



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



---

**Tema:** Efecto de la adición de fibras para la producción y enriquecimiento de  
Yogurt.

---

Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, previa a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

**Autor:** Andrea Valentina Romero Fierro

**Tutor:** Ing. M.Sc. Diego Manolo Salazar Garcés

**Ambato-Ecuador**

**Marzo - 2022**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

Ing. M.Sc. 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, 17 de enero de 2022

Ing. M.Sc. Diego Manolo Salazar Garcés

C.I. 1803124294

**TUTOR**

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Andrea Valentina Romero Fierro, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente trabajo de Titulación, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Valencia Fierro', with a horizontal line underneath.

Andrea Valentina Romero Fierro

C.I. 1850075605

**AUTORA**

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

Los suscritos Docentes calificadoros, 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:**

---

**Presidente de Tribunal**

---

Santiago Esmiro Cadena Carrera PhD.  
C.I. 175602593

---

Esteban Mauricio Fuentes Pérez PhD.  
C.I.1803321502

Ambato, 17 de febrero de 2022

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que considere el presente Trabajo de Titulación o parte de él, como 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.



---

Andrea Valentina Romero Fierro

C.I. 1850075605

**AUTORA**

## **DEDICATORIA**

*Este logro va dedicado a Dios por guiarme y fortalecerme en cada paso de mi vida.*

*A mi familia por su apoyo, en especial a mi padre por su sacrificio constante que ha permitido que me realice como profesional.*

*Valentina*

## AGRADECIMIENTO

*Expreso mi gratitud a mi familia,  
a mi madre y a mis hermanos.*

*A la Universidad Técnica de  
Ambato, Facultad de Ingeniería  
en Alimentos.*

*Especial mención al Ing. Diego  
Salazar, quien ha sido un gran  
mentor a lo largo de mi vida  
universitaria, y me ha impulsado  
a seguir su ética invaluable.*

*A mi compañero de vida Jorge  
Enrique, que ha estado junto a mi  
en los momentos más difíciles.*

*A mis tías, por su apoyo  
incondicional.*

## ÍNDICE GENERAL

<b>APROBACIÓN DEL TUTOR.....</b>	<b>iii</b>
<b>DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....</b>	<b>iv</b>
<b>APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO .....</b>	<b>iv</b>
<b>DERECHO DE AUTOR .....</b>	<b>iv</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>v</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>vi</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>ix</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>10</b>
<b>ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....</b>	<b>10</b>
1.1. JUSTIFICACIÓN .....	10
1.2. OBJETIVOS .....	13
Objetivo general.....	13
Objetivos específicos .....	13
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>14</b>
<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>14</b>
2.1. Investigación Bibliográfica .....	14
2.2. Análisis de información .....	14
2.2.1. Revisión Bibliográfica .....	14
2.2.2. Revisión Documental .....	14
2.3. Comparación de Resultados.....	14
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>15</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>15</b>
3.1. Fibra dietética.....	15
3.2.1. Tipos de fibras en yogurt .....	16
3.2.2.1 Inulina .....	25



3.2.2.2. Almidón resistente .....	25
3.2.3. Fibras no convencionales .....	26
3.3. Comportamiento de fibras en el yogurt.....	27
3.4.1. Efectos en la composición proximal .....	28
3.4.1.1. Efectos en el contenido de grasa .....	28
3.4.1. 2. Efectos en el contenido de proteína .....	30
3.4.1.3. Efectos en el contenido de fibra.....	31
3.4.2. Efectos en propiedades tecnológicas.....	33
3.4.2.1. Efectos microbiológicos.....	33
3.4.2.2. Efectos en el pH y acidez.....	34
3.4.2.3. Efectos en la sinéresis .....	35
3.4.2.4. Efectos en la reología.....	36
3.4.3. Efectos en las propiedades sensoriales.....	36
3.4.3.1.1. Efectos en el sabor .....	37
3.4.3.1.2. Efectos en la textura.....	37
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>39</b>
CONCLUSIONES .....	39
REFERENCIAS.....	41

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Uso de fibra proveniente de cereales y pseudocereales en yogurt.....	18
<b>Tabla 2:</b> Uso fibra proveniente de frutas.....	21
<b>Tabla 3:</b> Uso de fibra de verduras y leguminosas en yogurt .....	24

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráficos 1:</b> Tendencia de consumo de productos lácteos .....	10
<b>Gráficos 2:</b> Variación del porcentaje de grasa en yogurt .....	30
<b>Gráficos 3:</b> Variación del porcentaje de proteína en yogurt .....	31
<b>Gráficos 4:</b> Variación del porcentaje de fibra en yogurt .....	32
<b>Gráficos 5:</b> Variación de pH en el yogurt .....	35

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1:</b> Consumidores habituales de productos lácteos.....	11
---	----

## RESUMEN

Las tendencias de consumo actuales se han enfocado en el desarrollo de alimentos nuevos, reformulación de los existentes y al desarrollo de productos funcionales y saludables que a su vez sean de fácil acceso para el consumidor, esto ha llevado a que los alimentos se mantengan en constante mejora y evolución para satisfacer las necesidades de la población, asimismo uno de los objetivos que las industrias se plantean es el desarrollo productos que contengan elementos bio-funcionales. Este estudio se basa en revisión bibliográfica sobre la inclusión de fibras para la producción y enriquecimiento de uno de los productos lácteos de mayor consumo a nivel mundial, como es el caso del yogurt.

La investigación evidencia el alto beneficio de la inclusión de fibras en la producción de yogurt, el uso de materias que poseen grandes cualidades nutritivas y pueden ser aprovechadas para la producción de alimentos más saludables, en este contexto se puede encontrar que las fuentes de fibra que provienen de bagazo de naranja, cáscara de piña, epicarpio y pericarpio de maracuyá, orujo de aceituna, tuna, ente otros.

La adición de fibra promete mejorar la viscosidad y textura de los yogures y elevar su capacidad nutricional ya que es considerada como un prebiótico que brindará los medios adecuados para que la microbiota intestinal favorable crezca idóneamente y presente beneficios para la salud del consumidor, como mejoramiento del sistema inmune, reducción de la grasa visceral, decrecimiento del colesterol LDL, merma del índice glucémico y mejora del tránsito intestinal, entre otros.

**Palabras clave:** Investigación bibliográfica, industria láctea, fibras alimentarias, prebióticos, productos lácteos, yogurt.

## ABSTRACT

Current consumer trends have focused on the development of new foods, reformulation of existing ones and the development of functional and healthy products that are also easily accessible to the consumer, this has led to food products that are constantly improving and evolving to meet the needs of the population, also one of the objectives that industries raised is the development of products containing bio-functional elements. This study is based on a literature review on the inclusion of fibers for the production and enrichment of one of the most consumed dairy products worldwide, such as yogurt.

The research shows the high benefit of the inclusion of fiber in the production of yogurt, the use of materials that have great nutritional qualities and can be used for the production of healthier foods, in this context it can be found that the sources of fiber come from orange bagasse, pineapple peel, passion fruit epicarp and pericarp, olive pomace, prickly pear, among others.

The addition of fiber promises to improve the viscosity and texture of the yogurts and increase their nutritional capacity since it is considered as a prebiotic that will provide the adequate means for the favorable intestinal microbiota to grow properly and present benefits for the consumer's health, such as improvement of the immune system, reduction of visceral fat, decrease of LDL cholesterol, decrease of the glycemic index and improvement of intestinal transit, among others.

**Key words:** Literature research, dairy industry, dietary fibers, prebiotics, dairy products, yogurt.

## CAPÍTULO I

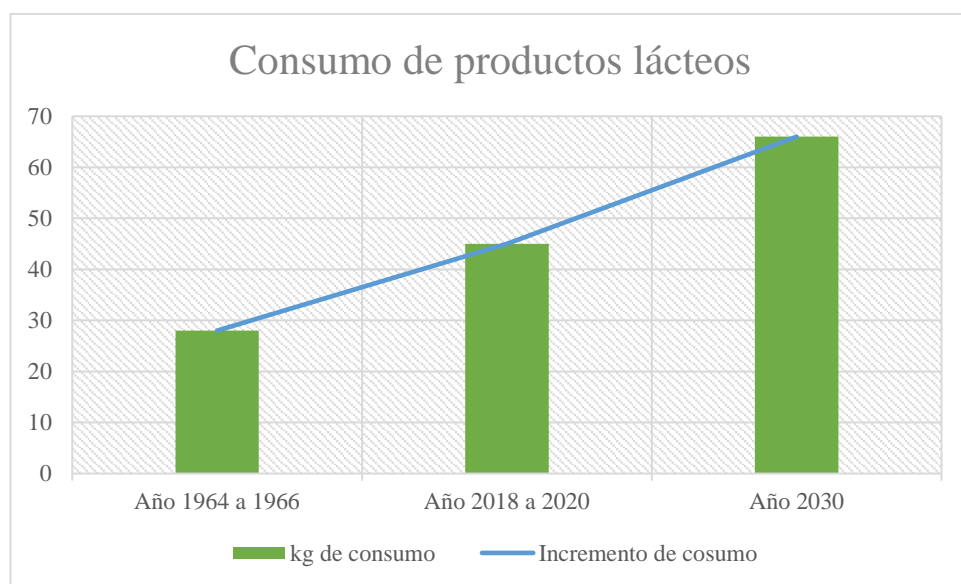
### ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

#### 1.1. JUSTIFICACIÓN

El consumo de yogurt ha incrementado significativamente en los últimos años, debido a los beneficios que ofrece a la salud del consumidor ya que interviene en la prevención del cáncer de colon, disminuye el colesterol LDL, beneficia al sistema inmunológico y evidencia la disminución de la obesidad (da Silva et al., 2020).

Según FAO, (2012) menciona que el consumo anual per cápita a nivel mundial de productos lácteos entre los años 1964 y 2020 de 28kg a 45kg, sin embargo se considera que en el año 2030 se podría alcanzar 66kg (grafico 1).

**Gráficos 1:** Tendencia de consumo de productos lácteos

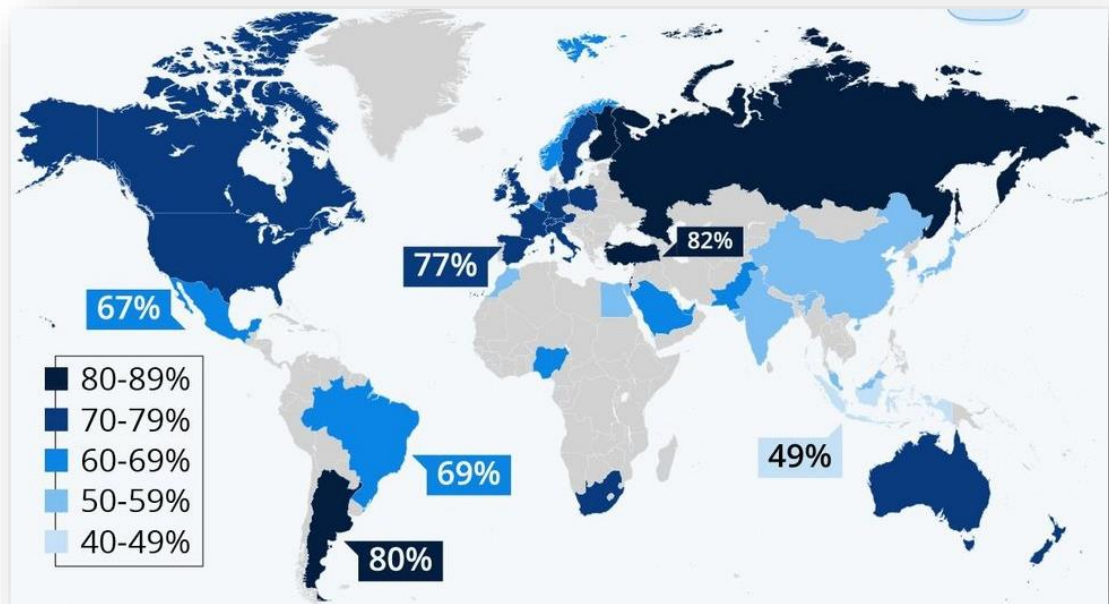


Fuente: (FAO, 2012)

En el año 2020, se realizó una encuesta entre diferentes países para observar el consumo de productos lácteos a nivel mundial, la encuesta fue aplicada entre 1000 y 5000 participantes, de los cuales se observó que en Europa y Asia se concentran el mayor número de consumidores de productos lácteos, es así que en Turquía y Rusia del 80% al 89% de los encuestados consumen productos lácteos como leche, yogurt y

queso; otro de los países consumidores de yogurt es Brasil, con el 80% de respuestas positivas (“¿Qué Países Consumen Más Productos Lácteos?,” 2020).

**Ilustración 1:** Consumidores habituales de productos lácteos



Fuente: ("El Observador", 2020)

El consumo de yogurt se atribuye también a las características organolépticas y versatilidad de producción, ya que se encuentra en presentaciones como natural, azucarado, con adición de frutas, reducido en grasa o deslactosado, así como también por su viscosidad se puede encontrar como yogurt bebible y tipo griego (Hernandez et al., 2017). Normalmente en la producción de yogurt no se adiciona fibras, por lo que el estudio de este ingrediente ha supuesto un reto desde el punto de vista de aceptabilidad sensorial (Tan et al., 2018), sin embargo el reto tecnológico que se observa ha incentivado la búsqueda de información con relación a la producción de un yogurt con propiedades similares al que comúnmente se consume.

Los estudios desarrollados en base al enriquecimiento de yogurt con la adición de fibras y sus derivados como gomas, pectinas e inulina evidencian el beneficio que trae agregar fibras al yogurt, así pues, Ramírez & Ruiz, (2014) estudiaron la inclusión de harina de guayaba e inulina obteniendo una mejora significativa en la aceptabilidad del producto y también la disminución de sinéresis, conjuntamente con el



mejoramiento de la textura del producto. Asimismo Pinto et al., (2017) demostraron la influencia que tiene incorporar 100g/L de inulina comercial sobre los prebióticos, ya que aseguran la viabilidad de la microbiota intestinal y conjuntamente su alimentación; de la misma manera las fibras actúan como mejoradores de viscosidad, cambio en la reología, textura y estabilidad y mejoran los atributos sensoriales como su sabor (Dabija, Codină, Gâtlan, et al., 2018).

Los resultados de los trabajos muestran que la adición de diferentes tipos de fibra al yogurt eleva su calidad nutricional y organoléptica. Las principales fuentes de fibra que se destina al uso alimenticio provienen de frutas como cítricos, piel de manzana, banano, entre otros. Medina, (2019) estudió el efecto de la inclusión de pulpa de tamarindo y extracto de hojas de guanábana en yogurt fluido obteniendo como resultado una mejora en la aceptabilidad sensorial del producto y reducción en los índices de glucemia de los consumidores, asimismo Rocha et al., (2020) evidenciaron que añadir harina de plátano verde al yogurt incrementa la formación de ácido láctico, por lo que es muy recomendable usar esta harina para mejorar el rendimiento del producto. También se han utilizado legumbres como el basul en yogurt batido, Guzmán, (2018) evidencia que el extracto de basul incrementa el contenido de proteína, ceniza, fibra, carbohidratos y acidez, e incluso materias primas infravaloradas como alcachofa de Jerusalén, tuna, entre otros.

Las fuentes de fibra alimenticia son diversas, así por ejemplo, López & Sabogal, (2012) mencionan que los alginatos, goma agar y carragenina, provienen de algas marinas rojas y algas marinas marrones así como también menciona que la goma xantan proviene de la legumbre *Cyamopsis Tetragonolobus*. La pectina es altamente usada como gelificante y estabilizante, proviene de diferentes frutas como mango, durian, rambután, papaya, maracuyá, pitajaya, piña, sancayo, tejocote y cascarilla de cacao, (Barreto et al., 2017; Guerrero et al., 2017; Hench, 2017; Rodriguez, 2020; Ticona, 2019).

El presente trabajo pretende recopilar información concerniente al enriquecimiento de yogurt con fibras naturales y otras fuentes de fibra como miméticos, evaluando su potencial tecnológico y resultados presentados a lo largo de las investigaciones desarrolladas.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

- Evaluar el efecto de la adición de fibras en la producción y enriquecimiento del yogurt.

### **Objetivos específicos**

- Establecer los principales tipos de fibras adicionadas al desarrollo de yogurt.
- Comparar el comportamiento de las diferentes fibras en la producción de yogurt.
- Analizar el efecto de la inclusión de la fibra en el desarrollo de yogurt.

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGIA**

#### **2.1. Investigación Bibliográfica**

El trabajo de investigación bibliográfica se ejecutó mediante revisión bibliográfica de información científica como revistas científicas, libros, artículos o tesis que tengan el objetivo de brindar información válida y con alta credibilidad (Gómez Luna et al., 2017).

#### **2.2. Análisis de información**

##### **2.2.1. Revisión Bibliográfica**

La revisión bibliográfica constituye una etapa importante en los procesos investigativos y garantiza que la información presentada fue relevante en el ámbito de estudio (Gómez Luna et al., 2017). Para el desarrollo del análisis bibliográfico, mediante la recolección, estudio, y comprensión de diversas indagaciones obtenida de documentos como libros e investigaciones científicas encontradas en Scielo, Google académico, Web of Science, y libros electrónicos para la obtención de información, datos y resultados veraces e importantes.

##### **2.2.2. Revisión Documental**

Permitió que la autora identifique las investigaciones previas al trabajo realizado, delineando el objeto de estudio para construir puntos clave de partida elaborados en una base teórica que relacione los trabajos previos (Valencia, 2018).

#### **2.3. Comparación de Resultados**

En lo que se refiere a la comparación de resultados se tuvo en consideración los valores reportados en cada uno de los trabajos investigativos citados, con la finalidad de sustentar el beneficio que provee el yogurt enriquecido con fibra.

## CAPITULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El yogurt es una leche fermentada por bacterias ácido lácticas, *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. La industria de los alimentos lo considera como “lienzo en blanco” debido a su versatilidad de producción. Los primeros yogures comercializados mundialmente eran únicamente leche fermentada y ácida, agregar azúcar y frutas potencializó su consumo y a partir de ese momento, se han añadido diferentes aditivos que mejoran su tiempo de vida útil, textura, sabor y composición nutricional. La tendencia de consumo actual se enfoca en alimentos funcionales, lo que ha llevado a evolucionar la producción de esta matriz alimentaria, incorporado macronutrientes como la fibra, que a la par de la fermentación brindan la posibilidad de mejorar el sistema inmunológico y salud intestinal gracias a la presencia de probióticos y prebióticos (brindados por la fibra).

#### 3.1. Fibra dietética

La fibra dietética es definida por la American Association Of Cereal Chemists (2001) como la porción comestible no digerible de las plantas como legumbres, frutas, leguminosas y tubérculos (Cuervo, 2017), cuya fermentación parcial o completa se lleva a cabo en el intestino grueso lo que promueve múltiples beneficios en el consumidor. La fibra dietética está constituida por oligosacáridos, lignina y polisacáridos en los que se destaca la celulosa, hemicelulosa, pectinas, gomas, mucílagos, almidón resistente e inulina (Ramirez, 2017). Es bien sabido que la fibra reduce el tiempo de residencia de las sustancias irritantes, dañinas y tóxicas en el intestino, resultantes de la alimentación humana y sea de fácil eliminación del cuerpo (Badui, 2006). Bustos & Medina (2020) mencionan que el consumo sugerido de fibra dietética para un adulto es de 10-14 por cada 1000kcal, mientras que, para los niños mayores de 2 años hasta los 18 años se debe consumir la cantidad resultante sumar de 5g/día a 10g/día a su edad.

La fibra soluble cuando está en contacto con el agua la atrapa y forma un retículo que aumenta la viscosidad de las soluciones o geles (Vilcanqui & Vílchez, 2017). La fibra soluble se encuentra en la dextrina de trigo,  $\beta$ -glucanos, gomas, mucilagos, pectinas,

avena y sus productos derivados, siendo las más utilizadas pectinas y gomas, como salvado de avena, manzanas, frutas como naranjas y duraznos (Cistué, 2019).

Ahora bien, la fibra insoluble es capaz de retener agua en su matriz por lo que forma mezclas de baja viscosidad y aumentan la masa fecal acelerando el tránsito intestinal (Vilcanqui & Vílchez, 2017a), entre las fuentes de fibra insoluble podemos citar a la celulosa, lignina, algunos tipos de pectinas y hemicelulosas, salvado de trigo y verduras (Gil, 2017).

### **3.2. Uso de fibras en el yogurt**

El uso tecnológico de fibras en el yogurt busca potenciar el consumo de productos poco aprovechados que brindan un gran beneficio a la salud del consumidor, además brinda una mejor textura y reduce la sinéresis. Entre los beneficios podemos destacar la reducción de obesidad, diabetes, cáncer, hipercolesterolemia, estreñimiento y trastornos gástricos (Dabija, Codinã, Gâtlan, et al., 2018).

En las investigaciones se observa que la adición de fibras, como goma guar en el yogurt significó el enriquecimiento en el contenido de fibra ya que se encontró un 83.13% total de fibra dietética (Mudgil et al, 2016). Arias et al., (2019) mencionan que el extracto de cáscara de maracuyá rico en pectina ha permitido obtener un producto con resultados positivos tanto nutricionales como sensoriales, al promover el crecimiento de Bacterias Acido Lacticas (BAL) y no altera el sabor del yogurt ni su acidez.

#### **3.2.1. Tipos de fibras en yogurt**

##### **3.2.1.1. Fibra proveniente de cereales y pseudocereales**

Los cereales poseen una gran cantidad de fibra alimenticia, por lo que han sido ampliamente incluidos en el proceso de elaboración de leches fermentables, en la tabla 1 se muestran diferentes ejemplos de la adición de cereales al yogurt. Por ejemplo, la avena posee entre 3.0% a 5.4% de fibra soluble, mientras que la fibra insoluble va desde 3.2% a 8.0% del grano (Aldaz & Tantaleán, 2019), al ser añadido a los productos lácteos mejora sus atributos nutricionales y sensoriales, es así que Malki et al., (2021), mencionan que adicionar 3.75% de copos de avena eleva significativamente la calidad nutricional del yogurt, ya que el contenido de grasa se duplica, pasando de un 3% a 6.10%, el contenido de proteína va desde 3.05% hasta un

6.20% y el contenido de fibra pasa de un 0.0% hasta el 0.36%. Por otro lado Dabija, Codinã, & Gâtlan, (2018), mencionan que al añadir del 2.0% al 2.5% de fibra de avena mejora significativamente las características de viscosidad del yogurt disminuyendo la sinéresis, con un índice de  $36.68\% \pm 0.2\%$ .

Por otro lado, la fibra del trigo se encuentra principalmente en el salvado con un contenido de 36% al 63% (Chaquilla et al., 2018), es así que Dabija, Codinã, & Gâtlan, (2018) mencionan que añadir entre el 1% y 1.5% de fibra de trigo se consigue una variación en la reología del yogurt obteniendo muestras más viscosas y a su vez mejora significativamente el tránsito intestinal de los consumidores; de igual manera la dextrina de trigo es aprovechada en la industria alimentaria, es así que Peerkhan, (2020) menciona que añadir 15g/100ml de dextrina a los yogures disminuye la sinéresis pasando de 2% a 26.67%, presenta un pH de 4.98 lo que extiende el tiempo de vida útil y tiene una aceptabilidad sensorial de 7.9 puntos en escala hedónica de 9 puntos.

También se ha incorporado inulina al yogurt, en el estudio realizado por Hoppert et al., (2013) se agregó el 35% de inulina proveniente de trigo, centeno, avena, cebada y mijo, lo cual permitió disminuir el 30% de azúcar al yogurt con sabor a vainilla sin presentar diferencias significativas en su aceptabilidad.

Además de los cereales, el uso de pseudocereales ha tenido un auge en los últimos años, es así que la quinua es uno de los principales granos utilizados por su contenido nutricional, la FAO, (2013) menciona que la quinua posee 14.12g/100g de proteína de alta calidad ya que contiene ácidos grasos esenciales y también 7g/100g de fibra dietaria la cual genera bajos índices de glicemia. Estrella, (2020) menciona que al añadir 0.8% de harina de quinua el contenido nutricional del yogurt tuvo un aumento significativo en la proteína que paso de 2.94% a 3.23%, la grasa de 2.488% a 2.88%, y la fibra de 0.00% a 1.82%; la muestra fue evaluada por 60 jueces no entrenados quienes indicaron que las características organolépticas del yogurt fueron aceptables, de igual manera Acienta, (2021) en su estudio menciona que al añadir 3% de harina de quinua en un yogurt los parámetros de olor, color, textura y sabor que fueron evaluados en el estudio se consideraron altamente aceptables por los panelistas.

**Tabla 1:** Uso de fibra proveniente de cereales y pseudocereales en yogurt

<b>Alimento</b>	<b>Tipo de Yogurt</b>	<b>Efecto</b>	<b>Referencia</b>
<b>Inulina, arveja, avena y salvado de trigo.</b>	Yogurt batido	Acercar el tránsito intestinal	(Dabija, Codinã, & Gâtlan, 2018)
<b>Dextrina de trigo</b>	Yogurt fluido	Incremento aceptabilidad sensorial	(Peerkhan, 2020)
<b>Inulina de trigo, centeno, avena, cebada y mijo</b>	Yogurt batido	Uso en yogurt bajo en azúcar donde no se afecta el dulzor.	(Hoppert et al., 2013)
<b>Avena</b>	Yogurt fluido	Disminución de sinéresis y mejora la calidad nutricional	(Malki et al., 2021)
<b>Quinoa</b>	Yogurt fluido	Mejora la calidad nutricional y el perfil sensorial	(Estrella, 2020)
<b>Quinoa</b>	Yogurt fluido	Mejora la composición fisicoquímica	(Acienta, 2021)

### **3.2.1.2. Fibra proveniente de frutas, verduras y leguminosas**

Al igual que los cereales; las frutas, verduras y leguminosas tiene un alto contenido de fibra alimenticia y, debido a su armonía con el yogurt son ampliamente añadidas al proceso de elaboración (Tabla 2).

La cáscara de maracuyá es un subproducto de la industria alimentaria, por lo que se ha buscado aprovechar al máximo debido a su alto potencial nutritivo, está compuesta por tres estructuras que son el epicarpio, el mesocarpio y el endocarpio (Chiqui, 2021). En conjunto, la cáscara de maracuyá tiene  $65.40 \pm 3.77$  g/100g de fibra alimenticia, la cual beneficia al control de la glucosa y a su vez la diabetes tipo II (Nuñez, 2013). Agregar harina de cascará de maracuyá al yogurt entero disminuye la firmeza y la consistencia, sin embargo, cuando esta harina es agregada a yogures desnatados o semidesnatados aumenta la acidez del yogurt lo que disminuye significativamente el tiempo de fermentación y mejora la viabilidad de probióticos pasando de 8.6 log UFC/ml a 10.9 log UFC/ml (do Espírito Santo et al., 2012). En el estudio realizado por Lozano et al., (2019) mencionan que añadir el 2% de mesocarpio de maracuyá con 68.12% de fibra alimenticia, mantiene el pH en un rango de 4.54 a 4.73 lo cual se mantiene dentro de los parámetros normales de pH en el yogurt, adicional a esto la adición de fibra al yogurt no presenta diferencia significativa en su composición proximal ya que el porcentaje de proteínas incrementó del 3.29% al 3.43%, la grasa de 2.23% a 2.43% y la caseína de 2.39% a 2.51%. Por otro lado Arias et al., (2019) incorporó 0.5% de epicarpio deshidratado de maracuyá el cual contiene  $71.4\% \pm 0.04\%$  de fibra alimenticia, los resultados mostraron un incremento en la acidez pasando de 0.93% a 1.21% y estabilidad en la estructura del gel, adicional a esto, tras 15 días de almacenamiento se realizaron evaluaciones sensoriales que tuvieron como resultado que el sabor, color, textura fueron aceptables.

La cáscara de naranja es otro de los desperdicios de la industria alimentaria con un gran valor nutricional, Arboleda, (2020) menciona que está compuesta por  $6.16\% \pm 0.23\%$  de proteína, posee  $3.2\% \pm 0.4\%$  de lignina y  $17\% \pm 5\%$  de pectina, teniendo como aporte de fibra  $20.2\% \pm 5.4\%$ . La adición de fibra de cáscara de naranja al yogurt aporta beneficios como el mejoramiento de la textura, Rose et al., (2022) menciona que el agregar 0.1% p/v de fibra de cáscara de naranja y 0.05% p/v de goma guar al yogurt bajo en grasa impulsa la formación de redes de fibra complementaria que estabiliza el gel y reduce su tiempo de formación; lo cual es corroborado por Kieserling et al.,(2019) quien menciona que la fibra de naranja acelera la fermentación por dos razones, primero se atribuye este efecto a los ácidos orgánicos presentes en la cáscara de naranja los cuales desestabilizan la red de caseínas acelerando su precipitación y,



por otro lado las fibras añadidas actúan como “partículas ancla” las cuales benefician la agregación de micelas de caseína. De igual maneja Sendra et al., (2010) menciona que al agregar 0.6g/100ml de fibra la reología del yogurt cambia, mejorando la consistencia del yogurt al estabilizar la red de caseinas; Castro & Montalvo, (2019) mencionan que la adición de fibra de cáscara de naranja no debe pasar del 1.0% de concentración, ya que las características organolépticas se verían afectadas con una concentración mayor, los panelistas del estudio realizado por los autores antes mencionados, indicaron que al tener muestras de yogurt con 1.0% a 2.5% de fibra son ligeramente desagradables.

El camu camu, el membrillo, el tamarindo, la chirimoya y la papaya son frutas que generalmente no son añadidas al yogurt sin embargo se han realizado estudios que demuestran el beneficio que presenta esta amalgama. Carmona et al., (2018) mencionan que agregar el 15% de fibra de camu camu eleva el porcentaje de rendimiento de producción de yogurt teniendo 122.03% de rendimiento final debido a excelente gelificación que evito desperdicios de desuerado; así mismo la composición fisicoquímica mejoró, presentando un aumento en la grasa de  $1.12 \pm 0.02\%$ , en la proteína de  $4,026 \pm 0,05\%$  y en la fibra de  $0,083 \pm 0,015\%$ . Con respecto al membrillo, Burak et al., (2020) menciona que la adición al yogurt fue adversa en términos organolépticos en concentraciones mayores de 1.5% ya que afectó a la estabilidad del gel, la mayor viscosidad alcanzada fue de  $5852.86 \pm 274.30$  (mPa.s) con 1% de adición de membrillo, sin embargo, el resto de características sensoriales no se vieron afectadas por esta disminución de la textura en el gel, así también se presentó crecimiento exponencial en las bacterias probióticas *Bifidobacterium animales ssp. lactis Bb12*, durante 28 días de refrigeración. De igual manera Nandakumar, (2021) ratifica el poder probiótico que se consigue al enriquecer al yogurt con frutas, es así que en su estudio realizó un yogurt con 75% de leche y 25% de pudin de arroz al que se le agregó 20% de pulpa de chirimoya y 5% de pulpa de papaya teniendo como resultado el crecimiento de *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* y *Streptococcus salivarius ssp. Thermophiles* de 8.12 log UFC/ml a 8.54 log UFC/ml. Además de los beneficios tecno funcionales que presenta añadir fibras al yogurt, se han estudiado también los beneficios a la salud, es así que Medina, (2019) realizó un estudio durante 20 días en los que los participantes consumieron 250 ml de yogurt griego enriquecido

con pulpa de tamarindo y harina de hojas de guanábana diariamente teniendo como resultado la reducción del 20% en el índice del glicemia.

De igual manera se ha utilizado el mucílago de cacao para enriquecer al yogurt, ya que mejora significativamente el comportamiento físico químico del yogurt. Flores & Peñafiel, (2019), mencionan que agregar jugo de mucilago de cacao incrementó el valor de la proteína de 2.85% a 2.9%, la grasa de 4.12% a 5.67%, la fibra de 0.0% a 1.01%. Un caso particular es el del orujo de aceituna que es una gran fuente de fibra, contiene  $12.85\% \pm 0.53\%$  así como de ácidos grasos, Ribeiro & Bonif, (2021) incluyeron 5% de polvo de orujo de aceituna en la formulación normal del yogurt logrando que al consumir 120g de este yogurt se lo pueda catalogar como una fuente bioaccesible de fenoles, fibra y ácidos grasos entre los que se destaca el ácido oleico, linoleico, linolénico y araquidónico, adicional al polvo de orujo de aceituna se incorporó 5mg de aceite de oliva con lo que se protegen a las partículas de colesterol LDL del daño oxidativo.

El asaí o açai (*Euterpe precatoria* Mart), es una baya que ha sido utilizada por las tribus indígenas de Brasil y su uso industrial ha sido potenciado en los últimos años por su alto valor nutricional ya que contiene gran cantidad de antioxidantes, omegas 6 y 9, fibras, vitamina E, proteínas y minerales (Portinho et al., 2020). Dos Santos et al.,(2017) mencionan la factibilidad enriquecer al yogurt con asaí ya que se existen recuentos de BAL viables para ejercer beneficio sobre la salud del consumidor.

**Tabla 2:** Uso fibra proveniente de frutas

<b>Alimento</b>	<b>Tipo de Yogurt</b>	<b>Efecto</b>	<b>Referencia</b>
<b>FRUTAS</b>			
<b>Fibra de mesocarpio de maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>)</b>	Yogurt fluido	Cambio de la reología del yogurt, aceptabilidad sensorial, aumento de proteína	(Lozano et al., 2019)

<b>Harina de cáscara de maracuyá</b>	Yogurt fluido	Incremento aceptabilidad sensorial	(do Espírito Santo et al., 2012)
<b>Epicarpio de maracuyá deshidratado</b>	Yogurt set	Disminución de pH y aumento de acidez en el almacenamiento.	(Arias et al., 2019)
<b>Piel de naranja y goma guar</b>	Yogurt set	Mejora la textura en yogures bajos en grasa	(Rose et al., 2022)
<b>Fibra de naranja rica en pectina</b>	Yogurt griego	Rápida precipitación de micelas de caseína	(Kieserling et al., 2019a)
<b>Bagazo de naranja (<i>Citrus aurantium</i>)</b>	Yogurt batido	Incrementa proteínas y ceniza	(Castro & Montalvo, 2019)
<b>Fibra de naranja</b>	Yogurt tipo griego	Aumento de textura y viscosidad del yogurt al añadir residuos de industria	(Sendra et al., 2010)
<b>Pulpa de Camu-camu</b>	Yogurt batido	Incrementa el contenido de vitamina C	(Carmona et al., 2018)
<b>Membrillo en polvo</b>	Yogurt set	Mejora los aspectos sensoriales excepto la textura	(Burak et al., 2020)
<b>Cáscara de piña</b>	Yogurt fluido	Disminución tiempo de incubación	(Sah et al., 2016)

<b>Arroz, pulpa de chirimoya y papaya</b>	Yogurt batido	Disminución de sinéresis	(Nandakumar, 2021)
<b>Tamarindo y hoja de guanábana</b>	Yogurt griego	Reducción de niveles de glucemia	(Medina, 2019)
<b>Orujo de aceituna</b>	Yogurt batido	Bio-accesibilidad de compuestos fenólicos, fibra y ácidos grasos	(Ribeiro & Bonif, 2021)
<b>Mucilago de cacao</b>	Yogurt fluido	Incremento en el contenido de proteína y fibra	(Flores & Peñafiel, 2019)

A continuación, en la tabla 3, se evidencia el uso de verduras y leguminosas; las verduras y leguminosas han jugado un papel menos protagónico en el enriquecimiento de yogurt con fibras, sin embargo, su adición ha sido de gran provecho en la producción, así por ejemplo, al añadir 1.5% de harina de brácteas de alcachofa, la vida útil del yogurt incrementó significativamente, así como también el crecimiento de bifidobacterias al pasar de  $1 \times 10^5$  UFC/ml a  $1 \times 10^9$  UFC/ml y la acidez subió de 0.97% a 1.16%, cabe mencionar que las características sensoriales no se vieron afectadas en este tratamiento. Betancourt et al., (2020) mencionan que al añadir 8.5% de harina homogénea de estas dos verduras se obtienen beneficios en la composición proximal del yogurt teniendo incremento de 3.70% en la fracción proteica, 1.90% en la fracción grasa y 0.98% en el contenido de fibra del yogurt. Se puede destacar que el producto tuvo gran aceptación en cuanto al color y al sabor ya que estas verduras proveen al yogurt un color característico y, adicionalmente se incrementó el aporte de vitamina A y betacarotenos.

La arveja tiene una composición proximal de  $11.02 \pm 0.2$  g/100g de fibra alimenticia por lo que su adición al yogurt fluido aumenta la aceptabilidad sensorial y variación de reología; el añadir entre 1% y 1.5% de fibra de arveja es apetecido por los

consumidores, para los catadores el sabor de arveja resultó ser un poco invasivo cuando el porcentaje de adición de fibra superó estos límites (Huaripata & Luis, 2016). El basul o pajuro es una leguminosa subutilizada de gran composición nutricional, las semillas tiernas de basul contienen 4g/100g de proteína, 1.5g/100g de fibra, 16mg/100g de calcio, 78 mg/100g de fósforo y 15mg/100g de ácido ascórbico, la fibra de basul, al ser agregada al yogurt mejora las características físico químicas teniendo como resultado la proteína de 2.65% al 3.02%, grasa 2.55% al 2.27%, ceniza de 1.08% al 1.28%, y la fibra de 0.09% a 0.17% (Guzmán, 2018).

**Tabla 3:** Uso de fibra de verduras y leguminosas en yogurt

<b>Alimento</b>	<b>Tipo de Yogurt</b>	<b>Efecto</b>	<b>Referencia</b>
<b>VERDURAS</b>			
<b>Harina de brácteas de alcachofa (<i>Cynara scolymus L.</i>)</b>	Yogurt batido	Incremento del crecimiento de bifidobacterias	(Anticona & Rodríguez, 2015)
<b>Pulpa de zanahoria y zapallo</b>	Yogurt batido	Inclusión de fibra, Vitamina A y Betacarotenos	(Betancourt et al., 2020)
<b>LEGUMINOSAS</b>			
<b>Fibra dietaria de arveja (<i>Pisum Sativum</i>)</b>	Yogurt fluido	Aumenta la aceptabilidad sensorial y variación de reología	(Huaripata & Luis, 2016)
<b>Extracto de basul (<i>Erythrina edulis</i>)</b>	Yogurt batido	Incrementa del contenido de proteína, ceniza, fibra, carbohidratos y acidez	(Guzmán, 2018)

### **3.2.2. Otros tipos de fibras**

#### **3.2.2.1 Inulina**

La inulina es un carbohidrato formado por fructanos, su propiedad más importante es el comportamiento prebiótico ya que promueve el crecimiento de bifidobacterias y lactobacilos, reduciendo a ciertas especies patógenas (Haddad et al., 2019). La adición de inulina en el yogurt potencia la proliferación de la microbiota intestinal, Romano (2012) menciona que, al añadir este tipo de fibra en el yogurt las bacterias ácido lácticas alcanzan una concentración de  $10^6$  UFC/g. Así también, la inulina se ha utilizado como un coadyuvante de textura en los yogures provenientes de leche desnatada en las que se ha utilizado 12% de leche descremada con el 4% de inulina (Glibowski & Rybak, 2015), al ser un sustituto de grasa brinda la misma sensación aterciopelada que un yogurt a base de leche entera.

Las principales fuentes de inulina son alcachofa de Jerusalén, achicoria, raíz de dalia, cebolla, puerro, ajo, esparrago, jícama y tuna (Madrigal & Sangronis, 2007), siendo la tuna el producto con mayor aplicación en los yogures (tabla 5). La tuna (*Opuntia ficus-indica*) su contenido es importante en betalaínas, compuestos fenólicos, pectinas, vitamina C, calcio y magnesio (Huanca, 2017). Los frutos de tuna son poco utilizados a nivel industrial y su producción se extiende al centro y norte del país, sin embargo se han realizado estudios que demuestran la riqueza de este fruto cuyo porcentaje de fibra dietética va del 6.3 al 9.2% y posee el 10.75% inulina (Pinango, 2019). La propuesta de inclusión de inulina radica en la mejora de la aceptabilidad sensorial de los yogures ya que presenta sabor dulce y brinda mayor cremosidad y espesor al estabilizar los geles formados por la retención de agua (Dos Santos, 2019).

#### **3.2.2.2. Almidón resistente**

Se define como almidón resistente a la cantidad de almidón total de una matriz alimentaria y a los subproductos de degradación resultantes de digestión en el intestino delgado (Rivera et al., 2018). El almidón resistente puede ser considerado como prebiótico al resistir al medio gastrointestinal superior, posteriormente ser fermentado por la microbiota intestinal y así favorecer el crecimiento de ciertos microorganismos, como bifidobacterias y bacterias ácidas lácticas las cuales están presentes en las leches fermentadas (Rivera et al., 2018). También se conoce que la adición de fibra insoluble en los yogures disminuye el tiempo de fermentación (Tomic et al., 2017). Puede ser

encontrado en alimentos como harina de plátano verde, banano, frejol blanco, camote, frejol negro, lenteja, arroz integral, papa, arroz blanco, avena (procesada), garbanzo y yuca (Villarroel et al., 2018).

La harina de plátano verde no es un factor estimulante para el crecimiento exponencial de las bacterias ácido lácticas, sin embargo Rocha et al., (2020) demuestra que la adición de 15g de harina de plátano ayuda a la formación de ácido láctico pasando de 0.6% a 1.5% por lo que el tiempo de producción de yogurt es menor siendo un parámetro de amplio interés para la industria alimentaria ya que reduciría significativamente los costos de producción. MengMeng et al., (2018) mencionan que añadir harina de plátano en un 0.55% y harina de ñame en 1.15% al yogurt mejora las características organolépticas; su muestra fue catada por panelistas entrenados los cuales atribuyeron una calificación de  $93.98 \pm 0.25$  de aceptación total del yogurt. El plátano, es un producto al que se lo aprovecha en todos sus estados de madurez, es así que Safdari et al., (2021) adicionaron 1% de fibra de plátano y 1% de fibra de cáscara de plátano para la realización de un yogurt simbiótico mejorando sus características fisicoquímicas teniendo disminución en el pH pasando de 4.42 a 4.37, disminución de sinéresis pasando de  $29,16 \pm 1.04\%$  a  $24.00 \pm 1.00\%$ , de igual manera mejoró la viscosidad pasando de  $3000 \pm 300 \text{ Pa} \cdot \text{s}$  a  $3600 \pm 200 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ .

### **3.2.3. Fibras no convencionales**

Como se ha mencionado anteriormente, la tuna es un producto poco utilizado en la industria alimentaria al igual que su cáscara, sin embargo ambos productos son ricos en proteína, fibra y minerales, cada 100g de cáscara de tuna posee el 8.23% de proteína, 25.81% de grasa (García et al., 2018), sumado a esto Chaparro et al., (2020) mencionan que en la cáscara de tuna existe el 45,96% de celulosa; por lo que Doumenz, (2017) realizó un estudio en el que incorporó el 10% de cáscara de tuna a la formulación de yogurt griego teniendo como resultado una aceptabilidad de 7 (buena) en escala hedónica de 9 puntos, siendo 9 considerada como excelente.

Las plantas de uso no convencional en la industria de alimentos han tenido protagonismo en los últimos años debido a que son fuente de compuestos bioactivos, un claro ejemplo de estas plantas es el cactus xiquexique, su uso principal en harinas, tortas, dulces, galletas y mermelada (Dourado et al., 2021). En el estudio realizado por Bezerril et al., (2021), incluyeron mermelada de xiquexique como saborizante; la

composición nutricional de la mermelada es de 0.28 g/100g de proteína, 2.60 g/100g de fibra total, 67.17 g/100 g de carbohidratos, y un aporte total de 69.8 kcal/100 g, adicionalmente presentó compuestos fenólicos, pertenecientes a los grupos de flavanoles, flavonoles, ácidos fenólicos y flavanonas con alta bioaccesibilidad destacando que el yogurt no sufrió variación en la aceptabilidad sensorial.

Se puede mencionar también a la fibra de triticale, cereal artificial creado por el ser humano fruto de la hibridación del trigo y el centeno, la composición nutricional del triticale por cada 100g es 72.13g de carbohidratos, 13.50g de proteína, 2.09g de grasas, 1,97mg de vitamina B1, B2 y B3, 73mg de ácido fólico, 37mg de calcio, entre otros; ha sido estudiado en avances alimenticios como de panadería, pasta, malta, licor, yogur y películas biodegradables y comestibles (Zhu, 2018). En el estudio realizado por Tomic et al., (2017), menciona que agregar 15g%kg de harina de triticale mejora significativamente la composición nutricional del yogurt y no afecta en las características sensoriales del producto.

### **3.3. Comportamiento de fibras en el yogurt**

La importancia de las fibras en la producción de yogurt radica en definir el comportamiento de éstas al formar parte del yogurt. Dependiendo del tipo de fibra que se incluya se puede tener fuente de prebióticos, reguladores de textura, pH o acidez. Así por ejemplo Pinto et al., (2017) mostraron que al agregar inulina al yogurt tipo griego se promueve el crecimiento de *Bifidobacterium* obteniendo un recuento microbiano de  $1 \times 10^9$  UFC/ml cada día a lo largo de un periodo de 9 días en comparación con Dabija, Codinã, & Gâtlan, (2018) que mencionan que el crecimiento de BAL es de  $1 \times 10^4$  UFC/ml diariamente por un periodo de estudio de 12 días.

Las fuentes de fibra procedentes de frutas, en su mayoría, son ricas en pectinas, fructanos, gomas y mucílagos lo que las clasifica como fibra solubles y fermentables caracterizándose por la formación de geles. Dichos geles al estar en contacto con el agua mejoran el metabolismo intestinal y la capacidad fermentativa de la microbiota (Matos & Chambilla, 2010). Es por esto que la industria láctea ha buscado añadir fibras aisladas de frutas (tabla 2) así como el uso de fibra de mesocarpio de maracuyá que cambia la reología de los yogures bajos en grasa lo cual promueve una aceptabilidad sensorial y aumenta la concentración de caseínas (Lozano et al., 2019). Adicional a esto se evidencia el uso de cáscara de piña en los yogures fluidos lo que permite que



el tiempo de incubación de BAL sea menor optimizando los recursos económicos de las industrias (Sah et al., 2016).

Al igual que las frutas, las hortalizas, cereales y leguminosas son ricas en fibra especialmente en pectinas, celulosa, hemicelulosa y lignina (Matos & Chambilla, 2010). En la industria alimentaria es muy común añadir avena en hojuelas a las leches fermentadas, adicionalmente, se ha demostrado que el  $\beta$ -glucano presente en la avena mejora el sistema inmunológico, así como también reduce el colesterol LDL y glucosa en la sangre. Organolépticamente no existe una diferencia significativa en el olor de un yogurt natural frente a un yogurt con avena añadida, por otro lado, en los parámetros de textura y sabor varió levemente (Barroso, 2020). Anticona & Rodríguez (2015), en su estudio realizado sobre la harina de brácteas de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) y su adición al yogurt mencionan que el crecimiento de Bifidobacterias fue mayor en presencia de fibra de alcachofa debido a su poder prebiótico. Asimismo, al añadir pulpa de chirimoya y papaya junto con pulpa arroz a un yogurt batido disminuye la sinéresis pasado de 16% a 7.5%, lo que mejora las características organolépticas al evitar el desfase común en el yogurt (Nandakumar, 2021). También se puede extraer fibra de alimentos que no son consumidos tradicionalmente, por ejemplo, al añadir hoja de guanábana en el yogurt griego reduce significativamente los niveles de glucemia en un 20% tras consumir 120ml por 20 días consecutivos (Medina, 2019), también agregar orujo de aceituna permite que los niveles de ácidos grasos como ácido caproico, ácido caprílico, ácido pelargónico, ácido cáprico, ácido láurico, ácido mirístico, ácido pentadecílico, ácido palmítico, ácido margárico, ácido araquidónico, entre otros se eleven así como también los antioxidantes como  $\beta$ carotenos, luteína, vitaminas A y C. y compuestos fenólicos como el ácido trans-cinámico y el ácido p-cumárico (Ribeiro & Bonif, 2021) y finalmente se destaca la utilización del cactus *Pilosocereus gounellei* el cual ha sido añadido al yogurt como mermelada y permite que se incrementen los niveles de proteínas y lípidos (Bezerril et al., 2021)

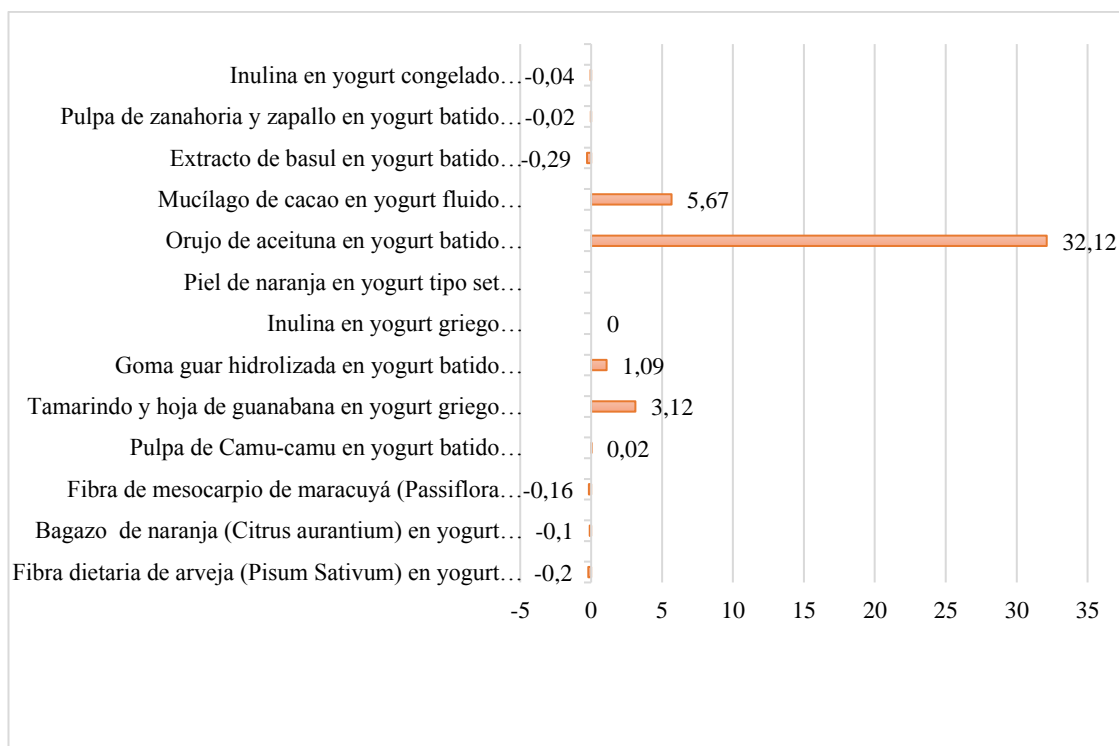
### **3.4.1. Efectos en la composición proximal**

#### **3.4.1.1. Efectos en el contenido de grasa**

Al añadir fibra al yogurt su composición se ve afectada dependiendo de la cantidad y tipo de fibra que haya sido incluida. Para Díaz et al., (2004) cuando las fibras están en contacto directo con las grasas y al no tener presencia de agua tienden a formar geles,

es decir mientras mayor sea el contenido de grasa en el yogurt la fibra va a retenerla para formar un gel, el cual tendrá mayor consistencia, por lo que la disponibilidad de grasa será menor.

En el grafico 1 se observa la variación de grasa en los diferentes tipos de yogurt, por ejemplo Guzmán, (2018) menciona que al añadir entre el 5% y 15% extracto de fibra de basul (cáñaro o porotón) a un yogurt desnatado en 0.29% mejora la sensación aterciopelada característica del yogurt, al suplantar la falta de grasa con fibra. De la misma manera se observa en la adición de mesocarpio de maracuyá en el estudio realizado por Lozano et al., (2019) en el que existe una disminución del 0,16% de grasa en la leche y al añadir el 2% de fibra de mesocarpio de maracuyá la textura del yogurt no se ve sensorialmente afectada. Sin embargo, existen fibras que, dependiendo de su naturaleza, son portadoras de muchos compuestos grasos beneficios para la salud, es así el caso de la adición de orujo de aceituna en yogurt batido, donde se obtiene el incremento del 32,12% de grasa en la matriz láctea, cabe mencionar que en el estudio realizado por Ribeiro & Bonif, (2021), existen dos testeos diferentes, en el primero se añade aceite de aceituna y en el segundo se añade orujo, considerado como un residuo industrial, sin embargo este subproducto aún posee aceite en su interior por lo que se explica el incremento de grasa. La grasa encontrada está compuesta por ácidos grasos insaturados y poliinsaturados de los cuales se puede mencionar Omega-3, Omega-6, ácido linoleico, ácido  $\alpha$  -linolénico, entre otros (Ribeiro & Bonif, 2021).

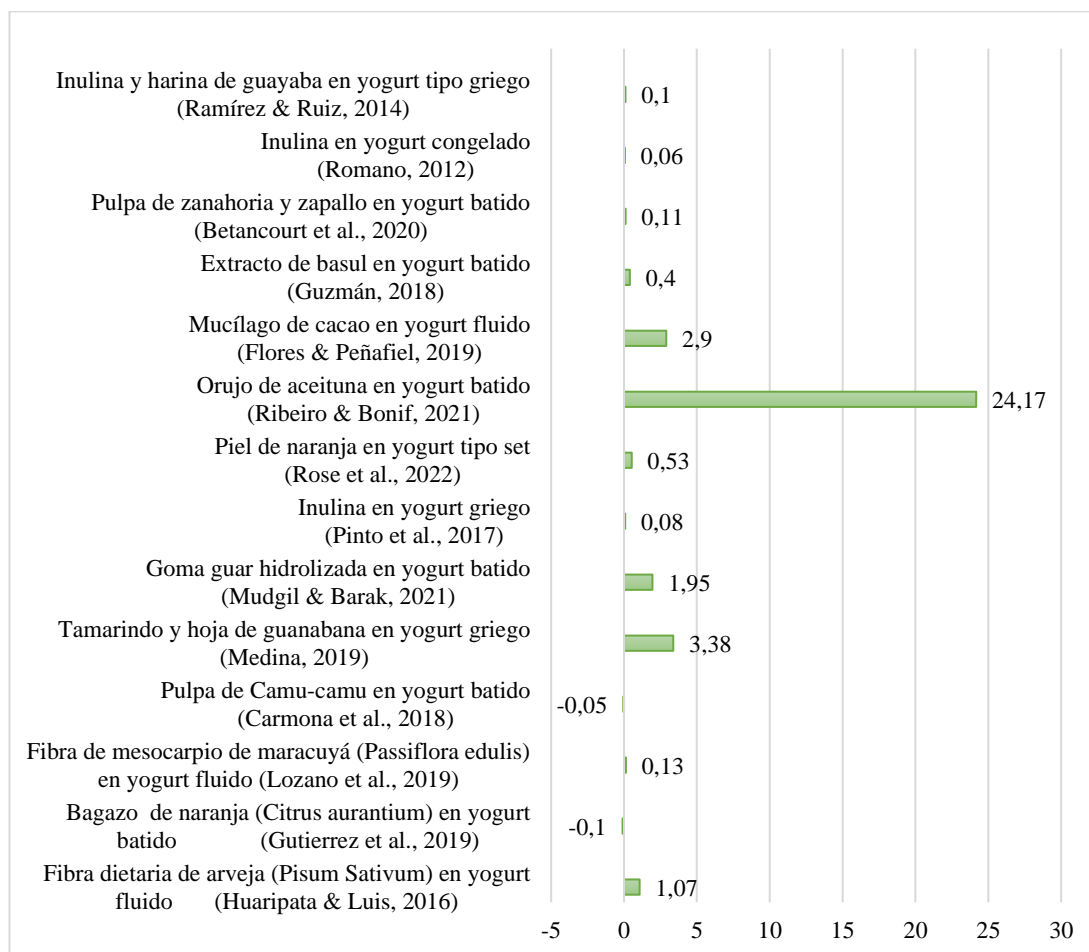


**Gráficos 2:** Variación del porcentaje de grasa en yogurt

### 3.4.1. 2. Efectos en el contenido de proteína

De igual manera que el componente lipídico del yogurt, la fracción proteica se ve incidido por la adición de fibras tanto positiva como negativamente (Gráfico 2). Esto se debe a la naturaleza de la fibra que haya sido incorporada al yogurt, por ejemplo si se añaden fibras que en su composición contengan ácidos esenciales o se proyecten a disminuir el ácido del yogurt, el contenido de proteínas del producto final disminuirá ya que la tendencia de pH bajará y será menor a pH 4.6 que es el punto isoeléctrico de la caseína siendo esta la proteína dominante del yogurt; el caso, por ejemplo del estudio realizado Flores & Peñafiel, (2019) mencionan que al agregar jugo de mucílago de cacao el porcentaje de proteína en el yogurt aumenta el 2.9%, por otra parte Medina, (2019) consiguió un incremento del 3.38% de proteína en el yogurt enriquecido con pulpa de tamarindo y hoja de guanábana, sin embargo, el mayor porcentaje de proteína alcanzada en los estudios indagados el de la adición de orujo de aceituna donde Ribeiro & Bonif, (2021), logró incrementar la proteína en un 24.17% lo que se debe que se agregó orujo de aceituna que contiene el 26.38% de proteína y aceite de aceituna el cual posee el 27.40% de proteína, en la misma línea pero en mejor porcentaje al añadir

extracto de basul, mesocarpio de maracuyá, bagazo de naranja, decrementa la proteína entre el 0.1% y 0.29% (Castro & Montalvo, 2019; Guzmán, 2018; Lozano et al., 2019).



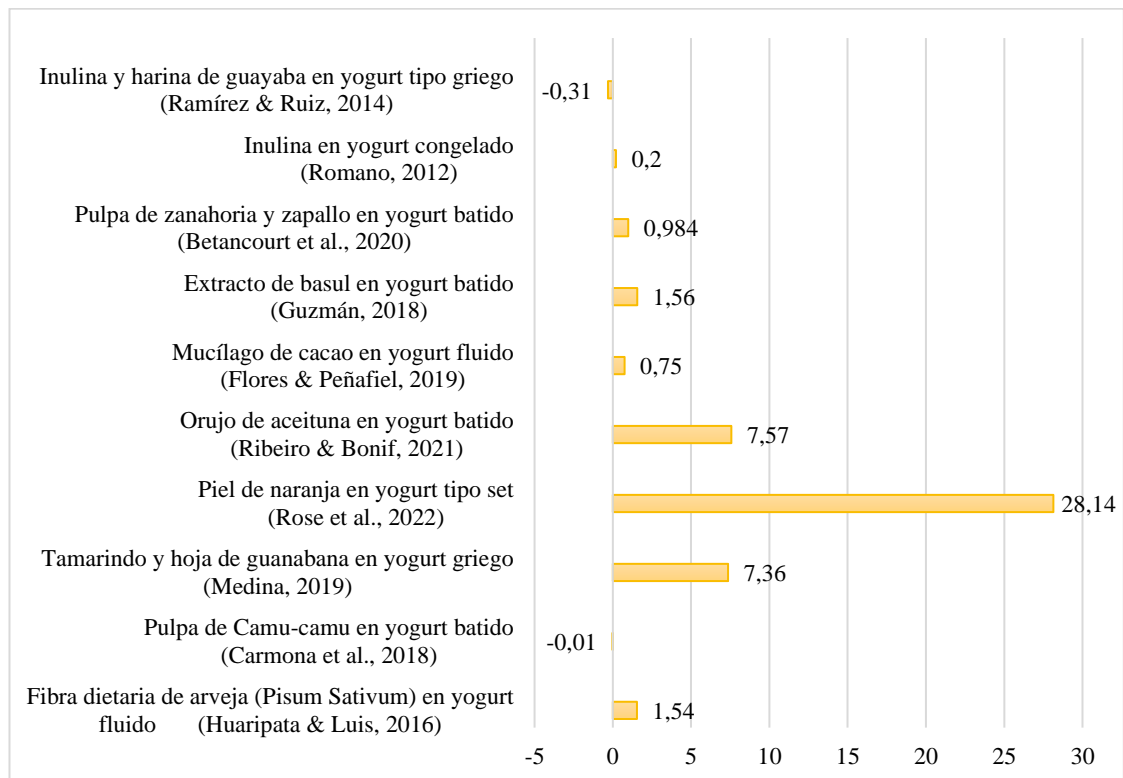
**Gráficos 3:** Variación del porcentaje de proteína en yogurt

### 3.4.1.3. Efectos en el contenido de fibra

Como se ha mencionado a lo largo de este estudio, añadir fibras a los productos alimenticios con mayor consumo a nivel mundial, busca mejorar la salud de los consumidores.

Las fibras como los  $\beta$ -glucanos, pectina y algunas hemicelulosas, forman retículos al estar en contacto con agua por lo que se obtienen soluciones de gran viscosidad las cuales a su vez atrapan moléculas de grasa lo que conlleva a una menor generación de lipoproteínas reduciendo el colesterol y la glucosa postprandial; adicional a lo mencionado, la fibra es altamente reconocida por su potencial anticancerígeno al capturar las sustancias tóxicas y así evita su contacto con la mucosa digestiva

eliminándolas por defecación. (Vilcanqui & Vílchez, 2017). De las misma forma se ha estudiado los efectos de la fibra sobre la reducción del índice de glucemia en pacientes con diabetes tipo II, la glucosa es captada por la formación de geles en el tracto intestinal (Gutierrez et al., 2021), el añadir fibra de tamarindo y hoja de guanábana al yogurt griego y consumir 250 ml por aproximadamente un lapso de 20 días presenta una reducción significativa de los niveles de glucemia según lo indica Medina, (2019), denotando que la reducción en las personas que consumieron yogurt funcional fue en un 20% menor que los consumidores que no ingirieron el yogurt natural. Cabe mencionar que en el estudio bromatológico realizado en el yogurt con adición de tamarindo y harina de hoja de guanábana la fibra final fue de 7.57%. De igual manera resalta el estudio realizado por Rose et al., (2022), en el que el incremento de fibra es del 28,14% añadiendo piel de naranja al yogurt tipo set, así mismo se conoce que agregar orujo de aceituna presenta un incremento del 7,57% de fibra (Ribeiro & Bonif, 2021). Por el contrario, los estudios realizados por Carmona et al., (2018); Huaripata & Luis, (2016) mencionan que existió un decremento del 0,31% y 0.01% fibra al añadir harina de guayaba y de arveja respectivamente (Grafico 3).



**Gráficos 4:** Variación del porcentaje de fibra en yogurt

### **3.4.2. Efectos en propiedades tecnológicas**

#### **3.4.2.1. Efectos microbiológicos**

La fibra no fue considerada como un nutriente alimenticio ya que los seres humanos no poseemos la capacidad de degradarla, sin embargo, se ha comprobado que los microorganismos presentes en el tracto digestivo sí poseen esta capacidad, no obstante la fibra posee la capacidad de ayudar en el crecimiento de probióticos que son favorables para la salud del consumidor (Bermúdez, 2019).

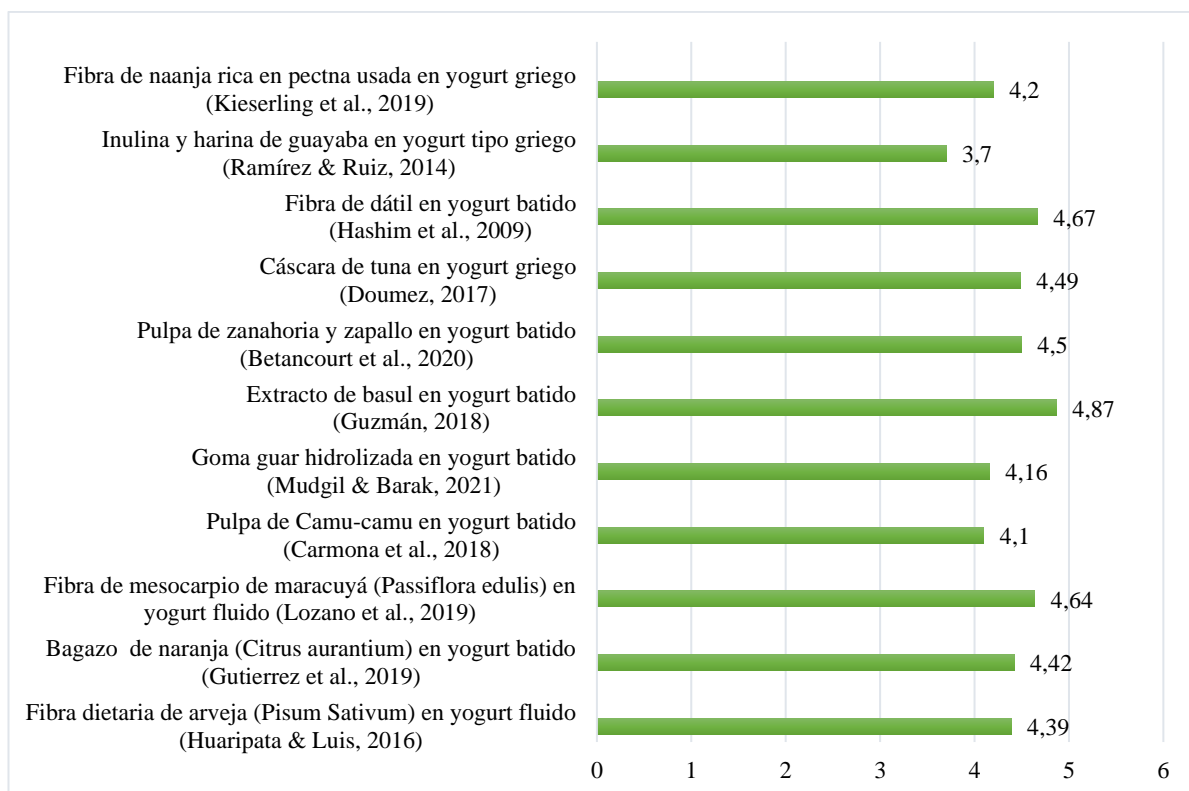
En la fibra se puede encontrar una variada fuente fermentativa y prebiótica para microbiota intestinal. Así lo mencionan Ballesteros & Gonzáles,(2018) que se indican que la fibra soluble promueve el crecimiento de bacterias probióticas, pero también actúa como sustrato de las bacterias colónicas. De igual manera cuando se menciona al almidón resistente como un gran alimento para bacterias sacarolíticas y prebióticas. En el estudio realizado por Anticona & Rodríguez, (2015) se evidencia que el recuento de bifidobacterias varió desde  $1 \times 10^5$  hasta  $1 \times 10^9$  UFC/g logrando el valor más alto al séptimo día de tratamiento con la inclusión del 1,5% de harina de brácteas de alcachofa.

Por otro lado Pytel et al., (2018) en su estudio compara las diferentes fibras y su relación con incremento microbiano de BAL, por ejemplo el caso de la fibra de chía, se incorporó el 5% el cual permitió incrementar taza poblacional de BAL en 3.4 log UFC/g, sin embargo en la tercera semana los microorganismos presentaron una reducción en la población este fenómeno se presentó tanto en la en la muestra de yogurt control como en la muestra de yogurt enriquecido con chía; algo similar ocurrió con el caso de la manzana al adicionar el 1% y 3% de manzana en los días iniciales del tratamiento se logró obtener 8.5 log UFC/g y 8.3 log UFC/g respectivamente y desfavorablemente al transcurrir tres semanas el crecimiento del 1% de adición fue de 8.0 log UFC/g y al 3% fue de 7.8 log UFC/g; la adición de harina de quinua se experimentó con 3 porcentajes, 1%, 3% y 5%, siendo el 5% la adición más favorable ya que las BAL en etapa inicial tenían una población de 1log UFC/ml, luego de 3 semanas se estudió tuvieron un crecimiento de 2.9logUFC/ml.

### **3.4.2.2. Efectos en el pH y acidez**

El ácido predominante en el yogurt es el ácido láctico el cual se produce al momento de la transformación de la lactosa por parte de las bacterias ácido-lácticas, al desestabilizar la matriz de la leche produce su coagulación cuando el pH está en un rango de pH 5,2 a 5,3 y llega a su precipitación completa cuando se tiene un pH 4,6 (Mori, 2017).

Cabe mencionar que el pH afecta directamente a la calidad proteica del yogurt debido que la solubilidad máxima de la proteína llega a su punto isoeléctrico, de la misma manera el pH incide en la actividad enzimática porque cada enzima trabaja a una sección de pH determinado. Juntamente con el descenso del pH se tiene una mayor acidez lo que podría representar un tiempo de vida útil menor en el yogurt (Mori, 2017). Sin embargo, al poseer un pH mayor, la precipitación de las micelas de caseína será más rápida, así lo demuestran Kieserling et al., (2019) en su estudio realizado sobre fibra de naranja rica en pectina en el que mencionan que la precipitación de las micelas de caseína fue más rápida por diferentes razones, de las cuales se puede mencionar que la fibra alimentaria añadida es rica en ácidos orgánicos lo que redujo el pH de la suspensión y así se logró optimizar el tiempo de precipitación, el pH final del yogurt fue de pH 4,2. Se considera al pH como un punto crítico de control para la calidad y vida útil del yogurt por lo que la mayoría de los autores a los que se hace referencia en el presente trabajo demuestran que el rango del pH no debe disminuir del de 4,6; como se observa en la gráfica 4.



**Gráficos 5:** Variación de pH en el yogurt

### 3.4.2.3. Efectos en la sinéresis

En la industria láctea se conoce como sinéresis a disociación del lactosuero cuando se da la formación del gel de yogurt, este efecto es provocado por la reestructuración de la red molecular de la caseína posterior a la texturización del yogurt (Gaviño, 2019).

Las fibras se caracterizan por tener la capacidad de ligar agua, sin embargo, también poseen la capacidad de ligarse con el aceite, es decir lo atrapan para formar geles y emulsiones por lo que disminuyen la sinéresis de los productos en los que han sido añadidos (Matos & Chambilla, 2010). Se ha observado que la fibra soluble posee mejor capacidad de ligar aceite en comparación con las fibras insolubles, es así que entre otros, el estudio realizado por Nandakumar, (2021) menciona que al añadir pulpa de chirimoya, papaya y arroz la sinéresis disminuye a lo largo del almacenamiento pasado de 16% a 7.5%, lo que se considera una característica potencialmente beneficiosa en la aceptabilidad sensorial del yogurt, ya que el consumidor ve más apetecible un producto en el que no se observe un desface, lo que se corrobora en los estudios realizados por Arias et al., (2019), Castro & Montalvo, (2019), Medina,



(2019), en yogur respectivamente. Sin embargo Anticona & Rodríguez, (2015) menciona que la sinéresis no mostró diferencia significativa en su ensayo en el que añadió harina de brácteas alcachofa al yogur batido.

#### **3.4.2.4. Efectos en la reología**

El valor del índice del comportamiento reológico ( $\eta$ ) determina el tipo de fluido al que se asemeja el yogur, si  $n$  es menor que 1 ( $\eta < 1$ ) el fluido presenta un índice pseudoplástico, mientras que si el valor  $n$  es mayor que 1 ( $\eta > 1$ ) es de naturaleza dilatante (Castro & Montalvo, 2019). La reología del yogur se ve afectada directamente por la adición de fibras ya que aumenta su viscosidad aparente durante el almacenamiento debido a que cambia la estructura del gel aumentando la capacidad de retención de líquidos y grasas (Arias et al., 2019). Al aumentar la viscosidad del yogur, su textura cambia de manera positiva ya que se puede apreciar mayor suavidad comparándolo con un terciopelo como es característico de esta leche fermentada (Sánchez, 2018).

Por otro lado, se observa la influencia que tiene el tamaño de partícula de fibra de cáscara de naranja en la formación del gel es así que Kieserling et al., (2019) mencionan que la fibra gruesa así como la fina aceleran la formación de la estructura de gel en el proceso de producción de ácido láctico, cuando la concentración de fibra con tamaño de partícula fino es bajo en los yogures funcionales las propiedades reológicas no varían en comparación con la reología de un yogur natural, sin embargo la sinéresis disminuye un 2%; también cuando la concentración de fibra fina es mayor que la gruesa la firmeza del gel se disminuye.

#### **3.4.3. Efectos en las propiedades sensoriales**

Las propiedades organolépticas de un producto buscan ser las menos afectadas al momento de realizar mejoras bio-funcionales en la formulación de los alimentos, debido a que el consumidor es quien decide la aceptabilidad de este; ya que a vista del consumidor el beneficio que pueda brindarle un alimento es muy independiente de la aceptabilidad sensorial que tenga dicho producto. En el enriquecimiento de yogur con pectinas provenientes de diferentes frutas no afecta en el sabor del yogur por lo que su aceptabilidad es bastante alta (Espínza & Santos, 2018). La adición de frutas en el yogur tuvo gran aceptabilidad sensorial, la mayoría de muestras fueron preferidas

sobre el yogurt natural, es así que agregar mesocarpio de maracuyá, membrillo en polvo, pulpa de guanábana y papaya, tamarindo, asaí, y camu camu, fueron ponderados los catadores como bueno y agradable en parámetros como de sabor, textura, olor y color (Burak et al., 2020; Carmona et al., 2018; Lozano et al., 2019; Medina, 2019; Nandakumar, 2021; Portinho et al., 2020; D. Dosantos et al., 2017), sin embargo la añadidura de bagazo de naranja no fue apetecida por los catadores al superar la adición del 2.5%. De igual manera agregar fibra de arveja no debe sobrepasar el 1.5% de adición ya que los catadores percibieron un sabor invasivo en las muestras con un mayor porcentaje del antes mencionado (Huaripata & Luis, 2016).

#### **3.4.3.1.1. Efectos en el sabor**

El sabor es uno de los factores determinantes para que los consumidores desarrollen preferencia sobre un producto, sin embargo los trabajos en los que se añadieron fibra no resultaron del todo positivos, siendo así que Arias et al., (2019) menciona que el yogurt al que se le añadió epicarpio de maracuyá deshidratado (EMD) presentó una disminución significativa del sabor a lo largo del periodo de almacenamiento, por lo que los catadores consideraron como un aspecto desfavorable la adición de EMD, a partir del día octavo de almacenamiento los evaluadores percibieron con más intensidad la acidez y con menos dulzura este yogurt. De igual manera, adicionar bagazo de naranja disminuye la preferencia de los consumidores a este tipo de yogurt ya que lo catalogaron como un yogurt de sabor deficiente a bueno (Castro & Montalvo, 2019); por el contrario, en el estudio realizado por Huaripata & Luis, (2016) y por Medina, (2019) se denota que la aceptabilidad del yogurt al que se le añadió fibra alimenticia de arveja y fibra de tamarindo con harina de hojas de guanábana son muy apetecibles por el consumidor que fueron catalogados como un yogurt que “gusta mucho”; con esto se puede notar que las fibras provenientes de matrices alimentarias de pH alto tienden a ser más aceptables por el consumidor.

#### **3.4.3.1.2. Efectos en la textura**

La textura característica de los yogures tiende a ser aterciopelada y suave, este efecto se logra gracias a la agregación de las micelas de caseína por la producción de ácido láctico, sin embargo, la formación de geles que se produce al añadir fibra al yogurt es de gran beneficio ya que brinda una textura similar a lo mencionado anteriormente, es así que se puede citar el efecto de mejora de las características sensoriales cuando se

agrega membrillo en polvo, ya que los catadores de este producto lo calificaron como “muy agradable” en la prueba hedónica realizada por Burak et al., (2020). De la misma manera se calificó con la máxima ponderación en cuanto a textura el yogurt con adición de dextrina de trigo y piel de naranja (Peerkhan, 2020; Rose et al., 2022).

La inclusión de fibra en los yogures es una gran herramienta cuando se realizan yogures bajos en grasa. Huaripata & Luis, (2016) realizó la inclusión de 1% y 1.5% de harina de arveja en leche descremada al 0.5% lo cual tuvo como respuesta la aceptación total de los catadores al testear la textura de la muestra, de igual manera en el estudio realizado por Arias et al., (2019) al realizar yogurt con leche en polvo descremada rehidratada al 11% con la adición de 0.5% de fibra de epicarpio de maracuyá, la respuesta del análisis sensorial fue positiva. Otros casos favorables que se puede mencionar los estudios realizados por Barroso, (2020); Mori, (2017); Lozano et al., (2019) los cuales utilizaron leche descremada del 0.5% al 0.7% e incluyeron fibras de carreginina, avena y mesocarpio de maracuyá y de igual manera los catadores la evaluaron como buena y aceptable.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES

La adición de fibra en el yogurt produce diversos efectos tanto tecnológicamente como sensorialmente. Por naturaleza la fibra forma retículos con el agua, sin embargo, cuando existe poca presencia de agua la fibra tiene la capacidad de absorber grasas por lo que capta las grasas del yogurt para formar geles densos cuya estructura química no se verá afectada por el metabolismo gástrico y llegarán al tracto intestinal para brindar alimento a los probióticos y bacterias colónicas las cuales brindarán beneficios en la salud del consumidor. Adicional a esto, al poseer esta capacidad, las fibras son capaces de retener colesterol LDL y glucosa presentes en la sangre por lo que son capaces de reducir las enfermedades causadas por el exceso de grasa y reducen el índice glucémico.

Las fibras pueden dividirse en dos tipos dependiendo la solubilidad que tengan con el agua, o de su grado fermentativo, siendo la unión de estos grupos necesarios para una salud. Las fibras que destacan su uso en la adición de yogures son  $\beta$ -glucanos, pectina, hemicelulosas, gomas, mucílagos, almidón resistente y fructanos del que posemos destacar el uso de inulina. La biodisponibilidad de este tipo de fibras es muy amplia ya que las podemos encontrar en las frutas, legumbres, vegetales, ciertos tubérculos e incluso en los cereales.

En cuanto al comportamiento de las fibras en la producción del yogurt se puede mencionar, por ejemplo, a los fructanos en específico tiene la capacidad de generar más viabilidad para la flora intestinal lo que servirá de provecho para el consumidor y su incremento en el sistema inmunológico entre otros beneficios a la salud. Las pectinas, los  $\beta$ -glucanos y las hemicelulosas tienen a formar geles de estabilidad ampliamente prolongada por lo que son bastante útiles al momento de realizar yogures bajos en grasa ya que al formar dichos agregados brindan la textura tradicional y apetecida de los yogures.

Incluir fibra en la formulación del yogurt crea un super alimento capaz de mejorar significativamente la salud del consumidor, ya que brinda un micro ecosistema para que la flora intestinal pueda desarrollarse con gran facilidad, así como también mejora la digestibilidad de ciertos alimentos que se consideran de difícil digestión, elimina sustancias tóxicas del tracto intestinal lo cual incide en la capacidad anticancerígena que poseen las fibras. Por otro lado, las fibras son capaces de mejorar la reología del yogurt, incrementan su viscosidad y brindan la capacidad de una precipitación más acelerada ya que al ser una fuente de alimentos para las BAL, estas tenderán a producir más ácido láctico lo que mejorara la precipitación de caseínas reduciendo el tiempo de fermentación lo que podría significar un gran ahorro económico para la industria láctea.

## REFERENCIAS

- ¿Qué países consumen más productos lácteos? (2020). *El Observador*.  
<https://www.elobservador.com.uy/nota/-que-paises-consumen-mas-productos-lacteos--202162202622>
- Acienta, C. (2021). “Adición de quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) al yogurt natural y su efecto en las características sensoriales”. Universidad Nacional del Callao.
- Aldaz, A., & Tantaleán, M. (2019). *Efecto de la proporción de avena (Avena sativa), cochayuyo (Chondracanthus chamissoi) y macambo (Theobroma bicolor) en el valor nutricional y análisis sensorial de una barra energética*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- American Association Of Cereal Chemists. (2001). The definition of dietary fiber. *Cereal Foods World*, 46(3), 112–129.
- Anticono, J., & Rodríguez, A. (2015). *Efecto de la adición de harina de brácteas de alcachofa (Cynara scolymus L.) y tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de yogur simbiótico batido*. 26, 105–115.
- Arboleda, J. (2020). *Desarrollo de caramelos a base de cáscara de naranja (Citrus X sinensis) con la adición de miel de abeja*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Arias, D., Molina, J. B., & Andrade, M. M. (2019). Evaluación del potencial de uso de epicarpio de maracuyá deshidratado (*Passiflora edulis f. flavicarpa O. Deg.*) en la formulación de yogurt. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 22(1), 1–10. <https://doi.org/10.31910/rudca.v22.n1.2019.1145>
- Badui, S. (2006). Salvador Badui Dergal. In *Química de los alimentos*.
- Ballesteros, M., & Gonzáles, E. (2018). Papel de los prebióticos y los probióticos en la funcionalidad de la microbiota del paciente con nutrición enteral. *Sección de Endocrinología y Nutrición. Complejo Asistencial Universitario de León. León*.
- Barreto, G., Púa, A., De Alba, D., & Pión, M. (2017). Extracción y caracterización de pectina de mango de azúcar (*Mangifera indica L.*). Universidad del Atlántico

- Barroso, D. (2020). Empleo de bebida de avena (avena sativa L.) en la elaboración de (yogurt) a tres. 1–92.
- Bermúdez, A. (2019). *Componentes bioactivos del alperujo: propiedades y aplicación en fibra alimentaria*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Betancourt, S., Mayra, L., & Fonseca, J. (2020). Efecto del zapallo y la zanahoria en las características nutricionales del yogurt natural. *La Ciencia Al Servicio de La Salud y Nutrición*, 11.
- Bezerril, F. F., Magnani, M., Bertoldo Pacheco, M. T., de Fátima Vanderlei de Souza, M., Feitosa Figueiredo, R. M., Lima, M. dos S., da Silva Campelo Borges, G., Gomes de Oliveira, M. E., Pimentel, T. C., & de Cássia Ramos do Egypto Queiroga, R. (2021). Pilosocereus gounellei (xique-xique) jam is source of fibers and mineral and improves the nutritional value and the technological properties of goat milk yogurt. *Lwt*, 139, 110512. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110512>
- Burak, Ş., Gülşah, Ç., Koç, Ç., Nur, S., Gülfem, D., Ayşe, Ü., & Akalın, S. (2020). Textural and sensorial characteristics of set - type yogurt containing Bifidobacterium animalis subsp . lactis Bb - 12 and quince powder. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s11694-020-00552-8>
- Bustos, E., & Medina, A. (2020). Recomendaciones y efectos de la fibra dietaria en niños. 47(3), 457–462.
- Carmona, A., Cáceres, E., Dionisio, M., & Peláez, P. (2018). Elaboración de yogurt batido biofuncional con pulpa de camu-camu. *Investigación y Amazonía*, 8(6), 11–17.
- Castro, D., & Montalvo, E. (2019). Efecto de la adición de fibra de bagazo de naranja (Citrus aurantium) en el perfil reológico, características fisicoquímicas y sensoriales del yogurt. *Universidad Nacional Del Centro Del Perú*. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/5323>
- Chaparro, E., Huiza, D., Llamoca, E., Choquecahuai, D., & Otero, K. (2020). Extracción De Celulosa a Partir De Cáscara De Tuna Y Corona De Piña. *CIENCIA Y TECNOLOGÍA Para El Desarrollo*, 6(11), 25–31.

<https://revistas.ujcm.edu.pe/index.php/rctd/article/viewFile/163/145>

Chaquilla, G., Balandrán, R. R., & Mendoza, A. M. (2018). *Propiedades y posibles aplicaciones de las proteínas de salvado de trigo*. *12*(2), 137–147.

Chiqui, S. (2021). "Obtención de productos saludables de panificación utilizando harina de cáscara de maracuyá (*passiflora edulis sims*), variedad amarilla y ácido ascórbico. Universidad Nacional del Santa. Escuela de posgrado".

Cistué, L. (2019). Cebada para otros usos agroalimentarios. *Genética y Producción Vegeta*. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fdigital.csic.es%2Fbitstream%2F10261%2F181207%2F1%2FCistueL\\_Blog-RicaOpinExps\\_2019.pdf&cflen=464586&chunk=true](https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fdigital.csic.es%2Fbitstream%2F10261%2F181207%2F1%2FCistueL_Blog-RicaOpinExps_2019.pdf&cflen=464586&chunk=true)

Cuervo, A. C. (2017). La fibra dietética en el tratamiento del estreñimiento crónico idiopático en adultos. *Journal of Chemical Information and Modeling*, *53*(9), 28.

da Silva, T. F., Casarotti, S. N., de Oliveira, G. L. V., & Penna, A. L. B. (2020). The impact of probiotics, prebiotics, and synbiotics on the biochemical, clinical, and immunological markers, as well as on the gut microbiota of obese hosts. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *0*(0), 1–19. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1733483>

Dabija, A., Codină, G. G., & Gâtlan, A. (2018). Quality assessment of yogurt enriched with different types of fibers. *CyTA - Journal of Food*, *16*(1), 859–867. <https://doi.org/10.1080/19476337.2018.1483970>

Dabija, A., Codină, G. G., Gâtlan, A. M., & Rusu, L. (2018). Quality assessment of yogurt enriched with different types of fibers. *CYTA - Journal of Food*, *16*(1), 859–867. <https://doi.org/10.1080/19476337.2018.1483970>

Díaz, M., Sosa, E., & Vélez, J. (2004). Efecto de la adición de fibra y la disminución de grasa en las propiedades fisicoquímicas del yogur. *Revista mexicana de ingeniería química*, *3*. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.redalyc.org%2Fpdf%2F620%2F62030307.pdf&cflen=296065](https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.redalyc.org%2Fpdf%2F620%2F62030307.pdf&cflen=296065)



- do Espírito Santo, A. P., Perego, P., Converti, A., & Oliveira, M. N. (2012). Influence of milk type and addition of passion fruit peel powder on fermentation kinetics, texture profile and bacterial viability in probiotic yoghurts. *LWT - Food Science and Technology*, 47(2), 393–399. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.01.038>
- Dos Santos, V. (2019). *Elaboração e caracterização de frozen yogurt à base de soro de leite suplementado com inulina*. Universidade Federal De Pernambuco. [https://attena.ufpe.br/bitstream/123456789/33732/1/DISSERTAÇÃO Viviane Michele dos Santos-mesclado.pdf](https://attena.ufpe.br/bitstream/123456789/33732/1/DISSERTAÇÃO_VivianeMichele%20dos%20Santos-mesclado.pdf)
- Dosantos, D., Carmago, L., Flacha, A., Mendosa, L., & Oliviera de Sousa, B. (2017). Post-acidification and evaluation of anthocyanins stability and antioxidant activity in açai fermented milk and yogurts. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 39(1), 1–13. <https://doi.org/10.1590/0100-29452017>
- Doumenz, P. (2017). “Aprovechamiento de la cáscara de tuna (*Opuntia ficus indica*) en la elaboración de yogurt griego con fibra soluble.” *I-50*, 1–50.
- Dourado, Bertoldo, Egypto, R. do, Medeiros, Granza, Salvucci, Estevez, & Oliveira, G. de. (2021). Nutritional, physicochemical and sensorial acceptance of functional cookies enriched with xiquexique (*Pilosocereus gounellei*) flour. *PLoS ONE*, 16(8 August), 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255287>
- Espinza, Y., & Santos, P. (2018). Comparación del método tradicional de extracción de pectina de la cáscara de naranja con el método por ondas de ultrasonido y sus efectos sobre la sinéresis en la elaboración del yogurt batido. Universidad Inca Garcilaso De La Vega Lima – Perú Universidad Inca Garcilaso De La Vega. [http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/3722/003919\\_Tesis ESPINOZA RODRIGUEZ YANETH- SANTOS ZAVALA PERCY.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/3722/003919_Tesis_ESPINOZA_RODRIGUEZ_YANETH-SANTOS_ZAVALA_PERCY.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Estrella, F. (2020). "Determinación del perfil nutricional de yogurt con probiótico *Bifidobacterium* spp. formulado con jalea de uvilla (*Physalis peruviana*) y harina de quinua (*Chenopodium quinoa*)". Universidad Politécnica Estatal del Carchi.
- FAO. (2012). *Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030*. <https://www.fao.org/3/y3557s/y3557s00.htm#TopOfPage>

- FAO. (2013). *Plataforma de información de la quinua*. <https://www.fao.org/in-action/quinoa-platform/quinoa/alimento-nutritivo/es/>
- Flores, C., & Peñafiel, M. (2019). Propiedades bromatológicas , sensoriales y físicas de yogurt suplementado con mucílago de cacao. *Revista Científica Mundo de La Investigación y El Conocimiento*. Vol., 3, 1342–1353. [https://doi.org/10.26820/recimundo/3.\(3\).septiembre.2019.1342-1353](https://doi.org/10.26820/recimundo/3.(3).septiembre.2019.1342-1353)
- García, A., Bautista, G., Cerón, B., Muñoz, M., Pérez, O., & Vázquez, G. (2018). Valorización de la cáscara de tuna en un producto de panificación. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías Del ICBI*, 6(11), 12–15. <https://doi.org/10.29057/icbi.v6i11.3023>
- Gaviño, R. (2019). Efecto de la adición de proteína de suero de leche concentrado y tiempo de almacenamiento sobre la acidez, viscosidad, sinéresis, recuento de bacterias lácticas y aceptabilidad general en el yogurt bebible. Universidad Privada Antenor Orrego.
- Gil, A. (2017). Fibra. In *Tratado de Nutrición* (Segunda Ed, pp. 235–255). [https://books.google.com.ec/books?id=64x-gRS5520C&pg=PA240&dq=fibra+soluble&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjw6LX\\_uY\\_wAhVoTTABHWT5BfMQ6AEwAXoECAIQAg#v=onepage&q=fibra soluble&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=64x-gRS5520C&pg=PA240&dq=fibra+soluble&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjw6LX_uY_wAhVoTTABHWT5BfMQ6AEwAXoECAIQAg#v=onepage&q=fibra%20soluble&f=false)
- Glibowski, P., & Rybak, P. (2015). *Propiedades reológicas y sensoriales del yogur batido con fructanos tipo inulina*. SDT. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/1471-0307.12231>
- Gómez Luna, A. E., Navas, D. F., Aponte, G., & Betancourt, L. A. (2017). Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización. *Spine Journal*, 17(8), 1200. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2017.04.017>
- Guerrero, G. E., Suárez, D. L., & Orozco, D. M. (2017). Implementación de un método de extracción de pectina obtenida del subproducto agroindustrial cascarilla de cacao. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Gutierrez, D., Gutierrez, R., Juarez, L., & Larios, A. (2021). Revisión Efectos de la

fibra dietética en la reducción de factores de riesgo cardiovasculares asociados a la obesidad. *16*(2), 117–123.

Guzmán, Y. (2018). Evaluación de las propiedades físicas, químicas y organolépticas del yogurt batido enriquecido con extracto de basul (*erythrina edulis*). <http://recimundo.com/index.php/es/article/view/573>

Haddad, L., Marcela, A., Isabel, M., Cristina, M., & Paula, A. (2019). *La Inulina Como Ingrediente Funcional*. 34–40.

Hench, A. (2017). *Universidad Politécnica de Puebla Programa Académico de Posgrado Pectina de tejocote : una propuesta de aprovecha ...*

Hernandez, A., Alfaro, I., & Arrieta, R. (2017). *Microbiología Industrial*. [https://books.google.com.ec/books?id=KFq4oEQQjdEC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=KFq4oEQQjdEC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

Hoppert, K., Zahn, S., Jänecke, L., Mai, R., Hoffmann, S., & Rohm, H. (2013). Consumer acceptance of regular and reduced-sugar yogurt enriched with different types of dietary fiber. *International Dairy Journal*, *28*(1), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2012.08.005>

Huanca, J. (2017). Evaluar los parámetros durante el tratamiento térmico para obtención de mucílago de la penca de tuna. Universidad Nacional del Altiplano.

Huaripata, J., & Luis, R. (2016). Efecto de la adición fibra dietaria de arveja (*pisum sativum*) en las características físico químicas y sensoriales del yogurt simbiótico. Universidad Nacional Del Centro Del Perú.

Kieserling, K., Vu, T. M., Drusch, S., & Schalow, S. (2019a). Impact of pectin-rich orange fibre on gel characteristics and sensory properties in lactic acid fermented yoghurt. *Food Hydrocolloids*, *94*, 152–163. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.02.051>

Kieserling, K., Vu, T. M., Drusch, S., & Schalow, S. (2019b). Impact of pectin-rich orange fibre on gel characteristics and sensory properties in lactic acid fermented yoghurt. *Food Hydrocolloids*, *94*(February), 152–163. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.02.051>

- López, M., & Sabogal, O. (2012). *Gomas empleadas en la industria de alimentos gums used in the food industry*. 43–48.
- Lozano, V., Evelyn, M., Alania, A., & Thalia, K. (2019). *Comportamiento reológico y evaluación fisicoquímica y sensorial del yogurt con adición de fibra de mesocarpio del maracuyá ( Passiflora edulis )*.
- Madrigal, L., & Sangronis, E. (2007). La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 57. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222007000400012](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222007000400012)
- Malki, M., Pamunuwa, K., & Wijesinghe, J. (2021). Successful value-chain approach for oat industry; development and quality evaluation of oat (*Avena sativa*) incorporated yogurt. *African Journal of Food Science*, 15(2), 60–66. <https://doi.org/10.5897/ajfs2020.2041>
- Matos, A., & Chambilla, E. (2010). Importancia de la Fibra Dietética, sus Propiedades Funcionales en la Alimentación Humana y en la Industria Alimentaria. *Revista de Investigación En Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1, 14. <https://doi.org/10.1177/002248718403500202>
- Medina, I. (2019). Yogurt griego con pulpa de tamarindo y harina de hojas de guanabana, y su efecto en los niveles de glicemia. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.
- MengMeng, J., YanJie, J., ZhiWei, Q., HuiFang, L., & Hui, Y. H. (2018). Optimización del proceso de fermentación del yogurt de plátano y ñame mediante la metodología de superficie de respuesta. *China Dairy Industry*, Vol.46(No.6), p.51-54. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20183262382>
- Mori, C. (2017). efecto de la carragenina y sacarosa en la actividad de agua, pH, sinéresis y acidez del yogurt. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Mudgil, D., Barak, S., & Khatkar, B. S. (2016). Development of functional yoghurt via soluble fiber fortification utilizing enzymatically hydrolyzed guar gum. *Food Bioscience*, 14, 28–33. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2016.02.003>

- Nandakumar, K. (2021). Development of rice based probiotic yogurt enriched with some fruit pulps and its quality analysis. *Journal of Food Science and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05106-4>
- Nuñez, J. (2013). *Extracción, cuantificación, caracterización fisicoquímica y funcional de fibra dietaria obtenida a partir de residuos de maracuyá (Passiflora edulis f. flavicarpa Deg) Juan*.
- Peerkhan, N. (2020). Optimization of wheat dextrin yogurt formulation using response surface methodology. *Journal of Food Science and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04683-0>
- Pinango, O. (2019). Extracción de inulina de dos variedades de tuna *opuntia ficus-indica* color roja y blanca del valle del chota por lixiviación. Universidad Técnica Del Norte
- Pinto, S. S., Dm, B., Silvani, C., & Lara, V. (2017). *Effect of the incorporation of Bifidobacterium BB-12 microencapsulated with sweet whey and inulin on the properties of Greek-style yogurt*. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2717-2>
- Portinho, J. A., Zimmermann, L. M., & Bruck, M. R. (2020). *Efeitos Benéficos do Açaí. 1*, 15–20.
- Pytel, Cwiková, Ondrušiková, Nedomová, & Kumbár. (2018). Effect of additives to microbiological quality of yogurts. *12*(1), 186–194.
- Ramírez, A. O., & Ruiz, J. A. (2014). Elaboración de yogurt firme bajo en calorías con inulina y harina de guayaba (*Psidium guajava* L.) como saborizante. *Revista de La Facultad de Agronomía*, *31*(2), 233–252.
- Ramirez, M. E. (2017). *Propiedades funcionales de hoy*. [https://books.google.com.ec/books?id=8zo3DgAAQBAJ&pg=PA4&dq=fibra+alimentaria+clasificacion+2017&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjP4PymgunwAhU7F1kFHW\\_1Bp4Q6AEwAXoECAIQAg#v=onepage&q=fibra alimentaria clasificacion 2017&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=8zo3DgAAQBAJ&pg=PA4&dq=fibra+alimentaria+clasificacion+2017&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjP4PymgunwAhU7F1kFHW_1Bp4Q6AEwAXoECAIQAg#v=onepage&q=fibra%20alimentaria%20clasificacion%202017&f=false)
- Ribeiro, B., & Bonif, T. (2021). *Incorporation of olive pomace ingredients into yoghurts as a source of fibre and hydroxytyrosol: Antioxidant activity and*

*stability throughout gastrointestinal digestion.* 297(August 2020).  
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2021.110476>

- Rivera, J. M., González, N., García, R., & Jiménez, R. (2018). *Componentes prebióticos del plátano : fibra dietética y almidón resistente.*
- Rocha, V., Moura, E., Campos de Oliviera, A., Nunes, M., Salgado, M., & Dantas, A. (2020). *Cinética da fermentação de leite adicionado de Farinha de Banana Verde na produção de iogurte.* 2020, 1–13.
- Rodriguez, R. (2020). *Extracción y recuperación de pectina a hidrólisis ácida.* Universidad de los Andes.
- Romano, C. C. (2012). *Influência da inulina nas características químicas , yogurt simbiótico com teor reduzido de lactose influência da inulina nas características químicas.* Universidade Tecnológica Federal Do Paraná
- Rose, P., Mutturi, S., & Kapoor, M. (2022). *Food Hydrocolloids Non-enzymatically hydrolyzed guar gum and orange peel fibre together stabilize the low-fat , set-type yogurt : A techno-functional study.* *Food Hydrocolloids*, 122(August 2021), 107100. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.107100>
- Safdari, Y., Vazifedoost, M., Didar, Z., & Hajirostamloo, B. (2021). *The Effect of Banana Fiber and Banana Peel Fiber on the Chemical and Rheological Properties of Symbiotic Yogurt Made from Camel Milk.* 2021.
- Sah, B. N. P., Vasiljevic, T., Mckechnie, S., & Donkor, O. N. (2016). *LWT - Food Science and Technology Physicochemical , textural and rheological properties of probiotic yogurt forti fi ed with fi bre-rich pineapple peel powder during refrigerated storage.* *LWT - Food Science and Technology*, 65, 978–986. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.09.027>
- 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”.*
- Sendra, E., Kuri, V., Fernández-López, J., Sayas-Barberá, E., Navarro, C., & Pérez-Alvarez, J. A. (2010). *Viscoelastic properties of orange fiber enriched yogurt as*

- a function of fiber dose, size and thermal treatment. *LWT - Food Science and Technology*, 43(4), 708–714. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.12.005>
- Tan, P. Y., Tan, T. B., Chang, H. W., Tey, B. T., Chan, E. S., Lai, O. M., Baharin, B. S., Nehdi, I. A., & Tan, C. P. (2018). Effects of storage and yogurt matrix on the stability of tocotrienols encapsulated in chitosan-alginate microcapsules. *Food Chemistry*, 241, 79–85. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.08.075>
- Ticona, J. (2019). Caracterización físico química, cinética de gelificación y evaluación espectroscópica de la pectina del mesocarpio del fruto *corryocactus brevistylus* (*sancayo*). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Tomic, N., Dojnov, B., Miocinovic, J., Tomasevic, I., Smigic, N., Djekic, I., & Vujcic, Z. (2017). Enrichment of yoghurt with insoluble dietary fiber from triticale – A sensory perspective. *LWT*, 80, 59–66. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.02.008>
- Valencia, V. (2018). *Revisión documental. 1432*, 2017–2018.
- Vilcanqui, F., & Vílchez, C. (2017a). Fibra dietaria: nuevas definiciones, propiedades funcionales y beneficios para la salud. Revisión. *ALAN*, 67. [http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0004-06222017000200010&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0004-06222017000200010&script=sci_arttext&tlng=pt)
- Vilcanqui, F., & Vílchez, C. (2017b). Fibra dietaria: nuevas definiciones, propiedades funcionales y beneficios para la salud. Revisión. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 67. [http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0004-06222017000200010&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0004-06222017000200010&script=sci_arttext&tlng=pt)
- Villarroel, P., Gómez, C., Vera, C., & Torres, J. (2018). Almidón resistente: Características tecnológicas e intereses fisiológicos. *Revista Chilena de Nutrición*, 45(2), 178–182. [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75182018000300178](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182018000300178)
- Zhu, F. (2018). Triticale: Composición nutricional y usos alimentarios. *Química de Los Alimentos, Volumen 24*, 468–479. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814617314711>

