



**HARINAS NO CONVENCIONALES CON ALTO CONTENIDO PROTEICO
ELABORADAS A PARTIR DE LEGUMBRES Y SUS APLICACIONES EN LA
INDUSTRIA DE ALIMENTOS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

**LUISA NATHALIA VALENCIA ZAPATA
Cód. 1626591**

**ANDREA MONTOYA GIRALDO
Cód. 1631692**

**Trabajo de grado en modalidad monografía para
optar por el título de Ingeniero de alimentos**

**DIRECTOR:
JOSE LUIS PLAZA DORADO, Ph.D.**

**CODIRECTOR
JUAN CARLOS GÓMEZ DAZA, Ph.D.**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS
CALI – COLOMBIA
2021**

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	2
INDICE DE TABLAS	3
INDICE DE FIGURAS	3
RESUMEN	4
INTRODUCCIÓN	4
OBJETIVOS	7
1. Objetivo general	7
2. Objetivos específicos.....	7
CAPITULO I.....	8
3. VIGILANCIA TECNOLÓGICA	8
4. MARCO CONCEPTUAL.....	11
LEGUMBRES Y LEGUMINOSAS	11
PRINCIPALES MACRONUTRIENTES DE LAS LEGUMBRES	12
COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LAS LEGUMBRES.....	19
LENTEJA	20
SACHA INCHI	21
GARBANZO	21
ARVEJA.....	21
CHACHAFRUTO	22
FACTORES ANTINUTRICIONALES.....	22
CAPITULO II.....	26
USOS DE LAS LEGUMBRES.....	26
HARINAS	26
CAPITULO III	43
5. APLICACIONES DE LAS HARINAS NO CONVENCIONALES CON ALTO CONTENIDO PROTEÍCO ELABORADAS A PARTIR DE LEGUMBRES ..	43
CONCLUSIONES.....	48
BIBLIOGRAFÍA.....	49

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Constituyentes de la fibra dietaria.	16
Tabla 2.	Clasificación de los componentes de la fibra en función de la fermentación.....	17
Tabla 3.	Clasificación de lípidos.....	18
Tabla 4.	Composición nutricional de (g/ 100) de las legumbres estudiadas como materia prima.	20
Tabla 5.	Caracterización fisicoquímica (en porcentaje) de la harina de lenteja obtenida por diferentes métodos.	30
Tabla 6.	Contenido nutricional de la harina de Sacha Inchi (por cada 100 gramos de peso neto) obtenida a partir de diferentes métodos.....	34
Tabla 7.	Contenido nutricional de la harina de garbanzo (por cada 100 gramos de peso neto) obtenida a partir de diferentes métodos.	37
Tabla 8.	Contenido nutricional de la harina de arveja (por cada 100 gramos de peso neto) obtenida a partir de diferentes métodos.....	39
Tabla 9.	Contenido nutricional de la harina de chachafruto (por cada 100 gramos de peso neto) obtenida a partir de diferentes métodos.....	41
Tabla 10.	Aplicaciones de harinas no convencionales en la elaboración de diferentes productos para el consumo humano.....	44

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Cantidad de documentos publicados en los últimos 11 años sobre harinas de legumbres con alto contenido proteico.....	9
Figura 2.	Países que más documentos han publicado sobre harinas de legumbres con alto contenido proteico.	10
Figura 3.	Porcentaje correspondiente a los documentos publicados sobre harinas de legumbres con alto contenido proteico.	10
Figura 4.	Disposición espacial de algunas proteínas.	12
Figura 5.	Estructura química de la a. rafinosa, b. verbascosa c. estaquiosa...	14
Figura 6.	Estructura de ácido palmítico y ácido esteárico.....	18
Figura 7.	Ácido linoleico y ácido linolénico.	19
Figura 8.	Estructura química ácido oleico	19
Figura 9.	Estructura química de tanino condensado en una legumbre.....	23
Figura 10.	Estructura química del ácido fítico	24
Figura 11.	Procesos de elaboración de diferentes harinas no convencionales.	29

RESUMEN

Las harinas de legumbres son materias primas con un gran potencial nutricional para la alimentación del ser humano a causa de su alto contenido de proteína, carbohidratos y otros componentes nutricionales. Debido a lo anterior, esta revisión bibliográfica recopila información sobre los diferentes estudios y documentos publicados en los últimos once años, además, se observó que los países que más documentos han publicado hacen referencia a los que su dieta se basa en este tipo de alimentos como la india. También se recopila información sobre los diferentes métodos de elaboración de harinas no convencionales derivadas de legumbres cuyas características nutricionales presenten un alto porcentaje de proteína, entre ellas la lenteja, sachá inchi, garbanzo, arveja y chachafruto. En esta recopilación de información se evidenció porcentajes nutricionales importantes para las diferentes legumbres estudiadas, entre los que resaltaron el contenido de proteína, carbohidratos y fibra. Además, se recopiló información sobre las diferentes aplicaciones que tienen dichas harinas en la industria, como extensor de alimentos cárnicos, mezclas para productos de panadería y alimentos ricos en proteína. Finalmente, se concluye que las harinas no convencionales que provienen de legumbres con alto contenido proteico son una fuente importante de componentes nutricionales.

Palabras clave: *harinas no convencionales, legumbres, lenteja, garbanzo, sachá inchi, garbanzo, arveja, chachafruto, proteína, carbohidratos, fibra, lípidos.*

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el mundo afronta dos grandes retos: garantizar la seguridad alimentaria y al tiempo proveer una alimentación equilibrada para todos los habitantes del planeta. Las cifras son sobrecogedoras, alrededor de 800 millones de personas sufren de hambre crónica y unos 2.000 millones viven con carencias de uno o más micronutrientes. En contraste, más de 500 millones de habitantes del planeta padecen de obesidad (FAO, 2016). Por su parte, Colombia se encuentra entre los países de mayor biodiversidad de alimentos y materias primas de origen vegetal, sin embargo, la desnutrición sigue siendo uno de los grandes problemas que afecta la salud de la población, en especial la falta de proteínas en la dieta de los niños que se manifiesta con problemas de crecimiento, enfermedades y pérdidas en el desarrollo cerebral (Restrepo et al., 2010).

Las legumbres han sido parte esencial de la alimentación humana desde hace siglos, sin embargo su valor nutricional no es tan reconocido y aunque se consumen en todo el planeta empleándose en diversas preparaciones como: guisos, harinas, purés, guarniciones, aperitivos o postres, se desconoce su valor nutricional real y su función crucial en la alimentación saludable, en la producción sostenible de alimentos y en la seguridad alimentaria (FAO, 2016).

Según la última encuesta de situación nutricional en Colombia, la deficiente ingesta de proteínas alcanza el 36.6 % lo que indica que un gran porcentaje de la población no presenta la cantidad necesaria para un óptimo desarrollo (Sánchez Zapata, et al., 2011). La mayoría de estas deficiencias son más marcadas en los grupos poblacionales de escasos recursos, debido al elevado costo y la poca disponibilidad de los productos proteicos en cualquier etapa del año (Benjumea et al., 2006), en general, estas dos últimas razones se deben a la mala economía reflejada en empleos informales o desempleo que se maneja dentro de los hogares y que no les permite tener los recursos suficientes para acceder a una alimentación balanceada.

Según el informe anual emitido por la FAO (2016), el año 2016 fue declarado el año de las legumbres definiéndolas como una fuente rica en proteínas y aminoácidos esenciales que aportan una cantidad importante de hidratos de carbono y micronutrientes, así como fibra alimentaria de calidad. Además, su bajo contenido en grasas y la interacción de sus esteroides ha demostrado ser eficaz para mantener niveles bajos de colesterol LDL y reducir la presión arterial. En general, las leguminosas son consideradas un súper alimento del futuro por sus características biológicas y nutricionales a diferencia de otras plantas (FAO, 2016).

Las legumbres más consumidas en Colombia son:

- La lenteja (*Lens culinaris*) que constituye una de las principales fuentes de proteínas de origen vegetal y abarca aproximadamente entre el 25% de su contenido nutricional. Su importancia alimentaria radica en dos factores importantes que corresponden al contenido de nutrientes y al aporte proteico ya mencionado, además, presentan un menor costo en relación con la proteína de origen animal (Machuca & Meyhuay, 2017).
- La arveja (*Pisum sativum*) que contiene 22,6% de proteínas en peso seco (FAO, 2013) y es rica en carbohidratos, baja en grasa y constituye una buena fuente de fibra y vitaminas (Fenalce, 2010).
- El garbanzo (*Cicer arietinum*) que es una de las fuentes más baratas de proteína (FAO, 2016), su composición química aproximada es de 22-26% de proteína, 5% de grasa, 66% de carbohidratos, 3% de fibra y 3% de minerales, además, es una de las legumbres con mayor contenido de oligosacáridos (Aguilar & Vélez, 2013).
- El chachafruto (*Erythrina Edulis*) que es una legumbre que tiene amplio uso dentro de la industria alimentaria, una de sus grandes y más importantes funciones es la seguridad alimentaria gracias a su alto contenido proteico que según Fuentes (2018) corresponde a 22.7%, además de vitaminas y minerales (Espitia et al., 2018).
- El sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.), también conocido como “maní inca”, es una planta oleaginosa nativa de la selva tropical peruana. Esta semilla tiene un contenido de proteína alrededor de 33% y aceite de 49% (Liu et al., 2014). Su procesamiento más común es en la extracción de aceite de Sacha Inchi el cual tiene un alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados 85 %, conocidos como omegas ω -3 y ω -6 (Chirinos et al., 2013)

Como se mencionó anteriormente, las legumbres son consumidas de diferentes maneras, entre ellas, en forma de harinas. Estas últimas se denominan harinas no convencionales o no tradicionales y hacen referencia a todas aquellas harinas obtenidas de legumbres, vegetales o frutas (Torres et al., 2014). Generalmente las legumbres se consumen en otras formas de elaboración y tienen diferentes aplicaciones como en la industria cárnica, panadera, confitería, entre otras. Su incorporación a la industria de alimentos en forma de harinas se debe a la búsqueda de alternativas nutricionales y dietéticas para el consumo humano o animal (Anchundia et al., 2019).

Una alternativa para la producción de harinas no convencionales elaboradas a partir de legumbres es el contenido de proteína dentro de su composición nutricional, esto debido a que las proteínas son macromoléculas estructurales de los seres vivos, forma parte de tejidos, células, son usadas para cumplir varias funciones como crecimiento, desarrollo, asimilación de nutrientes, transporte de grasa, oxígeno, regulación de hormonas y minerales (Gonzales et al., 2007).

A partir de esta información y dada la problemática que afronta el país y el empeño de la industria de los alimentos por desarrollar nuevos productos alimentarios que tengan un efecto potencialmente positivo en la salud y la nutrición del consumidor, se plantea el desarrollo de esta revisión acerca de las diferentes materias primas de legumbres usadas para la elaboración de harinas no convencionales con alto contenido proteico. Además, se presenta una categorización del contenido de proteína en estas harinas no convencionales elaboradas a partir de legumbres como materias primas y algunas de sus aplicaciones en la industria de los alimentos.

El presente documento se estructura considerando el siguiente orden: en el primer capítulo se conceptualizan las legumbres como fase necesaria para facilitar la comprensión de las categorías vinculantes de la revisión; a su vez, en el mismo capítulo, se establece la vigilancia tecnológica como referente metodológico desde el que se establecieron los tópicos estructurales del mismo. En el segundo capítulo, se lleva a cabo la descripción de los procesos por medio de los cuales se fabrican las diferentes harinas, basadas en: lenteja, sachá inchi, garbanzo, arveja y chachafruto. El tercer capítulo describe la categorización en lo que concierne al contenido y aplicaciones de las harinas obtenidas a partir de las leguminosas mencionadas. Finalmente, en el último capítulo se encuentran las conclusiones de la revisión.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Compilar y analizar información bibliográfica actualizada sobre legumbres usadas para la elaboración de harinas no convencionales con alto contenido proteico.

Objetivos específicos

- Recopilar información sobre las harinas no convencionales derivadas de legumbres con alto contenido proteico.
- Categorizar el contenido de proteína en las diferentes harinas no convencionales elaboradas a base de legumbres a partir de una revisión sistemática.
- Identificar las distintas aplicaciones de las harinas no convencionales con alto contenido proteico elaboradas a partir de legumbres en la industria de los alimentos.

CAPITULO I

VIGILANCIA TECNOLÓGICA

En este trabajo se realizó una revisión denominada vigilancia tecnológica por medio del programa SCOPUS. La metodología empleada para la revisión de documentos y artículos se desarrolló en 6 pasos representados a continuación:

1. Identificación y diagnóstico de la información:

En la actualidad, la búsqueda constante de nuevos productos que beneficien la salud del consumidor se ha convertido en una oportunidad latente de investigación y desarrollo para la academia e industria de alimentos, con el fin de aprovechar al máximo muchos productos que hacen parte o no de la alimentación diaria, pero han sido poco estudiados y explorados nutricionalmente. Debido a esto, surge la necesidad de conocer aquellas materias primas que hacen parte de la alimentación diaria, que han sido estudiadas y se reconocen como alimentos con alto contenido nutricional. Posterior a ello, se investigan alternativas de alimentación que puedan ser usadas en diferentes preparaciones y que impacten de forma positiva el contenido nutricional y características organolépticas y fisicoquímicas del producto final, para este caso, se tomó como eje central de investigación las harinas provenientes de materias primas no convencionales (lenteja, sachá inchi, arveja, garbanzo, chachafruto) que entre sus características nutricionales poseen alto contenido proteico.

2. Búsqueda y recopilación de la información:

Para este punto, se usó principalmente la base de datos de la Universidad del Valle y se accedió a bases de datos bibliográficas como SCOPUS y SCIENCEDIRECT que cuentan con información relevante y actualizada sobre el tema de interés, documentos, artículos y revisas de investigación. De esa forma, se filtró por el criterio de búsqueda de interés y el tiempo más reciente de investigación.

3. Análisis de la información:

A partir de los criterios de búsqueda establecidos como tipos de documentos, año de publicación, autores y países, se seleccionaron los más relevantes y se recopilaron en una base de datos personal.

4. Valorización de información relevante.

Para ello, se analizó la información más relevante que resultó de la búsqueda bajo los criterios establecidos, en este caso, se filtró la información por relevancia de contenido de acuerdo con lo planteado en los objetivos específicos.

A partir de la información anterior y considerando a SCOPUS como base de datos

principal para investigar los criterios de búsqueda definidos, se obtuvieron los siguientes resultados después de llevar a cabo la búsqueda de material de información.

La figura 1 muestra el crecimiento exponencial con respecto a la cantidad de material de información publicado en los últimos 11 años, esto demuestra que la industria de los alimentos ha desarrollado interés por investigar y desarrollar productos a base de materias primas que no son convencionales en preparaciones de repostería, cárnicos, entre otras, sin embargo, aportan propiedades nutricionales que benefician al ser humano como principal consumidor de dichos productos como es el caso de las legumbres. Así pues, se observa que para el año 2020 se publicaron 168 documentos de investigación que, entre sus descripciones, destacan desarrollo de productos, comparaciones con productos conocidos, evaluación de contenido nutricional y propiedades funcionales, fisicoquímicas y organolépticas de los productos.

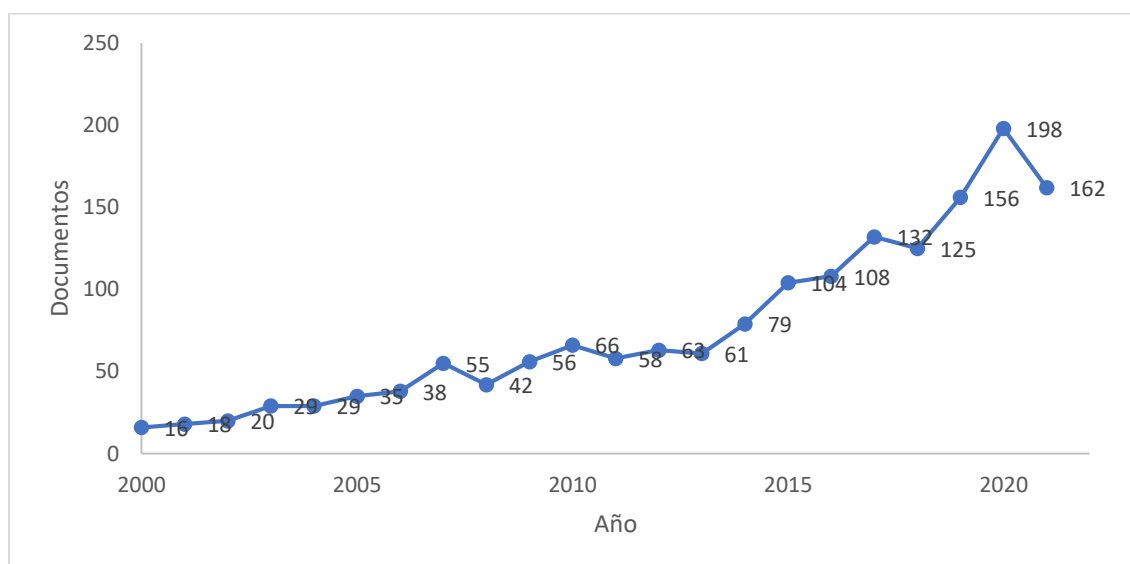


Figura 1. Cantidad de documentos publicados en los últimos 11 años sobre harinas de legumbres con alto contenido proteico.
Tomado de SCOPUS 2021

Por otra parte, la figura 2 muestra los países que más artículos han publicado sobre el tema de investigación, esta información es consecuente, debido a que la India es un país líder en el consumo de legumbres como fuente principal de proteína para su ingesta diaria.

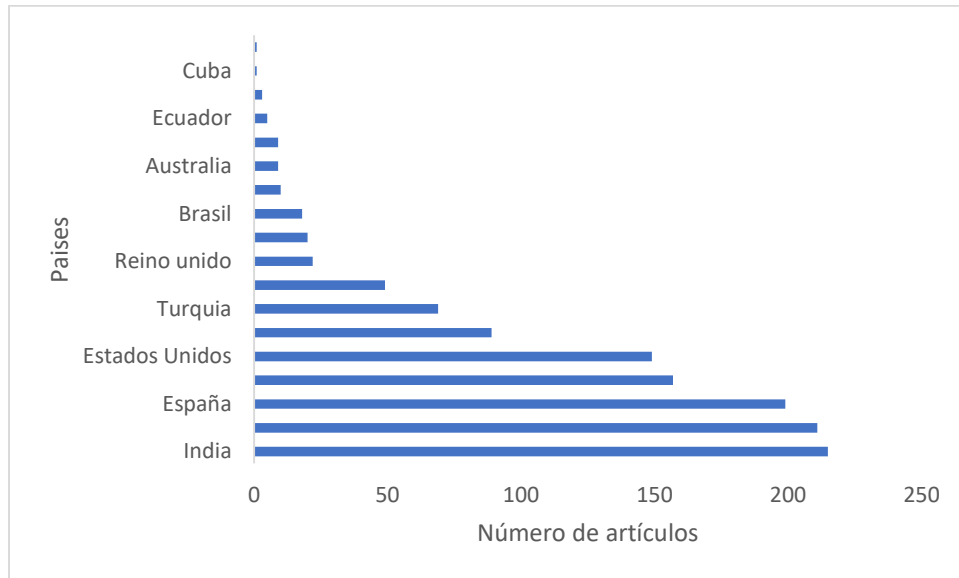


Figura 2. Países que más documentos han publicado sobre harinas de legumbres con alto contenido proteico.
Tomado de SCOPUS 2021

Finalmente, la figura 3 muestra la que la gran mayoría de documentos publicados han sido artículos científicos con un 92%, seguido de revisiones científicas que corresponde al 3%. Debido a esto, este trabajo resulta ser importante para los estudios científicos ya que reúne información relevante referente a las harinas no convencionales con alto contenido proteico derivadas de legumbres y sus distintas aplicaciones en la industria, desde alimentos para el ser humano y animal, hasta productos como plástico.

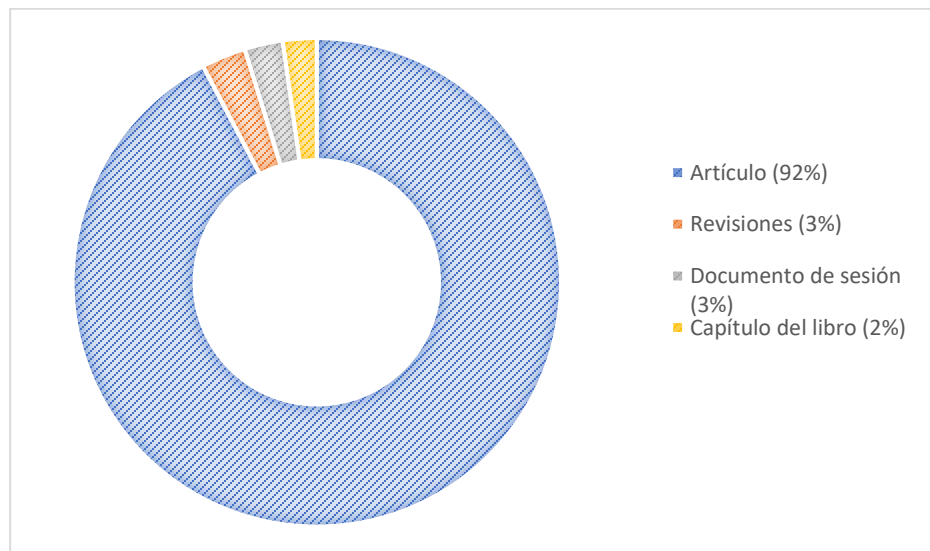


Figura 3. Porcentaje correspondiente a los documentos publicados sobre harinas de legumbres con alto contenido proteico.

Tomado de: SCOPUS 2021

MARCO CONCEPTUAL

En esta sección se lleva a cabo la construcción conceptual de las principales variables de este estudio, es decir: leguminosa, legumbres, lenteja, sachá inchi, garbanzo, arveja, chachafruto, componentes nutricionales de las legumbres, harinas, harinas convencionales y no convencionales.

LEGUMBRES Y LEGUMINOSAS

Las leguminosas hacen referencia a aquellas plantas cuyos frutos se encuentran dentro de una vaina. A esos frutos o semillas secas se le denominan legumbres y pertenecen a la familia vegetal *Fabaceae* o *Leguminosae*. Estas son el tercer grupo de plantas más numeroso del planeta, de distribución global y cuyo origen se presume hace alrededor de 90 millones de años. Las legumbres han sido una parte esencial de la dieta humana durante siglos y se consideran un ingrediente versátil y de larga duración. Adicional a eso, el cultivo intercalado con las legumbres incrementa la biodiversidad, fomentan la agricultura sostenible, la protección del suelo, además, para su proceso de cosecha necesitan poca agua, son asequibles y polivalentes y se consideran un poderoso alimento (FAO, 2016).

Las legumbres han demostrado su efecto protector ante ciertas enfermedades crónico-degenerativas: cardiovasculares, obesidad, diabetes y cáncer (Gómez Pallarés et al., 2007). Además, constituyen la principal fuente de proteínas en muchos países en desarrollo, en especial entre los grupos de población más pobres, que obtienen las proteínas y la energía de fuentes vegetales; a su vez, en los países desarrollados, donde el consumo de legumbres había disminuido con los años, la consideración de alimentos saludables ha favorecido el incremento de su consumo. Así pues, algunas legumbres como la lenteja, el garbanzo y la arveja, que se describirán a continuación, son ampliamente conocidas, mientras que otras como el sachá inchi y el chachafruto (también descritas a continuación) solo tienen influencia en ciertas áreas geográficas concretas.

Es necesario ampliar la conceptualización base de este estudio, por lo cual, en las siguientes páginas se definen los principales componentes de interés nutricional como la proteína, los carbohidratos y la fibra presentes en estos alimentos. Esto con el fin de facilitar la comprensión respecto a las categorías fundamentales y estructurantes de la indagación desarrollada.

PRINCIPALES MACRONUTRIENTES DE LAS LEGUMBRES

PROTEÍNAS

Las proteínas son complejas sustancias orgánicas nitrogenadas que constituyen esencialmente el protoplasma de las células animales y vegetales, y tienen un papel fundamental en su estructura y función. Las proteínas, esenciales para cualquier forma de vida conocida, tienen una determinada disposición en el espacio condicionada por la secuencia de aminoácidos (estructura primaria). Esta disposición es consecuencia de las formas de unión (tipo de enlace), que obliga a cada una de ellas a adoptar forma de hélice, de hoja doblada, etc. (estructura secundaria) y determinadas disposiciones de fragmentos de la cadena (estructura terciaria) que se pueden ver representados en la figura 4.

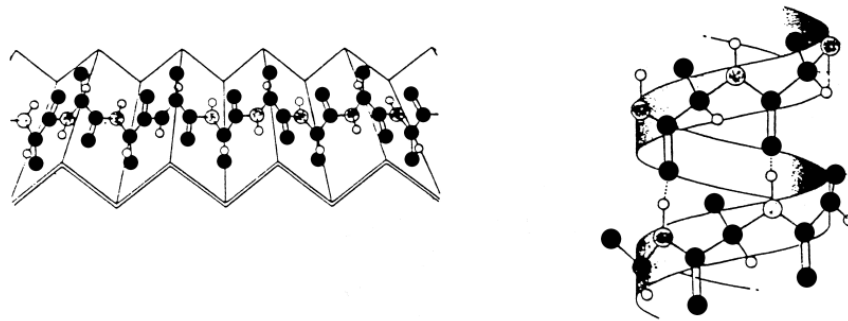


Figura 4. *Disposición espacial de algunas proteínas.* Tomado de (Cervera et al., 2004)

Las legumbres son alimentos ricos en proteínas porque las leguminosas pueden usar nitrógeno para producir proteínas endógenas, en comparación con otras familias de plantas, tienden a contener mayores tasas de proteínas. Las proteínas que se encuentran en las legumbres se clasifican según sus propiedades de solubilidad en agua, solución de sal, o agua etanol, las albuminas son solubles en agua, mientras que las globulinas, son solubles en soluciones de sal, y las prolaminas son solubles en etanol/agua (Rubio et al., 2014).

Las proteínas más abundantes en las legumbres son las globulinas (Pietraszewska-Bogiel et al., 2013). Se debe tener en cuenta que las legumbres son bajas en aminoácidos esenciales que contienen azufre como: metionina, cistina, cisteína y triptófano, por esta razón se consideran una fuente incompleta de proteínas para consumo humano o animal (Kouris-Blazos & Belski, 2016), de acuerdo con esto es necesario acompañar el consumo de legumbres con cereales, en proporción (35:65) (Pietraszewska-Bogiel et al., 2013).

CARBOHIDRATOS

Los hidratos de carbono o carbohidratos (CHO) son compuestos formados por carbono, hidrógeno y oxígeno y presentan la fórmula general $C_x(H_2O)_n$, y tienen estructura de polihidroxialdehído o de polihidroxiacetona. Estos compuestos orgánicos son los más abundantes en la naturaleza y también los más consumidos por los seres humanos (en muchos países constituyen entre el 50-80% de la dieta poblacional), así pues, los carbohidratos que provienen del reino vegetal son más variados y abundantes que los del reino animal (Badui, 2006).

El valor nutritivo de las legumbres se debe especialmente a su aporte en carbohidratos (24-68%), siendo el almidón el polisacárido mayoritario (Salunkhe y Kadam, 1989; como se citó en Aguilera Gutiérrez, 2009). Por otra parte, el procesamiento térmico puede influir de manera importante en los carbohidratos, especialmente en lo que se refiere a la velocidad de digestión, al alcance de la digestión del almidón en el intestino delgado y al contenido y las propiedades funcionales de los distintos componentes de la fibra alimentaria (Aguilera Gutiérrez, 2009).

OLIGOSACÁRIDOS

Las legumbres son ricas en oligosacáridos de la familia de las rafinosas, específicamente en rafinosa, estaquiosa y verbascosa (en la figura 6 se presenta la estructura las estructuras químicas respectivamente) (Devindra et al., 2011). Los oligosacáridos de la familia de las rafinosas son galactooligosacáridos que pueden representar más del 50% de los azúcares solubles totales. Estos carbohidratos no pueden ser hidrolizados y absorbidos, ya que el intestino delgado humano no exhibe la actividad apropiada de α -galactosidasa (Adeleke et al., 2017). Por tanto, estos azúcares son digeridos por los microorganismos presentes en el intestino grueso.

Esto conduce a la formación de flatos porque la rafinosa es un azúcar no digerible y son fermentados anaeróbicamente por la flora intestinal. Esto provoca molestias, náuseas, ruidos abdominales y diarrea (Adeleke et al., 2017). Por lo tanto, estos oligosacáridos que son importantes para el rendimiento de las plantas pueden considerarse como agentes antinutricionales.

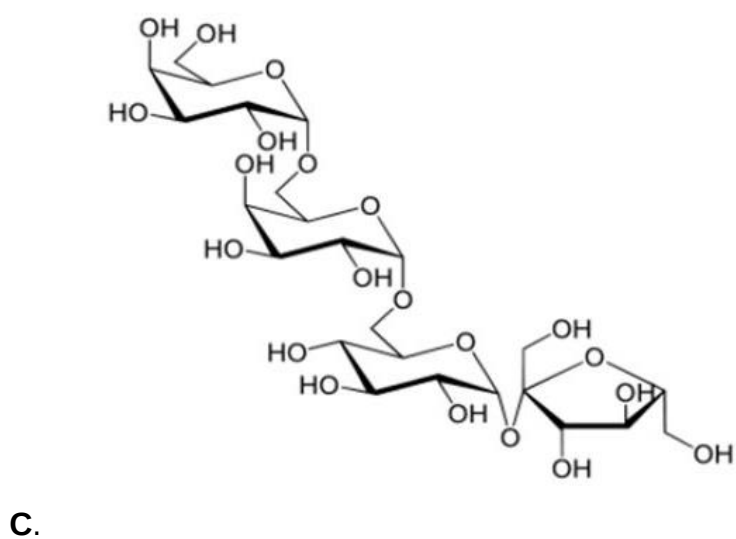
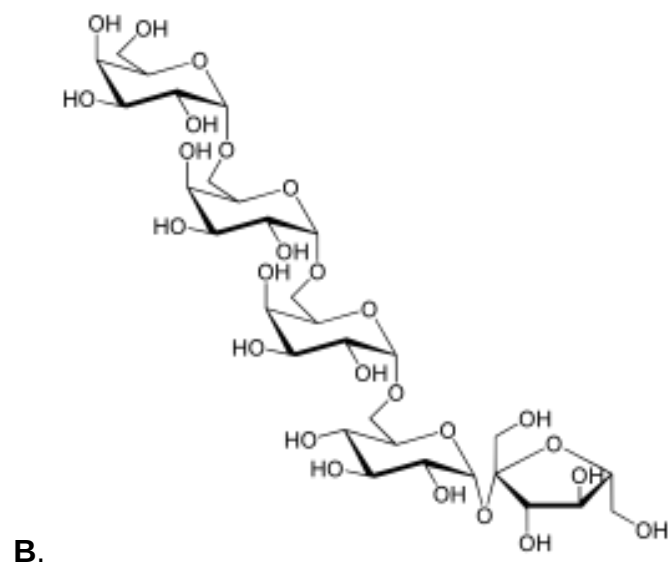
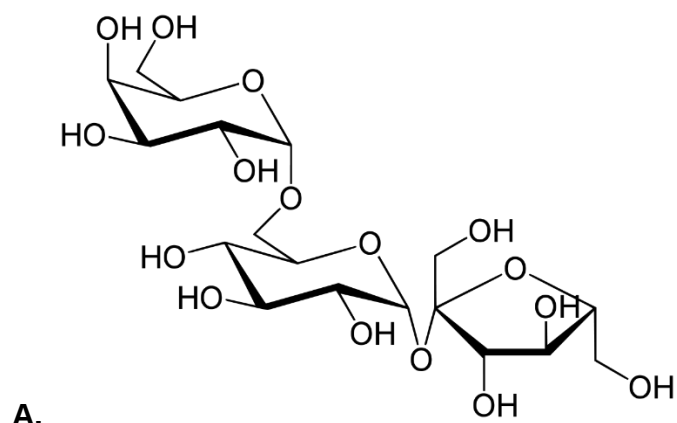


Figura 5. Estructura química de la a. rafinosa, b. verbascosa c. estaquiosa.

FIBRA

La fibra alimentaria o dietética es una mezcla compleja de carbohidratos que están asociados a otros componentes no-carbohidratos; esta corresponde a los carbohidratos de grado de polimerización ≥ 3 (donde se excluye a los mono- y disacáridos) resistentes a la digestión enzimática, los cuales no son absorbidos en el intestino delgado (Alimentarius, 2006). Los cereales, las legumbres, hortalizas, frutas y otras semillas son la mayor fuente alimentaria de fibra y de carbohidratos no digeribles (Aguilera Gutiérrez, 2009). En la tabla 1 se presenta los principales constituyentes de la fibra dietaria y en la tabla 2 se presenta la clasificación de la fibra en función de la fermentación.

La celulosa, la molécula más abundante en naturaleza, es la isómera beta del almidón; es un) polímero lineal de 1,4- β unidades de glucosa enlazadas.

Las hemicelulosas son aquellos polisacáridos de la pared celular solubilizado por hidróxido de sodio acuoso después de la eliminación de polisacáridos pécticos y solubles en agua, estos difieren de la celulosa en que son de menor tamaño, contienen una variedad de azúcares, y por lo general son ramificados. Las hemicelulosas se clasifican en base a el principal monómero de residuo de azúcar (Prosky et al., 1988).

Las hemicelulosas, especialmente la hexosa y componentes del ácido urónico, son algo más accesible a las enzimas bacterianas que la celulosa (Tunland & Meyer, 2006). Las sustancias pécticas son un grupo complejo de polisacáridos en los que el ácido D-galacturónico es un constituyente principal son los componentes estructurales de las paredes celulares de las plantas. La pectina es una cadena ramificada α -(1-4)-unidades de D-galacturónico. Muchas pectinas tienen azúcares neutros unidos covalentemente a ellos como cadenas, principalmente arabinosa y galactosa, y a en menor medida, xilosa, ramanosa y glucosa. La pectina es altamente soluble en agua y se metaboliza casi por completo en el colon (Caprita et al., 2010).

Las cantidades adecuadas de fibra dietética promueven una mejora salud gastrointestinal y reducción de la susceptibilidad a enfermedades del corazón, cáncer y diabetes. También el consumo de fibra se ha asociado con aumento de la saciedad y pérdida de peso. Los alimentos ricos en fibra, por su consistencia, estimulan la masticación y la secreción de jugos digestivos. La fibra dietética son las partes comestibles de las plantas o carbohidratos presentes en ellas, que son resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado humano con fermentación completa o parcial en el intestino grueso, hay tres impactos fisiológicos característicos e importantes: estreñimiento, mayor riesgo de enfermedad coronaria, y aumento de la fluctuación de la glucosa en sangre y la insulina (Caprita et al., 2010).

La ingesta de fibra a través del consumo de alimentos ricos en este componente de

la dieta, como las legumbres verduras, frutas, cereales integrales y frutos secos, se asocia con reducciones en el colesterol LDL en plasma, atenuando respuesta glucémica e insulínica, aumento del volumen de las heces, y mejorar la laxación.

Además, el consumo de fibra dietética reduce el riesgo de la mayoría de los principales problemas dietéticos: obesidad, enfermedad coronaria, diabetes, trastornos gastrointestinales, incluyendo estreñimiento, enfermedades inflamatorias del intestino como diverticulitis y colitis ulcerosa y cáncer de colon. La ingesta de fibra este asociado a un estilo de vida saludable (Gulati et al., 2020).

Tabla 1. *Constituyentes de la fibra dietaría.*

Fuente de fibra	Principales agrupaciones	Componentes de fibra
Polisacáridos sin almidón y oligosacáridos	Celulosa hemicelulosa polifruktosas Gomas y Mucílagos pectinas	Celulosa-Plantas (hortalizas, remolacha azucarera, varios salvados)
		Arabinogalactanos, β -glucanos, arabinoxilanos, glucuronoxilanos, xiloglucanos, galactomananos, sustancias pécticas Inulina, oligofruktanos polisacáridos de algas (alginatos, agar, carragenina), psyllium Frutas, verduras, legumbres, remolacha.
Análogos de carbohidratos	Almidones resistentes y maltodextrinas Síntesis química Síntesis enzimática	Varias plantas, como maíz, guisante, patata. Polidextrosa, lactulosa, derivados de la celulosa (MC,HPMC) fructooligosacáridos de cadena corta (FOS), transgalactooligosacáridos (TOS), leván, goma xantana, oligofruktosa, xilooligosacáridos (XOS), hidrolizado de guar, curdlan
Lignina	Lignina	plantas leñosas

Tomado y adaptado de (Gulati et al., 2020)

Tabla 2. *Clasificación de los componentes de la fibra en función de la fermentación.*

Fuente de fibra	Clasificación	Principales agrupaciones	Componentes de fibra
Fermentación parcial o baja	Insolubles	Celulosa hemicelulosa Lignina Cutina/suberina/otras ceras vegetales Quitina y quitosano, colágeno Almidones resistentes Curdlán	Plantas (verduras, remolacha azucarera, varios salvados) Granos de cereal plantas leñosas fibras vegetales Hongos, levaduras, invertebrados Plantas (maíz, patatas, cereales, legumbres, plátanos) Fermentación bacteriana
	Solubles		
Bien fermentado	Solubles	β -glucanos pectinas Cena inulina Oligosacáridos/análogos Origen animal	Granos (avena, cebada, centeno) Frutas, verduras, legumbres, remolacha azucarera, patata Plantas de semillas producidos sintéticamente. (polidextrosa, maltodextrina resistente, fructooligosacáridos, galactooligosacáridos, lactulosa)

Tomado y adaptado de (Gulati et al., 2020)

LÍPIDOS

Según Badui (2006), la palabra lípido proviene del griego *lipos* que significa grasa y cuya aplicación no ha sido bien establecida, originalmente se definía como “una sustancia insoluble en agua, pero soluble en disolventes orgánicos como cloroformo, hexano y éter de petróleo”, pero con esta consideración de solubilidad, existen muchos otros compuestos (terpenos, vitaminas y carotenoides) que también

están incluidos. Sin embargo, algunos autores consideran como lípidos sólo a aquellas moléculas que son derivados reales o potenciales de los ácidos grasos y sustancias relacionadas; según esta definición, los aceites y las grasas se consideran por antonomasia como lípidos. Por otra parte, los lípidos son nutrientes básicamente energéticos cuyo consumo excesivo puede ocasionar obesidad y se halla relacionado con la génesis de algunas enfermedades, principalmente, la arteriosclerosis y sus complicaciones (Cervera et al., 2004).

Los lípidos son un grupo de sustancias insolubles en agua, pero solubles en solventes orgánicos, que incluyen los triglicéridos, fosfolípidos y esteroides como se presenta en la tabla 3.

Tabla 3. *Clasificación de lípidos.*

triglicéridos (grasas y aceites)	• Glicerol • Ácidos grasos: ○ Saturados (AGS) ○ Monoinsaturados (AGM) ○ Poliinsaturados (AGP): ▪ AGP omega-3 (n-3) ▪ AGP omega-6 (n-6)
----------------------------------	--

Las grasas son mezclas de triglicéridos, formados por 3 moléculas de ácidos grasos y una de glicerol y las diferencias entre ellas dependen fundamentalmente de su diferente composición en ácidos grasos que se diferencian por el número de átomos de carbono y de dobles enlaces.

Hay tres tipos principales de ácidos grasos, en el que se encuentran los ácidos grasos saturados,

Ácidos grasos saturados: sólo tienen enlaces sencillos entre átomos de carbono adyacentes; no contienen dobles enlaces, lo que les confiere una gran estabilidad y la característica de ser sólidos a temperatura ambiente. Los ácidos grasos saturados predominan en los alimentos de origen animal, aunque también se encuentran en grandes cantidades en algunos alimentos de origen vegetal como los aceites de coco, palma y palmiste, también llamados aceites tropicales en la figura 7 se presenta las estructuras de dos ácidos presentes en alimentos de origen vegetal.

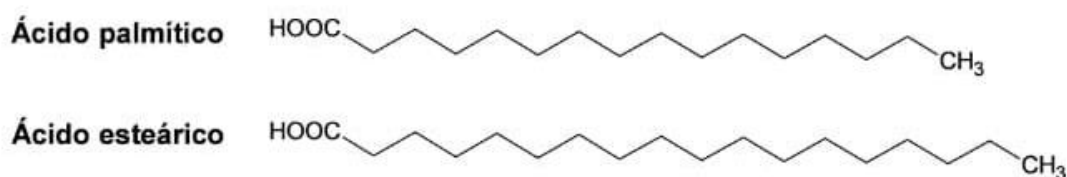


Figura 6. *Estructura de ácido palmítico y ácido esteárico.*

Ácidos grasos poliinsaturados: tienen dos o más dobles enlaces que pueden reaccionar con el oxígeno, aumentando la posibilidad de enranciamiento de la grasa. Los pescados y algunos alimentos de origen vegetal, como los aceites vegetales, líquidos a temperatura ambiente.

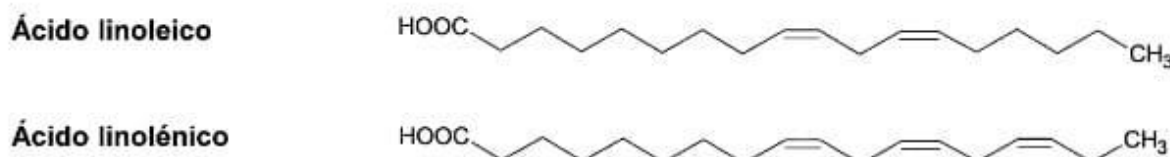


Figura 7. *Ácido linoleico y ácido linolénico.*

Ácidos grasos monoinsaturados: tienen un doble enlace en la molécula. Por ejemplo, el ácido oleico (C18:1).



Figura 8. *Estructura química ácido oleico*

En todos los alimentos hay mezclas de las tres familias, en los de origen vegetal predominan las grasas insaturadas y en los de origen animal las saturadas, según su grado de saturación, se han relacionado -positiva y negativamente- con las enfermedades cardiovasculares, algunos tipos de cáncer y otras enfermedades crónicas.

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LAS LEGUMBRES

Aguilera Gutiérrez (2009) expresa que el valor nutritivo de las legumbres se debe esencialmente a su contenido proteico y a su fuente importante de carbohidratos complejos. Por otro lado, en un estudio realizado por Zulet y Martínez (2001) expresan que las legumbres presentan un bajo contenido en lípidos (excepto en el caso de semillas oleaginosas), estando mayoritariamente constituidos por ácidos grasos poliinsaturados. A pesar de que contienen innumerables propiedades nutritivas muy positivas, las legumbres presentan una serie de compuestos antinutritivos que influyen negativamente en la calidad nutricional. Sin embargo, la composición de las legumbres varía considerablemente entre las distintas especies, e incluso entre variedades dentro de una misma especie (McCance y Winddson, 1992; citado por (Aguilera, 2009)).

Teniendo en cuenta lo anterior, en la tabla 4 se presenta la composición nutricional

de la lenteja, sachá Inchi, garbanzo, arveja y chachafruto.

Tabla 4. *Composición nutricional de (g/100) de las legumbres estudiadas como materia prima.*

Legumbres	Proteínas	Lípidos	Carbohidratos	Humedad	Fibra	Fuente
Lenteja	23.20	1.10	61.00	12.40	4.00	Machuca & Meyhuay (2017)
Sachá Inchi	28.52	54.80	17.70	6.37	2.60	Hazen & Sidewessand (1980) y Ayala (2016)
Garbanzo	20.00	3.40	48.60	11.50	15.00	Peralta & Veas (2014)
Arveja	23.90	0.80	54.00	12.40	6.50	García (2017)
Chachafruto	20.00	0.10	13.30	60.47	5.13	Delgado & Albarracín (2012)

De acuerdo con la tabla 4, se pueden realizar algunas comparaciones entre la composición nutricional de las legumbres estudiadas, el contenido de proteína, es aproximadamente similar, siendo el de mayor porcentaje el sachá inchi; el contenido de lípidos de las legumbres es muy bajo para la lenteja, el garbanzo, arveja y chachafruto y muy alto para el sachá inchi. Lo anterior indica que esta legumbre puede ser útil para la extracción de aceites de origen vegetal o para la obtención de una harina rica en ácidos grasos. El contenido de carbohidratos más alto lo presenta la arveja y el más bajo es el chachafruto, mientras que el mayor contenido de fibra lo tiene el garbanzo. Los anteriores datos permiten establecer las posibles aplicaciones de estas legumbres en productos alimentarios como la obtención de harinas con alto contenido de proteína, alto contenido de fibra o bajo contenido de ácidos grasos, según los requerimientos nutricionales de la población a la que está destinada o el tipo de producto en el que estas materias primas se deseen usar.

LENTEJA

Según la NTC 937 (2004) se denomina lenteja a todos los granos procedentes de la especie *Lens Sculenta*, Moench. La lenteja es una planta herbácea anual que tiene entre 15 a 75 cm de altura y diversas variedades, según su fecha de siembra la cosecha puede tardar entre 6 a 8 meses. El fruto es una vaina de apertura espontánea, el cual contienen dos semillas biconvexas lisas en forma de lente, su diámetro y color varía dependiendo de la variedad de la planta, el tegumento es resistente, permeable y los cotiledones poseen gran cantidad de sustancias de reservas (Kay, 1999).

Esta legumbre es de gran valor nutritivo debido a su alto contenido de proteínas (25.80%) y bajo contenido de grasas (1.06%) (Gómez Pallarés et al., 2007). La lenteja es una fuente importante de nutrientes con alto contenido de carbohidratos,

de hierro, fosfato, magnesio, potasio, calcio, zinc y selenio, además, aporta vitaminas del grupo B y cantidades apreciables de ácido fólico (Zucconi, 2011) lo que la torna en un alimento demasiado popular debido, entre otras cosas, a su reducido precio en comparación con otras legumbres.

SACHA INCHI

El Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*), es conocido como “mani de los incas” o “mani de la montaña”. Esta es una planta nativa de la selva tropical peruana que crece en una altitud entre 200 a 1500 msnm (Liu et al., 2014) y se encuentra en la Amazonía boliviana, brasileña y colombiana. En esta última su cultivo se desarrolla en las regiones de Putumayo, Caquetá y Antioquia (Sanchez Sanchez, 2012) Según la caracterización química de esta semilla tiene alto contenido de proteína 33% y aceite 49%(Liu et al., 2014).

El sachu inchi contiene ácido graso linoleico (32% - 37%) y alfa-linolénico (42-48%) que no son sintetizables por el organismo humano (Pacuar et al., 2015). A su vez, las semillas son una excelente fuente de compuestos bioactivos, como: fitosteroles, cam-pestrol, estigmasterol y β -sitosterol(Chirinos et al., 2013). A partir de los datos registrados sobre su información nutricional, los autores Báez y Borja (2013) han indicado que esta planta puede ser considerada como un nuevo cultivo potencial en algunas regiones de América del Sur; debido a su alto porcentaje de aceite, y un contenido de 27% de proteína, rica en cisteína, tirosina, treonina y triptófano

GARBANZO

El garbanzo (*Cicer arietinum*) es una leguminosa, cuya presencia se desarrolla de forma amplia en la India y en la zona del Mediterráneo, siendo una planta herbácea, cuya altura es de, aproximadamente, 50 centímetros de altura, y cuyas flores (blancas o violetas) cuentan con una vaina de la que se extraen entre dos y tres semillas como máximo(Lázaro & Sotelo, 2017). Por su amplia versatilidad gastronómica y calidad nutricional son bastante apreciados en aspectos nutricionales. Estas semillas robustas y sustanciales parecen avellanas sin cáscara y presentan un sabor a nuez que se integra a su textura cremosa, en la cocina mediterránea y de medio oriente, son preferidos en recetas como el falafel, el hummus o el paté de garbanzo(FAO, 2016).

ARVEJA

Se les denomina arveja a los granos procedentes de la especie *Pisum Sativum L*, perteneciente a la familia de las legumbres y no contiene más de 13,0% de humedad (Base húmeda) en su composición nutricional. Esta legumbre es conocida como guisante, chícharo o arbeyu según su procedencia(791, 2004).

En los últimos años, se ha renovado mundialmente el interés en el uso de la arveja (*Pisum sativum*) en productos con valor agregado. Dicha legumbre resulta interesante desde el punto de vista nutricional por su contenido de hidratos de

carbono complejos, fibra dietaria, minerales, vitaminas, compuestos antioxidantes y proteínas(Urbano et al., 2005). Este último componente es bastante conocido en la arveja ya que cuenta con un alto promedio de proteína cruda (22,6 % sobre una base del 90 % de materia seca)

La arveja se produce en forma extensiva con destino a la industria como grano seco para la elaboración, principalmente, de sopas y harinas, también es un importante componente en los concentrados para la alimentación animal, especialmente de aves y cerdos (Infoagro, 2012; citado de Ramirez Miranda, 2015).

CHACHAFRUTO

El Chachafruto (*Erythrina edulis*) es una de las especies más versátiles de las *Erythrina*, Barrera (2002) expresa que tiene un 23% de proteína, además de aminoácidos esenciales con características similares a las del huevo. Parte de su versatilidad se basa en que, al ser mezclado con otros ingredientes como el maíz, se torna en un alimento potencialmente nutritivo. Entre sus diversos usos destacan: la alimentación humana y animal a partir de su semilla y forraje, respectivamente; la recuperación de suelos degradados porque tiene una alta capacidad para fijar nitrógeno (Arango et al., 2012) y sus usos en la medicina dadas sus propiedades diuréticas(Sostenible, 2003).

El chachafruto es considerado un árbol multipropósito asociado a la seguridad alimentaria, también puede usarse como acompañante para el cultivo del café; Se usa actualmente en Colombia para "bancos de proteínas" pues produce 80 toneladas de forraje proteico por hectárea (23% de proteínas). La semilla de chachafruto contiene un 23% de proteína y un aminograma comparable al del huevo y superior al del frijol y la arveja(Barrera Marín, 2002).

FACTORES ANTINUTRICIONALES

Las legumbres poseen un alto contenido de componentes nutricionales importantes como proteínas, ácidos grasos poliinsaturados, minerales y fibras, sin embargo, en la composición también se encuentran sustancias antinutricionales que disminuyen su digestibilidad y limitan su interés nutricional, entre los componentes antinutricionales que se encuentran en las legumbres están los taninos, el ácido fítico, oligosacáridos, lipoxigenasas, hemaglutininas, inhibidores de proteasas, las lectinas y los glicósidos cianogénicos y en termoestables; como los α -galactósidos, fitatos, taninos condensados y saponinas(Aguilera Gutiérrez, 2009).

TANINOS

Los taninos son compuestos que se encuentran principalmente en las cubiertas de las legumbres (Gupta, 1987), son compuestos poliméricos solubles en agua, están unidos a proteínas, celulosa y pectinas, con los que forman complejos insolubles. La función de estos compuestos en las legumbres es proteger los granos contra el

ataque de insectos, pájaros y hongos (Emire & Rakshit, 2007), el contenido de taninos en la legumbres es variable y depende de las condiciones climáticas y del tipo de especie, los taninos disminuyen la utilización de proteínas, e inhiben la actividad enzimática de las enzimas digestivas y provoca una disminución de las cualidades nutricionales de la legumbres (Badui, 2006), la estructura de la legumbres se presenta en la figura 10.

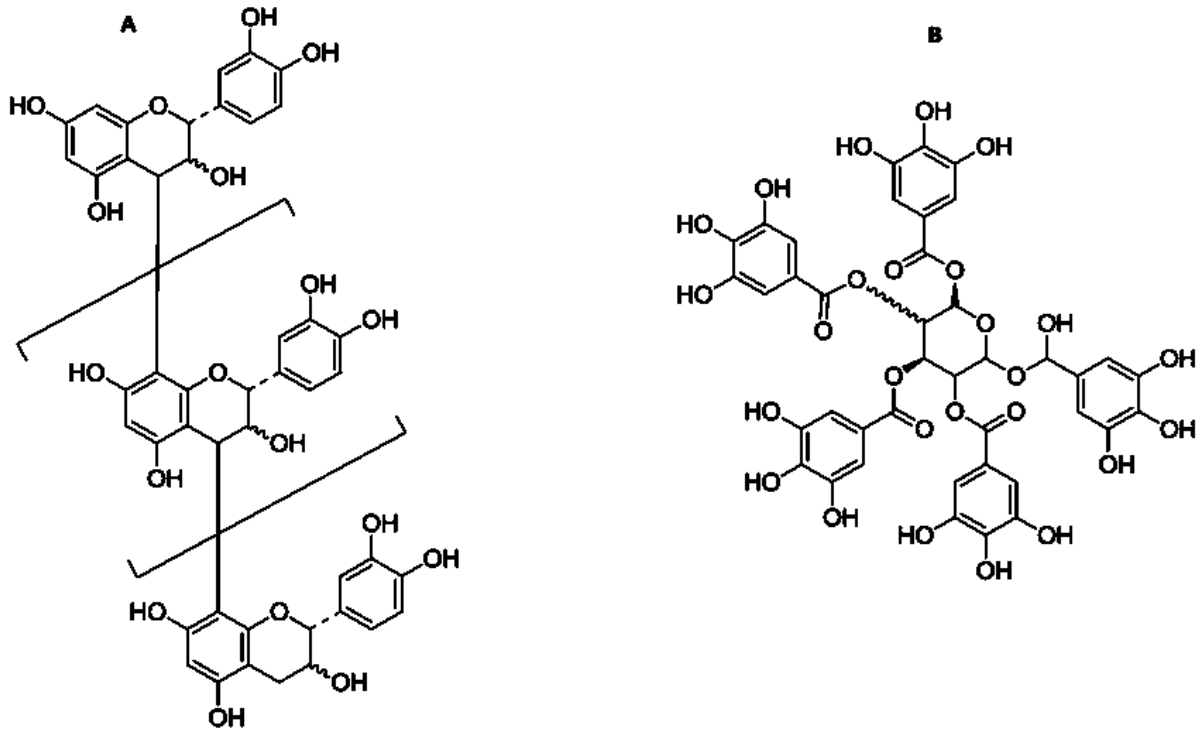


Figura 9. Estructura química de tanino condensado en una legumbre.

ACIDO FITICO

Las legumbres contienen ácido fítico entre el 0,4 % y el 6,4 %, p/p. El ácido fítico es la forma más importante de almacenamiento de fosfato en la mayoría de las semillas. En legumbres, el ácido fítico se encuentra asociado con las proteínas e interfiere con la acción de la pepsina en varias proteínas vegetales y animales en estudios *in vitro* (Sarwar Gilani et al., 2012). Su acción antiproteolítica probablemente va a través de la interacción fitato:proteína que forma complejos a pH ácido (Selle et al., 2000). Se ha demostrado que el ácido fítico inhibe la actividad de la tripsina e inhibe significativamente (hasta un 25 %) (Batista et al., 2010) la digestión *in vitro* de la caseína. La estructura del ácido fítico se presenta en la figura 10.

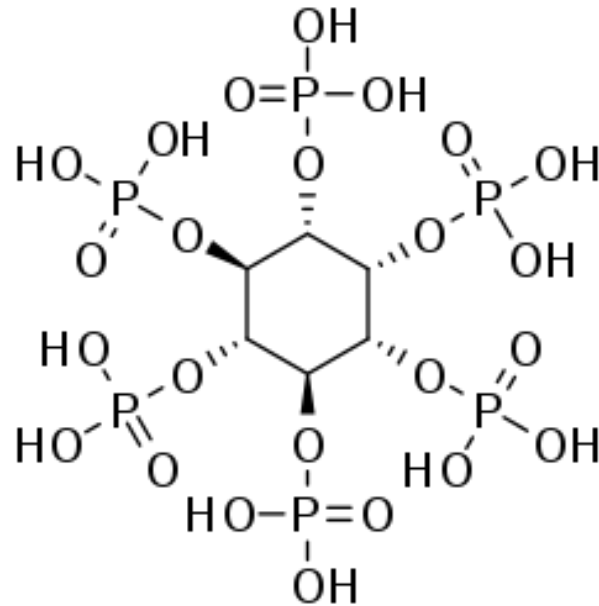


Figura 10. Estructura química del ácido fólico

HEMAGLUTININAS

Las hemaglutininas son proteínas pertenecientes a la familia de las lectinas, estas sustancias pueden representar una fracción importante de las proteínas de las legumbres. Estas proteínas se unen a restos de carbohidratos que pueden estar presentes en las membranas celulares y pueden inducir la aglutinación celular (He et al., 2018). Las fitohemaglutininas son estructuras tetraméricas que asocian dos tipos de cadenas polipeptídicas denominadas PHA-E y PHA-L. Estos péptidos se unen preferentemente a los eritrocitos y los leucocitos, respectivamente. Por lo tanto, se pueden formar aleatoriamente cinco posibles isolectinas tetraméricas de aproximadamente 120 kDa (Kumar et al., 2014).

Las lectinas son resistentes al calor y a las enzimas digestivas, y también pueden unirse a la superficie de los enterocitos. Este fenómeno puede provocar reacciones tóxicas debido a los cambios en la permeabilidad intestinal. Se demostró que el PHA puede unirse fuertemente a la membrana del borde en cepillo del intestino delgado, además, altas dosis de lectinas en la dieta también inducen el desarrollo anormal de microvellosidades intestinales en ratas (Ménard et al., 2010). Este efecto suele provocar la muerte necrótica de las células heridas. La biodisponibilidad sanguínea de las lectinas es pobre en situación normal, pero puede aumentar cuando la barrera intestinal está alterada (Miyake et al., 2007).

LIPOXIGENASAS

Las lipoxigenasas son enzimas que contienen hierro (Lenis et al., 2010). Estas enzimas catalizan la desoxigenación de los AGPI de ácidos grasos poliinsaturados en agentes de señalización celular utilizados como moléculas de señalización autocrinas, paracrinas o endocrinas. Su importancia no está relacionada con su

concentración, y ahora se sabe que los efectos celulares son cruciales. Las enzimas lipoxigenasas (LOX) juegan un papel en el desarrollo de sabores desagradables en alimentos que contienen legumbres por oxidación de ácidos grasos poliinsaturados (Mai et al., 2014). La acción de la lipoxigenasa es, por tanto, perjudicial para la palatabilidad de las legumbres ricas en ácidos grasos y, por lo tanto, estas enzimas pueden considerarse como factores antinutricionales.

SAPONINAS

Las saponinas son una clase de glucósidos que se encuentran en las plantas. Algunas sustancias son la aglicona esteroideal o triterpénica unida a una, dos o tres cadenas de sacáridos. Las cadenas de carbohidratos pueden variar en tamaño y complejidad a través de enlaces éster y/o éter. Los azúcares más comunes ligados al resto de sapogenina son galactosa, arabinosa, xilosa y glucosa. Las saponinas tienen propiedades anfifílicas gracias a las características lipofílicas y lipofóbicas de la parte de aglicona y carbohidrato respectivamente (Bennetau-Pelissero, 2019). Las saponinas se encuentran en las legumbres y los contenidos de saponina varían entre el 0,5 % y el 5 % del peso seco.

Se ha demostrado que las saponinas inhiben el transporte de galactosa mediado por transportadores, y algunas saponinas pueden aumentar la permeabilidad de las células de la mucosa del intestino delgado, facilitando la absorción de sustancias a las que el intestino normalmente sería impermeable (el-Adawy, 2002).

CAPITULO II

USOS DE LAS LEGUMBRES

Teniendo en cuenta las materias primas y algunos de sus componentes nutricionales, es preciso decir que su uso se expresa en diferentes productos de la industria de alimentos; destacan la elaboración de sopas, ensaladas, proteínas texturizadas y harinas, en cuyo proceso se procura conservar la mayor parte de las características nutricionales que ya se han descrito en las páginas anteriores. De dichos usos, esta investigación prioriza la elaboración de harinas a partir de las legumbres.

HARINAS

A partir de la molienda y el tamizado de cereales, semillas, plantas y algunas legumbres, se obtiene el producto conocido bajo el nombre de harinas; a partir de ellas, se elaboran diversos productos, presentes en diferentes campos de la industria, de los que este estudio asume el de los alimentos en general, considerando la clasificación entre harinas convencionales y no convencionales (Hernández González & Zapata Narváez, 2008).

La harina se puede obtener de distintos cereales. La más habitual es la harina de trigo, también se produce harina de centeno, de cebada, de avena y existen otros tipos de harinas obtenidas de otros alimentos como leguminosas (garbanzos, lentejas, soja, etc.) (Sifre Maria Dolores, 2019)

TRATAMIENTO DE LA HARINA

Después de la molienda, se lleva a cabo es el blanqueamiento de la harina. La harina blanca es la más utilizada tanto en el ámbito industrial para la panificación como para el uso doméstico. Esta operación simple, se hace mediante peróxidos, gases o cloro y consiste en la decoloración de los pigmentos naturales de la harina. Posteriormente la harina se almacena y empieza la etapa de maduración. Este proceso puede acelerarse con agentes oxidantes y su finalidad es tratar de mejorar la calidad del producto, sobre todo del que va destinado a la panificación. Si se observa que la harina no tiene alguna de sus propiedades más importantes, pueden añadirse alfa-amilasas para mejorar el volumen o la rigidez. También es habitual el enriquecimiento de vitaminas como la tiamina o la niacina, sal y minerales que normalmente suelen perderse durante la molienda. Según el alimento que se vaya a elaborar con harina, su composición varía para poder mejorar la calidad (GIMFERRER, 2009):

- Harina para pan: se escoge en función de las proteínas y se seleccionan las harinas ricas en cantidad y calidad proteica.
- Harina para galletas: normalmente se escogen harinas con una moderada cantidad de proteínas ya que no es necesaria tanta elasticidad como en el

pan.

- Harina de uso casero: se utilizan normalmente para la elaboración de tartas o galletas. Es necesario que contenga un bajo contenido proteico.
- Harina para repostería: se necesitan harinas que mantengan una estructura esponjosa, es decir, que tengan los granos de almidón inflados de manera uniforme y en la molienda no deben haberse lesionado demasiado.
- Harina para sopas: se utilizan harinas de trigo tratado con vapor en el que se le han desactivado las enzimas (GIMFERRER, 2009).

HARINAS CONVENCIONALES

Las harinas convencionales son obtenidas a partir de diferentes fuentes: trigo, derivados del maíz, soya y almidón de papa (Liu, Stieger, Linden, y Velde, 2016; Utrilla Coello et al., 2014; Delgado, 2014; R. Santos et al., 2000; como se citó en(Guevara Núñez, 2021).

La molienda tiene como finalidad básica la obtención de harina a partir de los granos para la fabricación de pan, pastas alimenticias, galletas etc (Dini et al., 2012).

Los pasos que se siguen para obtener la harina son:

1. Limpieza preliminar de los granos, mediante corrientes de aire que separan el polvo, la paja y los granos vacíos.
2. Selección de los granos, mediante cilindros cribados que separan los granos por su tamaño y forma.
3. Despuntado y descascarillado, en esta fase se eliminan el embrión y las cubiertas del grano.
4. Cepillado de la superficie de los granos, para que queden totalmente limpios.
5. Molturación, finalmente se pasa a la molienda por medio de unos rodillos metálicos de superficies ásperas o lisas, que van triturando el grano obteniendo la harina.

La harina se obtiene de la molienda de los granos a través de molinos de rodillos. En este proceso, primero se separa el salvado del grano y el germen del espodermo y luego se reduce este último hasta obtener la harina. El objetivo de la molienda es maximizar el rendimiento de la harina con el mínimo contenido de salvado (Nkama & Bulus Filli, 2006). El proceso de molienda consiste en dos etapas la de ruptura y la de reducción, la molienda se realiza de forma gradual, para obtener en cada etapa una parte de harina y otra de partículas de mayor tamaño. Entre cada fase de molienda el producto molido es cribado y a continuación la harina es purificada (Tas

& Shah, 2021).

1. Trituración: El grano de trigo después de haber sido limpiado y acondicionado, se pasa por el primer juego de rodillos para ser triturado.
2. Cribado: La función del cernido o cribado es la de separar el producto en las tres fracciones principales: salvado, sémola y germen.
3. Purificación: Posterior a la trituración se realiza la eliminación de salvado y clasificación de las sémolas por grosor a través de tamices y purificadores.
4. Reducción: El objetivo de la reducción es moler las sémolas y semolinas purificadas convertidas en harina. Se reducen las partículas de sémola hasta una finura de harina además elimina algunas partículas de salvado y germen que pueden quedar, esta operación se realiza con un cernido. Este proceso se realiza varias veces hasta que queda eliminada la mayor parte de semolina extraíble.

HARINAS NO CONVENCIONALES

Hablar de harinas “no convencionales” es referirse a aquellas que son obtenidas de fuentes diferentes y poco explotadas; una de las características de dichas harinas es que son introducidas a una matriz alimentaria con el fin de enriquecer o mejorar la calidad del producto elaborado, brindando beneficios que no se obtienen con la adición de harina de uso convencional(Guevara Núñez, 2021).

De acuerdo con las afirmaciones de diferentes autores citados por Guevara Núñez(2021), dichas harinas pueden provenir de diversas fuentes, ya sean de origen vegetal como: zapallo, aislado de proteína de guisante o de arroz, quinua o teff, cáscara de uva, de zanahoria o de remolacha, también se obtienen de hongos como seta Enoki (*Flammulina Velutipes*), de insectos como larvas de gusano o pupas de gusano de seda (*Bombyx Mori*) y de legumbres como arvejas, lentejas, garbanzos, entre otros.

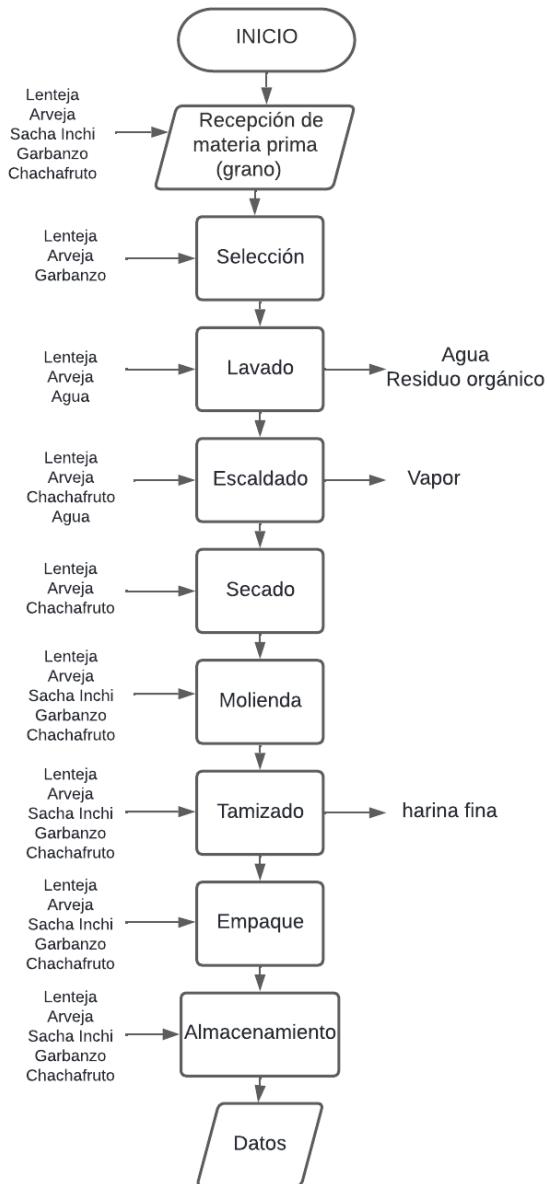
HARINAS DE LEGUMBRES

En la actualidad, las harinas de las legumbres han cobrado importancia, debido a que son utilizadas ampliamente en la industria alimentaria, de diversas maneras, entre ellas aportando a la caracterización nutricional contenido proteico o mejorando sus propiedades organolépticas. Estas se definen como polvos obtenidos directamente de la molienda de los granos, que en algunos casos antes de dicho proceso pueden ser escaldados (para inactivar enzimas indeseables) o son sometidos a remojo y cocción (para eliminar buena parte de las sustancias antinutritivas presentes en las legumbres). Posteriormente, los granos son secados, para luego ser molidos. Una vez terminado este proceso, los polvos obtenidos son tamizados para desechar partículas no deseables o de tamaño diferente(Torres et al., 2014). Las legumbres que pueden ser utilizadas en alimentación humana y

animal revisten una especial importancia nutritiva y económica debido a su presencia en la alimentación de millones de personas de todo el mundo (FAO, 2015)

A continuación, se describen los diferentes procesos para la obtención de harinas no convencionales a partir de diferentes legumbres y posteriormente se definen cada proceso.

Figura 11. *Procesos de elaboración de diferentes harinas no convencionales.*



Fuente: Lenteja (Machuca & Meyhuay, 2017) ;Sacha Inchi (Vásquez, 2017); Garbanzo (Lázaro & Sotelo, 2017); Arveja (Terán, 2018); Chachafruto (Acero, 2002)

DESCRIPTIVO DE PROCESO:

De la tabla anterior, se realiza la descripción de cada una de las etapas de forma general que son utilizadas en el proceso de elaboración de cada una de estas harinas.

1. Recepción: Se recibe la materia prima dispuesta a procesarse.
2. Selección: En esta etapa se eliminan las impurezas que acompañan a los granos, tales como residuos vegetales, partículas extrañas, piedras, pajas, granos picados o dañados.
3. Lavado: En esta etapa se realiza la eliminación del material extraño por medio de agua y algún insumo de lavado (jabón o desinfectante) esto con el fin de lograr una reducción de la carga microbiana con la que ingresa el grano.
4. Secado: Los granos se depositan sobre bandejas del horno secador, a temperatura y tiempo que se especifican de acuerdo a su uso.
5. Molienda: en este proceso se realiza la reducción de tamaño de partícula por la aplicación de fuerzas de impacto, compresión y abrasión, usando un molino.
6. Tamizado: En esta operación se separan las partículas gruesas y semi gruesas que se restan de la cantidad de harina que se va a emplear, mediante esta operación se eliminan las partículas gruesas que disminuyen la calidad de la harina obtenida. Esta operación se realiza con el fin de obtener la granulometría deseada.
7. Empaque: En esta etapa se deposita el producto obtenido en empaques aptos para sus características, principalmente con barrera a la humedad.
8. Almacenamiento: En esta etapa se realiza el almacenamiento de los productos terminados a condiciones específicas, en espacios sin humedad o poca iluminación para prologar su vida útil y dar un uso previsto.

Las operaciones descritas anteriormente son las operaciones generales, para algunas de las harinas no convencionales. Sin embargo, se resalta la importancia del contenido nutricional presente en cada uno de estos productos

HARINA DE LENTEJA

CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL:

La tabla 6 muestra la caracterización fisicoquímica de la harina de lenteja, de acuerdo con sus diferentes métodos de obtención.

Tabla 5. *Caracterización fisicoquímica (en porcentaje) de la harina de lenteja obtenida por diferentes métodos.*

Estudio/investigación	Método de obtención	Proteínas	Lípidos	Carbohidratos	Humedad	Fibra	Fuente
Efecto de la utilización de harina de <i>lens culinaris</i> como extensor en las características físicas y aceptabilidad de una salchicha.	Secado por incubadora y molienda	35.89	1.25	53.47	6.38	11.82	Torres Gonzáles et al, (2016)
Evaluación nutricional de galletas dulces con sustitución parcial por harina de arroz (<i>oryza sativa</i>) y harina de lenteja (<i>lens culinaris</i>).	Remojo, escaldado al vapor, secado y molienda	23.27	1.29	67.05	-	6.11	Machuca y Meyhuay(2017),
Desarrollo y evaluación sensorial de galletitas de jengibre con sustitución parcial de harina de trigo por harina de arroz y lenteja (gallentinas).	Secado y molienda	30.45	-	-	-	-	Cutullé et al (2012)
Utilización de la harina de lenteja de agua, <i>lemna sp. (lemnaceae)</i> en la alimentación de alevinos de paco,	Secado en sol y molienda	38	3.2	40.4	5.7	10.5	Machuca y Mejía (2009)

<i>piaractus brachypomus</i> y <i>pacotana</i> (p. <i>Brachypomus x colossoma macropomum</i>), criados en jaulas.							
Desarrollo de una galleta libre de compuestos alérgenos a base de granos y cereales no tradicionales ecuatorianos.	Secado y molienda	24.3	1.6	40.5	-	17	Vanegas y Remache (2016)
Elaboración de pan sin gluten en base a harinas de arroz (<i>oryza sativa</i>), soya (<i>glycine max</i>) y lenteja malteada (<i>lens culinaris</i>), diseño y evaluación de un fermentador industrial.	Secado y molienda	23.4	1.6	-	8.8		
	Germinado, secado y molienda	25.77	1.49	-	10.61	-	Esquivel y Cayro, (2018)

En la tabla 6 se observa que las variaciones de los porcentajes de proteína, correspondientes a los procesos de obtención de la harina de lenteja, en los métodos de extracción que correspondían al secado y posterior molienda, no presentan una variación significativa; sin embargo, el estudio realizado por Machuca y Meyhuay(2017), donde se realizaron diferentes tratamientos a la materia primera antes de ser sometida al proceso de secado, los resultados entre estudios indican contenido de proteínas similares.

Torres et al(2014) reportan los porcentajes de la composición bromatológica de la harina de lenteja y los comparan con otras legumbres usadas en la elaboración de productos cárnicos. En ese caso se evidenció que el contenido de proteína de la harina de lenteja (35,89%) no presentó diferencias significativas respecto a la comparación realizada con la harina de soya (34,81%). Así mismo, se confrontó el contenido de lípidos reportados en otros estudios y se observó variabilidad de los valores reportados en los diferentes tipos de harinas respecto a la de lenteja, esto debido a que las harinas reportadas de los otros productos mencionados fueron desengrasadas durante su elaboración según lo reportado por sus respectivos autores, concluyendo así que dichos resultados pueden incentivar la utilización de la harina de lenteja en productos alimenticios de consumo masivo bajos en grasa.

Asimismo, Esquivel y Cayro (2018) compararon los resultados del análisis fisicoquímico de la harina de lenteja cruda y germinada y observaron que los valores reportados para la harina de lenteja germinada fueron mayores con respecto a la harina sin tratamiento. Los autores explican que cuando un grano es germinado, este duplica su valor nutricional debido a que La germinación es un proceso que involucra cambios en la actividad enzimática de los granos y ruptura de macromoléculas, los cuales disminuyen los factores antinutricionales e incrementan la síntesis de otros constituyentes(Torres et al., 2018). Con respecto al análisis fisicoquímico se encontró que el contenido de humedad reportado para la harina de lenteja germinada (10.61%) se encuentra dentro del rango permitido para harina de trigo según el (152-1985, 1985)En cuanto al contenido de proteína (25.77%), la diferencia entre la harina de lenteja germinada y la no germinada se debe a diversos factores como el grado de madurez, las condiciones de crecimiento y proceso, además, el aumento de este porcentaje puede estar asociado a la síntesis de proteínas enzimáticas durante la inhibición o un cambio en la composición después de la degradación de los componentes.

Finalmente, el estudio anterior compara los resultados obtenidos respecto al porcentaje de lípidos (<2%) y se encontró varios estudios consultados por el autor afirmaban que la germinación reduce significativamente los lípidos de las semillas, esto ocurre debido a que dicho componente es usado como principal fuente de carbono para el crecimiento de la semilla, además, los ácidos grasos se oxidan formando dióxido de carbono y agua generando así energía durante la germinación (Esquivel & Cayro, 2018)

HARINA DE SACHA INCHI

CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL

La tabla 7 presenta el contenido nutricional de la harina de sachá inchi de acuerdo con los diferentes métodos de obtención.

Tabla 6. *Contenido nutricional de la harina de Sacha Inchi (por cada 100 gramos de peso neto) obtenida a partir de diferentes métodos*

Estudio/investigación	Método de obtención	Proteínas	Lípidos	Carbohidratos	Humedad	Fibra	Fuente
Elaboración de galletas con harina de arrozillo (<i>oryza sativa</i>) y harina de sachá inchi (<i>plukenetia volubilis</i> L.), como sustitutos parciales en su formulación	Extracción de aceite, secado y molienda.	49,68	40,54	1,05	-	4,78	Cruz y Mendoza (2015)
Utilización de harina <i>plukenetia volubilis</i> (sachá inchi) para la elaboración de chorizo especial.	Secado y molienda	42,19	6,24	-	6,31	8,81	Quito(2017)
Formulación de una colada empleando harina de sachá inchi (<i>plukenetia volubilis</i> L.) Proveniente del proceso de obtención de aceite.	Extracción de aceite, secado y molienda.	62,00	4,60	22,90	-	4,10	Vásquez et al (2017)
Elaboración de barra energética funcional con harina desengrasada de sachá inchi (<i>plukenetia volubilis</i>) y jarabe de yacón (<i>smallanthus sonchifolius</i>)	Extracción de aceite, secado y molienda.	59,00	7,80	23,90	-	4,50	Gaspar y quintana(2017)
Desarrollo de galletas empleando harina de sachá inchi (<i>plukenetia volubilis</i> L.) Obtenida de la torta residual.	Extracción de aceite, secado y molienda.	64,13	4,19	16,43	5,717	4,145	Vásquez et al (2017)
Elaboración de pan labranza utilizando harina de torta de sachá inchi (<i>plukenetia</i>	Extracción de aceite, secado y molienda.	33,89	23,36	34,23	-	3,91	Zavaleta(2013)

volubilis) como sustitución parcial de harina de trigo (*triticum aestivum*) y evaluación de su calidad.

Obtención y caracterización de un aislado proteico a partir de la torta desengrasada de sachá inchi (<i>plukenetia volubilis</i> L.)	Extracción de aceite, secado y molienda.	54,15	6,35	25,11	8,89	-	Pezo(2018)
Pan de molde enriquecido con torta extruida de sachá inchi (<i>plukenetia volubilis</i> L.): química, reología, textura y aceptabilidad.	Extracción de aceite, secado y molienda.	55,71	4,79	21,47	5,6	6,6	Rodríguez et al (2018)

Herrera (2013) menciona que la harina de Sacha Inchi cuenta con la ventaja de ser baja en materia grasa y contenido calórico. Es altamente proteico, siendo además un producto natural, el cual no contiene aditivos, preservantes ni estabilizantes. Además, la harina de Sacha Inchi presenta una composición proteica de alta calidad y de fácil digestión para niños y adultos. También, menciona que este producto tiene una funcionalidad que le permite el enriquecimiento de una serie de alimentos o suplementos dietéticos, además es necesario resaltar que 46% de la grasa total es Omega 3 y por ser de origen vegetal, no contiene colesterol.

Fanali y otros (2011), encontraron que la harina de sachá inchi después de la extracción del aceite tenía 27 g de proteína / kg de harina, también indicaron que el contenido de carbohidratos dentro de la harina de sachá inchi no es demasiado alto, ya que el grano de sachá inchi tiene una composición alta en grasas y proteínas. Por otra parte, el contenido de grasa del sachá inchi fue bastante bajo debido al proceso de prensado y extracción del aceite. Por lo tanto, la sachá inchi se puede considerarse como una materia prima adecuada para la producción de concentrados de proteínas debido a su composición.

Cruz et al(2015) mencionan que actualmente se están formulando mezclas nutritivas de Sacha Inchi con maíz amarillo duro, arroz, plátano, yuca, harinas para fideos y leche y derivados lácteos para consumo humano.

HARINA DE GARBANZO**CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL**

La tabla 8 presenta el contenido nutricional de la harina de garbanzo de acuerdo con los diferentes métodos de obtención.

Tabla 7. *Contenido nutricional de la harina de garbanzo (por cada 100 gramos de peso neto) obtenida a partir de diferentes métodos.*

Estudio/investigación	Método de obtención	Proteínas	Lípidos	Carbohidratos	Humedad	Fibra	Fuente
Garbanzo: usos alternativos para generar valor agregado al descarte.	Secado, molienda y tamizaje	13.00	4.70	67.20	-	3.30	(Peralta & Veas, 2014)
Caracterización fisicoquímica de harinas y su utilización en un pan libre de gluten.	Cocción, secado y molienda.	19.10	6.45	-	8.30	-	(Armas, 2018)
Optimización por diseño de mezcla de un snack de grits de maíz amarillo (zea mays), harina de quinua (chenopodium quinoa) y harina de garbanzo (cicer arietinum) obtenido mediante extrusión.	Molienda y tamizaje	11.11	6.28	60.68	10.09	10.37	(Lázaro & Sotelo, 2017)
Friction and compression characteristics of chickpea flour and components.	Molienda y tamizaje	26.30	6.00	-	10.60	11.00	(Emami, 2008)

Galletas con incorporación de harina de garbanzo (cicer arietinum l), harina de linaza (linum usitatissimum l.), y reemplazo parcial de la materia grasa por inulina	Cocción, secado y molienda.	16.88	6.92	-	9.12	1.83	(Fernández, 2012)
--	-----------------------------------	-------	------	---	------	------	----------------------

En la tabla 8 se observa que la harina de garbanzo tiene alto contenido de carbohidratos y proteína con porcentajes entre 60.68% - 67.20% y 11.11% - 26.3% respectivamente. Según Peralta y Veas(2014) este producto es una fuente importante de proteínas, carbohidratos y fibra, el componente principal de la semilla de garbanzo es el almidón ya que constituye del 30% al 50% de la misma. Por otra parte, Aguilar y Vélez (2013) afirma que alrededor del 22% se constituye de proteínas y 3% de fibra.

La harina de garbanzo es rica en proteínas consideradas como las de mayor valor biológico entre las que poseen las legumbres, además, contiene fibra, minerales (cobre, magnesio, hierro y zinc) y vitaminas (B, C, A, E, K). En ese sentido, dado su elevado valor nutritivo este producto es un excelente complemento de los cereales(Lázaro & Sotelo, 2017). La harina de garbanzo presenta mayor contenido de grasa que otras legumbres, su concentración total de lípidos oscila entre 3.0 – 8.5 %(Aguilar & Vélez, 2013). Este es un campo de estudio novedoso debido a la disponibilidad de las proteínas del garbanzo y su potencial uso como fortificador de alimentos (Miao et al., 2009; Gonzáles(2012)).

La harina de garbanzo posee una cantidad considerable de fibra dietética. Herrera et al.(1998), analizaron granos cocidos de legumbres, que fueron secados (como fue la manera en que se elaboró la harina de esta leguminosa) y encontraron valores de fibra dietética total entre 16,1 y 27g/100g para arvejas y porotos negros.

Adicional a esto, Fernández (2012) en su estudio comentó que la harina de garbanzo presentó mayor contribución con respecto al color amarillo (b*) al ser comparada con otras harinas (trigo y linaza), esto debido a la presencia de carotenos en su composición.

En un estudio realizado por Mohammed, et al.(2012), se elaboró harina de garbanzo la cual fue comparada con harina de trigo y con diferentes niveles de mezcla de ambas. Se presentaron diferentes resultados del farinógrafo para la harina de garbanzo, entre ellos se encuentra la buena consistencia de la masa, absorción de agua mayor que para la harina de trigo 100%, el tiempo de desarrollo y la estabilidad de la masa elevadas y grado de reblandecimiento menor. La estabilidad indica la tolerancia a la fermentación que posee una harina cuando esta se humedece y amasa.

También, se encontró que la composición proximal varió entre la harina de trigo, así como harina de garbanzo. El contenido de proteína, grasa y cenizas en la harina de garbanzos (25.5 ± 1.05 , 5.0 ± 0.18 y 2.8 ± 0.07 g/100 g, respectivamente) fue mayor que la registrada en la harina de trigo (11.9 ± 0.56 , 1.8 ± 0.32 y 0.40 ± 0.03 g/100 g, respectivamente). Sin embargo, el almidón se detectó en la harina de trigo (63.5 ± 0.61 g/100 g) a un nivel más alto que el encontrado en harina de garbanzo (51.2 ± 0.26 g/100 g).

El alto contenido de proteína, carbohidratos y la capacidad emulsificante de esta harina la convierte en un producto con amplio uso en la industria de los alimentos, haciendo de ella una harina apta para la elaboración de productos de panificación (Peralta & Veas, 2014).

HARINA DE ARVEJA

CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL

A partir de la descripción de las fases y procesos para la elaboración de la harina de arveja, se hace necesario considerar el contenido nutricional de dicho producto, atendiendo a las especificidades que establecen los estudios desde los que se realiza la presente investigación. Dicho contenido se presenta la tabla 8 referenciando las fuentes de las que se obtuvo cada información.

Tabla 8. *Contenido nutricional de la harina de arveja (por cada 100 gramos de peso neto) obtenida a partir de diferentes métodos*

Estudio/investigación	Método de obtención	Proteínas	Lípidos	Carbohidratos	Humedad	Fibra	Fuente
Comparación de la caracterización nutricional de las harinas de arveja fresca, escaldada y germinada.	Secado, molienda y tamizaje	23,39	2,71	66,96	8,80	1,70	Plúas y Valdiviez (2017)
Obtención de concentrados proteicos de la harina de arveja (<i>pisum sativum</i>) y determinación de su actividad antioxidante por el método del ácido tiobarbitúrico (tba).	Escaldado, secado y molienda	14,94	1,16	-	4,52	2,53	Vallejos (2018)

Panificación con harina de arvejas (<i>pisum sativum</i>) previamente sometidas a inactivación enzimática.	Escaldado, secado y molienda	21,40	2,12	-	10,50	-	Alasino et al (2008)
Evaluación de harina de arveja (<i>pisum sativum</i> L.) Variedad sureña como sustituta parcial en panificación.	Escaldado, secado y molienda	22,44	1,74	-	11,02	-	Cerón et al (2016)
Elaboración de sopa deshidratada a partir de germinado y hojas de quinua (<i>chenopodium quinoa</i> , willd) y arveja (<i>pisum sativum</i>).	Escaldado, secado y molienda	19,00	2,50	-	10,50	3,50	Ramirez (2015)
Caracterización físico químico de la harina de arveja (<i>pisum sativum</i>) para su uso en panificación.	Escaldado, secado y molienda	25,26	2,34	-	-	27,9	Terán (2018)
Dry peas, lentils, chickpeas	Secado y molienda	23,5	2,2	65		25,5	Northernpulse (2011)

En la tabla 9 se observa que el contenido de carbohidratos y proteínas es superior para este producto. Terán (2018) compara la harina de arveja con la harina de trigo y muestra que la harina de arveja presenta un incremento del 14.76% más de proteína en comparación con la de trigo, además, resalta que al realizar la prueba de carbohidratos totales, la harina de trigo fue mayor por 6,56 g en comparación con la de arveja.

Por otro lado, el aporte energético de la harina de arveja 353 kcal/100 g Este contenido calórico es debido principalmente a la presencia de hidratos de carbono, proteína.(Asociaciones Americanas del Frijol, 2021).

La harina cruda de arveja contiene 22,8 al 24,6 % de proteína, la harina precocinada de arveja presenta un contenido entre el 18,7 - 23,5 % de proteínas, esta varía según su proceso de elaboración. Según las características genéticas el contenido proteico de las arvejas varía de 15,5 al 39,7 %. Las proteínas de semillas de legumbres son ricas en lisina y suplementan muy bien a las proteínas de los cereales, estos últimos presentan deficiencia en este aminoácido esencial, sin embargo, son ricos en metionina, compuesto que carece en el contenido nutricional de las legumbres(Castro Contreras, 2015).

La arveja es una legumbre interesante desde el punto de vista nutricional por su contenido de proteínas, hidratos de carbono complejos, fibra dietaria, minerales, vitaminas y compuestos antioxidantes. La harina de arveja es una fuente relativamente barata de proteínas y es fácil de producir siendo además un producto que no está muy explotado en el mercado (Davidsson L, 2001;85: 59-63.).

La arveja tiene un alto contenido de proteínas y ha sido sugerida como una fuente alternativa de proteínas, sobre todo en circunstancias donde la soja no se puede usar por intolerancias o reacciones alérgicas. Por otro lado, las legumbres son deficientes en metionina, al contrario de los cereales (Alasino Alasino, 2008). Estas carencias se pueden superar realizando mezclas apropiadas con productos de legumbres, a fin de aumentar la calidad proteica de los productos panificados. Así por ejemplo al combinar harina de trigo con harina de arveja se logra complementar sus aminoácidos y además se obtiene un alimento más rico en fibras (J., 1998.) .

Uno de los inconvenientes que presenta el uso de harina de arveja en panificación es la presencia de la lipoxigenasa activa, enzima implicada en la aparición de olores y sabores desagradables, degradación de pigmentos y destrucción de ácidos grasos esenciales. Por lo tanto, en la arveja como en otros vegetales, la lipoxigenasa debe inactivarse mediante un calentamiento, que puede ser el de escaldado, ya que de otra manera su acción provoca la formación de muchos derivados carbonílicos que imparten aromas desagradables en el almacenamiento. La severidad del proceso de escaldado debe ser limitada a fin de mantener el color, la textura, el sabor y aroma genuinos, así como la calidad nutricional (Williams DC, 1986;40: 130-140.).

HARINA DE CHACHAFRUTO

CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL

Tabla 9. *Contenido nutricional de la harina de chachafruto (por cada 100 gramos de peso neto) obtenida a partir de diferentes métodos.*

Estudio/investigación	Método de obtención	Proteína s	Lípidos	Carbohidrato s	Humedad	Fibra	Fuente
Obtención y Caracterización fisicoquímica y funcional de la harina integral de <i>Erythrina Edulis</i> (chachafruto) para su aplicación como alimento nutricional, diseño preliminar de la planta de producción.	Pelado, triturado, secado, molienda y tamizaje.	21,65	1,69	53,92	10,21	6,34	(Molano, 2005)

Evaluación de la harina de chachafruto como ingrediente para la elaboración de un producto de panadería libre de gluten	Escaldado, pelado, triturado, secado, molienda y tamizaje.	11,90	0,42	80,26	8,17	0,96	(Silva, 2020)
Evaluación nutricional de harina proteica de <i>Erythrina Edulis</i> .	Pelado, triturado, escaldado, secado, molienda, y tamizaje.	25,90	1,50	54,70	14,60	-	(D'Amore, 2016)
Evaluación de harinas de Chachafruto (<i>Erythrina edulis</i>) y Quinoa (<i>Chenopodium Quinoa W</i>) como extensores en el proceso de elaboración de salchichas tipo Frankfurt.	Pelado, triturado, secado, molienda y tamizaje.	22,81	0,70	74,23	9,00	-	(Delgado, 2014),
Obtención de un extracto proteico a partir de harina de chachafruto (<i>Erythrina edulis</i>)	Pelado, triturado, secado, molienda y tamizaje.	18,40	-	-	8,37	-	(Bedoya et al, 2012)
Aceptabilidad del pajuro (<i>Erythrina edulis</i>) en preparaciones culinarias para el consumo humano por profesionales de alimentos.	Pelado, escaldado, triturado, secado, molienda y tamizaje.	18,00	3,10	66,60	9,40	-	(Alarcón y Tarazona, 2016)

En la tabla 10 se observa que las harinas de chachafruto contienen más del 50% de su composición nutricional en carbohidratos. Su contenido de proteína se encuentra sobre aproximadamente 20% y, finalmente, el contenido de humedad es del 10%. Según la literatura, el chachafruto presenta un 51-52% de carbohidratos y 21-25% de proteína en su composición nutricional como grano entero. Este producto es considerado como una legumbre con muchas cualidades nutricionales principalmente en la semilla seca

Delgado y Albarracín (2012) demuestran que la harina de la leguminosa chachafruto presento un porcentaje para proteína del 22,82% siendo este valor mayor que el reportado para harina de quinua y trigo.

D'Amore (2016) analizó la harina proveniente de dos variedades de *Erythrina Edulis* (Rojo y Amarillo) y encontró que la humedad de la harina del morfotipo rojo resulto significativamente mayor que la harina del morfotipo amarillo. Además, la harina proveniente de la muestra de *Erythrina Edulis* rojo aporta más ceniza, grasa cruda y proteínas que el amarillo, mientras que la deficiencia de este último en los macronutrientes nombrados se ve compensada por una mayor cantidad de

carbohidratos y almidón.

En un estudio reportado por Arango et al. (2012) comenta que la harina de chachafruto obtenida de la molienda presento un 18,4% de proteína en base seca, el autor compara dicho resultado con el reportado por Barrera (2002) debido a que es último autor reporta un porcentaje de proteína del 23% para la harina de chachafruto y comenta que la diferencia en el porcentaje puede atribuirse a muchos factores tales como el método de extracción usado, el contenido de humedad de la harina o las condiciones agronómicas del cultivo. Sin embargo, reporta que el resultado de su investigación coincide con lo reportado por Pérez y otros (1979) quienes mencionan que el contenido de proteína de la harina de este alimento se encuentra en un rango de 18-21%, valores similares reportados en la tabla 16

CAPITULO III

APLICACIONES DE LAS HARINAS NO CONVENCIONALES CON ALTO CONTENIDO PROTEÍCO ELABORADAS A PARTIR DE LEGUMBRES

Las harinas no convencionales han sido usadas a lo largo de la historia de forma artesanal, debido a que las legumbres tienen mayor contenido de proteína que los cereales, pero disponen de un conjunto incompleto de aminoácidos limitantes, por lo que en ocasiones conviene combinarlas con el arroz y otros cereales, que poseen en gran medida(FAO, 2016)

Por lo cual, las harinas provenientes de materias primas no convencionales como las legumbres han desencadenado un gran número de aplicaciones en la industria de los alimentos, sirviendo como mejoradores en la industria cárnica (sustitutos o complementos de la proteína animal), en fórmulas infantiles (Arenaza, 1993)y también para mejorar la textura de los productos de panadería y pastas o en el procesamiento de quesos (El-Sayed, 1997).

Por ejemplo, las proteínas de legumbres se han visto asociadas a la reducción del riesgo cardiovascular, como es el caso de la soya(Anderson & Major, 2002), a un efecto anti carcinogénico como consecuencia de la presencia de lecitinas e inhibidores de proteasa en distintas legumbres (Clemente y col., 2004), a la prevención de obesidad y diabetes debido a la acción del inhibidor de -amilasa (Naito et al., 2010) y Muri y col., 2004).

Por lo tanto, las proteínas de las legumbres pueden tener un papel muy destacado en la industria alimentaria tanto en alimentos procesados como en la elaboración de nuevos productos texturizados destinados al consumo humano. En la tabla 8 se presentan las diferentes aplicaciones que pueden tener las harinas no convencionales en la elaboración de diferentes productos.

Tabla 10. *Aplicaciones de harinas no convencionales en la elaboración de diferentes productos para el consumo humano.*

TIPO DE HARINA	APLICACIÓN/PRODUCTOS	RESULTADO	REFERENCIA
Harina de lenteja	Panificación	Galletería	Aumento del contenido protéico, buena aceptación. (Cutullé et al., 2012)
		Hojuelas	Se evidenció que el valor de fibra y proteínas fue mucho mayor que el obtenido en los productos derivados de cereales, la formulación obtenida fue la correcta y con buena aceptación. (Lara, 2013)
		Galletería	Se presentó una mejor composición nutricional con respecto a la galleta control obteniendo valores de humedad 3.41%, proteínas 11.38%, grasa 31.70%, fibra 1.31%, ceniza 1.04%, carbohidratos 62.79%. (Machuca & Meyhuay, 2017)
		Galletería	La galleta obtenida cumplió con los requisitos bromatológicos y microbiológicos requeridos por la norma, el análisis de composición nutricional permitió conocer nutricionalmente el producto y se estimó el costo de fabricación. (Vanegas & Remache, 2016)
		Pan	El producto obtenido se catalogó como altamente nutritivo con propiedades que ayudan a la digestibilidad del organismo. (Esquivel & Cayro, 2018)
	Cárnicos	Salchichas	La harina influyó positivamente en la aceptabilidad de las salchichas y fue favorable en todos los parámetros de textura, lo cual fue similar a lo obtenido en salchichas comerciales. (Torres et al., 2014)
		Hamburguesa de ternera Hamburguesa de cerdo	Aumento de dureza, gomosidad, disminución del contenido de cenizas y porcentaje de contracción Diminución de reducción de diámetro y líquidos expresables, aumento de retención de aceite y agua. (Motamedi et al., 2015) (Argel et al., 2020)
Harina de sachá inchi	Panificación	Galletería	Aumento en el porcentaje de proteína del alimento, aceptación de las características organolépticas y sensoriales del producto. (Cruz et al., 2015)
		Pan	Mejoramiento nutricional de la masa panaria, calidad microbiológica dentro de los estándares permitidos por las normas nacionales. (Zavaleta, 2013)
	Barra energética funcional		Alto contenido de carbohidratos convirtiéndose en un producto energético, alto contenido de proteína, (Gaspar & Quintana, 2017)

		omega 3, 6 y 9 siendo un alimento funcional benéfico para la salud		
Bebidas	Colada	Aceptación sensorial, buena calidad microbiológica, aumento en el porcentaje de proteína del producto.	(Vásquez Osorio et al., 2017)	
Aislado protéico		Aumento en el porcentaje de proteína del producto, las propiedades funcionales presentaron porcentajes adecuados.	(Pezo, 2018)	
Cárnicos	Chorizo	Aumento en el contenido de proteína, aceptación de las características sensoriales del producto, disminución del contenido de microorganismos, aumento en el costo de producción del alimento.	(Quito, 2017)	
Harina de garbanzo	Cárnicos	Hamburguesa de Búfala	Aumento de propiedades organolépticas, porcentaje y proteína y rendimiento, disminución de la humedad y absorción de grasa.	(Modi et al., 2003)
	Plásticos	Plásticos biodegradables	Excelentes propiedades mecánicas y menor absorción de agua. Se sugiere un nuevo avance en la producción de materiales plásticos.	(Salmoral et al., 2000)
		Galletería	Galletas crackers con buen color, aroma y textura crujiente siendo la harina de garbanzo la que exhibe las características físicas y nutricionales más similares a los presentes en el mercado y su contenido de hierro es superior a los productos comerciales.	(Han et al., 2009)
	Panificación	Tortas	Textura firme, gomosa y menos cohesiva. Aumento del contenido de proteína.	(Gómez et al., 2008)
		Pan tostado	Aumento de la fibra alimentaria, proteína y contenido de almidón resistente. Producto con bajo índice glicémico, ideal para personas diabéticas, aumento de la estabilidad y tolerancia de la masa	(Ultrilla et al., 2007)
	Harina de arveja	Sopa deshidratada		Aumento en el porcentaje de proteína del alimento, aumento en la digestibilidad y alta aceptación en la población infantil de 10-13 años.
Concentrado protéico		Mayor rendimiento protéico y aumento en la actividad antioxidante	(Vallejos, 2018)	
Cárnicos		Salchicha tipo vienesa	No se presentaron cambios en las características organolépticas de producto (color, apariencia, textura y sabor), los análisis microbiológicos reportaron mínimas concentraciones de microorganismos, los costos de producción fueron mínimos.	(Asqui & Hernán, 2004)
		Medallones de carne	Valores bajos de jugosidad, cohesividad, masticabilidad y resiliencia.	(Argel et al., 2020)

Harina de chachafruto	Panificación	Pan	Disminución del volumen, alta dureza y fracturabilidad en la corteza, coloración oscura en la corteza.	(C et al., 2016)
		Cupcake	producto nutricional y funcional debido al aporte protéico y la presencia de fibra, hierro y aminoácidos.	(Guevara, 2016)
		Pasta	Aumento de la dureza, cohesión y elasticidad respecto a la pasta común.	(Petitot et al., 2009)
	Extracto protéico		Aumento en el porcentaje de proteína y humedad.	(Bedoya et al., 2012)
	Cárnicos	Salchichas tipo Frankfurt	Puede ser usada como extensor cárnico en cantidades no mayores a 3% y 6% respectivamente sin generar efectos negativos sobre la calidad y aceptabilidad del producto.	(Delgado, 2014)
		Pasta	Mezcla de harina pre-cocida de chachafruto con sémola de trigo para la elaboración de una pasta alimentaria con adición de sabores a pollo para brindar alimentos con valor agregado.	(Castañeda, 2010)
		Panes, postres, dulces	Aumento en el nivel nutricional y mejora en la aceptación del producto	(Zavaleta et al., 2010)
	Panificación	Pan libre de gluten	Las galletas presentaron características tecnológicas similares a las galletas de harina de trigo en cuanto a color y textura aportando un aumento en el valor nutricional, para mejorar la alimentación de las personas.	(Silva Gama, 2020)
		Muffins	La formulación de 70% chachafruto y 30% cañihua presenta la mejor estructura de miga.	(Crisóstomo et al., 2015)
	Lácteos	Queso	Aumento en el contenido de proteína y aceptación de las personas que han descartado el consumo de productos lácteos.	(Vargas, 2014)
	Bebida fermentada		Estabilidad frente a factores de tiempo y temperatura, aceptación sensorial del producto, Aumento en el contenido de proteína y otras características fisicoquímicas propias del alimento.	(Espitia et al., 2018)

De la tabla 10, se puede observar que hay diversidad de harinas no convencionales usadas para la elaboración de productos cárnicos como extensores o sustancias de relleno. En el caso de los extensores, son productos con alto valor proteico (Vera, 2010) y su fin es sustituir una porción de la carne empleada en el producto (Santos et al, 2000). Por otro lado, las sustancias de relleno sirven como ligantes que sólo ocupan un lugar en la matriz cárnica (Hernández y Ceballos, 2013). Sin embargo, no tienen un aporte proteico y funcional que permita considerar que cumplen la función de extensores cárnicos (Santos et al, 2000).

A partir de la información anterior y como se ha mencionado en la tabla 17, el chachafruto entre otras legumbres posee diferentes aplicaciones que pueden ser de uso humano. el Tiempo (2003) menciona el desarrollo de un producto con similitud a una papa frita denominada Chachafruta. Este producto tenía como principal componente el chachafruto y, entre sus características, se encontró un aumento en el contenido de proteína y aceptación sensorial del producto terminado. Así mismo, según el Boletín del consumidor (2009), este alimento puede ser usado para producir arequipe, combinándolo con diferentes ingredientes. Además, la harina de chachafruto tiene características especiales que sirven como extensores cárnicos para la elaboración de productos derivados de estos. Castañeda (2010) evalúa la harina de chachafruto y quinua como extensores en la elaboración de salchichas tipo Frankfurt. En este estudio se observa que los componentes nutricionales del chachafruto y la quinua poseen características en porcentajes similares a la proteína animal. El autor concluye, finalmente, que es posible usar la harina generada del chachafruto y en este caso, la quinua como extensor en la fabricación de salchichas tipo Frankfurt.

En una investigación realizada por López Ariza(2016), se resalta la idea de negocio Mr. Balú que surge a partir de la combinación de cultivos de flores exóticas como el chachafruto. La elaboración de dicho producto consistió en tomar los frutos del árbol de chachafruto y transformarlos en harina para ser usada como alimento humano en forma de batidos, cremas, sopas o espesantes para tortas. Este producto cuenta con registro sanitario del INVIMA (RSAD05121012) y sellos de aprobación (USDA Organic, EU CERTIFIED).

Por otra parte, el chachafruto y sus derivados se utilizan en la alimentación humana de diferentes formas; productos de panadería, uso industrial, transformación en 18 tipos de harinas, alimento concentrado para alimentación de animales, alimento forrajero para caballos, cabras, conejos, cerdos, entre otros. No obstante, estos usos se dan gracias a su valor nutricional que incluso es comparado con algunas legumbres(Inciarte et al., 2015).

De igual forma, se observa que los productos derivados de la harina de garbanzo se destacan como alimentos habituales en la alimentación de países como India, no sólo por su riqueza nutricional sino también porque se considera un sustituto de la harina de trigo especialmente para la población intolerante al gluten debido a que la

harina de garbanzo no presenta dicho componente(Aguilera Gutiérrez, 2009). La adición de este tipo de harinas para complementar formulaciones a base de trigo es novedosa, debido a su aporte de aminoácidos esenciales además de aportar mejoras en las características organolépticas, color, sabor y olor y conservándose fresco durante más tiempo (Moros, 2006)

La adición de harina de garbanzo provoca un aumento en la fibra alimentaria, proteína y contenido de almidón resistente, dando lugar a un producto con un índice glucémico bajo, ideal para la mejora del control de glucosa en personas con diabetes. (Ultrilla et al., 2007)

Por otra parte, de este mismo producto se pueden derivar muchas aplicaciones como adición de harina de garbanzo para preparación de espaguetis elaborados a partir de amaranto, donde su objetivo principal es conseguir una mejora en la calidad nutricional y en las características tecnológicas de la pasta adicionando harinas de legumbres en la elaboración de espagueti. Como resultado, se obtuvo un alimento con mayor resistencia a la cocción y menos pegajoso debido al elevado contenido de proteínas que presentan los garbanzos, además de tener una menor susceptibilidad a la rotura (Chillo et al., 2008).

Machuca y Meyhuay(2017) comparan la caracterización químico-proximal de una galleta con sustitución optima de harina de arroz y lenteja y una a base de harina de trigo, los resultados de esta investigación arrojaron que para la harina de arroz y lenteja los porcentajes de proteína y carbohidratos eran considerablemente mayores con respecto a la muestra patrón (galleta a base de harina de trigo), por el contrario, el contenido de grasa y ceniza se reporta menor en comparación con la muestra patrón.

CONCLUSIONES

Las nuevas fuentes de alimentación se han considerado como una alternativa para mejorar la salud del ser humano y activar la economía de muchos sectores agroindustriales. Es por esto que pensar en alimentos que suplan necesidades del ser humano y que provengan de materias primas que, aunque son comunes en la alimentación diaria, se consideran no convencionales en muchas otras preparaciones como el caso de las harinas de legumbres.

La tendencia por buscar alternativas de alimentación se vio reflejada en la cantidad de artículos publicados en los últimos 11 años, además, la mayoría de publicaciones han sido de países donde la fuente principal de su dieta se basa en legumbres debido a sus costumbres, creencias o economía. Además, esta revisión bibliográfica sirve como fuente de información para futuras líneas de investigación, donde se pueda aprovechar los diferentes usos de las harinas no convencionales y el beneficio para la industria de los alimentos y consumidores.

A partir de la recopilación de información, se realizó una categorización del porcentaje de proteína reportado para cada uno de los estudios de harinas no

convencionales provenientes de legumbres analizados en esta investigación, así pues, se evidenció que la harina de sachu inchi demuestra ser un producto con alto contenido proteico (entre el 45-55% de su composición total), carbohidratos (20-30%) y lípidos (10-12%), además de ser potencialmente nutricional debido a su contenido de aminoácidos esenciales que se encuentran en el rango recomendado por la FAO/OMS a excepción de los aminoácidos de lisina y leucina, carentes en la mayoría de legumbres. De esta forma, la harina de sachu inchi puede ser usada como una alternativa para la alimentación, en reemplazo de productos que comúnmente se preparan con harinas comunes. Esta harina puede ser aplicada en la fabricación de pan, sopas, pastas, fideos, galletas y alimentos para niños.

Desarrollar productos sin gluten es una alternativa que se ha hecho importante en los últimos años, debido a la gran cantidad de población que se identifica con enfermedades celíacas, así pues, los productos a base de legumbres (Garbanzos, lentejas, arvejas, entre otros) son una alternativa primordial para potenciar su gran perfil nutricional. De ello se obtienen productos con excelentes características organolépticas como color, aroma, textura, nutricionales como proteína, carbohidratos, lípidos, fibra, entre otros. Dichas características hacen que el producto resultante sea similar a los presentes en el mercado.

El propósito de disminuir costos de producción en la formulación de muchos productos (alimentos cárnicos, panificación, repostería, galletería, pasta, bebidas, sopas instantáneas, entre otras), se han introducido muchos alimentos con el fin de sustituir parcial o totalmente una materia prima de dicha formulación que puede llegar a ser costosa o no apta para toda la población que consume el producto y así ofrecer un aporte nutricional y en muchas ocasiones funcional adecuado para la alimentación humana, como es el caso de las harinas estudiadas en esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA

(s.f.).

Acero Duarte, L. E. (2002). *Guía para el cultivo y aprovechamiento del chachafruto o balú: Erythrina edulis (Triana ex Micheli)* (2 ed., Vol. 105). (C. A. Bello, Ed.) Bogotá, Colombia.

Aguilar, V. G., & Vélez, J. (2013). Propiedades nutricionales y funcionales del garbanzo (*Cicer arietinum* L.). *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 7(2), 25-34.

Aguilera Gutiérrez, Y. (2009). *Harinas de leguminosas deshidratadas: Caracterización Nutricional y Valoración de sus Propiedades Tecno-Funcionales*. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Química Agrícola, Madrid.

Alarcón, T., & Tarazona, P. (2016). *Aceptabilidad del pajuro (Erythrina edulis) en preparaciones culinarias para el consumo humano por profesionales de alimentos*. Universidad Peruana Unión, Lima, Perú.

Anchundia, M. A., Pérez, E., & Torres, F. (2019). Composición química, perfil de aminoácidos y contenido de vitaminas de harinas de batata tratadas térmicamente. *Revista chilena de nutrición*(46), 137-143.

Arango, O., Bolaños, V., Ricaute, D., Caicedo, M., & Guerrero, Y. (2012). Obtención de un

- extracto proteico a partir de harina de chachafruto (*Erythrina edulis*). *Revista Universidad y Salud*, 14(2), 161 - 167.
- Asociaciones Americanas del Frijol, L. A. (2021). *Alimentación con énfasis*. Obtenido de <http://www.alimentacion.enfasis.com/articulos/79299-leguminosas-la-salud-nutricion-e-innovacion-alimentaria>
- Ayala Martinez, G. A. (2016). *Análisis de crecimiento y produccion de tres variedades de sachu inchi (Plukenetia Volubilis L.) en el municipio de Tena Cundinamarca*. Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A., Facultad de Ingeniería, Bogotá.
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos* (Cuarta edición ed.). (E. Q. Duarte, Ed.) México: Person Educación de México.
- Báez, L., & Borja, A. (2013). *Elaboración de una barra energética a base de sachu inchi (Plukenetia Volubilis) como fuente de omega 3 y 6*. Tesis para optar por el título de ingeniero de alimentos, Universidad Nacional de San Francisco de Quito, Quito - Ecuador.
- Barrera Marín, N. (2002). *Origen e historia del chachafruto en Colombia. Erythrina edulis Triana ex Micheli*. Palmira, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12324/11485>
- Benjumea, M. V., Estrada, A., & Álvarez, M. C. (2006). Dualidad de malnutrición en el hogar antioqueño (Colombia): bajo peso en los menores de 19 años y exceso de peso en los adultos. *Revista Chilena*, 33(1), 32-42.
- Berna, P. (1995). *Obtención de las harinas a partir de germinados de cañihua (Chenopodium pallidicaule) y lenteja (Lens Culinaris)*. Tesis, Universidad Nacional Agraria, Lima - Perú.
- Biocomercio Sostenible. (2003). Estudio de mercado a nivel nacional de productos derivados del chachafruto (*Erythrina edulis*). *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*, 79.
- Castillo, J., Belmar, R., & Tejos, W. (2016). Contribución de las leguminosas en la agroecología y alimentación animal en la región peninsular maya de México. *Revista de Agroecología*, 32(2). Retrieved from <http://www.agriculturesnetwork.org/wp-content/uploads/2016/12/vol3>
- Castro Contreras, G. A. (2015). *Evaluación de harinas de arveja (Pisum sativum L.) de tres cultivares*.
- Cervera, P., Clapés, J., & Rigolfas, R. (2004). *Alimentación y dietoterapia* (4 ed.). Madrid, España: McGraw -Hill - Interamericana de España, S. A. U.
- Chirinos, R., Pedreschi, R., Dominguez, G., & Campos, D. (2013). Comparison of the physico-chemical and phytochemical characteristics of the oil of two Plukenetia species. *Food Chemistry*, 173, 1203-1206. doi:10.1016/j.foodchem.2014.10.120
- Codex Alimentarius. (2006). *Report of the 27th Session of the Codex Committee*. Bonn, Alemania.
- Cruz, C., Mendoza, D., & Silvo, J. (2015). *Elaboración de galletas con harina de arrozillo (Oryza Sativa) y harina de sachu inchi (Plukenetia Volubilis L.), como sustitutos parciales en su formulación*. TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS, Arequipa - Perú.
- D'Amore, C. (2016). *Evaluación nutricional de harina proteica de Erythrina edulis*. Trabajo de grado para optar por el título de Licenciado en Química, Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- Delgado C., N., & Albarracín H., W. (2012). *Microestructura y propiedades funcionales de harinas de quinua y chachafruto: potenciales extensores cárnicos*. Artículo, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Espitia Vaca, A. V., Martinez Cruz, M. A., & Martinez Vaca, J. D. (2018). *Aprovechamiento*

- del chachafruto (Erythrina Edulis) en la obtención de bebidas fermentadas y alimentos complementarios.* . Trabajo de grado para optar por el título como tecnólogo en gastronomía., Universitaria Agustiniiana, Facultad de Arte, Comunicación y Cultura., Bogotá.
- FAO. (2013). *Macronutrientes: carbohidratos, grasas y proteínas*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s0d.htm>
- FAO. (10 de 11 de 2015). La ONU lanza el Año Internacional de las Legumbres: protagonismo para frijoles, lentejas y garbanzos. Obtenido de <http://www.fao.org/news/story/es/item>
- FAO. (2016). *Semillas nutritivas para un futuro sostenible*. doi:ISBN 978-92-5-309463-9
- Fenalce. (MAyo - Junio de 2010). El cultivo de la arveja, historia e importancia. *Importancia de los cultivos representados por Fenalce*, 32-34.
- Fernández, D. A. (2012). *GALLETAS CON INCORPORACIÓN DE HARINA DE GARBANZO (Cicerarietinum L), HARINA DE LINAZA (Linum usitatissimum L.), Y REEMPLAZO PARCIAL DE LA MATERIA GRASA POR INULINA*. Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrónomo y al grado de Magister en Ciencias Agropecuarias con mención en producción Agroindustrial., Santiago de Chile.
- Fuentes Quisaguano, O. G. (2018). *Caracterización nutricional del porotón (Erythrina Edulis) en dos etapas fenológicas y su potencial productivo en el cantón rumiñahui*. Trabajo de titulación previo a la obtención del título de magíster en nutrición y producción animal., Universidad De Las Fuerzas Armadas, Centro de posgrado maestría en nutrición y producción animal., Sangolquí.
- García Quispe, L. G. (2017). *Porcentaje Optimo de harina de moringa (Moringa Oleífera) en la elaboración de una sopa instantanea de harina de arveja, evaluado sensorialmente*. TRabajo de grado para obtener el título profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ciencias Agrarias , Cajamarca - Perú.
- Gómez Pallarés, M., León, A. E., & Rossel, C. (2007). Leguminosas. (B. Ediciones, Ed.) *De tales Harinas tales panes: granos, harinas y productos de panificación en iberoamérica*.(1), 403-438. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10261/17118>
- Gonzales, L., Valencia, A., Sampedrom, H., & Nájera, J. (2007). Las proteínas en la nutrición. 8(2).
- González Toro, A. (2012). *Desarrollo de un producto de panificación a partir de una harina compuesta de trigo, garbanzo y brócoli*. Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Agroindustrial, Universidad San Buenaventura, Facultad de Ingeniería, Cali, Colombia.
- Guevara Núñez, J. L. (2021). *Efecto de la adición de harinas no convencionales para la producción y enriquecimiento de productos cárnicos*. Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias e Inteniería en Alimentos y Biotecnología., Ambato - Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/32590>
- Hernández González, J., & Zapata Narváez, J. (2008). *Desarrollo de un proceso a escala de laboratorio para la obtención de harina y un producto alimenticio a base de ocará de soya*. Universidad EAFIT, Departamento de Ingeniería de Procesos, Medellín - Colombia.
- Herrera Sanchez, S. E. (2013). *Estimación de la vida útil fisicoquímica, microbiológica y sensorial de harinas de sacha inchi y maíz* . Informe Final de Investigación, Universidad Nacional del Callao, Facultad de Ingeniería Química, Callao. Obtenido de <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/2008>
- Herrera, S. E. (2013). *Estimación de la vida útil físiscoquímica, microbiológica y sensorial de harina de sacha inchi y maíz*. Universidad Nacional del Callao, Facultad de

- ingeniería química, Callao.
- Inciarte, I., Pérez, A., Hernández, E., Sandoval, C., Otálora, F., Máquez, M., & Páez, O. (2015). Presencia del chachafruto (*Erythrina Edulis*) en el estado de Merdía, Venezuela. *Creación del conocimiento*(9), 140-153.
- Kay, D. (1999). *Legumbres alimenticias*. Zaragoza, España: Acribia.
- Lázaro Cajusol, J. E., & Sotelo Herrera, M. G. (2017). *Optimización por diseño de mezcla de un snack de grits de maíz amarillo (Zea Mays), harina de quinua (Chenopodium Quinoa) y harina de garbanzo (Cicer Arietinum) obtenido mediante extrusión*. Tesis para optar por el título de profesional de ingeniero agroindustrial, Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote - Perú.
- Liu, Q., Xu, Y. K., Zhang, P., Na, Z., Tang, T., & Shi, Y. X. (2014). Chemical composition and oxidative evolution of Sacha Inchi (*Plukentia volubilis* L.) oil from Xishuangbanna (China). *Grasas y aceites*, 65(1), 1-9.
- Loli Jeán, N. P., & Vásquez Lozano, C. K. (2015). *Evaluación de las características fisicoquímicas, nutricionales y reológicas de las mezclas de harina de cereales y leguminosa*. Trabajo de grado para optar por el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, Universidad ANcional del Santa, Facultad de Ingeniería, Nuevo Chimbote - Perú.
- López Ariza, Á. W. (2016). *El chachafruto como potencial producto del desarrollo endógeno local (Albania, Santander), una aproximación a las cadenas de producción agrícolas*. Trabajo de grado para optar por el título de Administrador de empresas., Corporación Universitaria Minuto de Dios, Bogotá D.C.
- Machuca, M., & Meyhuay, F. (2017). *Evaluación nutricional de galletas dulces con sustitución parcial por harina de arroz (Oryza sativa) y harina de lenteja (Lens culinaris)*. Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial, Universidad de Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ciencias Aplicadas, Tarma - Perú.
- Mohammed, I., Ahmed, A. R., & Senge, B. (2012).). Dough rheology and bread quality of wheat-chickpea flour blends. *Industrial Crops and Products*, 36(1), 196-202. doi:<http://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.09.006>
- Montero, P. M., Acevedo, D., Amedo, A. J., & Miranda, N. K. (2015). Efecto de la incorporación de plasma sanguíneo y pasta de ajonjolí en la fabricación de un embutido tipo salchicha. *Información Tecnológica*, 26(6), 55-64.
- NTC 791. (2004). *Norma Técnica Colombiana (NTC) 791 - Arvejas Secas*. Bogotá, Colombia: ICONTEC.
- NTC 973. (2004). *Norma Técnica Colombiana para las lentejas secas*. Bogotá: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).
- Pacuar Menacho, L. M., Salvador Reyes, R., Guillén Sánchez, J., Capa Robles, J., & Moreno Rojo, C. (2015). Estudio comparativo de las características físico-químicas del aceite de sachá inchi (*Plunkenetia Volubilis* L.), aceite de oliva (*Olea europaea*) y aceite crudo de pescado. *Sciencia Agropecuaria*, 4(6), 279-290.
- Peralta, R. B., & Veas, R. E. (2014). *Garbanzos: Usos alternativos para generar valor agregado al descarte*. Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Córdoba.
- Pérez, G., Martínez, C., & Díaz, E. (1979). Evaluation of the protein quality of *Erythrina Edulis* (Balú). *LatinoamNutr.*, 29(2), 193-207.
- Ramirez Miranda, E. J. (2015). *Elaboración de sopa deshidratada a partir de germinado de hoja de quinua (Chenopodium quinoa, Willd) y arveja (Pisum sativum)*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Industrias Alimentarias, Lima - Perú.
- Rawdkuen, S., Rodzi, N., & Pinijsuwan, S. (2018). Characterization of sachá inchi protein hydrolysates produced by crude papain and Calotropis proteases. *LWT*, 98, 18-24. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.08.008>.

- Restrepo, S. L., Mancilla, L. P., Parra, B. E., Manjarrés, L. M., Zapata, N. J., Restrepo Ochoa, P. A., & Martínez, M. I. (2010). Evaluación del estado nutricional de mujeres gestantes que participaron de un programa de alimentación y nutrición. *37*(2), 18-30.
- Sanchez Sanchez, G. L. (2012). *Caracterización y cuantificación de los ácidos grasos omega 3 y omega 6 presentes en el aceite de Sacha Inchi (Plukenetia Volubilis L.)*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- Sánchez Zapata, E., Fernández López, J., Peñaranda, M., Fuentes Zaragoza, E., Sendra, E., Sayas, E., & Pérez Álvarez, J. A. (2011). Technological properties of date paste obtained from date by-products and its effect on the quality of a cooked meat product. *Food Research International*. *44*(7), 2401 - 2407.
- Silva Gama, G. (2020). *Evaluación de la harina de chachafruto como ingrediente para la elaboración de un producto de panadería libre de gluten*. Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, Bogotá, Colombia.
- Terán Verzola, L. J. (2018). *Caracterización fisicoquímica de la harina de arveja (Pisum Sativum) para su uso en panificación*. Trabajo de titulación de Licenciatura, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química, Guayaquil - Ecuador.
- Torres, M. P., Jiménez, M. T., & Bárcenas, M. E. (2014). Harinas de frutas y/o leguminosas y sus combinaciones con harina de trigo. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, *8*(1), 94-102.
- Urbano, G., López, M., Frejnagel, S., Gómez, E., Porres, J., Frías, J., . . . Aranda, P. (2005). Nutritional assessment of raw and germinated pea (*Pisum sativum* L.) protein and carbohydrate by in vitro and in vivo techniques. *Nutrition*, *21*(2), 230-239. doi:<https://doi.org/10.1016/j.nut.2004.04.025>
- Vásquez Osorio, D., Hincapié Llanos, G. A., Cardona, M., Jaramillo, D. I., & Vélez Acosta, L. (2017). Formulación de una colada empleando harina de Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis* L.) proveniente del proceso de obtención de aceite. *Perspectivas en Nutrición Humana*, *19*(2), 167 - 179. doi:DOI: 10.17533/udea.penh.v19n2a04
- Zucconi, Y. (2011). *Panificación con harinas de lentejas*. Trabajo de grado para optar por el título de Licenciatura en Nutrición, Universidad FASTA, Facultad de Ciencias Médicas, Mar de Plata - Argentina. Obtenido de <http://redi.ufasta.edu.ar:8080/xmlui/handle/123456789/338>
- Zulet, M. A., & Martínez, J. A. (2001). Dieta Medieterránea: legumbres y colesterolemia. *Revista Chilena de Nutrición*, *28*, 312 - 320.