



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



---

**Tema:** Efecto de la adición de harinas no convencionales para la producción y enriquecimiento de bebidas fermentadas (yogurt)

---

Trabajo de Titulación, Modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención de título de Ingeniero en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

**Autor:** David Santiago Rodríguez Sánchez

**Tutor:** Ing. MSc. Diego Manolo Salazar Garcés

**Ambato - Ecuador**

**Septiembre-2021**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

Ing. MSc. Diego Manolo Salazar Garcés

### **CERTIFICA:**

Que el presente trabajo de titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Trabajo de Titulación bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Ambato, 29 de Julio del 2021

Ing. MSc. Diego Manolo Salazar Garcés

**C.I. 1803124294**

**TUTOR**

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, David Santiago Rodríguez Sánchez, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.



David Santiago Rodríguez Sánchez

**C.I. 1850297977**

**AUTOR**

## **APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los suscritos Docentes calificadores, aprueban el presente Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

**Para constancia firman:**

Dr. José Homero Vargas López  
Presidente del tribunal

Ing. M.Sc. Liliana Patricia Acurio Arcos  
C.I. 1804067088

Dr. Liliana Alexandra Cerda Mejía  
C.I. 1804148086

Ambato, 27 de Agosto del 2021

## **DERECHOS DEL AUTOR**

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

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and a horizontal line extending to the right.

David Santiago Rodríguez Sánchez

**C.I. 1850297977**

**AUTOR**

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo va dedicado de manera especial para mis padres Carlos Rodríguez y Martha Sánchez los cuales me han acompañado y guiado desde el inicio del camino para ser un profesional ético y responsable que pueda apoyar en el proyecto familiar y así aportar al bienestar y progreso de la sociedad.*

*A mis abuelos maternos Néstor y Rosario que desde el cielo me ven y sé que estarían orgullosos.*

*A mis abuelitos paternos José y Fanny aunque están lejos me apoyan a la distancia.*

*También a mis hermanos que han sabido ser pacientes y ser unos excelentes compañeros de vida.*

*A mi enamorada Fernanda que ha sido una ayuda invaluable para los diferentes obstáculos difíciles que se me han atravesado.*

**GRACIAS POR TODO ESTE LOGRO ES PARA USTEDES**

## AGRADECIMIENTO

*Quisiera agradecer principalmente a mis padres Carlos y Martha apoyarme en todos mis proyectos y guiarme cuando estaba perdido brindándome todas las comodidades y motivarme siempre a mejorar sin olvidar la humildad.*

*A mis primos Gabriela y Carlos por acompañarme desde siempre en todas mis aventuras y proyectos.*

*A mi tutor el ingeniero Diego Salazar que además de ser un excelente maestro es una persona intachable y un gran amigo.*

*A todos los trabajadores de la planta “San José” los cuales me han ayudado con su experiencia para mejorar como profesional.*

*A Fernanda por ser un gran apoyo y confidente para las adversidades que se me han presentado y por ser una magnífica mujer y compañera de vida.*

*A mi mejor amigo Juan que con su amistad y apoyo incondicional me ha acompañado en todo el transcurso de la carrera.*

*A mis amigos Isaac, Elvis y Erick por ser un motivo más para extrañar la universidad porque con ellos las risas no faltaron y siempre extrañare esos momentos.*

*A todos los excelentes docentes que me han acompañado y que he tenido la fortuna de conocer y aprender de ellos.*

*A todos quienes conforman la Universidad Técnica de Ambato por darme la oportunidad de formarme como persona y como profesional.*

## RESUMEN

El yogurt, es un producto de alto consumo a nivel mundial y tiene un alto nivel de demanda en la industria alimentaria. Actualmente genera una elevada importancia económica por la imagen positiva y nutricional de este producto. Además, la fortificación de alimentos por medio harinas o frutos permite mejorar la capacidad organoléptica y nutritiva.

En la actualidad existe un alto interés por el uso de harinas en la fortificación de alimentos, el yogurt es uno de los alimentos más populares en los que la inclusión de este tipo de matrices podría generar un aporte tanto organoléptico como nutricional. El objetivo de este trabajo de investigación fue realizar una revisión bibliográfica sobre el efecto de la adición de harinas no convencionales como agentes suplementarios en yogurt. De esta forma por medio de la evidencia científica establecer los principales impactos que se generan al utilizar harinas no convencionales en la producción de yogurt. Así mismo, tomar en cuenta sus propiedades fisicoquímicas como agentes suplementarios y analizar el efecto de la adición en las propiedades del yogurt. Se estudiaron harinas de diferentes bases como: avena, quinua, garbanzo, lupino, maicena o almidón de maíz, melloco, piel de manzana, plátano, chía, sorgo y mijo.

El empleo de harinas es un espacio por descubrir especialmente en la producción de yogurt, debido principalmente al limitado uso que se ha dado a estas fuentes no convencionales y que podrían aportar nutrientes en beneficio de la salud de los consumidores

**Palabras claves:** Investigación bibliográfica, harinas no convencionales, alimentos fortificados, bebidas fermentadas, productos lácteos, yogurt.



## ABSTRACT

Yogurt is a product of high consumption worldwide and has a high level of demand in the food industry. Currently it generates a high economic importance due to the positive and nutritional image of this product. In addition, the fortification of foods by means of flours or fruits allows to improve the organoleptic and nutritional capacity.

At present there is a high interest in the use of flours in food fortification, yogurt is one of the most popular foods in which the inclusion of this type of matrix could generate both an organoleptic and nutritional technological report. The objective of this research work was to carry out a bibliographic review on the effect of the addition of non-conventional flours as supplementary agents in yogurt. In this way, through scientific evidence, establish the main impacts that are generated when using non-conventional flours in the production of yogurt. Likewise, take into account their physicochemical properties as supplementary agents and analyze the effect of the addition on the properties of yogurt. Flours of different bases were studied, such as: oats, quinoa, chickpea, lupine, cornstarch or corn starch, melloco, apple skin, banana, chia, sorghum and millet.

The use of flours is a space to discover especially in the production of yogurt, mainly due to the limited use that has been given to these unconventional sources and that could provide nutrients for the benefit of the health of consumers

**Keywords:** Bibliographic research, non-conventional flours, fortified foods, fermented beverages, dairy products, yogurt.

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iii
APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	iv
DERECHOS DEL AUTOR.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	x
CAPÍTULO I.....	1
ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	1
1.1. Justificación.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1. Objetivo general.....	2
1.2.2. Objetivos específicos.....	2
CAPÍTULO II.....	3
METODOLOGÍA.....	3
2.1. Investigación bibliográfica.....	3
2.1.1. Base de datos.....	3
2.1.2. Colección de trabajos de fin de estudios.....	3
CAPÍTULO III.....	5
3. Harinas utilizadas en la producción del yogurt.....	5
3.1 Tipos de harinas utilizadas en la producción de yogurt.....	6
Harina de avena.....	6
Harina de quinua.....	10
Harina de garbanzo.....	17
Harina de lupino.....	22
Maicena o almidón de maíz.....	26
Harina de melloco.....	29
Harina de piel de manzana.....	31
Harina de Plátano.....	34
Harina de chía.....	37
Harina de sorgo.....	42
Harina de mijo.....	44

CONCLUSIONES .....	46
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47

## ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Nutrientes de la Avena.....	6
Tabla 2. Aminoácidos de la avena .....	7
Tabla 3. Uso de Avena en yogurt.....	8
Tabla 4. Efectos del uso de avena en el yogurt .....	10
Tabla 5. Propiedades nutritivas de la quinua .....	11
Tabla 6. Características sensoriales del yogurt con harina de quinua.....	13
Tabla 7. Efecto de la harina quinua en el yogurt.....	15
Tabla 8. Presencia de compuestos bioactivos en el garbanzo.....	18
Tabla 9. Características sensoriales del yogurt con harina de garbanzo .....	20
Tabla 10. Análisis del yogurt con harina de garbanzo .....	21
Tabla 11. Análisis sensorial del yogurt con harina de lupino .....	24
Tabla 12. Características del yogurt con harina de lupino .....	25
Tabla 13. Análisis sensorial del yogurt con almidón de maíz.....	26
Tabla 14. Efecto de la aplicación de almidón de maíz en yogurt .....	28
Tabla 15. Aminoácidos del melloco.....	29
Tabla 16. Análisis sensorial del yogurt con harina de melloco.....	30
Tabla 17. Características del yogurt con harina de melloco .....	31
Tabla 18. Análisis sensorial del yogurt con harina de piel de manzana .....	32
Tabla 19. Características del yogurt con harina de piel de manzana .....	33
Tabla 20. Análisis sensorial del yogurt con harina de plátano.....	35
Tabla 21. Características del yogurt con harina de plátano .....	36
Tabla 22. Composición nutricional de la chía.....	37
Tabla 23. Análisis sensorial de yogurt con harina de chía .....	38
Tabla 24. Características del yogurt con harina de chía.....	41
Tabla 25. Composición nutricional del sorgo .....	42
Tabla 26. Análisis sensorial de yogurt griego con harina de sorgo .....	43
Tabla 27. Análisis sensorial de yogurt griego con harina de sorgo .....	43
Tabla 28. Composición nutricional del mijo.....	44

# CAPÍTULO I

## ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

### 1.1. Justificación

La industria láctea se está direccionando a incrementar su competitividad en el segmento de productos funcionales y adaptarse a la tendencia cambiante en un mercado de consumidor exigente, además de tener que mantener el liderazgo tecnológico en la industria alimentaria **(De Souza et al., 2019)**. Entendiendo de esta forma que la industria alimentaria, la ciencia y la tecnología han avanzado en el uso de ingredientes funcionales, los alimentos funcionales se encuentran prácticamente en todas las categorías de alimentos.

El yogurt ha alcanzado una importancia económica considerable en el mundo debido a su alta imagen nutricional, esta imagen positiva se puede mejorar aún más mediante la adición de ingredientes funcionales. El yogurt se define como un producto lácteo coagulado resultante de la fermentación del azúcar de la leche (lactosa) en ácido láctico por la acción de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* **(Rocha et al., 2020)**. El yogurt más antiguo fue elaborado por fermentación de la leche por los búlgaros en el siglo II, donde se lo consideró un alimento para el sur, centro y oeste de Asia, el sudeste de Europa y Europa central **(Hernandez, Ralda, Godoy, Polanco y Pérez, 2019)**.

Hoy en día la fortificación de alimentos es cada vez más común en el mercado, así el yogurt además de ser uno de los productos más consumidos a nivel mundial tiene la capacidad de combinarse con un gran número de matrices como frutas, vegetales, fibra, harinas, entre otros. Esta capacidad de mezcla le permite ser una matriz viable para mejorar tanto la calidad tecnológica como nutritiva. Sin embargo, el factor limitante para la incorporación es el perfil sensorial, ya que los consumidores no están dispuestos a sacrificar el sabor característico de esta bebida; en este sentido, es de interés general la búsqueda de materias primas que no afecten sustancialmente las características organolépticas como el sabor, color y olor, los cuales se ven afectados por cambios en el producto original incluyendo la adición de cualquiera tipo de harina **(Curti et al., 2017)**.

El uso de materias primas no convencionales ha hecho que las investigaciones busquen recursos que normalmente no se aprovechan. En este sentido, cultivos andinos, legumbres, cereales, pseudocereales, frutas exóticas, entre otros han sido estudiados por sus propiedades nutricionales y en algunos casos soportados por la medicina popular con características medicinales.

## **1.2.Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Realizar una revisión bibliográfica sobre el efecto de la adición de harinas no convencionales como agentes suplementarios en yogurt.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Identificar las harinas no convencionales que se utilizan en la producción de yogurt a nivel industrial.
- Conocer las propiedades fisicoquímicas de las principales harinas como agentes suplementarios en el yogurt.
- Analizar el efecto de la adición de distintos tipos de harinas como suplemento en las propiedades del yogurt.

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1. Investigación bibliográfica**

Una revisión de la literatura se puede describir en términos generales como una forma más o menos sistemática de recopilar y sintetizar investigaciones anteriores. Una revisión eficaz y bien realizada como método de investigación crea una base sólida para promover el conocimiento y facilitar el desarrollo investigativo. Al integrar hallazgos y perspectivas de muchos hallazgos empíricos, una revisión de la literatura puede direccionar a responder los objetivos de investigación.

En base a las necesidades investigativas, se trabajó mediante una revisión sistemática; la metodología consiste en una descripción general de la evidencia existente pertinente a los objetivos investigativos, se evaluó críticamente la investigación más relevante para recopilar, informar y analizar datos de los estudios incluidos en la revisión. El objetivo de la metodología es documentar, evaluar críticamente y resumir científicamente toda la investigación sobre el tema de investigación.

##### **2.1.1. Base de datos**

Una vez que se identificó los objetivos de investigación, se consideró un enfoque de revisión general, para ello, se incluyó términos búsqueda como yogurt, bebida fermentada, alimentos fermentados, harinas y harinas adicionales en el yogurt, además se trabajó con bases de datos como EBSCO, Scielo, Google Scholar y Elsevier, además como criterios de inclusión se trabajó con estudios en idioma inglés, español y portugués y se excluyó documentos que sean inferiores al año 2013 a excepción de teorías y fundamentaciones teóricas de los pioneros que aportaron científicamente al tema de investigación.

##### **2.1.2. Colección de trabajos de fin de estudios**

Algunas disciplinas requieren el uso de la información más actualizada posible, como es el caso de la aplicación de la harina para producción del yogurt, considerando utilizar información de los últimos cinco años de investigación relacionados a las bebidas fermentadas (yogurt), esto se realizó con la finalidad de comprensión completa

del tema de investigación, por eso, se requiere examinar deliberadamente cómo el conocimiento y las perspectivas han cambiado con el tiempo, sobre todo con las harinas no convencionales.



## CAPÍTULO III

El yogurt es un producto elaborado a partir de leche tratada térmicamente que puede homogeneizarse antes de la adición de cultivos de bacterias ácido láctico que contienen principalmente *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* (C. Chen et al., 2017). El yogurt puede tener una variedad de texturas, contenido de grasa y se puede usar en su producción diversos extensores o mejoradores de viscosidad, sabor y textura. Así mismo el desarrollo tecnológico ha hecho que en este tipo de productos se introduzcan una serie de harinas convencionales (trigo) en especial que buscan aumentar la matriz láctea y por otro lado la investigación sobre el uso de harinas no convencionales que junto con las propiedades tecnológicas le aporten un valor nutritivo y funcional al producto.

### 3. Harinas utilizadas en la producción del yogurt

Un balance sobre la situación del sector lácteo y el consumo de leche muestra que, gracias al papel desarrollado por la industria, los niveles de consumo de leche, quesos, yogurt y otros derivados, se ha incrementado significativamente con un crecimiento mundial de hasta 1,8 % por año (Lisseth, 2018). Las leches fermentadas se han consumido durante mucho tiempo debido a su sabor agradable y ligeramente ácido y periodo de vida útil superior en contraste con la leche. Los estudios sobre este tipo de productos muestran el interés sobre los posibles efectos benéficos potenciales de las leches fermentadas la salud (Sanpablo, 2015). En este sentido, la inclusión de productos que buscan mejorar las propiedades tecnológicas, microbiológicas y sensoriales se han orientado al uso de productos como harinas, fibras y miméticos de origen natural o artificial.

Las harinas son el producto de la molienda de un producto sea cereal, leguminosa, tubérculo u otro tipo de materia prima. La harina de trigo es la más común y más ampliamente utilizada, para la producción de pan, sopas, entre otros alimentos incluido las leches fermentadas. Así mismo, el desarrollo tecnológico y la búsqueda de nuevas fuentes más nutritivas, menos artificiales ha hecho que se encuentren otros tipos de harinas como por ejemplo harina sin gluten, harina de pseudocereales, harinas de leguminosas, harina de tubérculos, entre otros (Jimenez y Landa, 2018).

### 3.1 Tipos de harinas utilizadas en la producción de yogurt

#### Harina de avena

La avena es un cereal de un elevado consumo de Latinoamérica, la harina de avena según su composición proximal (Tabla 1), tiene un alto contenido de carbohidratos como almidón, azúcares y oligosacáridos. En cuanto a las proteínas y lípidos es considerado como el cereal con mayor cantidad de estos elementos, contiene altos niveles de factores nutritivos (Tabla 2).

Dentro de sus propiedades tecnológicas se lo suele utilizar como agente espesante, en este sentido su uso en el desarrollo de yogurt tiene un efecto tecnológico positivo para su producción. Además de contener productos funcionales como probióticos y prebióticos está comprobado que el uso de la avena en leche fermentada estimula una mejor absorción de estos componentes por parte del cuerpo. El uso de la avena en el yogurt complementa y solventa la falta de vitaminas, convirtiéndose en un alimento completo para la dieta, a más de ser saludable (Sukhova et al. 2020).

**Tabla 1. Nutrientes de la Avena**

<b>Componentes</b>	<b>Cantidad g/100g</b>
Agua	8.22
Carbohidratos	66.27
Proteína	16.89
Lípidos	6.90
Fibra	9.7
Cenizas	1.72

Fuente: **Puga y Torres (2015)**

**Arendt y Zannini (2013)** mostraron que la avena tiene un excelente equilibrio de aminoácidos (Tabla 2) y contiene mayor cantidad de lisina que el trigo, mientras que el ácido glutámico y prolina es de lo más bajo en su contenido por lo cual se requiere una menor concentración para equilibrar nutricionalmente el yogurt, sin embargo, el exceso de estos aminoácidos pueden provocar efectos negativos en la fermentación (**Sands y Hankin, 2002**).

**Tabla 2. Aminoácidos de la avena**

<b>Componentes</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Esenciales</b>	<b>g/100g proteínas</b>
Histidina	2.2
Isoleucina	3.9
Leucina	7.4
Lisina	4.2
Metionina	2.5
Cisteína	1.6
Fenilalanina	5.3
Tirosina	3.1
Treonina	3.3
Valina	5.3
<b>No Esenciales</b>	
Alanina	5.0
Arginina	6.9
Acido aspártico	8.9
Ácido glutámico	23.9
Glicina	4.9
Prolina	4.7
Serina	4.2

Fuente: **Arendt y Zannini (2013)**

En la Tabla 3 se muestran los resultados de investigaciones desarrolladas en el aspecto sensorial en yogurt elaborado con la inclusión de avena. El uso de avena en la producción de yogurt en base a leche de vaca y leche de cabra en relación 70/30 (leche/avena) respectivamente mostraron que los atributos sensoriales como sabor, olor, color y textura mostraron percepciones agradables, a diferencia de la mezcla 50/50 (leche/avena) que mostró evaluaciones deficientes (**Parra et al., 2015**). Así mismo, en el estudio de **Sukhova et al. (2020)** sobre el efecto del 6 % de hojuelas de avena hidratada en la calidad del producto lácteo fermentado simbiótico se encontró que los indicadores de calidad organoléptica presentaban características de alta calidad, cumplían con los requisitos y de gusto agradable. Por otro lado, en la investigación desarrollada por **Barbosa et al. (2017)** en la evaluación sensorial de yogurt enriquecido con fresa y el uso de avena mostró que la formulación desarrollada posee parámetros aceptables solo hasta una concentración máxima de 3.4 % de harina.

**Tabla 3. Uso de Avena en yogurt**

<b>Estudio</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Lineamientos</b>	<b>Característica</b>	<b>Fuente</b>	
Evaluación de la adición de avena, mango y estevia en un yogur elaborado a partir de una mezcla de leche semidescremada de cabra y de vaca.	90/10 cabra/vaca	Sabor	Notablemente ácido	Parra, Barrera y Rodríguez, (2015)	
		Olor	Acidez		
		Color	Blanco/Amarillo		
		Textura	Muy líquido		
	70/30 cabra/vaca	Sabor	Suave		
		Olor	Acidez leve		
		Color	Blanco/Amarillo		
		Textura	Homogénea		
	50/50 cabra/vaca	Sabor	Insípido		
		Olor	Acidez alta		
		Color	Blanco/Amarillo		
		Textura	Firme		
Optimización sensorial de enriquecido nutricionalmente Yogurt de fresa	Leche, harina de avena	Aceptación e intención	Probablemente no compraría, intención incierta	Barbosa et al. (2017)	
El efecto de la avena hidratada sobre la calidad del producto lácteo fermentado simbiótico	Leche agria/ 6 % avena a 92°C para pasteurización.	Sabor	Leche pura, agria, sabor a avena	Sukhova et al. (2020)	
		Olor	Puro, lechoso, olor a grano		
		Color	Copos de color marrón claro intercalados		
	Leche agria/ 6 % avena a 65°C para enfriar la mezcla de leche.	Sabor	Leche pura, agria, sabor a avena		
		Olor	Puro, lechoso, olor a grano		
		Color	Copos de color marrón claro intercalados		
	Leche agria/ 6 % avena a 42°C para fermentación.	Sabor	Leche pura, agria, sabor a avena		
		Olor	Puro, lechoso, olor a grano		
		Color	Copos de color marrón claro intercalados		
	Leche agria/ 6 % avena	Sabor	Leche pura, agria, sabor a avena		

a 10°C para enfriamiento del producto terminado.	Olor	Puro, lechoso, olor a grano
	Color	Copos de color marrón claro intercalados

Fuente: Elaborado por el autor.

**Parra et al. (2015)** en relación con los valores de pH se puede observar que en la formulación en la que se incluye 8 % avena presentó un valor de 5.0 y con una reducción al 3 % de avena se observó una disminución del valor de pH al 4,7 además de un cambio de acidez desde 0.99 % a 0.85 % en ácido láctico conforme se limita la concentración. Con relación a la sinéresis se mostró menor porcentaje en la mezcla de 3 % de avena, debido probablemente a la capacidad espesante de esta matriz. Por otra parte, **Sukhova et al. (2020)** encontraron que la inclusión de avena para la producción de yogurt generó un mejor desarrollo de los microorganismos lactobacilos y bacilos acidófilos inhibiendo el desarrollo patogénico, así mismo encontraron que la inclusión de avena mejoró la calidad nutritiva de las leches fermentadas.

En el estudio de **Barbosa et al. (2017)** establecieron que la producción de yogurt a partir de leche de vaca y harina de avena realizado a temperatura de 92°C y 65°C tuvieron un espesor moderado, ligera separación del suero, mientras que en la temperatura de 42°C su estructura fue viscosa, espesa, uniforme y densa, en el último tratamiento que se realizó a la temperatura de 10°C se tuvo una estructura similar a la realizada a temperatura de 42°C.

En caso de otra leche fermentada como el kéfir **M'hir et al. (2021)** determinaron que al utilizar una concentración de 11.51 % de algarroba y 4.77 % de harina de avena se fortificaba de manera positiva el nivel nutricional con derivados fenólicos biodisponibles y proteínas de alta digestibilidad en el producto además que los costos de esta mezcla resultan ser relativamente bajos, además dichos sustratos son capaces de graduar el crecimiento microbiano según se lo requiera.

**Tabla 4. Efectos del uso de avena en el yogurt**

<b>Estudio</b>	<b>Propiedades</b>	<b>Característica</b>	<b>Fuente</b>
Evaluación de la adición de avena, mango y estevia en un yogurt elaborado a partir de una mezcla de leche semidescremada de cabra y de vaca.	Acidez (%)	0.99 – 0.85	Parra et al. (2015)
	pH	4.7 – 5.0	
	Sinéresis (%)	40 – 53	
Optimización sensorial de enriquecido nutricionalmente Yogurt de fresa	Viscosidad	Mayor viscosidad	Barbosa et al. (2017)
	Cantidad ideal de harina	3.4 %	
El efecto de la avena hidratada sobre la calidad del producto lácteo fermentado simbiótico	Viscosidad, leche agria/ 6 % avena	Temperatura=92°C (pasteurización)	Espeso moderado, ligera separación del suero Sukhova et al. (2020)
	Viscosidad, leche agria/ 6 % avena	Temperatura =65°C (enfriar la mezcla de leche)	
	Viscosidad, leche agria/ 6 % avena	Temperatura =42°C (fermentación)	
	Viscosidad, leche agria/ 6 % avena	Temperatura =10°C (enfriamiento del producto terminado)	

Fuente: Elaborado por el autor.

### **Harina de quinua**

La quinua (*Chenopodium quinoa*) es un pseudocereal nativo de las regiones andinas de América del Sur principalmente se cultiva en Ecuador, Perú, Bolivia, Colombia, Chile y Argentina. Debido a que ha sido utilizado desde la antigüedad por los indígenas es considerado el alimento de los dioses (Sanchez, 2012). Los nutrientes que tiene la quinua han generado interés mundial y en la última década este pseudocereal ha ganado notoriedad y sea consumido en diversas formas sea como harina o como parte de otros alimentos (Hernández, 2015).

La quinua por su característica es de fácil digestión, la proteína que se encuentra en este cultivo tiene un alto nivel de histidina, lisina y aminoácidos que no se encuentran en otros cereales. Su composición de proteínas de alto valor biológico, carbohidratos

de bajo índice glucémico, fitoesteroides, ácidos grasos  $\omega$ -3 y 6 y fibra dietética ratifican el hecho de que la quinua puede ser considerada como un “superalimento” (Lorusso et al., 2018). Debido a su calidad nutricional, la quinua puede desempeñar un papel importante en el desarrollo de productos con calidad de funcional. Algunos estudios han destacado el efecto de la fermentación de la quinua con bacterias ácido-lácticas como *Lactobacillus rhamnosus* SP1, *Weissella confusa* DSM 29194 y *Lactobacillus plantarum* T6B10.

Según Kürşat (2014) en su estudio sobre el uso de la quinua se encontró que es importante en la dieta saludable debido alto valor biológico, índice bajo en carbohidratos, así mismo la presencia de ácidos grasos de omega 3 y 6 se mostraron lo beneficioso que resulta en la salud humana.

En la Tabla 5 se muestra el contenido nutritivo de la quinua que permite una interrelación con la salud del consumidor. Además del factor de pseudocereal que permite el consumo por parte de las personas celíacas, las cuales poseen una intolerancia al gluten, también la harina de este producto presta la nutrición necesaria y baja los factores de riesgo para trastornos como enfermedades cardiovasculares (Farinazzi et al., 2012).

**Tabla 5. Propiedades nutritivas de la quinua**

<b>Propiedades</b>	<b>Quinua</b>
Proteína %	16.14
Valina g/100g	0.64
Metionina g/100g	0.15
Isoleucina g/100g	0.52
Leucina g/100g	0.86
Lisina g/100g	0.74
Grasa %	4.95
Ácido linoleico %	56.8
Ácido linolénico %	3.25
Fibra %	5.6
Calcio %	0.06
Fósforo %	0.73
Magnesio %	0.27
Hierro $\mu$ /g	53
Zinc $\mu$ /g	70
Polifenoles mg/100g	204

Fuente: Peralta y Villacrés (2015)

En la Tabla 6 se muestra las características sensoriales de yogurt preparado con harina de quinua y reportado por algunos investigadores. **Curti et al. (2017)** evaluó tres concentraciones de quinua en la producción de yogurt (1 %; 3 %; 5 %), en donde encontró que a mayor cantidad de harina menor calificación se les dio a las muestras, es decir, en la composición de 1% de harina en el yogurt tuvo mayor aceptabilidad general, parámetros como color, textura, sabor y aroma fueron mejor puntuados. Por otro lado, **Mabrouk y Effat (2020)** realizaron tres pruebas en las que se utilizó leche fresca de búfala con diferentes cantidades de harina de quinua, la primera con el 0.5 % de harina, la segunda con 1 % y la tercera con el 1.5 %, el estudio demostró que las propiedades organolépticas del tratamiento con 0.5 % de harina de quinua fueron las más óptimas pues superaron al tratamiento de control (sin harina de quinua), mientras que las concentraciones de 1 % y 1.5 % experimentaron una ligera disminución

**Lorusso et al. (2018)** investigó la idoneidad de la quinua para producir bebidas similares al yogur. Después de la selección de los parámetros tecnológicos adecuados como pH, viscosidad, características nutricionales y organolépticas, así la fermentación se llevó a cabo utilizando diferentes cepas de bacterias ácido-lácticas: un probiótico (*Lactobacillus rhamnosus* SP1), un productor de exopolisacáridos (EPS) (*Weissella confusa* DSM 20194), y uno aislado de quinua (*Lactobacillus plantarum* T6B10). Durante las 20 h de fermentación, *W. confusa* provocó el mayor aumento de viscosidad. Los análisis sensoriales mostraron que las bebidas tenían buenos perfiles de textura y organolépticos. Además de las conocidas propiedades positivas de la matriz cruda, la fermentación permitió la obtención de bebidas con diferentes características. Debido a las características nutricionales y funcionales conferidas a las bebidas de quinua, el uso de las cepas probióticas y productoras de exopolisacáridos mostró un potencial adecuado para la aplicación industrial.



**Tabla 6. Características sensoriales del yogurt con harina de quinua**

Estudio	Tratamiento	Lineamientos	Característica	Fuente
Determinación de las características fisicoquímicas de Yogurt Griego fortificado con Harina de Quinua (Variedad INIA Salcedo)	Leche pasteurizada, 8 % de harina de quinua	Calidad	Inferior	Toro (2017)
		organoléptica		
		Aceptación general	6.7	
		Color	7.5	
		Textura	7.5	
		Sabor	7.5	
		Aroma	7.4	
		Aceptación general	6.1	
		Color	6.6	
		Textura	6.9	
		Sabor	6.9	
		Aroma	5.8	
		Aceptación general	5.9	
Color	6.5			
Textura	6.6			
Sabor	6.6			
Aroma	5.5			
Producción de yogur cuajado de alto valor nutricional fortificado con harina de quinua y probióticos	Leche fresca de búfala, harina (0.5 %)	Propiedades organolépticas	95	Mabrouk & Effat (2020)
		Leche fresca de búfala, harina (1 %)	96	
		Leche fresca de búfala, harina (1.5 %)	96	

Fuente: Elaborado por el autor.

Los estudios que han incluido la harina de quinua en la producción de yogurt han generado el interés por el desarrollo de productos que incluyan esta matriz (Tabla 7). En la investigación realizada por **Coronel (2019)** se utilizó harina de quinua, la cual se mezcló con leche semidescremada UHT comercial para producir yogurt clásico. El yogurt desarrollado mostró variaciones de pH y acidez en las formulaciones con harina de quinua, pero no mostró una correlación con las poblaciones de microorganismos.

La reología evaluada en este producto manifestó un comportamiento no newtoniano pseudoplástico. La sinéresis incrementó durante el tiempo de almacenamiento y la aceptabilidad sensorial favoreció a las leches fermentadas con los más bajos niveles de harinas que se podría incorporar.

De la misma forma **Codină et al. (2016)** estudió el efecto de la adición de harina de quinua sobre las propiedades fisicoquímicas, reológicas y la microestructura del yogur, los resultados mostraron que la adición de harina de quinua al igual que el estudio anterior influyó sobre la acidez de la leche con una reducción del valor de pH y que finalmente permite la formación del gel. Desde el punto de vista reológico se evidenció que el yogur tiene un comportamiento de adelgazamiento por cizallamiento y el coeficiente de consistencia y la viscosidad aparente aumentaron significativamente además mostró una menor sinéresis hasta una concentración de 0.6 % de harina y concentraciones superiores a esta provocaron el efecto contrario posiblemente por daños a la estabilidad del gel de la red de proteínas por parte de las partículas de la harina. **Toro (2017)** detalla que en la producción de un yogurt con harina de quinua se encontró un reducido contenido de cenizas ( $0.85 \pm 0.038$ ), así mismo se observó una sinéresis más pronunciada. En otra investigación realizada por **Curti et al. (2017)** se encontró que en todas las muestras evaluadas hubo un aumento de acidez y pH en función al tiempo de almacenamiento además que determinó que el uso de harina puede mejorar el contenido nutricional del yogurt pero también afecta de manera negativa las propiedades organolépticas asimismo de aumentar la sinéresis.

En un análisis realizado por **Casarotti et al. (2014)** determinó que la adición de hasta un 3 % de harina de quinua en leche fermentada no presentó cambios importantes con respecto a la cinética de fermentación o en la actividad probiótica que se analizó, sin embargo, se considera la mejora nutritiva resultante gracias a los componentes presentes en la quinua.

**Tabla 7. Efecto de la harina quinua en el yogurt**

<b>Estudio</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Lineamientos</b>	<b>Característica</b>	<b>Fuente</b>		
Estudio de las características fisico-químicas y Sensoriales de yogurt enriquecido con quinua (Chenopodium quinoa Willd)	Leche semidescremada, harinas de quinua lavada 2,5 %, cocida 5,0 % y tostada 7,5 %.	Olor	8,07 ± 1,36	Coronel (2019)		
		Color	7,81 ± 1,33			
		Sabor	7,40 ± 1,75			
		Textura	7,68 ± 1,41			
Determinación de las características fisicoquímicas de Yogurt Griego fortificado con Harina de Quinua (Variedad INIA Salcedo)	Leche pasteurizada, 8 % de harina de quinua	Acidez (%)	0.76 ± 0.025	Toro (2017)		
		Caseínas (%)	4.56 ± 0.410			
		Cenizas (%)	0.85 ± 0.038			
		Densidad (g/ml)	1.035 ± 0.003			
		Grasa (%)	1.7 ± 0.248			
		Humedad (%)	73.3 ± 0.248			
		Proteína (%)	5.6 ± 0.497			
		Sinéresis (%)	38.03 ± 2.879			
		pH	4.38 ± 0.063			
		Solidos totales (%)	26.7 ± 0.248			
Caracterización química, textura y aceptabilidad del consumidor de yogures suplementados con harina de quinua.	1 % quinua en leche	Acidez	Aumento durante el tiempo	Curti et al. (2017)		
		pH	Disminución durante el tiempo			
		Humedad (1g 100 mL <sup>-1</sup> )	79.5±0.5			
		Carbohidratos (1g 100 mL <sup>-1</sup> )	9.1±0,58			
		Proteínas (1g 100 mL <sup>-1</sup> )	6±0.03			
		Grasas (1g 100 mL <sup>-1</sup> )	3.8±0.02			
		Desechos (1g 100 mL <sup>-1</sup> )	0.81±0.01			
		Calcio (1g 100 mL <sup>-1</sup> )	162±10.3			
		Sodio (1g 100 mL <sup>-1</sup> )	77±1.8			
		Fosforo (1g 100 mL <sup>-1</sup> )	73±3.6			
		3 % quinua en leche	Acidez		Aumento durante el tiempo	

		pH	Disminución durante el tiempo	
		Humedad (1g 100 mL <sup>-1</sup> )	78.5±0.5	
		Carbohidratos (1g 100 mL <sup>-1</sup> )	9.5±0.7	
		Proteínas (1g 100 mL <sup>-1</sup> )	7.03±0.03	
		Grasas (1g 100 mL <sup>-1</sup> )	4.1±0.1	
		Desechos (1g 100 mL <sup>-1</sup> )	0.8±0.01	
		Calcio (1g 100 mL <sup>-1</sup> )	163±10.4	
		Sodio (1g 100 mL <sup>-1</sup> )	76±3.5	
		Potasio (1g 100 mL <sup>-1</sup> )	72±2.4	
	5 % quinua en leche	Acidez	Aumento durante el tiempo	
		pH	Disminución durante el tiempo	
		Humedad (1g 100 mL <sup>-1</sup> )	77.4±0.2	
		Carbohidratos (1g 100 mL <sup>-1</sup> )	9.5±0.1	
		Proteínas (1g 100 mL <sup>-1</sup> )	7.2±0.1	
		Grasas (1g 100 mL <sup>-1</sup> )	4.5±0.05	
		Desechos (1g 100 mL <sup>-1</sup> )	1.4±0.05	
		Calcio (1g 100 mL <sup>-1</sup> )	164±10.6	
		Sodio (1g 100 mL <sup>-1</sup> )	78±1.5	
		Potasio (1g 100 mL <sup>-1</sup> )	74±1.7	
Producción de yogur cuajado de alto valor nutricional fortificado con harina de	Leche fresca de búfala, harina (0.5 %)	Acidez	1.14	Mabrouk y Effat (2020)
		pH	4.23	
		Viscosidad	alta	
		Diacetilo µg/100g	414.5	
		Acetaldehído µg/100g	26.4	

quinua y probióticos	Leche fresca de búfala, harina (1 %)	Estreptococos y lactobacilos	Disminuido	
		Acidez	1.25	
		pH	4.19	
		Viscosidad	alta	
		Diacetilo $\mu\text{g}/100\text{g}$	416	
		Acetaldehído $\mu\text{g}/100\text{g}$	19.82	
		Estreptococos y lactobacilos	Disminuido	
	Leche fresca de búfala, harina (1.5 %)	Acidez	1.28	
		pH	4.13	
		Viscosidad	alta	
		Diacetilo $\mu\text{g}/100\text{g}$	448	
		Acetaldehído $\mu\text{g}/100\text{g}$	18.39	
		Estreptococos y lactobacilos	Elevado (9,71) log ufc/g	
		Características reológicas y microestructura del yogur con leche influenciado por la adición de harina de Quinoa	Harina 0.2 %	Acidez (g/100g)
pH	4.8			
Sinéresis (%)	51			
Harina 0.6 %	Acidez (g/100g)		90	
	pH		4.8	
	Sinéresis (%)		50.5	
Harina 1.0 %	Acidez (g/100g)		94	
	pH		4.7	
	Sinéresis		53.5 %	
Harina 1.4 %	Acidez (g/100g)		94	
	pH		4.6	
	Sinéresis %		59	
Harina 2 %	Acidez (g/100g)		96	
	pH		4.5	
	Sinéresis %	61		

Fuente: Elaborado por el autor.

### Harina de garbanzo

La harina de legumbres se está volviendo cada vez más popular para extender o sustituir productos de origen animal (**Hussein et al., 2020**). Por ejemplo, la harina de guisantes es muy digerible y contiene un alto contenido de aminoácidos, además de contener altos niveles de lisina y arginina. Debido a su alto contenido de fibra y proteínas, la harina de guisantes también se considera un prebiótico potencial para las especies probióticas de *Lactobacillus*. Una de las legumbres que ha llamado la

atención para su uso como ingrediente o materia prima es el garbanzo (*Cicer arietinum* L.) debido a su composición rica en proteínas, fibra y otras sustancias prebióticas, y que puede mejorar las cualidades nutricionales y funcionales de los productos alimenticios.

Se considera que el 80 % del peso en total del grano es carbohidratos y proteínas, el 0.05 % galactosa, 0.1 % ribosa, 0.25 % fructuosa y 0.7 % glucosa, además de maltosa 0.6 % y sacarosa 1 % a 2 %, siendo disacáridos. Respecto a las vitaminas que contiene se encuentran hidrosolubles, liposolubles, vitamina B<sub>2</sub> (riboflavina), vitamina B<sub>3</sub> (niacina), vitamina B<sub>6</sub> (piridoxina, piridoxal y piridoxamina), folato, vitamina C, carotenoides, vitamina A, luteína, zeaxantina y Vitamina E (**Aguilar y Vélez, 2013**). Tiene también variedad de minerales, lo cual ayuda a mejorar las dificultades digestivas, especialmente en personas que tiene problemas de flujo como es el estreñimiento, por su composición puede también beneficiar en el sistema nervioso (**Peralta Veas, 2014**). Debido a que está compuesto por más del 60 % de hidratos de carbono, puede mantener la sensación de estar lleno por un periodo de tiempo largo, esto es debido a que mantiene estable los niveles de azúcar y no se da una quema excesiva, por esto se recomienda en personas que tienen diabetes o que deben ver elevados los niveles de azúcar en sangre. Debido al nivel nutricional se lo recomienda para la dieta de los niños debido a que solventa las necesidades nutricionales de esa edad.

En la Tabla 8 se muestran los principales polisacáridos del garbanzo, siendo uno de los más importantes la presencia de almidón resistente (**Jukanti, Gaur, Laxmipathi & Chibbar, 2012**). Tiene una gran cantidad de amilosa que está directamente relacionado con la digestión, además, contiene polisacáridos solubles que son hemicelulosa y sustancias pépticas los cuales se digieren lentamente y polisacáridos insolubles como la celulosa y hemicelulosa que ayudan en el proceso de excreción (**Campos et al., 2009**).

**Tabla 8. Presencia de compuestos bioactivos en el garbanzo**

<b>Compuestos</b>	<b>Presencia</b>	<b>Actividad</b>
Oligosacáridos	Muy abundante	Prebióticos, flatulencias
Fitatos	Muy abundante	Reducción de índice glucémico, quelante
Polifenoles	Bajo	Capacidad antioxidante
Isoflavonas	Muy bajo	Fitoestrógenos, control metabólico
Lectinas	Muy bajo	Antitumoral, inhibe el crecimiento

Fuente: **Aguilar y Vélez (2013)**

Las características sensoriales del yogurt producido con harina de garbanzo se muestran en la Tabla 9. Según **Morales et al. (2000)** en la producción de yogurt con la inclusión 30 % y 20 % de harina de garbanzo, para el 30 % se obtuvo color blanco, un sabor a garbanzo cocido y una aceptabilidad de 68.6 mientras que para el 20 % las características se ven mejoradas con un sabor a yogurt y una aceptabilidad de 80. **Chen et al. (2018)** reportaron que la formula leche y 1 % de harina de garbanzo mostró mejor apariencia y aroma mientras que la formulación con 2 % de harina destaca por su textura, gusto y preferencia general aunque hay que considerar que las dos formulaciones están en el rango de medio (5) pues ni gustan ni disgustan . Por otro lado, en la investigación realizada por **Sidhu et al. (2020)** revisó dos aspectos color y viabilidad en tres tratamientos, el tratamiento 1 fue la leche y 1% de harina de garbanzo, el tratamiento 2 fue leche y 2.5 % de harina de garbanzo, y el tratamiento 3 fue leche y 5 % de harina de garbanzo, los tres productos resultaron con coloración amarillo verdoso, y la viabilidad en función de la formación característica del gel era menor en la muestra con mayor contenido de harina de garbanzo.

**Tabla 9. Características sensoriales del yogurt con harina de garbanzo**

Estudio	Tratamiento	Lineamientos	Característica	Fuente
Elaboración de un yogurt con base en una mezcla de leche y garbanzo ( <i>Cicer arietinum</i> )	30% harina de garbanzo	Color	Blanco	Morales et al. (2000)
		Sabor	Garbanzo cocido	
		Aceptación	68.6	
	20% harina de garbanzo	Color	Blanco	
		Sabor	Yogurt	
		Aceptación	80	
Fortificación de yogur con harina de garbanzo ( <i>Cicer arietinum</i> ): efectos fisicoquímicos y sensoriales	Leche y 1 % de harina de garbanzo	Apariencia	5.5 ± 2.4	Chen et al. (2018)
		Aroma	5.4 ± 2.3	
		Textura	4.8 ± 2.7	
		Gusto	3.5 ± 2.7	
		Preferencia general	4.3 ± 2.8	
	Leche y 2 % de harina de garbanzo	Apariencia	4.7 ± 2.3	
		Aroma	5.3 ± 2.5	
		Textura	5.0 ± 2.4	
		Gusto	4.02 ± 2.5	
		Preferencia general	4.5 ± 2.4	
Yogur probiótico fortificado con harina de garbanzo: Propiedades físico-químicas y supervivencia probiótica durante el almacenamiento y el tránsito gastrointestinal simulado	Leche y 1 % de harina de garbanzo	Color	Amarillo verdoso	Kaur et al. (2020)
		Viabilidad	Viable	
	Leche y 2.5 % de harina de garbanzo	Color	Amarillo verdoso	
		Viabilidad	Viable	
	Leche y 5 % de harina de garbanzo	Color	Amarillo verdoso	
		Viabilidad	Poco viable	

Fuente: Elaborado por el autor.

En relación al efecto que podría generar la inclusión de harina de garbanzo (Tabla 10), **Chen et al. (2018)** encontraron que la adición en porcentajes de 1 % al 5 % para la producción de yogurt promovió el crecimiento de bacterias durante la elaboración y disminuyó el tiempo de incubación, así mismo, se notó una mejora significativa en la viscosidad del yogurt durante el periodo de almacenamiento, la calidad sensorial no mostró un rechazo al producto y se evidenció puntuaciones elevadas en los parámetros como la apariencia, aroma, textura y sabor. En un contexto similar **Kaur et al. (2020)** produjo yogurt probiótico con *Lactobacillus acidophilus LA5* y *Bifidobacterium BB12*



y utilizó harina de garbanzo como agente fortificante. Los resultados mostraron que durante el almacenamiento los probióticos mantuvieron un recuento viable por encima del nivel terapéutico mínimo ( $10^6$  UFC / g). En este estudio se evidencia que propiedades fisicoquímicas del yogur, como la capacidad de retención de agua y la susceptibilidad a la sinéresis mejoraron mediante la adición de harina de garbanzo, en este sentido, esta matriz podría ser un ingrediente atractivo en la producción de yogur con calidad probiótica.

**Chen et al. (2018)** evaluó los efectos de la harina de garbanzo en la calidad general del yogur. Los resultados demostraron que la harina de garbanzo estimuló el crecimiento de *Streptococcus termófilos* y *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* después de la fermentación inicial y mantuvo un mayor recuento de bacterias durante un almacenamiento refrigerado de 21 días. El tiempo de fermentación se redujo en 1,5 horas con la inclusión de harina de garbanzo (pH: 4,5). El color y el valor de la viscosidad fueron casi constantes y no hubo una diferencia significativa. Los resultados de las investigaciones plantean que la información con relación al uso de este tipo de harinas es reducida y que el desarrollo de yogur fortificado con garbanzos ofrece un nuevo producto lácteo rico en proteína de origen vegetal.

**Tabla 10. Análisis del yogurt con harina de garbanzo**

Estudio	Tratamiento	Lineamientos	Característica	Fuente
Elaboración de un yogurt con base en una mezcla de leche y garbanzo ( <i>Cicer arietinum</i> )	Leche y harina de garbanzo	Humedad	85.4	Morales et al. (2000)
		Cenizas	1.1	
		Proteína	8.0	
		pH	4.2	
		Acidez	1.8	
		Solidos %	11.6	
		Viscosidad	5.800	
Fortificación de yogurt con harina de garbanzo ( <i>Cicer arietinum</i> ): efectos fisicoquímicos y sensoriales	Leche y 1 % de harina de garbanzo	pH	4.5/5h	Chen et al. (2018)
		% ácido láctico	$1.01 \pm 0.02$	
		Viscosidad	$2.27 \pm 0.11$	
		Bacterias probióticas	$6.8 \pm 0.37$	
	Leche y 2 % de harina de garbanzo	pH	4.5/5h	
		% ácido láctico	$1.05 \pm 0.03$	
		Viscosidad	$2.22 \pm 0.16$	
		Bacterias probióticas	$7.47 \pm 0.37$	

Yogur probiótico fortificado con harina de garbanzo: Propiedades físico-químicas y supervivencia probiótica durante el almacenamiento y el tránsito gastrointestinal simulado	Leche y 1 % de harina de garbanzo	pH	4.48 ± 0.10	Kaur et al. (2020)
		% acidez	0.78 ± 0.02	
		Contenido de cenizas (%)	0.81 ± 0.02	
	Leche y 2.5 % de harina de garbanzo	Viscosidad (cP)	5333.33 ± 0.00	
		Sinéresis (%)	45.50 ± 1.51	
		pH	4.46 ± 0.07	
	Leche y 5 % de harina de garbanzo	% acidez	0.83 ± 0.03	
		Contenido de cenizas (%)	0.93 ± 0.02	
		Viscosidad (cP)	6499.95 ± 288.22	
		Sinéresis (%)	44.50 ± 1.51	
		pH	4.44 ± 0.09	
		% acidez	0.87 ± 0.03	
	Contenido de cenizas (%)	1.09 ± 0.17		
	Viscosidad (cP)	7499.95 ± 288.22		
	Sinéresis (%)	39.00 ± 1.73		

Fuente: Elaborado por el autor.

### Harina de lupino

El *Lupinus mutabilis-sweet*, conocido como lupino, chocho o tarwi es una leguminosa originaria de la región mediterránea, África y Suramérica, actualmente tiene un elevado consumo a nivel mundial y su alto contenido de proteínas, similar al de la soja, lo hace una planta de interés para la nutrición humana. En esta semilla se puede encontrar diferentes tipos de nutrientes, como proteínas, fibra, lípidos, minerales y vitaminas. Tiene 40 % de fibra dietética de lo cual el 79 % es celulosa y en menos nivel 14 % hemicelulosa y lignina 7 %. Respecto a lípidos se encuentra 71.1 % de triglicéridos, 14.9 % de fosfolípidos, 5.2 % esteroides libres, 3.5 % glucolípidos, 0.5 % de ésteres de esteroides y ceras, 0.4 % ácidos grasos libres y 0.4 % en hidrocarburos y material ceroso, respectivamente (Jimenez y Landa, 2018).

La harina de lupino por otro lado ha mostrado grandes beneficios para la salud, debido a la presencia de la carga nutricional y fitoquímicos propios que ayudan a la salud, contiene galactósidos que funcionan como prebióticos, fitatos que bajan los índices glicémicos, saponinas que disminuyen el colesterol en sangre, compuesto fenólicos que son antioxidantes, lectinas que es un factor que funciona como antitumoral e

inhibidores de proteasas que colaboran como antitumorales e inhiben la digestión proteica (**Martín, 2017**).

El desarrollo de productos enriquecidos ha aumentado considerablemente y el yogurt es uno de los alimentos con más crecimiento de consumo. El incremento del contenido proteico en los productos lácteos ha experimentado un notable desarrollo, no solo por el aspecto nutritivo sino también desde el punto de vista tecnológico. El lupino dado su interesante contenido proteico ha sido estudiado como posible materia prima para lograr este enriquecimiento.

Los atributos sensoriales del yogurt con harina de lupino se muestran en la Tabla 11, sin embargo, del valor nutritivo que podría generar esta materia prima, la información con relación a su uso específico en la industria láctea y en especial del yogurt es reducida. Los resultados de las investigaciones muestran que la inclusión de harina de lupino en el yogurt reduce la percepción sensorial en aroma, no obstante, la aceptabilidad fue buena y no se obtuvieron resultados negativos (**Castañeda et al., 2009**). Así mismo, **Al-hamdani et al. (2015)** realizaron tres evaluaciones (leche y 2 % de harina de lupino; leche y 4 % de harina de lupino; leche y 6 % de harina de lupino), se analizó los sólidos totales, la concentración de la harina, el sabor, acidez y textura. Los resultados reportados manifiestan que la muestra con el menor porcentaje de harina de lupino presentó la mejor evaluación en todos los parámetros evaluados, los cuales fueron acidez, viscosidad y bacterias probióticas. En otra investigación realizada por **Jiménez et al. (2003)** se realizó una evaluación en la que en todos los aspectos tuvieron una puntuación media que significaba que le gustaba el color, aroma, sabor y textura del producto, no se expresa datos numéricos pero mostró mayor similitud y equilibrio en el estudio.

**Tabla 11. Análisis sensorial del yogurt con harina de lupino**

Estudio	Tratamiento	Lineamientos	Característica	Fuente	
Formulación y elaboración preliminar de un yogurt mediante sustitución parcial con harina de tarwi ( <i>Lupinus mutabilis Sweet</i> )	Leche 80ml y 20ml de harina de lupino	Aroma (5)	4.11	Castañeda, Manrique, Gamarra, Muñoz y Ramos (2009)	
		Sabor (5)	3.76		
		Aceptabilidad (5)	3.89		
	Leche 70ml y 30ml de harina de lupino	Aroma (5)	4.03		
		Sabor (5)	3.58		
		Aceptabilidad (5)	3.55		
Efecto de la harina de altramuz ( <i>Lupinus albifrons</i> ) sobre las propiedades microbianas y sensoriales del yogur local	Leche y 2 % de harina de lupino	Sabor (45)	42	Al-hamdani et al. (2015)	
		Textura y consistencia (35)	31		
		Acidez (10)	9		
		Apariencia (10)	9		
		Leche y 4 % de harina de lupino	Sabor (45)		39
			Textura y consistencia (35)		30
	Acidez (10)		8		
	Apariencia (10)		8		
	Leche y 6 % de harina de lupino		Sabor (45)		33
			Textura y consistencia (35)		27
		Acidez (10)	7		
		Apariencia (10)	7		
Producción de un producto similar al yogur a partir de semillas de <i>Lupinus campestris</i>		Yogurt de lupino	Color	5.5	Jiménez et al. (2003)
			Aroma	5.5	
	Sabor		5.3		
	Textura		4.7		
	Aceptabilidad general		5.8		

Fuente: Elaborado por el autor.

En la investigación de **Castañeda et al. (2009)** para la formulación y elaboración preliminar de un yogurt mediante sustitución parcial con harina de tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) se evaluaron mezclas a 2 diferentes concentraciones, 30 y 20 %. Los resultados mostraron que el contenido en proteínas fue de 3,86 % y 3,93 %, grasa 2,88 % y 3 %, carbohidratos 4,04 % y 14,13 % con un aporte energético de 97,57 y 99,33

kcal. Los atributos sensoriales mostraron mayor preferencia por el yogurt desarrollado con 20 % de harina de tarwi. La harina de lupino según la bibliografía se ha utilizado para la producción de pan, salchichas, snacks, entre otros, sin embargo, en la industria láctea los reportes son casi nulos y por la tanto abre la posibilidad del desarrollo no solo a nivel de investigación sino de aplicación industrial dada las características nutritivas reportadas. El reto del desarrollo de este tipo productos también radica en conocer sus propiedades tecnológicas, viscoelásticas, reológicas que permitan establecer una línea base para los posibles procesos.

**Tabla 12. Características del yogurt con harina de lupino**

Estudio	Tratamiento	Lineamientos	Característica	Fuente
Formulación y elaboración preliminar de un yogurt mediante sustitución parcial con harina de tarwi ( <i>Lupinus mutabilis Sweet</i> )	Leche 80ml y 20ml de harina de lupino	Energía (kcal)	99.33	Castañeda, Manrique, Gamarra, Muñoz y Ramos (2009)
		Grasa (g)	3.01	
		Carbohidratos (g)	14.13	
		Proteína (g)	3.93	
		Fibra (g)	0.17	
		Humedad (g)	78.00	
	Leche 70ml y 30ml de harina de lupino	Energía (kcal)	97.57	
		Grasa (g)	2.88	
		Carbohidratos (g)	14.04	
		Proteína (g)	3.86	
		Fibra (g)	0.26	
		Humedad (g)	78.00	
		Cenizas (g)	0.7	
Efecto de la harina de altramuz ( <i>Lupinus albifrons</i> ) sobre las propiedades microbianas y sensoriales del yogur local	Leche y 2 % de harina de lupino	Grasa %	4.0	Al-hamdani et al. (2015)
		Total, de sólidos %	13	
		pH %	3.7	
	Leche y 4 % de harina de lupino	Acidez %	102	
		Grasa %	4.0	
		Total, de sólidos %	13	
	Leche y 6 % de harina de lupino	pH %	4.2	
		Acidez %	82	
		Grasa %	4.0	
	Yogurt de lupino	Total, de sólidos %	17	
		pH %	4.2	
		Acidez %	93	
Producción de un producto similar	Yogurt de lupino	Acidez %	0.87	Jiménez et al. (2003)
		pH	5	

al yogur a partir  
de semillas de  
*Lupinus*  
*campestris*

Fuente: Elaborado por el autor.

### Maicena o almidón de maíz

El almidón de maíz es una materia prima que aporta carbohidratos y son de fácil digestión, es una estructura libre de gluten y por lo tanto de alto consumo en las personas celíacas. Su composición nutricional asociada a la presencia de minerales como Ca (calcio), Fe (hierro), Na (sodio), K (potasio), Mg (magnesio), P (fósforo) y Zn (zinc), vitaminas A, C, D, E, K, B<sub>1</sub>(Tiamina), B<sub>6</sub>, B<sub>sub12</sub>, ácido fólico y beta caroteno (Abad, 2015), le hacen una materia prima prometedora para su uso en la industria alimenticia.

Las propiedades sensoriales del yogurt desarrollado con la inclusión de almidón de maíz se muestran en la Tabla 13. Según García (2004) la inclusión de almidón de maíz ( 2.0 % y 2,5 %) mostraron una evaluación muy buena en todos los aspectos (apariencia, aroma, textura, dulzura y evaluación general). Saleh et al. (2020) en su experimentación de leche con 10.4 % de almidón los resultados con relación a la textura, cremosidad, sabor y aceptabilidad general muestran resultados alentadores, los evaluadores no calificaron negativamente el producto.

**Tabla 13. Análisis sensorial del yogurt con almidón de maíz**

Estudio	Tratamiento	Lineamientos	Característica	Fuente
Efecto de la cantidad de grasa y almidón modificado en la elaboración de yogurt bajo en grasa sabor a fresa y sin azúcar	0.5 % de grasa, 2.0 % de almidón (T1)	Apariencia	Muy buena	García (2004)
		Aroma	Muy buena	
		Textura	Muy buena	
		Dulzura	Muy buena	
		Evaluación general	Muy buena	
	0.5 % de grasa, 2.5 % de almidón (T2)	Apariencia	Muy buena	
		Aroma	Muy buena	
		Textura	Buena	
		Dulzura	Muy buena	
		Evaluación general	Buena	
0.1 % de grasa, 2.0 % de almidón (T3)	Apariencia	Buena		
	Aroma	Buena		
	Textura	Mediana		
	Dulzura	Buena		
	Evaluación general	Mediana		
		Apariencia	Mediana	

	0.1 % de grasa, 2.5 % de almidón (T4)	Aroma	Mediana	
		Textura	Regular	
		Dulzura	Buena	
		Evaluación general	Regular	
Efecto de diferentes almidones sobre los atributos reológicos, sensoriales y de almacenamiento del yogur desnatado desnatado	Leche, 20.4 % de almidón	Textura	6.13 ± 0.63	Saleh et al. (2020)
		Cremosidad	5.91 ± 1.07	
		Sabor	7.90 ± 0.32	
		Aceptación general	6.10 ± 1.10	
Propiedades de los yogures revueltos con almidón añadido: efectos de las alteraciones en las condiciones de fermentación	Leche y almidón	Evaluación sensorial	Aceptable	Williams et al. (2003)

Fuente: Elaborado por el autor.

El uso de almidón modificado de maíz en yogurt aromatizado concentrado bajo en grasa mostraron que la adición de gelatina y almidón afectaron significativamente los parámetros de textura instrumental y la textura sensorial de los yogures. Los resultados permitieron establecer que la inclusión de gelatina y el almidón modificado pueden mejorar la textura y las propiedades sensoriales del yogurt (**Tavakolipour et al., 2014**). En la Tabla 14 se puede evidenciar los efectos de la aplicación del almidón de maíz en el yogurt, **García (2004)** muestra que el yogurt con el 0.1 % de grasa y 2.5 % de almidón muestra mayor nivel de viscosidad, seguido del tratamiento del 0.5 % de grasa y 2.5 % de almidón en consistencia se conoció que fue superior y la más baja fue el yogurt con el 0.1 % de grasa y 2.0 % de almidón. Los valores de acidez titulable expresada como ácido láctico mostraron valores entre 0.9 y 1.1 %. Por otro lado, el análisis microbiológico mostró seguridad para el consumo de este tipo de productos ya que la carga microbiana de microorganismo patógenos cumple la normativa sanitaria. **Saleh et al. (2020)** en su trabajo sobre el efecto de diferentes almidones sobre los atributos reológicos, sensoriales y de almacenamiento del yogur desnatado observó que los parámetros como consistencia, comportamiento, cohesión y adhesión fueron

bajos, menos en viscosidad que fue alta y la sinéresis se redujo de 37 % a 30 % en el transcurso de 15 días con respecto al control por lo cual el almidón de maíz demuestra una característica estabilizadora para las estructuras proteicas del yogurt. **Williams et al. (2003)** en su trabajo en el cual analizó las propiedades de los yogures revueltos con almidón añadido y los efectos de las alteraciones en las condiciones de fermentación observaron que la viscosidad había aumentado y que la textura era granulosa posterior a la aplicación del almidón en la fórmula del yogurt.

**Tabla 14. Efecto de la aplicación de almidón de maíz en yogurt**

Estudio	Tratamiento	Lineamientos	Característica	Fuente
Efecto de la cantidad de grasa y almidón modificado en la elaboración de yogurt bajo en grasa sabor a fresa y sin azúcar	0.5 % de grasa, 2.0 % de almidón	Viscosidad (cP)	6693	García (2004)
		Consistencia (cm/min)	2.5	
	0.5 % de grasa, 2.5 % de almidón	Viscosidad (cP)	7387	
		Consistencia (cm/min)	3.4	
	0.1 % de grasa, 2.0 % de almidón	Viscosidad (cP)	6947	
		Consistencia (cm/min)	2.0	
	0.1 % de grasa, 2.5 % de almidón	Viscosidad (cP)	7493	
		Consistencia (cm/min)	3 cm/min	
Efecto de diferentes almidones sobre los atributos reológicos, sensoriales y de almacenamiento del yogurt desnatado	Leche, 20.4 % de almidón	Consistencia	0.990 ± 0.00	Saleh et al., (2020)
		Comportamiento	0.990 ± 0.02	
		Cohesión	0.360 ± 0.010	
		Adhesividad	0.301 ± 0.001	
		Viscosidad	6.70 ± 0.84	
Propiedades de los yogures revueltos con almidón añadido: efectos de las alteraciones en las condiciones de fermentación	Leche y 1 % de almidón	Viscosidad	Aumentada	Williams et al., (2003)
		Textura	Granulosa	

Fuente: Elaborado por el autor.



### Harina de melloco

El melloco *Ullucus tuberosus* es una planta herbácea originaria de la región andina de América del Sur. Conocido como melloco en Ecuador y Perú, ulluco o chugua (en Colombia), ruba (en Venezuela) y, Bolivia, el norte de Argentina y unas pocas regiones de la zona sur andina de Ecuador, como olluco, papa lisa, o simplemente lisa. La composición nutricional del tubérculo fresco es de un 85 % de humedad, un 14 % de almidón y azúcar, y un 1 % de proteínas. Seco, el 72-75 % es de carbohidratos, 10-16 % proteínas, 4-6 % fibra y alrededor de un 1 % lípidos; aportan así unas 360 calorías por 100 g. Contiene además 23 mg de vitamina C. Las variaciones en el aporte nutricional son marcadas entre cultivares (**Paredes, 2016**). Su contenido mucilaginoso ha sido objeto de estudios principalmente por su valor nutricional al ser humano y por sus propiedades tecnológicas como espesante o ligante (**Espín, Villacrés y Brito, 2013**).

En la Tabla 15 se muestra la cantidad por gramo de aminoácidos que contiene el melloco y como esto solventa la cantidad que necesita una persona en sus diferentes etapas de desarrollo. Dado este importante valor nutritivo el uso de la harina de melloco en la producción de yogurt es prometedor y requiere de investigación para establecer sus efectos en el proceso tecnológico debido a su propiedad espesante y estabilizante en los productos (**Martínez, 2016**).

**Tabla 15. Aminoácidos del melloco**

Aminoácidos	mg/g proteínico Melloco	Requerimiento diario de proteína		
		2 – 5 años	10 – 12 años	Adultos
Histidina	305.00	19.0	19.00	16.00
Isoleucina	92.80	28.00	28.00	13.00
Leucina	62.12	66.00	44.00	19.00
Lisina	115.00	58.00	44.00	16.00
Metionina y cistidina	140.00	25.00	22.00	17.00
Fenilalanina y tirosina	147.00	63.00	22.00	19.00
Treonina	70.58	-	28.00	9.00
Triptófano	127.00	-	9.00	5.00
Valina	105.00	-	25.00	13.00

Fuente: **Armas (2016)**

Respecto al análisis sensorial del yogurt con harina de melloco (Tabla 16) de acuerdo con **Sánchez (2018)** el yogurt desarrollado con la inclusión de 0.9 % de harina de melloco mostro parámetros de sabor, aroma y aceptabilidad normales. Similares

resultados se muestran en la investigación realizada por **Parra (2015)** en donde el sabor, color, olor y textura tuvieron una valoración de aceptación favorable en todos los aspectos.

**Tabla 16. Análisis sensorial del yogurt con harina de melloco**

Estudio	Tratamiento	Lineamientos	Característica	Fuente
“Efecto de la adición de harina de melloco ( <i>Ullucus Tuberosus</i> ) variedad amarilla (INIAP-Quillu) en las propiedades fisicoquímicas y reológicas del yogurt bajo en grasa”	Yogurt 0.9 % de harina	Sabor	Normal	Sánchez (2018).
		Aroma	Normal	
		Aceptabilidad	Normal	
Uso de Rubas ( <i>Ullucus Tuberosus</i> ) en la elaboración y caracterización de yogur	Leche y harina de melloco	Sabor	Aceptación favorable	Parra (2015)
		Color	Aceptación favorable	
		Olor	Aceptación favorable	
		Textura	Aceptación favorable	

Fuente: Elaborado por el autor.

**Parra (2015)** mostró que la producción de yogurt con la inclusión de melloco es viable y que la estabilidad de producto durante el almacenamiento es notable. Los valores de pH y acidez tuvieron un comportamiento característico de un yogurt. Los valores de sinéresis mostraron una disminución de 51 % del yogurt de control a 4.51 % del yogurt adicionado un concentrado de melloco y azúcar. Respecto a la viscosidad se mostró típica de un fluido pseudoplástico, presentando un nivel significativamente disminuido, lo cual se puede deber a la disminución del pH y aumento de acidez, teniendo como finalidad sinéresis **Huertas (2015)** desarrolló un concentrado de melloco que fue añadido para la producción de yogurt. Los resultados indicaron que el producto desarrollado es viable y es estable durante el almacenamiento. Los valores de pH y acidez fueron similares a un yogurt clásico, los valores de sinéresis fueron menores en el yogurt con concentrado de melloco.

**Tabla 17. Características del yogurt con harina de melloco**

Estudio	Tratamiento	Lineamientos	Característica	Fuente
“Efecto de la adición de harina de melloco ( <i>Ullucus Tuberosus</i> ) variedad amarillo (INIAP-Quillu) en las propiedades fisicoquímicas y reológicas del yogurt bajo en grasa”	Yogurt 0.9 % de harina	Acidez (%)	1.37 ± 0.01	Sánchez (2018).
		pH	4.18 ± 0.01	
		Viscosidad	Pseudoplástica	
Uso de Rubas ( <i>Ullucus Tuberosus</i> ) en la elaboración y caracterización de yogur	Leche y melloco	pH	4.22	Parra (2015)
		Acidez (%)	1.32	
		Sinéresis (%)	4.5	

Fuente: Elaborado por el autor.

### Harina de piel de manzana

Los residuos agroindustriales representan una fuente alternativa para su uso en el desarrollo de productos, los residuos de la industria de jugos generan una interesante fuente de fibra debido a las cortezas que se generan (Sánchez, 2018). En este sentido uno de los estudios se enfoca en el uso de piel de manzana mínimamente procesado (deshidratación por debajo de 55 °C y molienda sin calentamiento) para la producción de yogurt fortificado. Si bien es cierto que el desarrollo de este tipo de productos es puntual resulta de importancia debido a la estabilidad térmica y las propiedades funcionales de la harina de piel de manzana en especial sobre los efectos sobre las grasas y sacarosa y sobre el metabolismo de la glucosa y la obesidad.

La suplementación con harina de piel de manzana (0,5 % p / p) disminuyó la ganancia de peso corporal y la glucemia, y mejora la tolerancia a la glucosa. Por lo tanto, se ha sugerido que la utilización de harina de piel de manzana en varias formulaciones de alimentos y suplementos dietéticos es un enfoque razonable en el desarrollo de estrategias dietéticas para la prevención de la diabetes impulsada por la dieta y el control del peso corporal (Jovanović et al., 2020).

El uso de 15% piel de manzana en la fabricación del yogurt no mostró diferencia en contraste con el yogurt original. Debido a las vitaminas y nutrientes como hierro (Fe), potasio (K) y vitamina C se lo podría relacionar con la prevención de cáncer (colon, piel), enfermedades cardiovasculares, reduce el colesterol, brinda cuidados al sistema

nervioso, enfermedad coronaria, sistema digestivo, controla el ácido úrico, mejora la glucosa, retrasa el daño celular, previene la formación de tumores y previene la oxidación de lípidos. Debido a la presencia de fibra, ácido elálgico, ácido caféico, ácido fólico, niacina, fosforo, hierro, calcio, magnesio, silicio, cobalto, cinc, potasio, azúcares y vitaminas A, B1, B2, C y E, ayuda a mejorar el sistema defensivo (Nuñez, 2004).

Las propiedades sensoriales del yogurt con harina de piel de manzana (Tabla 18) mostraron que la bebida desarrollada tuvo mayor puntuación en firmeza y consistencia (Wang, 2018). En otra investigación similar se reportó que una fórmula desarrollada a partir de leche descremada y 3 % de piel de manzana mostró mayor firmeza, consistencia y cohesión (Wang et al., 2019). En esta misma línea Jovanović et al. (2020) dio a conocer que en la unión de leche descremada y 3 % de piel de manzana tuvo mayor nivel de firmeza, cohesión, color, olor y sabor. Se observa que a nivel general que en todas las investigaciones en las que se usó harina de piel de manzana en 3 % tuvieron una mejor percepción sensorial.

**Tabla 18. Análisis sensorial del yogurt con harina de piel de manzana**

Estudio	Tratamiento	Lineamientos	Característica	Fuente
Explorando el potencial de la piel de manzana como ingrediente funcional del yogurt	Leche descremada y 0.1 % de piel de manzana	Firmeza	$1.61 \pm 0.09$	Wang (2018)
		Consistencia	$33.51 \pm 0.86$	
		Cohesión	$0.97 \pm 0.05$	
	Leche descremada y 0.5 % de piel de manzana	Firmeza	$2.52 \pm 0.08$	
		Consistencia	$40.76 \pm 0.80$	
		Cohesión	$1.61 \pm 0.05$	
	Leche descremada y 1% de piel de manzana	Firmeza	$2.51 \pm 0.09$	
		Consistencia	$35.93 \pm 0.86$	
		Cohesión	$1.84 \pm 0.05$	
Agregar piel de manzana como ingrediente funcional en yogurt agitado y bebidas de yogurt	Leche descremada, 1 % de piel de manzana	Firmeza	$0.47 \pm 0.01$	Wang et al. (2019)
		Consistencia	$9.15 \pm 0.11$	
		Cohesión	$0.37 \pm 0.00$	
	Leche descremada, 2 % de piel de manzana	Firmeza	$0.65 \pm 0.03$	
		Consistencia	$12.46 \pm 0.36$	
		Cohesión	$0.52 \pm 0.01$	
	Leche descremada, 3 % de piel de manzana	Firmeza	$0.88 \pm 0.01$	
		Consistencia	$17.44 \pm 0.32$	
		Cohesión	$0.70 \pm 0.01$	
Bioactividad y	Leche descremada, 1 % de piel de manzana	Firmeza	$16.14 \pm 0.4$	
		Cohesión	$10.37 \pm 0.05$	

propiedades sensoriales del yogur probiótico enriquecido con harina de piel de manzana	Leche descremada, 3 % de piel de manzana	Color	14.14 ± 0.76	Jovanović et al. (2020)
		Olor	28.39 ± 0.39	
		Sabor	81.48	
	Leche descremada, 5 % de piel de manzana	Firmeza	20.37 ± 1.47	
		Cohesión	14.15 ± 1.59	
		Color	15.00 ± 0.00	
		Olor	32.67 ± 0.35	
		Sabor	93.52	
		Firmeza	19.85 ± 2.47	
		Cohesión	12.75 ± 0.93	
		Color	14.57 ± 0.24	
		Olor	32.08 ± 0.47	

Fuente: Elaborado por el autor.

Las características tecnológicas del yogurt con harina de piel de manzana (Tabla 19) mostraron que la adición de esta harina redujo de una manera muy evidente la sinéresis y eso debido a que la pectina que posee la manzana promueve la retención de agua y por consiguiente evita la liberación del suero. Por otro lado **Wang (2018)** contradice a los otros estudios pues conforme aumenta la concentración de harina la sinéresis se ve aumentada posiblemente por la ausencia de pectina en las muestras de ese estudio, además parámetros como la viscosidad, pH y acidez también se vieron afectados de manera positiva por la inclusión de la piel de manzana en todos los estudios.

**Tabla 19. Características del yogurt con harina de piel de manzana**

Estudio	Tratamiento	Lineamientos	Característica	Fuente
Explorando el potencial de la piel de manzana como ingrediente funcional del yogur	Leche descremada y 0.1 % de piel de manzana	pH	5.34 ± 0.10	Wang (2018)
		Sinéresis (%)	23.7 ± 0.7	
		Acidez (%)	0.64 ± 0.01	
		Viscosidad (Ns)	2.10 ± 0.07	
	Leche descremada y 0.5 % de piel de manzana	pH	5.47 ± 0.08	
		Sinéresis (%)	26.3 ± 0.7	
		Acidez (%)	0.66 ± 0.01	
		Viscosidad (Ns)	2.88 ± 0.06	
	Leche descremada y 1 % de piel de manzana	pH	5.99 ± 0.11	
		Sinéresis (%)	28.8 ± 0.7	
		Acidez (%)	0.67 ± 0.01	
		Viscosidad (Ns)	3.04 ± 0.07	
Agregar piel de manzana como	Leche descremada, 1 % de piel de manzana	Sinéresis (%)	23.7 ± 1.5	Wang et al. (2019)
		Viscosidad (Ns)	1.01 ± 0.02	

ingrediente funcional en yogur agitado y bebidas de yogur		Contenido fenólico	68.3 ± 6.4	
	Leche descremada, 2 % de piel de manzana	Sinéresis (%)	19.5 ± 0.8	
		Viscosidad (Ns)	1.40 ± 0.05	
		Contenido fenólico (µg)	84.6 ± 4.5	
	Leche descremada, 3 % de piel de manzana	Sinéresis (%)	16.3 ± 1.1	
		Viscosidad (Ns)	1.80 ± 0.02	
		Contenido fenólico (µg)	91.3 ± 3.6	
Bioactividad y propiedades sensoriales del yogur probiótico enriquecido con harina de piel de manzana	Leche descremada, 1 % de piel de manzana	pH	6.28	Jovanović et al. (2020)
		Sinéresis (%)	65 %	
		Viscosidad (gs)	2.97 ± 0.04	
	Leche descremada, 3 % de piel de manzana	Contenido fenólico (mg)	56.3 ± 0.5	
		pH	6.01	
		Sinéresis (%)	55 %	
		Viscosidad (gs)	10.49 ± 4.71	
	Leche descremada, 5 % de piel de manzana	Contenido fenólico (mg)	76.3 ± 1.7	
		pH	5.70	
		Sinéresis (%)	35 %	
		Viscosidad (gs)	6.15 ± 2.17	
		Contenido fenólico (mg)	96.3 ± 1.6	

Fuente: Elaborado por el autor.

### Harina de Plátano

El almidón es el componente principal en la composición de la harina de plátano verde (73 % a 77 %, en base seca). Después de madurar, se convierte en azúcares más simples como sacarosa, glucosa y fructosa. El almidón se clasifica en glucémico o resistente, el glucémico es transformado en glucosa por enzimas del propio tracto digestivo, mientras que el resistente, como su nombre lo indica, resiste la degradación en el intestino delgado, pero es fermentado en el intestino grueso por la microflora presente. Así, el almidón resistente no se convierte en glucosa y por tanto aporta nutrientes al organismo, sino que se fermenta, generando gases y ácidos grasos, especialmente los de cadena corta.

La búsqueda de alimentos con propiedades funcionales se ha incrementado en los últimos años, mostrando así el interés de los consumidores por productos que aporten beneficios para la salud, como el yogurt, una bebida probiótica con actividad beneficiosa que ejercen las bacterias del ácido láctico (Rocha et al., 2020).

Las propiedades sensoriales del yogurt con harina de plátano (Tabla 20) según Jiménez et al. (2008) muestran una coloración café y textura normal. Abdalla y Riad (2019) en formulaciones con diferentes proporciones de harina (3 %, 5 %, 7 %) mostraron que en color, textura y sabor las puntuaciones fueron aceptables y el mejor tratamiento resultó ser el 5 % de harina pues esta concentración mejoró la calidad organoléptica en todos los aspectos.

**Tabla 20. Análisis sensorial del yogurt con harina de plátano**

Estudio	Tratamiento	Lineamientos	Característica	Fuente
Calidad microbiológica de yogurt elaborado con sustratos agroindustriales.	Yogurt y 10 % en harina de plátano	Color Textura	Café Normal	Jiménez, González, Magaña y Mosqueda (2008)
Propiedades físico-químicas y sensoriales del yogurt suplementado con harina de plátano verde	Yogurt y harina de plátano 3 %	Color (10)	8.17±0.55	Abdalla & Riad (2019)
		Textura (30)	24.50±1.64	
		Sabor (60)	53.17±2.04	
		Aceptabilidad (100)	85.83±3.06	
	Yogurt y harina de plátano 5 %	Color (10)	7.33±0.52	
		Textura (30)	22.83±1.33	
		Sabor (60)	51.83±1.83	
		Aceptabilidad (100)	82.00±2.45	
	Yogurt y harina de plátano 7 %	Color (10)	5.83±0.98	
		Textura (30)	19.67±1.51	
		Sabor (60)	39.67±2.50	
		Aceptabilidad (100)	65.17±3.66	
Cinética de la fermentación de la leche agregada con harina de plátano verde en la producción de yogurt	Yogurt y 5 % de harina de plátano	Textura Evaluación general	Sin alteración Sin alteración	Rocha, Silva, Campos, et al. (2020)

Fuente: Elaborado por el autor.

Kamrul et al. (2020) utilizaron extracto de cáscara de plátano como fuente de compuestos fenólicos para fortificar yogures. La fortificación del extracto en los

yogures redujo significativamente la oxidación de los lípidos y aumentó la viscosidad, respectivamente, pero no tuvo una influencia significativa en el color, la sinéresis, el pH y el ácido láctico de los yogures durante el almacenamiento.

**Da Costa (2017)** investigó el potencial del plátano verde como prebiótico, debido al contenido en almidón resistente para la producción de yogures fermentados. La pulpa de plátano verde agregada al yogur estimuló la multiplicación de *L. acidophilus* después del primer día de fermentación y *B. bifidum* después de siete días en almacenamiento en frío en comparación con el control. En el estudio no se observó el efecto dosis-respuesta; sin embargo, los resultados mostraron que la pulpa de banano verde tiene un potencial prebiótico sin interferir con las características fisicoquímicas o sensoriales.

**Abdalla y Riad (2019)** encontró que a mayor concentración de harina los valores de sinéresis disminuyen y la viscosidad aumenta mientras que los parámetros de acidez y pH permanecen casi constantes siendo así su adición viable a nivel de producción.

**Tabla 21. Características del yogurt con harina de plátano**

Estudio	Tratamiento	Lineamientos	Característica	Fuente
Calidad microbiológica de yogur elaborado con sustratos agroindustriales.	Yogurt y 10 % harina de plátano	Bacterias lácticas (Log ufc/g)	6.48 ± 0.33	Jiménez, González, Magaña y Mosqueda (2008)
		Acidez (%)	6.12± 0.88	
Propiedades físico-químicas y sensoriales del yogur suplementado con harina de plátano verde	Yogurt y harina de plátano 3 %	Acidez (%)	1.14±0.01	Abdalla & Riad (2019)
		pH	4.42±0.01	
		Sinéresis (%)	22.61±0.70	
		Viscosidad (cP)	1417±24.02	
	Yogurt y harina de plátano 5 %	Acidez (%)	1.15±0.02	
		pH	4.42±0.01	
		Sinéresis %	14.03±1.17	
		Viscosidad (cP)	3195±10.61	
	Yogurt y harina de plátano 7 %	Acidez (%)	1.16±0.01	
		pH	4.40±0.01	
		Sinéresis (%)	3.14±0.23	
		Viscosidad (cP)	7268±16.97	
Cinética de la fermentación de la leche agregada con harina de plátano verde en	Yogurt y 5 % de harina de plátano	Sinéresis	Estable	Rocha, Silva, Campos, et al. (2020)
		Acidez	Progresiva	



---

la producción de  
yogur

---

Fuente: Elaborado por el autor.

### **Harina de chía**

Los consumidores cambian sus hábitos alimenticios hacia opciones de alimentos más saludables, particularmente aquellos que transmiten una ingesta adecuada de nutrientes de grado asociado y presentan efectos terapéuticos. La chía (*Salvia hispanica L.*) es una planta herbácea anual que pertenece a la familia de las *Lamiaceae*, es originaria del sur de México y norte de Guatemala. Recientemente, la chía se ha cultivado con fines comerciales, prácticamente para consumo humano como complemento alimenticio (**Grancieri et al., 2019**). Las semillas de chía se consumen generalmente molidas o integrales en industrias alimentarias como jugos de frutas, bebidas, leche y ensaladas. La chía ha sido incorporada en las dietas y obtenida de buena calidad por sus propiedades tecnológicas, saludables, nutricionales y funcionales, entre las que destacan la unión de grasas y la gelatina e incluso en yogurt (**Said, 2020**).

Las semillas de chía tienen un alto contenido en fibra dietética, proteínas, minerales, vitaminas, aminoácidos y ácidos grasos poliinsaturados, principalmente ácido linolénico, linoleico y oleico. Asimismo, presenta altos contenidos en compuestos bioactivos de actividad antioxidante, principalmente polifenoles y tocoferoles.

En la Tabla 22 se muestra los componentes principales de la chía desde el punto de vista nutricional y proximal. La chía está compuesta de ácidos grasos, fibras, aminoácidos, antioxidantes, vitaminas, minerales, flavonoides, entre otros. Debido a que , los antioxidantes mejoran el estrés oxidativo e inflamación en el síndrome metabólico. Es adecuada para su consumo en arterosclerosis, cáncer y cardiopatía isquémica. La cantidad de fibra que contiene ayuda a regular el tránsito intestinal, reduce lípidos y la glucemia en diabéticos, esto. entre muchos más beneficios que tiene este producto (**Carrillo et al., 2017; P. Jiménez, Masson y Quintral, 2013**).

**Tabla 22. Composición nutricional de la chía**

<b>Componente</b>	<b>En 100 g</b>
Energía	575.0 kcal

Proteína	29.2 g
Acido glutámico	12.4 g/16 g
Arginina	8.9 g/16 g
Lípidos	49.0 g
AG saturados	10.0 g
AG poliinsaturados	29.2 g
Ácido $\alpha$ -linolénico	21.1 g
Hidratos de carbono	9.0-41.0 g
Fibra	18.0-30.0 g
Niacina	6.1 mg
Folato	49 $\mu$ g
Vitamina A	44.0 UI
Fosforo	1067.0 mg
Calcio	714.0 mg
Potasio	700.0 mg
Magnesio	390.0 mg
Hierro	16.4 mg
Zinc	3.7 mg
Manganeso	2.3 mg
Aluminio	2.0 mg

Fuente: Carrillo, Gutiérrez, Muro, Martínez y Torres (2017)

Ribeiro et al. (2019) en su estudio mostraron que al variar la proporción de harina desgrasada: 0.00, 0.5 y 1.0g/100g (m/v) los yogures tuvieron una textura estable. Said (2020) realizó yogurt con leche de cabra con 0.5 % y 2 % de grasa a diferentes cantidades de harina de chía (1 %, 2 % y 3 %), los resultados mostraron la mayor puntuación en la mezcla con la relación 1 % de harina y leche con 2% de grasa, lo cual quiere decir que fue es más agradable y los parámetros sensoriales se evaluaron de mejor calidad a estas concentraciones. En la investigación realizada por Moustapha et al. (2017) se evidencia que de las formulaciones realizadas en yogurt leche de búfala con diferentes cantidades de harina (3 %: 6 %; 9 %; 12 %) el color amarillo se mostró en todas las muestras y en la composición con 3 % de harina de chía se encuentra mayor nivel en sabor, cuerpo y textura y apariencia general.

**Tabla 23. Análisis sensorial de yogurt con harina de chía**

Estudio	Tratamiento	Lineamientos	Característica	Fuente
Desarrollo y caracterización físico-química de	0 % harina	Textura	Estable	Ribeiro et al., (2019)
	0.5 % harina	Textura	Estable	
	1 % harina	Textura	Estable	

yogur de lactosa con chía ( <i>Salvia hispanica L.</i> )				Said (2020)
Elaboración de yogur de cabra congelado probiótico funcional y saludable con harina de chía	Leche de cabra con 2 % grasa y 1 % harina de chía	Color	Amarillo	
		Sabor (50)	46.00±0.50	
		Cuerpo y textura (40)	37.00±0.50	
		Calidad de fusión (10)	7.00±0.50	
		Puntuación total (100)	90.00±0.50	
Leche de cabra con 2 % grasa y 2 % harina de chía	Leche de cabra con 2 % grasa y 2 % harina de chía	Color	Amarillo	
		Sabor (50)	47.00±0.50	
		Cuerpo y textura (40)	38.00±0.50	
		Calidad de fusión (10)	7.50±0.50	
		Puntuación total (100)	92.50±0.50	
Leche de cabra con 2 % grasa y 3 % harina de chía	Leche de cabra con 2 % grasa y 3 % harina de chía	Color	Amarillo	
		Sabor (50)	45.0±0.50	
		Cuerpo y textura (40)	36.00±0.50	
		Calidad de fusión (10)	8.00±0.50	
		Puntuación total (100)	89.00±0.50	
Leche de cabra con 0.5 % grasa y 1 % harina de chía	Leche de cabra con 0.5 % grasa y 1 % harina de chía	Color	Amarillo	
		Sabor (50)	45.00±0.50	
		Cuerpo y textura (40)	36.00±0.76	
		Calidad de fusión (10)	6.00±0.50	
		Puntuación total (100)	87.00±0.50	
Leche de cabra con 0.5 % grasa y 2 % harina de chía	Leche de cabra con 0.5 % grasa y 2 % harina de chía	Color	Amarillo	
		Sabor (50)	46.00±0.50	
		Cuerpo y textura (40)	37.00±0.50	
		Calidad de fusión (10)	6.50±0.50	
		Puntuación total (100)	89.50±0.50	
Leche de cabra con 0.5 % grasa y 3 % harina de chía	Leche de cabra con 0.5 % grasa y 3 % harina de chía	Color	Amarillo	
		Sabor (50)	43.00±0.50	
		Cuerpo y textura (40)	35.00±0.50	

	% harina de chía	de	Calidad de fusión (10)	de	7.00±0.50	
			Puntuación total (100)		86.00±0.36	
Evaluación de yogur y queso de pasta blanda enriquecidos con semillas de chía	Leche de búfalo, 3 % harina de chía	de	Color	Amarillo		Moustapha et al., (2017) Puntuación general sobre 100
			Sabor (45)		39±1.71	
			Cuerpo y textura (45)		37±0.94	
			Apariencia (10) general		09±0.73	
			Puntuación total (100)		85	
Leche de búfalo, 6 % harina de chía	de	de	Color	Amarillo		
			Sabor (45)		36±1.74	
			Cuerpo y textura (45)		35±0.72	
			Apariencia (10) general		08±0.28	
			Puntuación total (100)		79	
Leche de búfalo, 9 % harina de chía	de	de	Color	Amarillo		
			Sabor (45)		35±1.73	
			Cuerpo y textura (45)		33±1.01	
			Apariencia (10) general		06±0.26	
			Puntuación total (100)		74	
Leche de búfalo, 12 % harina de chía	de	de	Color	Amarillo		
			Sabor (45)		33±1.28	
			Cuerpo y textura (45)		30±1.07	
			Apariencia (10) general		06±0.34	
			Puntuación total (100)		69	

Fuente: Elaborado por el autor.

**Ribeiro et al. (2019)** analizaron que la adición de chía hasta una concentración de 1 % aumenta la viscosidad de manera notable sin embargo parámetros como la acidez aumentó y el pH disminuyó. **Said (2020)** en el estudio con leche de cabra con 0.5% de grasa y 1% de harina tuvo mayor pH ( $6.50\pm 0.50$ ), viscosidad ( $198.9\pm 0.36$ ) y consistencia ( $156.2\pm 0.50$ ), lo cual puede estar relacionado con el bajo contenido de grasa de la leche y también a la cantidad de harina que se adicionó además se puede

apreciar un aumento de viscosidad y acidez acompañado de un descenso de pH y con respecto a la sinéresis ninguno de los estudios abarco el análisis de esta característica.

**Tabla 24. Características del yogurt con harina de chía**

<b>Estudio</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Lineamientos</b>	<b>Característica</b>	<b>Fuente</b>
Desarrollo y caracterización físico-química de yogur de lactosa con chía	0 % Chía	pH	4.24±0.01	Ribeiro et al., (2019)
		Acidez (g/100g)	0.89±0.05	
		Viscosidad (mPas)	326.0±1.4	
	0.5 % Chía	pH	4.25±0.01	
		Acidez (g/100g)	0.90±0.03	
		Viscosidad (mPas)	370.0±1.4	
	1 % Chía	pH	4.26±0.01	
		Acidez (g/100g)	0.90±0.02	
		Viscosidad (mPas)	400.5±2.1	
Elaboración de yogur de cabra congelado probiótico funcional y saludable con harina de chía	Leche de cabra con 2 % grasa y 1% chía	pH	6.50±0.50	Said (2020)
		Viscosidad (mPas)	198.9±0.36	
		Consistencia (mPas)	156.2±0.50	
	Leche de cabra con 2 % grasa y 2 % chía	pH	6.48±0.50	
		Viscosidad (mPas)	217.4±0.50	
		Consistencia (mPas)	167.1±0.50	
	Leche de cabra con 2 % grasa y 3 % chía	pH	6.44±0.50	
		Viscosidad (mPas)	320.2±0.50	
		Consistencia (mPas)	178.7±0.29	
	Leche de cabra con 0.5 % grasa y 1 % chía	pH	6.38±0.50	
		Viscosidad (mPas)	146.0±0.50	
		Consistencia (mPas)	121.8±0.50	
	Leche de cabra con 0.5 % grasa y 2 % chía	pH	6.35±0.50	
		Viscosidad (mPas)	150.5±0.50	
		Consistencia (mPas)	138.9±0.50	
		pH	6.31±0.50	

	Leche de cabra con 2 % grasa y 3 % chía	Viscosidad (mPas)	187.8±0.7		
		Consistencia (mPas)	145.5±0.50		
Evaluación de yogur y queso de pasta blanda enriquecidos con semillas de chía	Leche de búfalo, 3 % harina de chía	Acidez titulable	4.61	Moustapha et al., (2017)	
		pH	4.27		
		Ceniza %	0.97		
	Leche de búfalo, 6 % harina de chía	Acidez titulable	4.79		
		pH	4.24		
		Ceniza %	1.04		
	Leche de búfalo, 9 % harina de chía	Acidez titulable	4.99		
		pH	4.21		
		Ceniza %	1.15		
	Leche de búfalo, 12 % harina de chía	Acidez titulable	5.16		
		pH	4.18		
		Ceniza %	1.36		

Fuente: Elaborado por el autor.

### Harina de sorgo

Según **Perez (2017)** señala que el sorgo es considerado un excelente nutriente, porque presenta buena adaptabilidad y rendimientos aceptables, en ciertos rubros; sobre todo, en los conocidos como el cereal del siglo XXI. A nivel mundial y, a principio de los sesenta; una gran producción de sorgo se empleaba directamente en la alimentación de los seres humanos; mientras que en la actualidad la utilización de sorgo está direccionando hacia el consumo animal.

El sorgo, es el quinto cereal de mayor incidencia en el mundo, después del trigo, el arroz, el maíz y la avena (**Mundia et al., 2019**). Su mayor auge productivo, puntualiza el autor, se lleva a cabo en las regiones áridas y semiáridas de los trópicos y subtrópicos. Cabe señalar que, en África una parte importante se destina al consumo poblacional. En América y Oceanía, el sorgo que se produce es empleado para el consumo animal (ganado y aves de corral), sin descartar su uso como materia prima en la almidonería y la industria alcoholera.

A continuación, se detallan los componentes esenciales del sorgo:

**Tabla 25. Composición nutricional del sorgo**

Componente	Porcentaje (%)
------------	----------------

Hidratos de carbono	54.6-85.2
Proteínas	6.2-14.9
Grasa	1.3-10.5
Fibra	1.4-26.1
Ceniza	0.9-4.2

Fuente: **Adebo (2020)**

Partiendo desde la perspectiva de **Adebo (2020)** la elevada composición de nutrientes que lo integra, hace de este interesante grano un alimento sustitutivo para complementar a otros no tan nutritivos o saludables. Esto es posible, debido a las cualidades intrínsecas que lo envuelve, tales como: rico en fibra, que en comparación con otros granos (arroz, cebada, entre otros) el sorgo mantiene una concentración de fibra equivalente a 10 gramos por encima de lo normal, suficiente para servir de ayuda en la prevención de la diabetes, y como reductor de la obesidad, presión arterial elevada, enfermedades del corazón y accidente cerebrovascular.

**Tabla 26. Análisis sensorial de yogurt griego con harina de sorgo**

Formulación	Color	Aroma	Sabor	Textura	Aceptabilidad general	Intensión de compra
Control	7.56±1.27	7.32±1.35	7.22±1.42	7.57±1.42	7.54±1.24	3.98±1.10
2 % BR 501	7.34±1.36	6.76±1.56	6.90±1.55	6.90±1.49	7.18 ± 1.26	3.55±1.04
4 % BR 501	7.25±1.39	6.70±1.43	6.33±1.64	7.04±1.50	7.01±1.44	3.23±1.14
2 % BRS 305	7.05±1.24	6.90±1.47	6.69±1.64	6.71±1.69	7.00±1.46	3.39±1.03
4 % BRS 305	6.49±1.49	6.50±1.65	5.43±1.95	5.68±2.00	6.18±1.65	2.69±1.15

Fuente: **De Oliveira et al. (2020)**

En un estudio presentado por **De Oliveira et al. (2020)** usa dos genotipos de sorgo el BR 501 (baja presencia de taninos) y el BRS 305 (con taninos) y señala que los atributos sensoriales no presentaron diferencias entre la formulación de control y las formulaciones al 2 % de BR 501 y al 4 % de BR 501 para el color, olor, sabor y textura además de la aceptabilidad general. Las 2 formulaciones con 2 % de BRS 305 y 4 % de BRS 305 por su parte presentaron una mejor capacidad antioxidante que el otro genotipo, sin embargo debido a la mayor concentración de taninos condensados que posee este sus valores organolépticos se vieron afectados de manera negativa con relación a las muestras de BR 501.

**Tabla 27. Análisis sensorial de yogurt griego con harina de sorgo**

Formulación	Cap. Antioxidante (mmol TE/g)	Antocianinas totales	Fenoles totales	Taninos condensados
-------------	-------------------------------	----------------------	-----------------	---------------------

Control	15.9 ± 2.48	0.012 ± 0.001	3.65 ± 0.230	0.203 ± 0.167
2 % BR 501	18.7 ± 0.90	0.016 ± 0.002	3.62 ± 0.330	0.115 ± 0.080
4 % BR 501	18.8 ± 1.33	0.027 ± 0.003	3.23 ± 0.180	0.457 ± 0.051
2 % BRS 305	15.6 ± 1.16	0.075 ± 0.005	3.44 ± 0.400	0.787 ± 0.260
4 % BRS 305	36.3 ± 2.34	0.109 ± 0.004	5.06 ± 0.640	2.50 ± 0.330

Fuente: **De Oliveira et al. (2020)**

### Harina de mijo

Los cereales son considerados frutos (gramíneas) originarios de los españoles y extendidos en América en el tiempo. **Chachapoya (2014)** menciona que, dichas gramíneas son vistas como un alimento básico en el consumo humano, destacando entre los más conocidos: el trigo, arroz, maíz, cebada, centeno, mijo y la avena. En algunas regiones como por ejemplo Ecuador, el consumo se concentra en los tres primeros, pero más que todo por las costumbres relacionadas a los malos hábitos alimenticios existentes, aunado a dietas desbalanceadas y desconocimientos o falta de información nutricional (nutrientes suplementarios) por parte de los expertos y el Estado para la población.

El mijo es un cereal de vieja data, cuya producción es empleada para el consumo humano y animal. Su cultivo se viene desarrollando en India, Asia y Europa y hoy en día, es considerado un alimento esencial para estos países, en el resto de regiones es un cereal subestimado, ya que es considerado como semilla supletoria para alimentar a los animales, sin embargo, algunos agricultores curiosos lo consideran como materia prima que se puede utilizar para el cultivo forrajero, debido a que tiene la virtud de crecer en cualquier tipo de suelos, aunque su mayor exposición productiva suele darse en tierras muy pobres ya que es capaz de soportar altas temperaturas (**De Assis et al., 2018**).

**Tabla 28. Composición nutricional del mijo**

Componente	En 100 g
Energía	363.0 kcal
Proteínas	11,8 g
Grasa	4,8 g
Ceniza	2,2 g
Fibra	2,3 g
Carbohidratos	67 g
Calcio	42 mg
Hierro	11 mg
Tiamina	0,38 mg
Riboflavina	0,21 mg



La investigación realizada por **Di Stefano et al. (2017)** muestra un análisis al mijo utilizando como base 2 tipos de formulaciones, la primera basada en la combinación de agua con harina de mijo y la segunda con la misma harina y leche, a estas formulaciones también se les modificó variables como el porcentaje de harina de mijo, sacarosa añadido, tiempo de pretratamiento, y tiempo de fermentación de las cuales se dedujo varios aspectos importantes, primero las bebidas a base de agua sufrieron un descenso de pH más rápido que su contraparte con leche, por otro lado en el aspecto organoléptico los tratamientos con leche obtuvieron mejor puntuación, destacando entre estos el tratamiento con 4 % de harina de mijo, 60min de pretratamiento a 85°C a 90C con 5 % de azúcar y 12h de fermentación, una de las principales ventajas es la versatilidad del mijo, puesto que en regiones pobres como el África donde se siembra este cereal es muy común que productos como la leche lleguen a escasear por lo cual el reemplazo de la misma por agua puede ser una solución en tiempos difíciles pues esta variable no limita la fermentación como muestran los resultados del estudio.

Los estudios como este demuestran la alta probabilidad que existe en el uso del grano de mijo para la elaboración de yogurt líquido fermentado, aunque hacen falta otros estudios que puedan validar y desarrollar un rendimiento óptimo de este cereal incorporado al yogurt.

## CONCLUSIONES

Según varios estudios de la revisión las harinas no convencionales han demostrado poseer cualidades únicas y características cuya introducción en matrices alimentarias como el yogurt genera un efecto positivo en los productos finales. Los efectos de la adición de este tipo de harinas en el yogurt van desde su influencia en las características organolépticas, hasta efectos en las propiedades nutricionales, sin embargo, su uso aún está limitado por desconocimiento de los beneficios de estas matrices alimenticias además de la disposición de las mismas.

Las harinas estudiadas muestran diversas propiedades, composiciones, elementos funcionales, entre otros. La presencia de proteínas, elementos y nutrientes que benefician la salud de las personas que lo consumen e incluso podrían prevenir enfermedades o el riesgo de adquirir una de ellas. Entre las principales vitaminas que se puede percibir de las harinas en el calcio, fósforo, magnesio, hierro y aminoácidos que son elementos elementales para el cuerpo.

Las principales harinas no convencionales viables actualmente son de avena, quinua, garbanzo, lupino, almidón de maíz, melloco, piel de manzana, plátano, chía, sorgo y mijo, lo cual resulta una gran alternativa para obtener productos con mejores propiedades fisicoquímicas, sensoriales, microbiológicas y nutricionales e incluso económicas dependiendo de su disposición en el mercado local con relación a los productos realizados con harinas convencionales lo que significaría una gran ventaja competitiva con su uso.

La adición de harina con respecto a la acidez, pH, sinéresis, viscosidad y capacidad antioxidante en la mayoría de los productos utilizados experimentaron cambios, lo cuales fueron puntuados y en su mayoría fueron aceptados. Estos cambios se daban debido a componentes como proteínas, vitaminas, grasa, azúcares fibra y antioxidantes a su mezcla con la leche produjo reacciones diferentes según el porcentaje de harina agregada, por lo cual, la adición de estas harinas en porcentajes adecuados y moderados modifican la calidad del yogurt de manera positiva

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, J. (2015). *Maicena*. Biotrendies.
- Abdalla, A., & Riad, Z. (2019). Physicochemical and sensory properties of yoghurt supplemented with green banana flour. *Egyptian Journal of Dairy Science*, 47(1), 1–9.
- Adebo, O. A. (2020). African sorghum-based fermented foods: Past, current and future prospects. *Nutrients*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/nu12041111>
- Aguilar, V., & Vélez, J. (2013). Propiedades nutricionales y funcionales del garbanzo (*Cicer arietinum* L.). *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 7(2), 25–34.
- Al-hamdani, H., Al-anbari, E., & Ahmed, R. (2015). Effect of lupin (*Lupinus albus*) flour on microbial and sensory properties of local yoghurt. *Advances in Life Science and Technology*, 34, 1–8.
- Arendt, E., & Zannini, E. (2013). *Cereal grains for the food and beverage industries* (1st ed.). Woodhead Publishing.
- Armas, D. (2016). *Diseño y desarrollo de hojuelas deshidratadas de melloco (*Ullucus tuberosus* loz) para consumo humano*. UDLA.
- Barbosa, B., Rodrigues, J., & Carvalho, S. (2017). Sensory optimization of nutritionally enriched strawberry yogurt. *British Food Journal*, 119(2), 301–310. <https://doi.org/10.1108/BFJ-08-2016-0370>
- Benjamín Castañeda, P., Renán Manrique, M., Fabricio Gamarra, C., Ana Muñoz, J., & Fernando Ramos, E. (2009). Formulación y elaboración preliminar de un yogurt mediante sustitución parcial con harina de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). *Medicina Naturista*, 3(1), 2–9.
- Campos, R., Reynoso, R., Pedraza, G., Acosta, J., Guzmán, S., Paredes, O., Oomah, B., & Loarca, G. (2009). Chemical Composition and In Vitro Polysaccharide Fermentation of Different Beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Food Science*, 24(7), T59–T65. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2009.01292.x>
- Carrillo, C., Gutiérrez, M., Muro, M., Martínez, R., & Torres, O. (2017). La chía como súper alimento y sus beneficios en la salud de la piel. *El Libro de Bolsillo*, 12(1), 18–24.
- Casarotti, S. N., Carneiro, B. M., & Penna, A. L. B. (2014). Evaluation of the effect of

- supplementing fermented milk with quinoa flour on probiotic activity. *Journal of Dairy Science*, 97(10), 6027–6035. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8197>
- Chachapoya, B. C. (2014). *Estudio Investigativo Del Mijo, Avena Y Su Aplicación En La Gastronomía*. 191. [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/11897/1/56063\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/11897/1/56063_1.pdf)
- Chen, C., Zhao, S., Hao, G., Yu, H., Tian, H., & Zhao, G. (2017). Role of lactic acid bacteria on the yogurt flavour: A review. *International Journal of Food Properties*, 20(1), 316–330. <https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1295988>
- Chen, X., Singh, M., Bhargava, K., & Ramanathan, R. (2018). Yogurt Fortification with Chickpea (*Cicer arietinum*) Flour: Physicochemical and Sensory Effects. *JAACS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 95(8), 1041–1048. <https://doi.org/10.1002/aocs.12102>
- Codină, G. G., Franciuc, S. G., & Mironeasa, S. (2016). Rheological Characteristics and Microstructure of Milk Yogurt as Influenced by Quinoa Flour Addition. *Journal of Food Quality*, 39(5), 559–566. <https://doi.org/10.1111/jfq.12210>
- Coronel, M. (2019). *Estudio de las características físico-químicas y sensoriales de yogurt enriquecido con quinua ("Chenopodium quinoa" Willd)*.
- Curti, C. A., Vidal, P. M., Curti, R. N., & Ramón, A. N. (2017). Chemical characterization, texture and consumer acceptability of yogurts supplemented with quinoa flour. *Food Science and Technology*, 37(4), 627–631. <https://doi.org/10.1590/1678-457x.27716>
- De Assis, R. L., De Freitas, R. S., & Mason, S. C. (2018). Pearl Millet Production Practices In Brazil: A Review. *Experimental Agriculture*, 54(5), 699–718. <https://doi.org/10.1017/S0014479717000333>
- de Oliveira, F. C. E., Pontes, J. P., Queiroz, V. A. V., Ronchetti, E. F. S., Dutra, V. L. M., Correia, V. T. da V., & Ferreira, A. A. (2020). Greek yogurt with added sorghum flours: Antioxidant potential and sensory acceptance. *Revista Chilena de Nutricion*, 47(2), 272–280. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182020000200272>
- De Souza, A., Naissinger, M., Lago, B., De Souza, B., Lobo, M., & Silvia, N. (2019). Development of symbiotic yoghurt and biological evaluation (New zealand white rabbits) of its functional properties. *Food Science and Technology*, 39(2), 418–425. <https://doi.org/10.1590/fst.20618>

- Di Stefano, E., White, J., Seney, S., Hekmat, S., McDowell, T., Sumarah, M., & Reid, G. (2017). A novel millet-based probiotic fermented food for the developing world. *Nutrients*, 9(5). <https://doi.org/10.3390/nu9050529>
- Espín, S., Villacrés, E., & Brito, B. (2013). Caracterización Físico - Química , Nutricional y Funcional de Raíces y Tubérculos Andinos. In *Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo* (pp. 91–116). Agro Consult International S.A.C.
- Farinazzi, F., Barbalho, S., Oshiiwa, M., Goulart, R., & Pessan, O. (2012). Use of cereal bars with quinoa (*Chenopodium quinoa* W.) to reduce risk factors related to cardiovascular diseases. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 32(2), 239–244.
- García, G. (2004). *Efecto de la cantidad de grasa y almidón modificado en la elaboración de yogur bajo en grasa sabor a fresa y sin azúcar.*
- Grancieri, M., Martino, H. S. D., & Gonzalez de Mejia, E. (2019). Chia Seed (*Salvia hispanica* L.) as a Source of Proteins and Bioactive Peptides with Health Benefits: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(2), 480–499. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12423>
- Hernández, J. (2015). La quinua, una opción para la nutrición del paciente con diabetes mellitus. *Revista Cubana de Endocrinología*, 26(3), 304–312.
- Hernandez, S., Ralda, C., Godoy, A., Polanco, E., & Pérez, H. (2019). Evaluación de dos fórmulas de yogur enriquecido con harina de *Acheta domesticus* y harina de *Brosimum alicastrum* Swartz como alimentos complementarios. *Ciencia, Tecnología y Salud*, 6(1), 43–52.
- Hussein, H., Awad, S., El-Sayed, I., & Ibrahim, A. (2020). Impact of chickpea as prebiotic, antioxidant and thickener agent of stirred bio-yoghurt. *Annals of Agricultural Sciences*, 65(1), 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2020.03.001>
- Jiménez, C., Hernández, H., & Dávila, G. (2003). Production of a yogurt-like product from *Lupinus campestris* seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83, 515–522. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1385>
- Jimenez, C., & Landa, Y. (2018). *Propiedades Nutricionales Y Funcionales De Las Distintas Harinas Utilizadas Para La Elaboración De Un Pan De Alto Valor Nutricional*. Universidad Estatal de Milagro.
- Jiménez, P., Masson, L., & Quintral, V. (2013). Composición química de la semilla de chía, linaza y rosa mosqueta y su aporte en ácidos grasos omega-3. *Revista*

*Chilena de Nutricion*, 40(5), 5–10.

- Jiménez, R., González, N., Magaña, A., & Mosqueda, H. (2008). Calidad microbiológica de yogur elaborado con sustratos agroindustriales. *Semana de Divulgación y Video Científico*, 852–857.
- Jovanović, M., Petrović, M., Miočinović, J., Zlatanović, S., Petronijević, J., Mitić-Ćulafić, D., & Gorjanović, S. (2020). Bioactivity and sensory properties of probiotic yogurt fortified with Apple Pomace Flour. *Foods*, 9(6), 1–13. <https://doi.org/10.3390/foods9060763>
- Jukanti, A., Gaur, P., Laxmipathi, C., & Chibbar, R. (2012). Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *British Journal of Nutrition*, 108(S1), S11–S26. [https://doi.org/https://doi.org/10.1017/S0007114512000797](https://doi.org/10.1017/S0007114512000797)
- Kamrul, S., Redwan, A., Mehedi, M., & Islam, R. (2020). Formulation of yogurt with banana peel extracts to enhance storability and bioactive properties. *Journal of Food Processing and Preservation*, 1–10.
- Kürşat, M. (2014). Use of quinoa flour in the production of gluten-free Tarhana. *Food Science and Technology Research*, 20(5), 1087–1092. <https://doi.org/10.3136/fstr.20.1087>
- Liseth, F. (2018). *Análisis del comportamiento del consumo de productos lácteos y su impacto en la industria de la ciudad de Riobamba, para el proyecto Innova MKT, para el periodo 2018*. <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/13904>
- Lorusso, A., Coda, R., Montemurro, M., & Rizzello, C. (2018). Use of selected lactic acid bacteria and quinoa flour for manufacturing novel yogurt-like beverages. *Foods*, 7(4), 1–20. <https://doi.org/10.3390/foods7040051>
- M'hir, S., Filannino, P., Mejri, A., Tlais, A. Z. A., Di Cagno, R., & Ayed, L. (2021). Functional exploitation of carob, oat flour, and whey permeate as substrates for a novel kefir-like fermented beverage: An optimized formulation. *Foods*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/foods10020294>
- Mabrouk, A., & Effat, B. (2020). Production of High Nutritional Set Yoghurt Fortified with Quinoa Flour and Probiotics. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 5(6). <https://doi.org/10.22161/ijeab.56.16>
- Martín, M. (2017). Altramuz y sus productos situación en auropa. *XL Foro INIA de Colaboración Público-Privada “Nuevas Materias Primas Sostenibles En*

*Alimentos. I,*” 34.

- Martínez, S. (2016). *Evaluación de la viscosidad y el color del yogurt batido con adición de goma de tara (Caesalpinia spinosa) como estabilizante a diferentes concentraciones*. Universidad nacional José María Arguedas.
- Morales, J., Cassís, L., & Cortés, E. (2000). Elaboración de un yogurt con base en una mezcla de leche y garbanzo (*Cicer arietinum*). *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 50(1), 81–86.
- Moustapha, S., El, A., & Faid, F. (2017). Evaluation of yogurt and soft cheese fortified with chia seeds. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 12(1), 1–12. <https://doi.org/10.5829/idosi.wjdfs.2017.01.12>
- Mundia, C. W., Secchi, S., Akamani, K., & Wang, G. (2019). A Regional Comparison of Factors Affecting Global Sorghum Production: The Case of North America, Asia and Africa’s Sahel. *Sustainability*, 11(7), 2135. <https://doi.org/10.3390/su11072135>
- Nuñez, C. (2004). *Yogurt natural con manzana deshidratada*. Universidad San Ignacio de Loyola.
- Paredes, B. (2016). *Utilización del melloco (Ullucus tuberosus) como ingrediente principal en la elaboración de postres, Riobamba 2015*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Parra, R. (2015). Uso de Rubas (*Ullucus Tuberosus*) en la elaboración y caracterización de yogur. *Temas Agrarios*, 20(1), 91–102.
- Parra, R., Barrera, L., & Rodríguez, D. (2015). Evaluación de la adición de avena , mango y estevia en un yogur elaborado a partir de una mezcla de leche semidescremada de cabra y de vaca. *Corpoica. Ciencia y Tecnología Agorpecuria*, 16(2), 167–179.
- Peralta, E., & Villacrés, E. (2015). *100 recetas prácticas usando quinua, chocho y amaranto*. Programa nacional de leguminosas y granos andinos y departamento de nutrición y calidad. Estación experimental Santa Carolina. Instituto nacional de investigaciones agropecuarias, INIAP.
- Peralta, R., & Veas, R. (2014). *Área de consolidación Gestión de la Producción de Agroalimentos Garbanzo : Usos alternativos para generar valor agregado al Tutor*. Universidad Nacional de Córdoba.
- Perez, J. (2017). *Evaluación de Cultivares de Sorgo (Sorghum Vulgares, L. Moench)*

en la ccs “José Manuel Rodríguez” del municipio Jesús Menéndez.

- Puga, V., & Torres, E. (2015). *Avena (Avena sativa) instantánea con trozos de manzana (Pyrus malus) deshidratada*. Universidad San Francisco de Quito.
- Ribeiro, E., Cubo, M., & Salem, R. (2019). Desenvolvimento e caracterização físico-química de iogurte lactose adicionado de chía (*Salvia hispanica* L.). *Revista UNINGA*, 34(1), 26–39.
- Rocha, J., Silva, E., & Campos, A. (2020). Cinética da fermentação de leite adicionado de Farinha de Banana Verde na produção de iogurte. *Research, Society and Development*, 9(8), 1–13.
- Said, S. (2020). Manufacture of functional and healthy probiotic frozen goat’s Yoghurt using chia flour. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 23(6), 753–768. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2020.753.768>
- Saleh, A., Mohamed, A., Alamri, M., Hussain, S., Qasem, A., & Ibraheem, M. (2020). Effect of different starches on the rheological, sensory and storage attributes of non-fat set yogurt. *Foods*, 9(61), 1–13.
- Sánchez, A. (2018). “Efecto de la adición de harina de melloco (*Ullucus Tuberosus*) variedad amarillo (INIAP-Quillu) en las propiedades fisicoquímicas y reológicas del yogurt bajo en grasa.” Universidad Técnica de Ambato.
- Sanchez, K. (2012). *Observations Regarding Consumption Of Peruvian Native Grains (Quinoa, Amaranth And Kañiwa), Weight Status, And Perceptions Of Potential Risk Factors, Warning Signs And Symptoms Of Type 2 Diabetes Among Peruvian Adults: A Case Study*. University of Maryland.
- Sands, D. C., & Hankin, L. (2002). Fortification of foods by fermentation with lysine-excreting mutants of lactobacilli. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 24(6), 1104–1106. <https://doi.org/10.1021/JF60208A045>
- Sanpablo, V. (2015). *Leches fermentadas: tradición e innovación*. 21. [http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/VIRGINIA SAMPABLO NUÑEZ.pdf](http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/VIRGINIA_SAMPABLO_NUÑEZ.pdf)
- Sidhu, M. K., Lyu, F., Sharkie, T. P., Ajlouni, S., & Ranadheera, C. S. (2020). Probiotic yogurt fortified with chickpea flour: Physico-chemical properties and probiotic survival during storage and simulated gastrointestinal transit. *Foods*, 9(9). <https://doi.org/10.3390/foods9091144>
- Sukhova, I., Romanova, T., Korosteleva, L., Baimishev, R., & Dolgosheva, E. (2020).



- The effect of hydrated oatmeal on quality of the symbiotic fermented milk product. *BIO Web of Conferences*, 00052(17), 00052. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20201700052>
- Tavakolipour, H., Vahid, F., & Jamdar, F. (2014). Textural and sensory properties of low-fat concentrated flavored yogurt by using modified waxy corn starch and gelatin as a fat replacer. *International Journal of Biosciences*, 5(6), 61–67. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.12692/ijb/5.6.61-8>
- Toro, A. (2017). *Determinación de las características fisicoquímicas de Yogurt Griego fortificado con Harina de Quinoa (Variedad INIA Salcedo)*. Universidad Nacional de Trujillo.
- Wang, X. (2018). *Exploring the potential of apple pomace as a functional ingredient in yogurt*. University of Guelph.
- Wang, X., Kristo, E., & LaPointe, G. (2019). Adding apple pomace as a functional ingredient in stirred-type yogurt and yogurt drinks. *Food Hydrocolloids*, 1–49. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105453>
- Williams, P., Glagovskaia, O., & Augustin, A. (2003). Properties of stirred yogurts with added starch: Effects of alterations in fermentation conditions. *Australian Journal of Dairy Technology*, 58(3), 228–232.