.

3.1.6 Actividades biológicas

3.1.6.1 Capacidad Antioxidante

Los compuestos que poseen antioxidantes se relacionan con la disminución de enfermedades crónicas, ya que reducen las especies reactivas de oxígeno y disminuyen los mecanismos oxidativos que conllevan al daño celular. (**Pérez et al., 2019**).

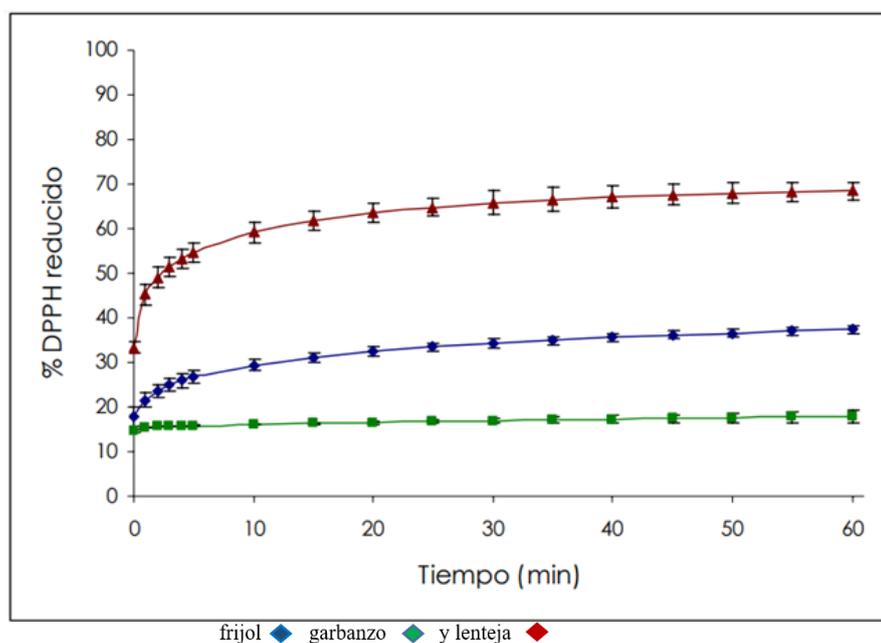


Gráfico 5. Capacidad antioxidante utilizando el método de DPPH en frijol, garbanzo y lenteja

Fuente: (Silva, 2017)

La capacidad antioxidante se determinó mediante el método de reducción del radical libre 2,2 –difetil-1- picrilhidralcil (DPPH), este radical es cromóforo es decir que reacciona con un agente donador de electrones cambiando del color morado cuando se oxida al color amarillo al reducirse, señalando de esta forma la capacidad antioxidante del compuesto que se va analizar (**Silva, 2017**).

En el grafico 5 se muestra la capacidad antioxidante del frijol, garbanzo y lenteja; de acuerdo a la tendencia presentada en las cinéticas, se muestra que esta capacidad es diferente para cada leguminosa, donde frijol y la lenteja poseen mayor capacidad antioxidante en relación al garbanzo, puesto que la

reducción de DPPH a los 60 minutos en el frijol fue de 35% y en la lenteja 66%, valores mayores comparados con los del garbanzo con 20%; es importante recalcar que la capacidad antioxidante puede variar en función del grupo de compuestos analizados y de su solubilidad (Silva, 2017).

3.1.6.2 Capacidad Anticancerígena

La lunasina presente en las proteínas de la soya, ha demostrado según un estudio realizado por investigadores de la Universidad de Illinois ser un potente inhibidor de metástasis en cáncer de colon, para lo cual se probó en una población de ratones dividida en 4 grupos inmunodeficientes infectados con este tipo de cáncer.

Tabla 10. Grupos de ratones y tratamientos

Grupo	Tratamiento	Resultados post. 28 días
Control	no recibió tratamiento	mayor metástasis
1	lunasina	reducción en 50%
2	medicamento oxaliplatino	menor metástasis
3	lunasina y oxaliplatino	reducción en 82%

Fuente: (González, 2013)

Los datos presentados en la tabla 10 muestran los resultados de la aplicación en los distintos tratamientos posterior a los 28 días, donde el grupo control que no recibió ningún tipo de tratamiento presentó mayor metástasis, mientras que el grupo 1 que recibió solo lunasina (en dosis de 25g/diarios de proteína de soya) presento un 50% menos metástasis que el grupo control, al grupo 3 que se le administro el péptido y el medicamento presentó una reducción del 82% en la propagación de tumores. El oxaliplatino es utilizado en la prevención y tratamiento de cáncer de colon en personas que ya se han sometido a una cirugía para remover los tumores; su eficacia se eleva al ser combinado con otros medicamentos (González, 2013).

González (2013), menciona que dos vasos de leche de soya diarios pueden ofrecer la mitad de la cantidad de lunasina que se utilizó en el estudio para la

reducción de sitios tumorales, además sugiere la creación de un producto enriquecido con lunasina que las personas puedan consumir de manera preventiva.

Por otra parte a través del método de tinción de sulforodamina B, el cual se utiliza para la determinación de la densidad celular, se evaluó la actividad anticancerígena de los extractos crudos y cocidos del frijol sobre tres líneas celulares: adenocarcinoma renal (TK-10), adenocarcinoma de mama (MCF-7) y melanoma (UACC-62) (López et al., 2013).

Tabla 11. Contenido de extractos de frijol ($\mu\text{g/ml}$) requerido para inhibir el crecimiento celular en un 50% (GI50), producir una inhibición total del crecimiento (TGI) y causar el 50% de muerte celular neta (LC50).

Extractos	Parámetros de Inhibición celular	TK-10	MCF-7	UACC-62
Crudos	GI50	19,12 \pm 0,72	31,5 \pm 2,22	137 \pm 8,66
	TGI	57,12 \pm 4,12	>250	>250

Fuente:(López et al., 2013)

	LC50	170,59±6,11	>250	>250
	GI50	12,95±1,54	0,80±0,01	0,22±0,01
Cocidos	TGI	111,92±7,44	2,66±0,13	2,65±0,28
	LC50	204,15±7,28	8,88±0,21	10,82±1,06
	GI50	>250	0,57±0,09	0,07±0,01
Germinados	TGI	>250	2,71±0,23	2,72±0,19
	LC50	>250	12,88±1,65	96,17±5,28

El rango de dosis de concentracion ensayado fue de 0,025 a 250 µg/ml para cada extracto

(>): indica que no se ha observado actividad a la dosis máxima ensayada

En la tabla 11 se muestra el contenido de extracto de frijol necesario para inhibir el crecimiento celular en un 50% (GI50), donde el extracto germinado posee más actividad sobre las líneas MCF-7 y UACC-62 con 0,57 y 0,07 µg/ml respectivamente y el extracto cocido con 12,95 µg/ml sobre la línea TK-10. Para obtener una inhibición total del crecimiento (TGI) se identifica que el extracto cocido presenta mayor actividad de inhibición en las líneas celulares MCF-7 y UACC-62 y para la línea TK-10 el extracto crudo; y con respecto a causar el 50% de muerte celular neta (LC50) el extracto cocido presenta mayor actividad sobre las líneas MCF-7 y UACC-62 y el extracto crudo sobre la línea TK-10.

3.1.6.3 Capacidad Antimicrobiana

Lampart et al. (2013), estudiaron la capacidad antimicrobiana de cuatro distintas especies de lupino a partir de su contenido en compuestos fenólicos totales, analizados en la testa y cotiledones de la semilla; estos se probaron en dos especies de bacterias Gram (+) *Bacillus subtilis* y Gram (-) *Escherichia coli* con el fin de comprobar algún tipo de inhibición en su crecimiento.

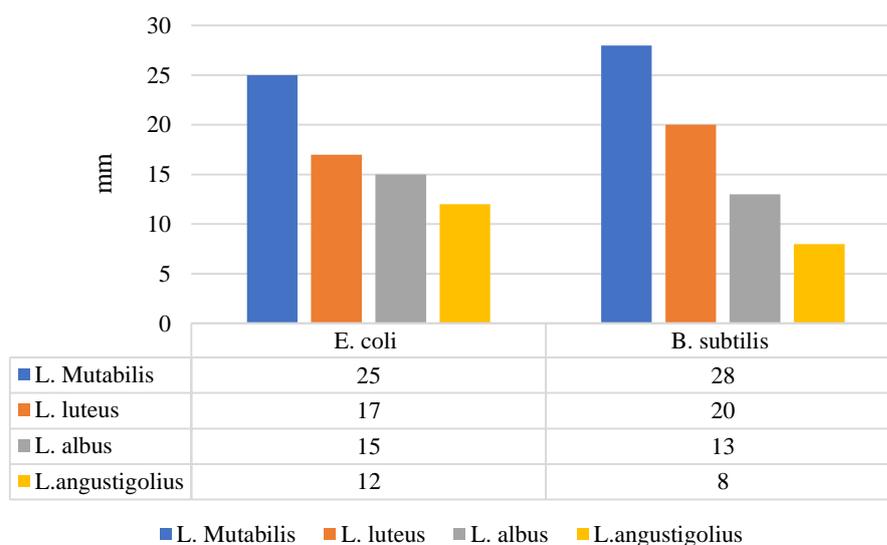


Gráfico 6. Actividad antimicrobiana en diferentes especies de *lupinus* sobre *Bacillus subtilis* y *Escherichia coli*

Fuente: (Lampart et al., 2013)

El contenido total obtenido de compuestos fenólicos en las testas fue menor en comparación con el de los cotiledones; los extractos obtenidos de *L. Mutabilis* presentaron mayor actividad con 25mm de inhibición para *E. coli* y 28mm para *B. subtilis*, mientras que la especie *L. angustigolius* tuvo la actividad más baja (gráfico 6); esto se debe a la correlación que existe entre la cantidad de compuestos fenólicos y la actividad antimicrobiana que posee esta leguminosa (Lampart et al., 2013).

En otro estudio presentado por **Aguayo-Rojas et al. (2018)**, se analizó 5 variedades de frijoles (gráfico 7) determinando diferencias significativas en el contenido de compuestos fenólicos extraídos de cada variedad, principalmente en la variedad Negro San Luis con 171,41 mg eq. Ac. g/100g, siendo uno de los valores más altos; el potencial antimicrobiano se evaluó en cepas *E. coli*, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Shigella* y *Staphylococcus aureus*, donde la mayor capacidad antimicrobiana presentó la variedad Negro San Luis, mostrando mayor inhibición a la cepa de *Samonella*, *Shigella* y *Listeria* con 12,03, 10,7 y 11,57 mm de inhibición respectivamente, demostrándose una vez más la correlación existente entre el contenido de compuestos fenólicos totales y el potencial antimicrobiano.

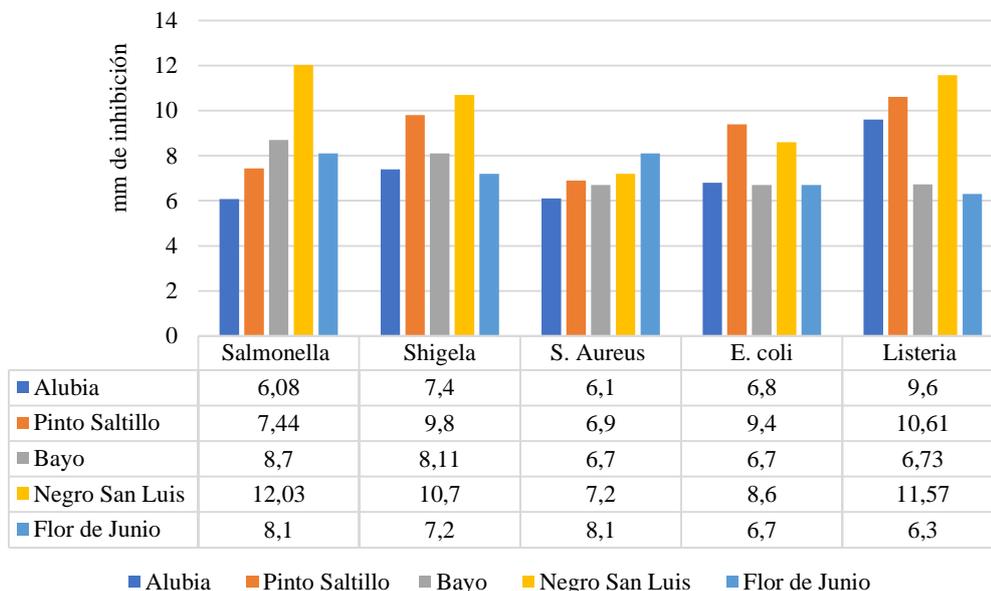


Gráfico 7. Actividad antimicrobiana en diferentes especies de frijoles sembradas en el estado de Zacatecas

Fuente: (Aguayo-Rojas et al., 2018)

3.1.6.4 Capacidad Anticolesterolémica

La dislipemia es una alteración de los niveles de concentración de lípidos plasmáticos, es decir el colesterol y los triglicéridos. Para su diagnóstico en pacientes se utiliza 4 clases de parámetros clínicos:

- 1) Concentración plasmática de colesterol total (CT)
- 2) Concentración plasmática de colesterol de baja densidad (LDL-C)
- 3) Concentración plasmática de colesterol de alta densidad (HDL-C)
- 4) Concentración plasmática de triglicéridos (TG)

Estos niveles se ven influenciados por factores como la ingesta, biosíntesis, absorción y secreción; se ha observado que las proteínas de la soya poseen actividad anticolesterolémica. **Herrera et al. (2014)**, muestran que una ingesta diaria de 25g de proteína de soya reduce los niveles de lípidos plasmáticos de la siguiente forma:

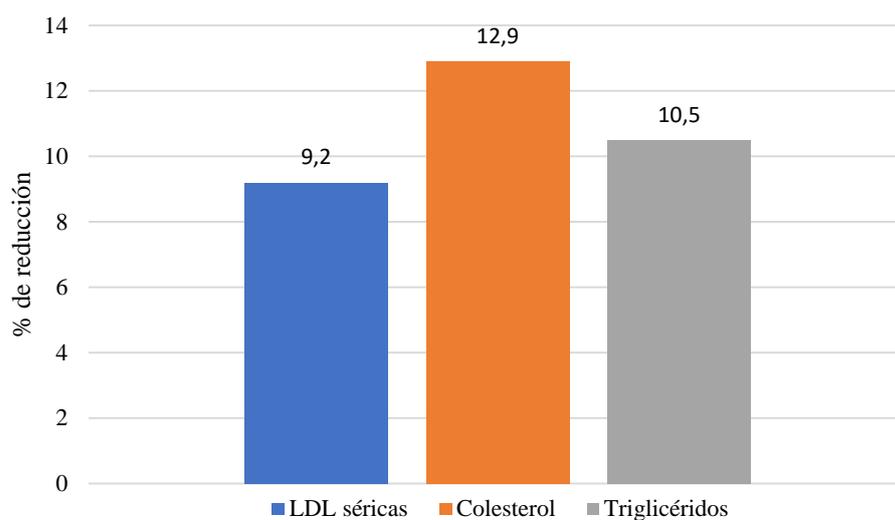


Gráfico 8. Porcentaje de reducción de los niveles de lípidos plasmáticos a partir de proteína de soya

Fuente: (Herrera et al., 2014)

En el gráfico 8 se representa el porcentaje de reducción de los niveles de lípidos plasmáticos a partir de la proteína de soya, donde la mayor reducción se da en el colesterol total con 12,9%, seguida de los triglicéridos con 10,5% y colesterol de baja densidad (LDL-C) con 9,2%.

4. CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Las leguminosas se caracterizan por su elevado valor nutricional al compararlas con otros alimentos de consumo diario; presentan un contenido proteico (19-36%) mayor en relación con los cereales (6-12%), incluyen la mayoría de los aminoácidos esenciales, siendo una buena fuente de lisina, pero se limita en aminoácidos azufrados como la metionina y cisteína. En cuanto a los carbohidratos se encuentran presentes hasta un 60%, siendo este el constituyente mayoritario con gran aporte de energía y fibra; su contenido lipídico se caracteriza por ser bajo, destacándose la presencia de triglicéridos, ácido oleico, linoleico y linolénico. Con relación a los micronutrientes, constituyen una excelente fuente de minerales como el hierro, zinc, magnesio, calcio y fósforo. Ofrecen vitaminas de tipo hidrosolubles, especialmente las del grupo B: tiamina, niacina, riboflavina y folatos.
- Los principales compuestos bioactivos que se pueden encontrar en las leguminosas son los polifenoles, flavonoides, antocianinas, fitoesteroles y péptidos bioactivos (lunasina), responsables a la vez de diferentes actividades biológicas como la antioxidante, anticancerígena, antimicrobiana y anticolesterolémica. Dichos compuestos contribuyen con beneficios a sus consumidores, fundamentalmente en la prevención de enfermedades no transmisibles.
- Al evaluar el contenido nutricional y biológico de las leguminosas, se las puede considerar indispensables dentro de las dietas saludables, en especial por su alto contenido en proteínas y bajo aporte en grasa; además, se trata de un súper alimento ya que más allá de cubrir las necesidades nutricionales básicas, tienen un impacto positivo sobre la salud humana, fundamentalmente la soya que ha demostrado ser la leguminosa que más sobresale en cuanto a características nutricionales y bioactivas.

4.2 Recomendaciones

- Realizar estudios a nivel poblacional sobre el conocimiento de los beneficios que se atribuyen a los compuestos bioactivos presentes en las leguminosas.
- Ampliar esta investigación con variedades de legumbres nativas del Ecuador, con el propósito de comparar los perfiles nutricionales y biológicos presentados en esta revisión.

5. BIBLIOGRAFIA

- Aguayo-Rojas, J., Aguayo-Pérez, J., Macías-Patiño, M. J., Regalado-Pérez, M. N., Rochín-Medina, J. J., & Mora-Rochín, S. (2018). *Potencial Antimicrobiano de Variedades de Frijol Sembradas en el Estado de Zacatecas*. 3, 7–10.
- Aguilera, M., Del Carmen, M., Chew, R., & Meza, J. (2017). Propiedades Funcionales De Las Antocianinas. *BIOtecnia*, 13(2), 16. <https://doi.org/10.18633/bt.v13i2.81>
- Aguilera, M., Ramirez, J., & Reynoso, R. (2014). *Los alimentos en México y su relación con la salud*. https://www.researchgate.net/profile/Maria-Vivar-Vera/publication/323692861_Peptidos_bioactivos_de_fuentes_vegetales_y_animales/links/5b1dc2c7a6fdcca67b6910aa/Peptidos-bioactivos-de-fuentes-vegetales-y-animales.pdf
- Aguilera, Y. (2016). *HARINAS DE LEGUMINOSAS DESHIDRATADAS: Caracterización Nutricional y Valoración de sus Propiedades Tecnofuncionales*. Universidad Autónoma de Madrid .
- Alonso, B., Vegas, C., Pedrosa, M., & Rovira, R. (2010). Papel de las leguminosas en la alimentación actual . *British Journal of Nutrition*. <https://doi.org/10.1079/BJN2002615>
- Álvarez, A., & Peña, Y. (2017). La leucina en el desempeño deportivo: ejercicios aeróbicos y anaeróbicos. *Revista Digital: Actividad Física y Deporte*, 3(2), 34–47. [https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/3096/1/369-Texto del artículo-602-1-10-20180209.pdf](https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/3096/1/369-Texto%20del%20articulo-602-1-10-20180209.pdf)
- Álvarez, D. (2016). *Determinación de sodio, potasio, hierro, calcio y zinc en arveja, lenteja y harina de haba, por espectrofotometría de absorción atómica de llama* [PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR]. [http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/11454/Determinación de sodio, potasio, hierro calcio y zinc en arveja, lenteja y harina de haba, por espectrometría de absorci~1.pdf?sequence=1](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/11454/Determinación%20de%20sodio,%20potasio,%20hierro%20calcio%20y%20zinc%20en%20arveja,%20lenteja%20y%20harina%20de%20haba,%20por%20espectrometría%20de%20absorci~1.pdf?sequence=1)
- Aparicio, X., & Espinoza, L. (2016). *EL CONSUMO DE LEGUMINOSAS Y SUS EFECTOS SOBRE LA SALUD*. http://congresos.cio.mx/memorias_congreso_mujer/archivos/extensos/sesion4/S

4-DIV03.pdf

- Araneda, A. (2022). *Legumbres: Composición y Propiedades* .
<https://www.edualimentaria.com/legumbres-composicion-y-propiedades>
- Arellano, A. (2022). *Análisis nutricional y actividades biológicas de compuestos bioactivos derivados del chocho (Lupinus Mutabilis)* (Issue 8.5.2017).
- Azad, S. (2018). Amino acids: Its types and uses. *International Journal of Clinical and Diagnostic Pathology*, 1(1), 13–16. www.patholjournal.com
- Badui, S. (2016). Química de los Alimentos . *Química de Los Alimentos*, 401–444.
- Balanza, R. (2018). *EFECTOS METABOLICOS TERAPEUTICOS A CORTO Y LARGO PLAZO DE LA SUPLEMETACION CON FIBRA DIETETICA* .
- Basantes, E. (2015). *MANEJO DE CULTIVOS ANDINOS DEL ECUADOR*.
www.repositorio.espe.edu.ec.
- Benejam, A. (2019). *Control de humedad en los alimentos*. <https://scl.es/control-de-humedad-en-los-alimentos/>
- Benítez-Estrada, A., Villanueva-Sánchez, J., González-Rosendo, G., Eduardo Alcántar-Rodríguez, V., Puga-Díaz Adrián Guillermo, & Quintero-Gutiérrez, R. (2020). *Determinación de la capacidad antioxidante total de alimentos y plasma humano por fotoquimioluminiscencia: Correlación con ensayos fluorométricos (ORAC) y espectrofotométricos (FRAP)*. 23, 1–9.
<https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2020.0.244>
- Benmeziane-Derradji, F., Djermoune-Arkoub, L., Ayat, N. E. H., & Aoufi, D. (2020). Impact of roasting on the physicochemical, functional properties, antioxidant content and microstructure changes of Algerian lentil (*Lens culinaris*) flour. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14(5), 2840–2853.
<https://doi.org/10.1007/s11694-020-00529-7>
- Bobroff, L., & Turner, R. (2019). Dietary Reference Intakes for Sodium and Potassium. *Dietary Reference Intakes for Sodium and Potassium*.
<https://doi.org/10.17226/25353>
- Bonilla, D. (2016). *Calidad de las Proteínas; Complementación Proteica*. <https://g->

- se.com/calidad-de-las-proteinas-complementacion-proteica-bp-v57cfb26de32d5
- Boschin, G., & Arnoldi, A. (2011). Legumes are valuable sources of tocopherols. *Food Chemistry*, 127(3), 1199–1203. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.01.124>
- Boza, J. (2015). Valor nutritivo de las leguminosas grano en la alimentación Humana y animal. *Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental*, 25–27.
- Bronte, N. (2017). *LEGUMBRES, UNA HISTORIA DE SABOR, SALUD Y SOSTENIBILIDAD* . <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/NATALIA BRONTE GOMEZ AREVALILLO.pdf>
- Caicheo, A. (2018). *ALMACENAMIENTO Y ALGUNOS PROTOCOLOS DE RUTINA PARA LA MANTENCION DE SEMILLAS* .
- Calles, T., Grande, F., Xipsiti, M., & Chiara, D. (2016). Legumbres: Semillas nutritivas para un futuro sostenible. In FAO (Ed.), *Legumbres: Semillas nutritivas para un futuro sostenible*. <https://doi.org/10.4060/i5528s>
- Campos-Vega, R., Loarca-Piña, G., & Oomah, B. D. (2010). Minor components of pulses and their potential impact on human health. *Food Research International*, 43(2), 461–482. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.09.004>
- Cano, E. (2022). “*VALOR NUTRICIONAL Y BIOLÓGICO DEL AMARANTO VARIEDAD Amaranthus Caudatus L. (KIWICHA)*.” https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34924/1/AL_815.pdf
- Carbadillo, E. (2020). *Características del ácido linoléico* .
- Cardona, F. (2017). *Los aminoácidos: estructura y tipos Apellidos, nombre*. [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/147137/Cardona - LOS AMINOÁCIDOS. ESTRUCTURA Y TIPOS..pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/147137/Cardona%20-%20LOS%20AMINOACIDOS.%20ESTRUCTURA%20Y%20TIPOS..pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Carvajal, C. (2019). *Lípidos, lipoproteínas y aterogénesis*. [https://repositorio.binasss.sa.cr/repositorio/bitstream/handle/20.500.11764/721/1 ipidos.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.binasss.sa.cr/repositorio/bitstream/handle/20.500.11764/721/1/ipidos.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cerovich, M., & Miranda, F. (2016). ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS estrategia básica para la seguridad alimentaria. *CENIAP Hoy*, 4, 1–8. http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/ceniaphoy/articulos/n4/text

o/mcerovich.htm

Clemente, A., & De Ron, A. (2016). *Las legumbres*. CSIC Consejo Superior de Investigaciones Científicas. <https://elibro.net/es/ereader/uta/100211?page=113>

Craviotto, R., Arango, M., & Del Valle, C. (2017). *PARA MEJORAR LA PRODUCCION 46-INTA EEA OLIVEROS 2011 PARA MEJORAR LA PRODUCCION 46-INTA EEA OLIVEROS 2011 Humedad de la semilla como atributo de calidad*.

Davila, M., Sangronis, E., & Granito, M. (2019). *Leguminosas germinadas o fermentadas: alimentos o ingredientes de alimentos funcionales*. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222003000400003

De Luna, A. (2011). *Valor Nutritivo de la Proteína de Soya*.

Del Cerro, G., & Fernández, V. (2016). Nuevos usos de las legumbres y su implicación en la salud. *Facultad de Farmacia*.

Delgado-Andrade, C., Himénez-López, J., & Clemente, A. (2016). *Aspectos de las legumbres nutricionales y beneficiosos para la salud humana* . <http://dx.doi.org/10.3989/arbor.2016.779n3003>

Delgado, C., Olías, R., Jiménez, J., & Clemente, A. (2016). *Vista de Aspectos de las legumbres nutricionales y beneficiosos para la salud humana*. <https://arbor.revistas.csic.es/index.php/arbor/article/view/2117/2774>

Diáz, C. (2020). *VITAMINAS HIDROSOLUBLES (B1,B6,B9,B12, VITAMINAC) EN FLUIDOS BIOLÓGICOS POR METODOS CROMATOGRAFICOS*. <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/CARMEN DIAZ ENRIQUEZ.pdf>

Díaz, D., Anyi, V., Upegui, T., Alejandra, J., Nava, A., Lisseth, A., & Mucúa, V. (2020). *LOS LÍPIDOS Y SUS GENERALIDADES*. [https://libros.usc.edu.co/index.php/usc/catalog/download/195/199/3441?inline=](https://libros.usc.edu.co/index.php/usc/catalog/download/195/199/3441?inline=1)

1

Dumas, F. (2022). *Información nutricional y actividad biológica del frijol (Phaseolus*

vulgaris L.) [Universidad Técnica de Ambato].
https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/34927/1/AL_818.pdf

Enjamio, L., Rodríguez, P., Valero, T., Ruiz, E., Ávila, J., & Varela, G. (2013). *Informe sobre Legumbres, Nutrición y Salud Fundación Española de la Nutrición (FEN)* Autores.
<https://www.fen.org.es/storage/app/media/imgPublicaciones/informe-legumbres-nutricion-y-saludvw.pdf>

FAO, & FINUT. (2017). *además se caracteriza por su excelente digestibilidad y tiene todos los aminoácidos esenciales en cantidades que cubren las necesidades de niños de 2 a 5 años, siendo el grupo de edad con los más altos requerimientos de aminoácidos.* . <https://www.finut.org/wp-content/uploads/2017/11/Estudio-FAO-92-y-documentos-adicionales-al-23112017-1.pdf>

Fernandez, A. L., Marzo, F., Roman, J., Díaz, M., & Santridan, S. (2012). Efecto Hipocolesterolemizante De Las Leguminosas. *Revista de Medicina de La Universidad de Navarra*, 39(4), 205–213.

Foresto, E. (2020). ¿Qué es una leguminosa y cómo se clasifican? Una actualización para estudiantes de nivel medio y superior . *Educación Biológica* . <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaadbia/article/view/28158/35174>

García, Y. (2016). *Compuestos fenólicos y actividad antioxidante en testa y grano de 54 poblaciones nativas de frijol común (Phaseolus vulgaris L.)* . Universidad Veracruzana.

Gil -Hernández, Á. (2017). Composición y Calidad Nutricional de los Alimentos. *Tratado de Nutrición*, 820.

González, E. (2013). *Péptido de soya aumenta eficacia de quimioterapia para cáncer de colon - Bio Investigaciones - Hospimedica.es.*
<https://www.hospimedica.es/bio-investigaciones/articulos/294737916/peptido-de-soya-aumenta-eficacia-de-quimioterapia-para-cancer-de-colon.html>

Gottau, G. (2019). *Soja: la legumbre con más proteínas y menos hidratos.*

Govea, M., Zugasti, A., Silva, Y., Valdivia, B., Rodríguez, R., Aguilar, C., & Morlett,

- J. (2017). Actividad Anticancerígena del Ácido Gálico en Modelos Biológicos in vitro. *Revista Científica de La Universidad Autónoma de Coahuila*.
- Goyoaga, C. (2005). *ESTUDIO DE FACTORES NO NUTRITIVOS EN “VICIA FABA I.”: INFLUENCIA DE LA GERMINACIÓN SOBRE SU VALOR NUTRITIVO MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR PRESENTADA POR*. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/7246/1/T28827.pdf>
- Greenfield, H., & Southgate, D. (2017). Datos de composición de alimentos. *Obtención, Gestión y Utilización*, 2.
- Harlen, W., & Jati, I. (2018). Antioxidant Activity of Anthocyanins in Common Legume Grains. *Polyphenols: Mechanisms of Action in Human Health and Disease*, 81–92. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813006-3.00008-8>
- Heredia, L. (2017). *CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y DE COMPUESTOS BIOACTIVOS DEL FRIJOL TEPARI (Phaseolus acutifolius Gray) CULTIVADO EN NUEVO LEÓN, MÉXICO*. .
- Hernández, J. (2019). *"INFLUENCIA DEL PROCESO DE GERMINACIÓN SOBRE LOS CAMBIOS MICROESTRUCTURALES DEL ALMIDÓN* .
- Herrera, F., Betancur, D., & Segura, M. (2014). Compuestos bioactivos de la dieta con potencial en la prevención de patologías relacionadas con sobrepeso y obesidad: péptidos biológicamente activos. *Nutrición Hospitalaria*, 29(1), 10–20. <https://doi.org/10.3305/NH.2014.29.1.6990>
- Huarquilla, W., Romero, R., & Rodríguez, I. (2014). *Importancia de La Humedad en Las Semillas*. <https://1library.co/document/y4kmd3kq-importancia-de-la-humedad-en-las-semillas.html>
- INIAP. (2015). *ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE EXTRACTOS DE CHOCHO, QUINUA, AMARANTO Y SANGORACHE* . <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2654/1/iniapscbt428.pdf>
- Lampart, E., Siger, A., Trojanowska, K., Nogala, M., Malecka, M., & Pacholek, B. (2013). Chemical composition and antibacterial activities of lupin seeds extracts. *Nahrung - Food*, 47(5), 286–290. <https://doi.org/10.1002/food.200390068>

- Lavin, M., Herendeen, P., & Wojciechowski, M. (2017). Evolutionary Rates Analysis of Leguminosae Implicates a Rapid Diversification of Lineages during the Tertiary. *Systematic Biology*, 54(4), 575–594. <https://doi.org/10.1080/10635150590947131>
- López, A., El-Naggar, T., Dueñas, M., Ortega, T., Estrella, I., Hernández, T., Gómez-Serranillos, M. P., Palomino, O. M., & Carretero, M. E. (2013). Effect of cooking and germination on phenolic composition and biological properties of dark beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Chemistry*, 138(1), 547–555. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.10.107>
- Maldonado, E. (2015). *Purificación y caracterización de la proteína tipo lunasin de amaranto (Amaranthus hypochondriacus L.)*.
- Martínez-Flórez, S., González-Gallego, J., Culebras, J. M., Tuñón, M. J., & Jesús Tuñón, M. (2017). Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. *Nutr. Hosp*, 6, 271–278.
- Martinez, A., Figueroa, A., & Arellano, J. (2016). *ANTOCIANINAS, FLAVONOIDES Y ACIDOS FENOLICOS PRESENTES EN FRIJOL NEGRO QUERETARO Y MAYOCOPA Y SU ESTABILIDAD DURANTE EL COCIMIENTO INDUSTRIAL*.
- Martínez, E. (2015). *Compuestos bioactivos y salud: mitos y realidades*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. <https://www.alanrevista.org/ediciones/2017/suplemento-1/art-47/>
- Martinez, E., & Muñoz, V. (2019). *Compuestos bioactivos: de la evidencia científica a las alegaciones de salud en la publicidad y etiquetado*.
- Mirón, M. (2020). *ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO A BASE DE GARBANZO Y SOYA ENRIQUECIDO CON HIERRO DIRIGIDO A MUJERES DE 25 A 60 AÑOS* [Universidad de San Carlos de Guatemala]. https://node2.123dok.com/dt02pdf/123dok_es/001/306/1306044.pdf.pdf?X-Amz-Content-Sha256=UNSIGNED-PAYLOAD&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=aa5vJ7sqx6H8Hq4u%2F20220713%2F%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20220713T034919Z&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-

Expires=600&X-Amz-

Signature=b7972c4879f71ee83c1a8d6c083d5c0c473971bb7fc81778b585cc414057feca

- Morán, L. (2021). *Qué hidratos de carbono deben consumir y no adecuados (y cuándo)*. <https://theconversation.com/que-hidratos-de-carbono-debemos-consumir-y-cuales-no-y-cuando-160945>
- Moreno, S. (2019). *LIPIDOS* . Temas Selectos de Bioquímica .
- Navarro, I., Periago, M., & García, F. (2017). Estimación de la ingesta diaria de compuestos fenólicos en la población española. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 21(4), 320–326. <https://doi.org/10.14306/RENHYD.21.4.357>
- Negre, S. (2020). *Verdades y mentiras sobre las lectinas presentes en las legumbres* /.
- NIH. (2018). *¿Qué es la tiamina? ¿Para qué sirve?* <http://ods.od.nih.gov/HealthInformation/RecursosEnEspanol.aspx>
- NIH. (2019a). DATOS SOBRE EL FOSFORO . *National Institutes of Health* . <http://ods.od.nih.gov/HealthInformation/RecursosEnEspanol.aspx>.
- NIH. (2019b). DATOS SOBRE LA NIACINA . *National Institutes of Health* . <https://ods.od.nih.gov/pdf/factsheets/Niacin-DatosEnEspanol.pdf>
- NIH. (2019c). *Vitamina B6* . <https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminB6-DatosEnEspanol/>
- NIH. (2020). DATOS SOBRE EL MAGNESIO . *National Institutes of Health* . <http://ods.od.nih.gov/HealthInformation/RecursosEnEspanol.aspx>.
- Noguera, F. (2018). *Principios de la preparación de alimentos*. <https://www.cse.udelar.edu.uy/wp-content/uploads/2018/12/Principios-de-la-preparación-de-alimentos-Noguera-2018.pdf>
- Ortega-David, E., Rodríguez, A., David, A., & Zamora-Burbano, Á. (2010). *Characterization properties of lupin (*Lupinus mutabilis*) seeds grown in the Colombian Andean region*. <https://doi.org/10.02.10>

- Pennington, J., & Pungen, J. (2016). *Lista de alimentos ricos en folato* .
<https://nacersano.marchofdimes.org/preconcepcion/lista-de-alimentos-ricos-en-folato.aspx>
- Perez-Perez, L. M., Leslie García-Borbón, L., González-Vega, R. I., Rodríguez-Figueroa, J. C., Rosas-Burgos, E. C., Huerta-Ocampo, J. Á., Ruiz-Cruz, S., Wong-Corral, F. J., Borboa-Flores, J., Rueda-Puente, E. O., & Del-Toro-Sánchez, C. L. (2018). LIBERACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS LIGADOS EN EL GARBANZO (*Cicer arietinum* L.) UTILIZANDO MICROBIOTA HUMANA INTESTINAL. *Biotecnia*, 20(3), 146–154.
<https://doi.org/10.18633/BIOTECNIA.V20I3.722>
- Pérez, F. (2017). *FISIOLOGIA VEGETAL PARTE III NUTRICIÓN MINERAL*.
<http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3201/000026082L.pdf>
- Pérez, L., Toro, C., Sánchez, E., Reyes, A., & Borboa, J. (2019). Bioaccesibilidad de compuestos antioxidantes de diferentes variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en México, mediante un sistema gastrointestinal in vitro. *Revista de Ciencias Biológicas y de La Salud*. <http://www.scielo.org.mx/pdf/biotecnia/v22n1/1665-1456-biotecnia-22-01-117.pdf>
- Polo, I. (2012). *Determinación proximal de los principales componentes nutricionales de seis variedades de leguminosas: arveja, garbanzo, haba, lenteja, maní y soya* [Universidad Central del Ecuador].
<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/7111/4.7.001037.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Quiñones, M., Miguel, M., & Aleixandre, A. (2012). Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutr Hosp*, 27(1), 76–89. <https://doi.org/10.3305/nh.2012.27.1.5418>
- Rezende, A. A., Pacheco, M. T. B., da SILVA, V. S. N., & Ferreira, T. A. P. de C. (2018). Nutritional and protein quality of dry brazilian beans (*Phaseolus vulgaris* l.). *Food Science and Technology (Brazil)*, 38(3), 421–427.
<https://doi.org/10.1590/1678-457x.05917>
- Rioja, A., Vizaluque, B., Tejeda, L., Mollinedo, P., & Peñarrieta, M. (2018).

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE TOTAL, FENOLES TOTALES, Y LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA EN UNA BEBIDA NO LÁCTEA EN BASE A GRANOS DE CHENOPODIUM QUINOA. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(1). <https://doi.org/10.1111/JFPP.12944>

Ríos-Castillo, I., Acosta, E., Samudio-Núñez, E., Hruska, A., Gregolin, A., Ríos-Castillo, I., Acosta, E., Samudio-Núñez, E., Hruska, A., & Gregolin, A. (2018). Beneficios Nutricionales, Agroecológicos y Comerciales de las Legumbres. *Revista Chilena de Nutrición*, 45, 8–13. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182018000200008>

Robles, B. (2021). *Legumbres, características nutricionales, beneficios y guía de compra*. <https://www.webconsultas.com/dieta-y-nutricion/higiene-alimentaria/que-son-las-legumbres-beneficios-y-caracteristicas>

Rojas del Muro, M., Pérez, C., Ramos, O., De la rosa, J., & Chávez, C. (2017). *EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE ALMIDÓN DE FRIJOL MODIFICADO HIDROTÉRMICAMENTE*. 2, 77–83. <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume2/3/1/13.pdf>

Romero-Sacoto, L., Gonzáles-León, F., Ramírez-Coronel, A., & Guamán-Gañay, M. (2020). *ZINC IN THE TREATMENT OF THE SHORT STATURE*. <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v12n2/2218-3620-rus-12-02-341.pdf>

Ropero, A. (2016). *LEGUMBRES*. <http://badali.umh.es/assets/documentos/pdf/artic/legumbres.pdf>

Ros, G., & Periago, M. (2010). Calidad y composición nutritiva de hortalizas, verduras y legumbres. *Tratado de Nutrición*, 229–263.

Ruiz, A. (2021). Hierro, qué es, funciones y fuentes alimentarias. *Revista de Salud y Bienestar*.

Salazar-Acosta, E. (2018). Almidón resistente en la nutrición de animales monogástricos I: concepto, clasificación y fuentes. *Nutrición Animal Tropical*, 12(2), 55–69. <https://doi.org/10.15517/nat.v12i2.35493>

Schwartzmann, R. (2015). Angiogénesis y cáncer. *Medwave*, 2(10).

<https://doi.org/10.5867/MEDWAVE.2002.10.3171>

- Silva, C. (2016). *Caracterización fisicoquímica y nutracéutica de amaranto (Amaranthus hypochondriacus) cultivado en San Luis Potosí* .
- Silva, L. (2017). *ESTUDIO DE LA DIGESTABILIDAD DE CARBOHIDRATOS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTES DE LEGUMINOSAS DE MAYOR CONSUMO EN MÉXICO* .
- Simarro, P. (2021). *Lección 4.1: Aminoácidos* . <https://www.biocus.es/lesson-2-1-aminoacidos/>
- SJD. (2020). *Los hidratos de carbono | Guía Diabetes tipo 1*. Sant Joan de Deú . <https://diabetes.sjdhospitalbarcelona.org/es/diabetes-tipo-1/debut/hidratos-carbono>
- Teniente, G. (2019). *Caracterización bioquímica y evaluación biológica de los péptidos bioactivos de dos variedades de frijol ayocote (Phaseolus coccineus L.)*”. <https://rinacional.tecnm.mx/bitstream/TecNM/448/1/Teniente-MartinezGerardo.pdf>
- Tirado, D., Montero, P., & Acevedo, D. (2015). Estudio Comparativo de Métodos Empleados para la Determinación de Humedad Estudio Comparativo de Métodos Empleados para la Determinación de Humedad de Varias Matrices Alimentarias Comparative Study of Methods for Moisture Determination of Several Food Matrices. *Información Tecnológica*, 26(2), 3–10. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000200002>
- Turner, E., & Dahl, W. (2018). *Datos Sobre las Vitaminas*. <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/FY1343>
- Uribe-Risco, V., Villacis-Poveda, E., & Padilla-Moreira, A. (2020). Nutrient deficiency anemia in children and adolescents in the southern zone of Manabí. *Revista Multidisciplinar de Innovación y Estudios Aplicados, Artículos Científicos, de Revisión, Cortos y Casos Clínicos* . <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/1484/html>
- Vallejos, Y. (2018). *Obtención de concentrados proteicos de la harina de arveja*

(*Pisum sativum*) y determinación de su actividad antioxidante por el método del ácido tiobarbitúrico (TBA). [Universidad Técnica de Ambato].
https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27136/1/AL_657.pdf

Villanueva, R. (2018). *Fibra dietaria: una alternativa para la alimentación*.
https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/4550/4496

Xu, B., & Chang, S. K. C. (2009). Total Phenolic, Phenolic Acid, Anthocyanin, Flavan-3-ol, and Flavonol Profiles and Antioxidant Properties of Pinto and Black Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) as Affected by Thermal Processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(11), 4754–4764.
<https://doi.org/10.1021/JF900695S>

Yadav, S. (2007). *Chickpea breeding and management*. 638.
<http://www.infoalimenta.com/ciencia/106/65/las-leguminosas-mas-que-un-alimento/>

Zamora, R., Rabassa, M., Cherubini, A., Bandinelli, S., Ferrucci, L., & Andres, C. (2013). High concentrations of a urinary biomarker of polyphenol intake are associated with decreased mortality in older adults. *The Journal of Nutrition*, 143(9), 1445–1450. <https://doi.org/10.3945/JN.113.177121>