



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



CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Efecto de la adición de harinas no convencionales para la producción y enriquecimiento de productos de panificación y pastelería.

Trabajo de Titulación, Modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención de 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. Este trabajo forma parte del proyecto de investigación: “Desarrollo de un prototipo de mezcla farinácea libre de gluten para pastelería, utilizando cultivos andinos tradicionales infrautilizados”, aprobado por el H. Consejo Universitario con resolución 0193-CU-P-2018 y coordinado por Diego Salazar, M.Sc.

AUTOR: Nataly Alexandra Llumiyinga Chuqui

TUTOR: Ing. MSc. Diego Manolo Salazar Garcés.

AMBATO-ECUADOR

2022

APROBACIÓN DEL TUTOR

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 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, 7 de febrero del 2022

Ing. M.Sc. Diego Manolo Salazar Garcés

C.I. 1803124294

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Nataly Alexandra Llumiquinga Chuqui, declaro que los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación, modalidad de Proyecto de Investigación, previo a la obtención del Título de Ingeniera en Alimentos, son originales, auténticos y personales a excepción de las citas bibliográficas.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Nataly', is written over two horizontal lines.

.....
Nataly Alexandra Llumiquinga Chuqui

C.I 1725892523

AUTOR

APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos profesores 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 de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia, firman:

Presidente de tribunal

Dra. Liliana Alexandra Cerda Mejía
CI: 1804148086

Mg. Liliana Patricia Acurio Arcos
CI: 1804067088

Ambato, 8 de marzo de 2022

DERECHOS DE AUTOR

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



.....
Nataly Alexandra Llumiquinga Chuqui

C.I: 1725892523

AUTOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo investigativo a Dios y a mis padres. A Dios por darme la sabiduría y fortaleza en todo este camino recorrido. A mis padres por ser quienes a lo largo de mi vida me han guiado y apoyado en cada uno de mis pasos, han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su eterna confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo segundo de mi inteligencia y capacidad.

Nataly

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme vida y salud,

A mis padres, German y Patricia por su apoyo incondicional a lo largo de mi vida estudiantil.

A la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, sus autoridades y docentes por ser un grupo extraordinario de maestros encaminados en la ardua labor de enseñar y formar competentes profesionales

A mi tutor Ing. Diego Salazar, por ser un extraordinario maestro, gracias por todo su apoyo y orientación que me permitieron llegar a término con mi tarea académica.

INDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iii
APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO	iv
DERECHOS DE AUTOR	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
INDICE GENERAL	viii
INDICE DE TABLAS	x
INDICE DE GRAFICOS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
CAPITULO I	1
ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	1
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	1
OBJETIVOS	3
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos.....	3
CAPITULO II	4
METODOLOGÍA	4
2.1 Investigación bibliográfica.....	4
2.2 Análisis	4
2.2.1 Revisión Bibliográfica	4
2.2.2 Revisión documental.....	4
2.3 Comparación de resultados	4
CAPITULO III	5
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	5
3.1 Productos de Panificación y Pastelería	5
3.2 Tipos de Harinas.....	5
3.2.1 Harinas convencionales.....	5
3.2.2 Harinas no convencionales.....	7
3.3 Fuentes para el desarrollo de harinas	8
3.3.1 Cereales	8
3.3.2 Pseudocereales.....	9
3.3.3 Tubérculos	10

3.4. Comportamiento de harinas no convencionales en productos de panificación y pastelería	12
3.5. Efecto de la inclusión de harinas no convencionales en productos de panificación y pastelería.....	16
3.5.1 Efecto en los atributos de color	17
3.5.3 Efecto en el contenido de proteína.....	19
3.5.4 Efecto en la humedad.....	22
3.5.5 Efecto en el contenido de grasa	25
3.5.6 Efecto en el contenido de ceniza	26
3.5.7 Efecto en el contenido de fibra.....	29
3.5.8 Efecto en el tiempo de cocción.....	31
3.5.9 Índice de absorción de agua (IAA).....	31
CAPITULO IV	33
CONCLUSIONES.....	33
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA.0.1. FUENTES Y EFECTOS DE HARINAS NO CONVENCIONALES UTILIZADAS EN PRODUCTOS DE PANIFICACIÓN Y PASTELERÍA	11
TABLA.2. COMPOSICIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE HARINAS	14

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. PRINCIPALES PAÍSES CONSUMIDORES DE TRIGO.....	6
GRÁFICO 2. PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE TRIGO.....	6
GRÁFICO 3. VARIACIONES DEL PORCENTAJE DE PROTEÍNA EN LA MEZCLA DE HARINA DE TRIGO CON HARINAS NO CONVENCIONALES	21
GRÁFICO 4. VARIACIONES DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD EN LA MEZCLA DE HARINA DE TRIGO CON HARINAS NO CONVENCIONALES	24
GRÁFICO 5. VARIACIONES DEL PORCENTAJE DE GRASA EN LA MEZCLA DE HARINA DE TRIGO CON HARINAS NO CONVENCIONALES	26
GRÁFICO 6. VARIACIONES DEL PORCENTAJE DE GRASA EN LA MEZCLA DE HARINA DE TRIGO CON HARINAS NO CONVENCIONALES	28
GRÁFICO 7. VARIACIONES DEL PORCENTAJE DE FIBRA EN LA MEZCLA DE HARINA DE TRIGO CON HARINAS NO CONVENCIONALES	30

RESUMEN

En la actualidad las industrias alimentarias están en el auge del desarrollo de productos funcionales, con el fin de satisfacer las necesidades del consumidor, debido a esto en el área de panificación y pastelería se está buscando la inclusión de harinas no convencionales, es decir provenientes de otras fuentes como cereales (arroz, avena, mijo), pseudocereales (quinua, amaranto, trigo serraceno) y tubérculos (papa, camote, zanahoria).

Es por ello que se cuentan con diferentes investigaciones que muestran el comportamiento de las harinas no convencionales estudiadas en la elaboración de productos como panes, galletas, pastas, cupcakes y fideos, donde su comportamiento tiende a variar conforme es el nivel de sustitución de la haría de trigo, encontrando así que la mayoría de autores utiliza un rango de sustitución del 5 % al 35 % en las mezclas, siendo los efectos que mayor variación presentaron dentro de su composición proximal el contenido de humedad y proteína, el primero está en relación con la estabilidad del producto puesto que mientras menos sea el contenido de humedad aumenta la vida útil del producto y el segundo efecto está en relación con el contenido nutricional, es decir la utilización de harinas no convencionales ayudan a obtener productos con una mejor calidad para el consumidor

Palabras clave: Investigación bibliográfica, tecnología de alimentos, innovación alimentaria, harinas no convencionales, productos de panadería, productos de pastelería.

ABSTRACT

At present, food industries are booming in the development of functional products, in order to satisfy consumer needs, due to this, in the bakery and pastry area, the inclusion of non-conventional flours is being sought, that is, from other sources such as cereals (rice, oats, millet), pseudocereals (quinoa, amaranth, serracan wheat) and tubers (potato, sweet potato, carrot).

That is why there are different researches that show the behavior of non-conventional flours studied in the elaboration of products such as breads, cookies, pastas, cupcakes and noodles, where their behavior tends to vary according to the level of substitution of wheat flour, finding that most authors use a range of substitution from 5% to 35% in the mixtures, being the effects that presented greater variation within its proximal composition the moisture and protein content, the first is related to the stability of the product since the lower the moisture content increases the shelf life of the product and the second effect is related to the nutritional content, i.e. the use of unconventional flours help to obtain products with better quality for the consumer.

Key words: Bibliographic research, food technology, food innovation, unconventional flours, bakery products, confectionery products.

CAPITULO I

ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

1.1 JUSTIFICACIÓN

Durante años los productos de panificación y pastelería han tenido una gran acogida por parte del consumidor, en especial el pan, por lo que la materia prima principal para su elaboración ha sido el trigo, que es uno de los cereales más utilizados a nivel mundial debido a que es un grano que cuenta con una gran cantidad de gluten, sustancia que le permite desarrollar plasticidad y elasticidad a la masa por lo que facilita su moldeo (Bravo & Anchundia, 2010). Sin embargo, la harina obtenida de este grano es considerada nutricionalmente deficiente debido al reducido contenido de aminoácidos esenciales como lisina y treonina (Umaña, Lopera, & Gallardo, 2013). Por otro lado, existe una parte de la población que presenta niveles de intolerancia y/o toxicidad a la proteína denominada gluten, esta ocasiona trastornos digestivos ya que provoca inflamación en la zona intestinal (Parada & Araya, 2010).

Es por ello que se busca generar alternativas por medio de la utilización de harinas no convencionales provenientes de cereales, pseudocereales, leguminosas, gramíneas, cultivos andinos que no presentan contenido de gluten y a su vez poseen alto contenido nutricional en componentes como fibras, minerales, ácidos grasos esenciales y proteínas (Deheco-Egúsquiza, 2013).

Por lo tanto, estos cultivos podrían satisfacer las necesidades nutricionales de los consumidores (Arrieta & Torres, 2018). Este tipo de cultivos debido a sus características fisicoquímicas, aglutinantes y estabilizantes podrían suplir el uso de harina de trigo en la industria de la panificación y pastelería (Arellano Acuña & Rojas Zavaleta, 2017).

Uno de los cereales utilizados en la industria de la panificación es el grano de arroz puesto que uno de sus componentes principales son los hidratos de carbono presentes en un 87% (Hernández-Monzón et al., 2019), lo que se refleja en el estudio de Reyes Aguilar, de Palomo, & Bressani (2004), donde se reporta la composición proximal de

la harina de arroz presentando 85,96% de carbohidratos, seguido de un 5,91% de proteínas, además Alvis, Pérez, & Arrazola (2011); Arrieta & Torres (2018) en su estudio mencionan que los panes elaborados a base de harina de arroz presentaron un aumento en la textura en comparación con la harina de trigo. Con respecto a las pseudocereales, la harina de quinua ha presentado un alto contenido en proteínas y minerales, su composición varía entre 10% y 18% para proteínas, 9% grasa cruda, 54% al 64% en carbohidratos, 2% a 4% ceniza y 2% al 5% fibra (Correa, 2017).

Con referencia a las leguminosas, la harina de tarwi o chocho es una de las más usadas para la sustitución parcial de harina de trigo en la elaboración de cupcakes, debido a su alto contenido de proteínas 44,04% (Arteaga & Silva, 2015). Dentro de los tubérculos, se encuentran estudios en los cuales se incluye a la harina de papa como un sustituto de la harina de trigo, para estos estudios se ha utilizado la variedad *Solanum tuberosum*, Cerón C, Bucheli J, & Osorio Mora (2014), mencionan que esta harina funciona como mejorador de sabor y color. Asimismo, su contenido en proteínas es de 6,30%, grasa 1,41% y fibra 1,8% (Bazan-Aliaga, Gabrielli-González, Acosta-Chinchayhuara, & Rojas, 2015)

El presente proyecto de investigación tiene por objetivo realizar una revisión bibliográfica sobre el efecto de la adición de harinas no convencionales para la producción y enriquecimiento de productos de panificación y pastelería.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Realizar una revisión bibliográfica sobre el efecto de la adición de harinas no convencionales, para la producción y enriquecimiento de productos de panificación y pastelería.

Objetivos específicos

- Establecer los principales tipos de harinas que se utilizan en el desarrollo de productos de panificación y pastelería.
- Comparar el comportamiento de los tipos de harinas en el desarrollo de productos de panificación y pastelería.
- Realizar un análisis sobre los efectos de las harinas no convencionales empleadas en el desarrollo de productos de panificación y pastelería.

CAPITULO II

METODOLOGÍA

2.1 Investigación bibliográfica

Una investigación bibliográfica se realiza para obtener la mayor cantidad de información relevante de fuentes de carácter confiable como artículos científicos, comunicaciones científicas, ponencias en congresos y tesis realizadas (Gómez-Luna, Fernando-Navas, Aponte-Mayor, & Betancourt-Buitrago, 2014), con el objetivo de que toda la información presentada sea verídica.

2.2 Análisis

2.2.1 Revisión Bibliográfica

La revisión documental se realizó en base a proyectos e investigaciones documentales, para la recopilación sistemática de información misma que se sometió a una selección de artículos científicos, aplicando una lectura comprensiva, selectiva y crítica, para de esta forma obtener los aportes y datos teóricos más relevantes acerca de la revisión (Vilanova, 2012).

2.2.2 Revisión documental

Con respecto al análisis documental, el objetivo del trabajo se fundamentó en la utilización de documentos, definiéndose como documento al material informativo que se obtiene de un determinado fenómeno social, el cual se presenta en forma escrita y permite tener bases sobre estudios del pasado (Tonon, 2011).

2.3 Comparación de resultados

Dentro de la comparación de resultados se tomó en cuenta los datos obtenidos de la información bibliográfica, con la finalidad de conocer el efecto de la utilización de harinas no convencionales en la producción y enriquecimiento en productos de panificación y pastelería.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Productos de Panificación y Pastelería

Los productos de panificación son alimentos que resultan de la fermentación y horneado de una masa de harina, agua, sal y levadura (Osorio & Galvis, 2009), proceso mediante el cual se obtiene pan y sus derivados. También se tiene los productos de pastelería como muffins (magdalenas), cupcakes, tortas, bizcochos, entre otros.

El proceso de elaboración de productos de panadería y pastelería esta cimentada en el uso de harina de trigo que es el cereal elegido por excelencia, debido a que juega un papel muy importante por las propiedades tecnológicas que este presenta, sin embargo, se busca la introducción de harinas no convencionales que dentro de su composición no contengan gluten, pero que tienen características de calidad como color, olor y textura similares a la harina de trigo, además presentan nutrientes como proteínas, minerales y fibra dietética en cantidades adecuadas para mejorar la calidad de vida (Giménez, Bassett, Lobo, & Samman, 2013).

3.2 Tipos de Harinas

3.2.1 Harinas convencionales

Se conoce como harinas convencionales a las que son obtenidas de la molienda principalmente de cereales, uno de los granos más utilizado para la obtención de harina es el trigo, ya que este grano permite la formación de gluten (Sifre et al., 2018), mismo que está compuesto por proteínas insolubles como las gliadinas y gluteninas, que son responsables de la capacidad de aglutinarse, esta es una propiedad específica de las proteínas de trigo (Mesas & Alegre, 2002).

La harina de trigo es considerada un producto que se obtiene de la molienda y tamizado del endospermo del grano de trigo (Romo-Leroux, 2015). Dentro de la industria alimenticia esta harina es aplicada para la elaboración de fideos y pastas, pan y productos de pastelería, obleas, galletas dulces y saladas, alimentos balanceados, también es utilizada en productos no alimenticios como en la producción de

bioplásticos, biomateriales y pegamentos (Chaquilla-Quilca, Balandrán-Quintana, Mendoza-Wilson, & Mercado-Ruiz, 2017).

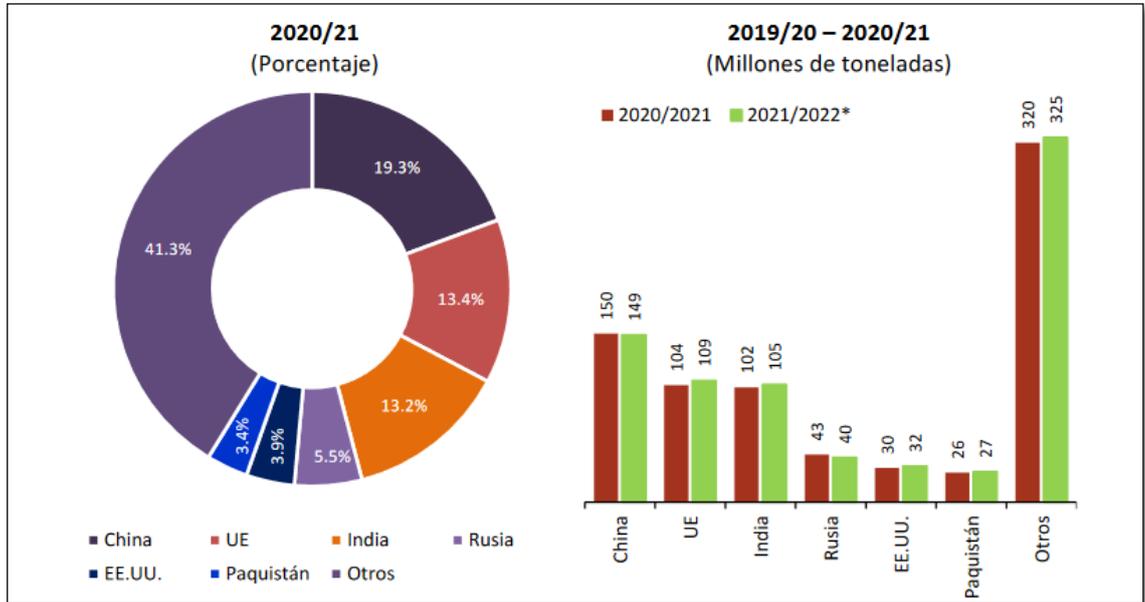


Gráfico 1. Principales países consumidores de trigo

Fuente: (FIRA, 2021)

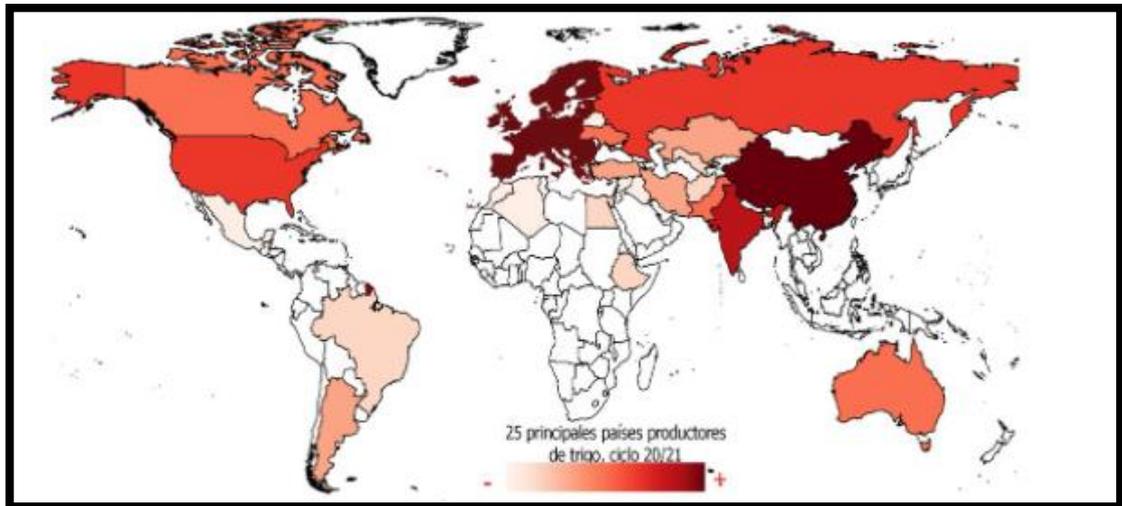


Gráfico 2. Principales países productores de trigo

Fuente: (FIRA, 2021)

3.2.2 Harinas no convencionales

Las harinas no convencionales son conocidas como el reemplazo de la harina de trigo y pueden obtenerse de cereales como el arroz, que es uno de los más utilizados debido a su bajo contenido en prolaminas lo que hace que presente un bajo contenido en sodio y un alto contenido en carbohidratos de fácil digestión (Alvis et al., 2011), sin embargo, presenta un alto contenido en hidratos de carbono y proteínas (Hernández-Monzón et al., 2019), además de que aporta 360 kcal (Machuca Flores & Meyhuay Soto, 2017), el maíz es un grano que aporta almidones, proteínas, fibras, magnesio, fósforo, zinc, hierro y vitaminas (Capurro Lévano & Huerta Lauya, 2016), una de las ventajas de la utilización del maíz para la elaboración de productos es que carecen de gluten, uno de los autores menciona que la harina de maíz tiene ácidos grasos poliinsaturados (ácido linoleico) y ácidos grasos mono insaturados (ácido oleico) que ayudan a disminuir el colesterol (González, Avila, Gil, & Velasco, 2016), la soya es un grano que presenta una excelente fuente de proteínas 35-40% así como de aminoácidos esenciales (Paucar-Menacho, Salvador-Reyes, Guillén-Sánchez, & Mori-Arismendi, 2016), la yuca como harina es utilizada en formulaciones para la elaboración de pan, pastas y galletas (Aponte, 2011; Santillan & Sanchez, 2016), la yuca tiene un alto contenido de carbohidratos 35%, proteínas 1-2%, grasa 0,3%, fibra 1-2% y minerales 1% (Aponte, 2011), por otro lado en la quinua se reporta un contenido de proteínas de 14.12%, lípidos 6,01%, fibra 7% y carbohidratos 56,45% (Santillan & Sanchez, 2016), además este grano tiene compuestos fenólicos y una buena capacidad antioxidante (Carrasco-Valencia & Serna, 2011).

También se utiliza otras fuentes como son raíces y tubérculos, ya que el aporte de fibra dietética, almidón resistente y minerales hacen que los productos de panificación y pastelería brinden beneficios a la salud (García Méndez & Pacheco de Delahaye, 2007).

En la actualidad, existe una tendencia creciente en el desarrollo de tecnologías de transformación de granos, con el objetivo de elaborar productos que aporten propiedades benéficas para la salud (Chuchuca & Pinos, 2015), es por ello que se ha generado un incremento en la elaboración de productos de panificación y pastelería con la sustitución de harinas obtenidas de otros granos, ya que estos pueden aportar

con componentes como fibra, proteínas, aceites esenciales y componentes bioactivos (Vásquez, Verdú, Islas, Barat, & Grau, 2016).

3.3 Fuentes para el desarrollo de harinas

3.3.1 Cereales

Los cereales son consideradas semillas o granos comestibles de las gramíneas como el maíz, sorgo, mijo, arroz, cebada y avena (Osca Lluch, 2013). Dentro de la industria de panificación los cereales más adecuados para el desarrollo de productos son el trigo y el centeno, ya que estos granos dentro de su composición contienen gluten, mismo que le da propiedades reológicas a la masa como es la capacidad de retener gas durante la fermentación (Casarrubias-Castillo, Méndez-Montealvo, Rodríguez-Ambriz, Sánchez-Rivera, & Bello-Pérez, 2012).

En el caso del arroz, Machado (2018) estudió su uso en la elaboración de masas para pizza, utilizando diferentes formulaciones dentro de las cuales la del 30% de sustitución de harina de trigo por harina de arroz, presentó mayor aceptación en su sabor y textura. Machuca investigaron la sustitución parcial de harina de trigo por harina de arroz y harina de lenteja para la elaboración de galletas dulces, los resultados mostraron que el mejor porcentaje de sustitución es de 25% harina de arroz y 25% harina de lenteja, esto debido a que esta formulación presentó los mejores atributos en color, olor, sabor, textura y aceptabilidad.

Por otro lado, Bazan-Aliaga et al. (2015) sustituyeron el 100% de la harina de trigo, utilizando una mezcla de harina de arroz (*oriza sativa*) y harina de papa (*Solanum tuberosum*) para la elaboración de galletas, la formulación que obtuvo la mayor aceptación fue la de 75% harina de arroz y 25% harina de papa presentando un contenido de proteínas de 7,4% y fibra 3,2%.

Lara et al. (2018) estudiaron la utilización de harina de sorgo tratada térmicamente con niveles de sustitución de 2,5%, 5%, 7,5 % y 10%, para la panificación, en esta investigación se analizó las propiedades reológicas, texturales y de panificación para escoger el porcentaje de sustitución más óptimo.

3.3.2 Pseudocereales

Los Pseudocereales son conocidas por su alto contenido de almidón, aportan un excelente valor nutricional y nutracéutico a la salud (Martínez-Villaluenga, Peñas, & Hernández-Ledesma, 2020). Estos granos se caracterizan por su composición nutricional, son fuentes de carbohidratos (almidón y fibra dietética), proteínas que contienen aminoácidos esenciales como lisina, metionina y triptófano; además tienen lípidos ricos en ácidos grasos insaturados, minerales y vitaminas (Huamanchumo, 2020).

La quinua, amaranto y trigo sarraceno son considerados como los principales granos pseudocereales, por lo que tienen un alto contenido en fibra y proteínas, además poseer una composición equilibrada de aminoácidos esenciales (Alonso-Miravalles & O'Mahony, 2018).

En el caso de la quinua Bardales, Ramírez, & Minaya (2018) en su estudio mencionan que se utilizó la harina de quinua en tres formulaciones de sustitución 10%, 20% y 30% para la elaboración de pastas en el cual el mejor tratamiento resultó ser la sustitución de 10% harina de quinua y 90% harina de trigo, por lo que presentó un contenido proteico de 13,98% y un menor porcentaje de pérdida de sólidos solubles 11,48%, no obstante en el estudio de Arroyave & Esguerra-Romero (2006) se refleja que el mejor porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de quinua es del 15%, debido a que este tratamiento presentó las mejores condiciones para la elaboración de productos de panificación, evidenciándose que el aumento proteico no fue el más elevado, sin embargo, el incremento fue significativo frente a un pan tipo molde.

En el caso del amaranto Montero-Quintero, Moreno-Rojas, Molina, Colina, & Sánchez-Urdaneta (2015) en su investigación utilizaron la harina de amaranto para la elaboración de panes en sustituciones de 0, 5, 10, 15 y 20%, encontrando que el pan con mejores características físicas y de composición con respecto a proteínas, lípidos y composición proximal fue la formulación del 10% de sustitución de harina de trigo por harina de amaranto.

3.3.3 Tubérculos

Los tubérculos contienen una gran cantidad de almidón, por lo que son un aporte de energía, es por ello que se puede obtener harina de tubérculos deshidratados, la papa es uno de los tubérculos que contienen proteína, fibra dietética, minerales y grasas (Rodríguez Sandoval, Lascano, & Sandoval, 2012). Por lo tanto, la harina obtenida de la papa funciona como estabilizador de sabor y color, además de que puede ser utilizada como espesante, motivo por el cual ha empezado a ser empleada en productos de panificación (Cerón, Bucheli, & Mora, 2014). La papa china (*Colocasia esculenta*) para la sustitución de harina de trigo en el estudio de Carrea, Dioses, Mora, Delgado, & Valareza (2019) fue utilizada en 3 formulaciones con sustituciones del 20%, 25% y 30% para la elaboración de galletas, indicando que la sustitución de harina de papa china es aceptable hasta un 25%, porcentaje en el cual no se afecta el comportamiento reológico y farinográfico.

El camote es un alimento considerado por su alto contenido en fibra y antioxidantes (Recalde, 2014); la harina obtenida de este tubérculo está siendo investigada como sustituta de la harina de trigo, por lo que es usada en la elaboración de galletas, pasteles y snacks, ya que es menos apta para productos leudados como el pan por la falta de gluten dentro de su estructura (Villar, 2014). Yacila Sarango (2020) utilizó la harina de camote para la elaboración de galletas integrales con dos formulaciones de sustitución de 20% y 40%, encontrando que con la formulación de 40% harina de camote y 60% harina de trigo se obtuvieron resultados óptimos con respecto a la evaluación sensorial, además de que cumple con los valores establecidos por la normativa sanitaria. Se tiene también la harina de achira, esta presenta características físico-químicas de calidad que llaman la atención de la industria alimenticia, puesto que su temperatura de gelatinización es mayor que la del trigo, por ende resiste de mejor manera procesos estresantes, además se le atribuyen propiedades conservantes, gelificantes, estabilizantes entre otras (Andrade-Mahecha, Tapia-Blácido, & Menegalli, 2012). En el estudio de Santillan & Sanchez (2016) se utilizó harina de yuca en la elaboración de pan en el cual se aplicaron tres formulaciones de sustitución 12%, 15% y 18%, en la que el tratamiento con un nivel de sustitución del 12% presentó las mejores características organolépticas y fisicoquímicas. En el caso de la harina de zanahoria se han realizado estudios para demostrar su comportamiento dentro de la

panificación, Martínez (2011) demostró que es factible la utilización de harina de zanahoria blanca en la panificación proporcionándole al producto un agradable sabor.

Tabla.1. Fuentes y efectos de harinas no convencionales utilizadas en productos de panificación y pastelería

FUENTE DE HARINA	PRODUCTO	EFEECTO	REFERENCIA
Sorgo	Pan	Disminución de la proteína, favoreció el volumen específico, obteniéndose panes más blandos	(Lara et al., 2018)
Arracacha (<i>Arracacia xanthorrhiza</i> B.)	Galletas dulces tipo wafle	Incremento de la fracción de fibra, ceniza y almidón resistente; menor capacidad de absorción de aceite.	(García Méndez & Pacheco de Delahaye, 2007)
Harina de haba	Galletas	Se presentó una influencia en el volumen específico de las galletas fortificadas, así como en el contenido de humedad y cenizas.	(Aguilar & Daza, 2016)
Harina de quinua	Pan	Se evidencio un aumento en el porcentaje de proteínas en la masa, con respecto a la textura se obtuvieron panes más blandos.	(Vásquez et al., 2016)
Mezcla de sémola de trigo, harina de germen desgrasado de maíz, frijol Orituco y almidón de yuca	Pasta	Se obtuvo un incremento en el contenido de fibra dietética y proteínas	(Granito, Torres, & Guerra, 2003)
Harina de soya y alcachofa	Pan de molde	Enriquecimiento nutricional	(Velásquez & Obando, 2017)

Harina de tarwi y cáscara de maracuyá	Cupcakes	Enriquecimiento nutricional	(Arteaga & Silva, 2015)
Harina quinua	Pan de molde	Enriquecimiento nutricional	(Quishpe, 2015)
Harina de avena (<i>Avena sativa</i>) y harina de hoja de quinua	Galleta	Se evidencio un aumento en el porcentaje de aminoácidos	(J. J. B. Rodriguez & Soriano, 2016)
Harina de quinua	Pan de molde	Incremento en el contenido de proteínas del pan tipo molde	(Arroyave & Esguerra-Romero, 2006)

3.4. Comportamiento de harinas no convencionales en productos de panificación y pastelería

El comportamiento de harinas no convencionales obtenidas de diversas fuentes vegetales, cereales, pseudocereales y tubérculos hace referencia a sus propiedades físico químicas tales como el contenido de humedad, proteína, grasa , fibra y ceniza (Rodríguez Sandoval et al., 2012), así como organolépticas como aroma, color y textura. Villar (2014) menciona que las harinas no convencionales en su mayoría son usadas en la elaboración de galletas, pasteles y snacks. La utilización de harinas no convencionales trae consigo ventajas, ya que si se obtiene el porcentaje óptimo de sustitución, el valor nutricional tiene a incrementar en su porcentaje de proteínas, aminoácidos esenciales, minerales y fibra dietética (Vásquez Lara et al., 2017).

Por otro lado, en la tabla 1 se presentan investigaciones en las que se observan los cambios que se presentan al introducir harinas de otras fuentes como lo mencionan Velásquez & Obando (2017) en su estudio donde evaluaron el efecto de la inclusión de harina de alcachofa y harina de soya en la elaboración de pan tipo molde, en el cual una de las propiedades analizadas fue el volumen específico obteniendo valores mayores a 5 ml/g con porcentajes de sustitución desde 0 a 4 % de harina de soya y 0 a 3% de harina de alcachofa. El reemplazo de harina de soya por harina de trigo, provoca

la disminución del contenido de gluten, esta proteína es la responsable de dar elasticidad y expansibilidad al pan (Huilcapi, 2016). Otro ejemplo en donde se vio afectado el volumen específico es en el estudio de Aguilar & Daza (2016) en el cual con un 20% de sustitución con harina de haba se obtuvo el mayor volumen específico con un valor de 0,66 g/cm³.

En el estudio de J. J. B. Rodriguez & Soriano (2016) se evaluaron los efectos de la adición de harina de avena y harina de hoja de quinua para la formulación de una galleta, la mejor mezcla fue la de 80% de harina de trigo, 10% harina de hoja de quinua y 10% harina de avena ya que presentó un alto contenido proteico (14,4%), además de un alto contenido de aminoácidos.

La inclusión de harinas de cereales como la harina de arroz dentro de formulaciones indican una disminución significativa en relación al volumen de la pieza de pan (Mellado & Haros, 2016). Mientras que la utilización de harinas procedentes de leguminosas en la elaboración de pastas presenta un incremento en el contenido de minerales y de fibra dietética (Granito & Ascanio, 2009).

En la utilización de harina de pseudocereales como la harina de quinua se evidencia un incremento en el porcentaje de proteína a medida que se incrementa el nivel de sustitución (Vásquez et al., 2016), en la actualidad se tiene un incremento en el uso de harinas no convencionales por el aporte nutricional que estas pueden dar.

La utilización de harinas no convencionales en la actualidad se basa en el porcentaje de valor nutricional que estas aportan al producto final en la tabla 2 se tiene una recopilación de datos de la composición proximal de diferentes harinas donde la que mayor contenido de proteínas presenta es la harina de soya con un porcentaje de 48,5% (Aguirre & Cruz, 2018).

Tabla.1. Composición de diferentes tipos de harinas

TIPO DE HARINA	PROTEINA (%)	FIBRA %	GRASA %	HUMEDAD %	CENIZA %	REFERENCIA
Harina de arroz integral	8,14	3,7	2,42	10,9	1,45	(Mellado & Haros, 2016)
Harina de maíz	9	2	4,5	11,2	1,5	(Aguirre & Cruz, 2018)
Harina de cebada	9,6	1,1	1,3	9,3	1,5	(Aguirre & Cruz, 2018)
Harina de arroz	7,4	0,6	0,9	13,4	0,6	(Aguirre & Cruz, 2018)
Harina de haba	23,3	1,4	1,6	10,3	3,2	(Aguirre & Cruz, 2018)
Harina de soya	48,5	1	3	7,5	6	(Aguirre & Cruz, 2018)
Harina de tarwi	49,4	3,1	27,2	6,7	2,9	(Aguirre & Cruz, 2018)
Harina de quinua	9,3	3,2	2,6	12,7	2,5	(Aguirre & Cruz, 2018)
Harina de kiwicha	12,6	2,8	5,9	11,6	2,5	(Aguirre & Cruz, 2018)
Harina de cañihua	13,5	6	6,5	11,4	6,5	(Aguirre & Cruz, 2018)
Harina de camote	1,6	1,5	0,8	9	2,2	(Aguirre & Cruz, 2018)
Harina de yuca	1,8	1	1,4	1,2	3,3	(Aguirre & Cruz, 2018)

Harina de papa	6,4	2,3	0,4	10,9	5,2	(Aguirre & Cruz, 2018)
Harina de maca	13,3	5,4	1	10,9	1,1	(Aguirre & Cruz, 2018)
Harina oca	4,1	4	1,9	6,4	3,6	(Aguirre & Cruz, 2018)
Harina de papa chica	4,15	6,12	-	10	2	(Carrea et al., 2019)
Harina de arracacha	2,46	4,87	0,48	9,64	1,86	(García Méndez & Pacheco de Delahaye, 2007)
Harina de linaza	22,96	-	32,32	5,92	2,9	(Alvarado & Cerna, 2017)
Harina de trigo	13,8	1,5	1,5	13,5	0,6	(Aguirre & Cruz, 2018)
Harina de zanahoria	2,46	4,87	0,48	9,64	1,86	(Martínez, 2011)
Harina de amaranto cruda	12,56	0,44	7,08	9,44	2,21	(Romo-Leroux, 2015)
Harina de amaranto cocinada	14,41	0,58	7,55	7,30	2,03	(Romo-Leroux, 2015)
Harina de arrocillo	7,19	0,19	0,84	10,53	0,59	(Jiménez, 2017)

3.5. Efecto de la inclusión de harinas no convencionales en productos de panificación y pastelería

La inclusión de harinas no convencionales en la matriz alimentaria, ha llevado a que se realicen estudios a sus funciones tecnológicas como a su composición físico química, llegando a analizar propiedades como la humedad, fibra, proteínas y la capacidad de retención de agua.

Es así que las proteínas que se encuentran dentro de la matriz alimentaria de los productos de panificación como el pan tiende a presentar características funcionales, ya que las proteínas dentro de su estructura presentan componentes como la amilosa y amilopectina que son moléculas que establecen el comportamiento reológico y funcional del almidón (Correa, 2017).

Hasta la actualidad se han realizado sustituciones con diferentes tipos de harinas de cereales, leguminosas, pseudocereales y tubérculos en donde los porcentajes de sustitución utilizados en los diversos estudios van desde un 5% hasta un 35%, por ejemplo en el estudio realizado por Agurto, Mero, & Vázquez (2011) mencionan que se realizó la sustitución parcial de harina de trigo por harina de arroz para la elaboración de pan en la cual los porcentajes de sustitución fueron de 20%, 25% y 30%; la mejor formulación fue la de 30%, ya que su calidad mejoró al presentar un alto contenido de proteínas, del mismo modo se evidencio una mejora en el contenido del aminoácido lisina y presentó una buena calidad de digestibilidad. Esto se corrobora con la investigación realizada por Reyes Aguilar et al. (2004) en la cual se elaboró pan con la sustitución de harina de trigo por harina de arroz con porcentajes de sustitución de 15 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % y 60 %, en donde la mejor formulación fue la de 30 % con un aumento de proteínas en un porcentaje de 11,36%, también presentó una mayor cantidad de lisina 3,09 mg lisina/ g proteína. En el estudio realizado por Bardales et al. (2018), donde la finalidad de la sustitución de la harina de trigo por harina de quinua y puré de espinaca fue el de obtener una pasta con alto contenido de proteínas y calcio, es así que los porcentajes de sustitución fueron de 10 %, 20 % y 30 %, donde los resultados arrojaron que el mejor tratamiento es de 10% de sustitución

de harina de trigo por harina de quinua, puesto que presentó un mejor contenido de proteína con un valor de 13,98 %, disminución en el tiempo de cocción (14 min) y un menor porcentaje con respecto a la pérdida de sólidos solubles 11,48 % .

Por otro lado se tiene el estudio de Correa (2017), donde se indica que el mejor porcentaje de sustitución de la harina de trigo por harina de quinua fue del 20%. Sin embargo, diferentes estudios basados en la panificación con harinas de quinua-trigo reportan que se han obtenido excelentes resultados con una sustituciones inferiores al 10% (Rodríguez-Sandoval, Sandoval, & Cortes-Rodríguez, 2012).

Uno de los objetivos de la sustitución de la harina de trigo por otras como la harina de soya es desarrollar un alimento más rico en proteínas, Paucar-Menacho et al. (2016), en su estudio realizó una sustitución del 5%, 10%, 15%, y 20%, donde la sustitución por harina de soya aumentó la firmeza de los cupcakes, demostrando así que las proteínas de harina de soya mejoran las propiedades de textura.

En otros estudios de sustituciones parcial de harina de trigo se tiene que las formulaciones que no han afectado las características tecnológicas de la masa son de 20 % harina de trigo por harina de algarrobo y avena (Macías et al., 2013); 30% harina de trigo por harina de papa (Cerón Cardenas, Bucheli Jurado, & Osorio Mora, 2014).

Con respecto al estudio de sustitución parcial de harina de trigo por harina de zanahoria blanca se establece que el mejor porcentaje de sustitución es el de 15%, por presentar mejores características tecnológicas (Martínez, 2011).

Por otro lado, Granito et al. (2003), en su estudio en el cual desarrollaron una pasta a base de trigo, maíz, yuca y frijol mencionan que niveles de sustitución superiores al 50%, afecta de manera negativa los parámetros de calidad como la pérdida de sólidos por cocción, incremento de peso y volumen.

3.5.1 Efecto en los atributos de color

La coloración es un atributo que hace referencia a la calidad del producto (Martínez, 2011). La utilización de harinas diferentes a la harina de trigo, tienen influencia en la coloración de la corteza del pan debido a la reacción de Maillard (Romo-Leroux, 2015). Sin embargo, Cadena (2015) en su estudio menciona que el contenido de

carotenoides y polifenoles que se encuentran en las harinas, tienden a ser un indicativo del descenso o aumento del color en lo que se refiere a harinas procedentes de tubérculos.

Estudios realizados por Martínez (2011), afirman que la utilización de harina de zanahoria blanca en la elaboración de pastas influye de manera significativa en la coloración de las mismas por su alto contenido en fibra.

El estudio realizado por Carhuas (2017), en la sustitución de harina de trigo por harina de papa nativa precocida para la elaboración de pan tipo molde se reflejan resultados en los que los niveles de sustitución influyen significativamente sobre la luminosidad (L^*) en la miga de pan de molde. Esto se debe a que la papa nativa presenta un índice de luminosidad (L^*)=25,66, por lo que su pulpa presenta un color rojo intenso, debido a la presencia de compuestos fenólicos (Carhuas, 2017).

Romo-Leroux (2015), en su estudio menciona que los panes con harina de amaranto crudo con respecto a la luminosidad no presentaron diferencias significativas con respecto a la muestra control que está elaborada en su totalidad con harina de trigo, no obstante el tratamiento que presenta una sustitución del 15 % de harina de amaranto cocida si presentó diferencias significativas con la muestra control.

Con respecto al estudio de sustitución parcial de harina de trigo por harina de soya, se evidencia que los cupcakes con mayor porcentaje de sustitución presentaron una mayor luminosidad y un color dorado en la corteza (Paucar-Menacho et al., 2016), esto debido a la reacción de Maillard, que se produce al contacto de azúcares con aminoácidos presentes en la formulación.

En otro estudio, donde la harina de sustitución utilizada es de camote se reportan que en una sustitución del 20% presentan diferencias significativas, puesto que la harina de camote tiene una coloración oscura (Marquino, 2014).

3.5.2 Efecto en la textura

En la evaluación de la textura se tiene diferentes métodos de acuerdo al producto a evaluar. En galletas por ser frágiles y quebradizas se utiliza la técnica de quiebre en tres puntos (García, 2020).

En un estudio de sustitución parcial de harina de trigo por harina de soya para la elaboración de cupcakes, el análisis de textura no presentó diferencias significativas con respecto a la muestra control, aunque al realizar un corte en las muestras se evidenció que en las formulaciones que tenían un porcentaje mayor de harina de soya presentó una miga más densa en comparación de la muestra control (Paucar-Menacho et al., 2016).

En el ensayo realizado con sustitución de harina de camote para la elaboración de pan de molde se evidenció una buena aceptación en los porcentajes de sustitución de 5% y 10%, ya que este parámetro está ligado a la actividad amilásica en el pan, si esta es elevada la masa tiende a ser muy pegajosa y por el contrario si esta es baja el pan se torna rígido (Marquino, 2014), por lo que se evidenció que se tiene una óptima actividad amilásica hasta la formulación del 10% de sustitución.

En el estudio de sustitución de harina de trigo por harina de tarwi, se reporta que los panes perdieron su dureza y suavidad, ya que en la harina de tarwi existe una deficiencia en el contenido de proteínas como gliadinas-gluteninas, que son las encargadas de formar el gluten (Huarcaya, 2014), siendo estos los factores que afectan la textura del pan haciendo que a nivel que se aumenta la sustitución se pierda suavidad en el pan.

3.5.3 Efecto en el contenido de proteína

Uno de los efectos de la introducción de harinas no convencionales en productos de panificación y pastelería es la variación en el contenido nutricional que se puede dar después de la mezcla entre harina de trigo y harinas no convencionales, provocando el aumento o la disminución del porcentaje de proteínas (Grafico 1).

En el estudio realizado por Vásquez et al. (2016), en el cual se utilizó porcentajes de sustitución de harina de quinua de 2,5 %, 5 %, 7,5 %, y 10%, se observó que a medida

que se incrementaba el nivel de sustitución de harina de trigo por harina de quinua el porcentaje de proteína incrementó, teniendo un 12,84% de proteína con una formulación de 90% harina de trigo y un 10% harina de quinua, sin embargo, la variación que presentó el aumento de la proteína con el control fue de 0,14%. Según Rodríguez (2019) la diferencia que se encuentra con respecto al contenido de proteínas se da por el potencial proteico que contiene la harina de quinua, es así que está siendo utilizada en la elaboración no solo de productos de panificación sino también en productos de carne.

Bardales et al. (2018) reporta que la proteína de la quinua es mejor que la proteína del trigo, por lo que la sustitución de harina de trigo por la harina de quinua, permitirá que el contenido de proteínas se incremente en el producto. Asimismo Bardales et al. (2018), menciona que la importancia de las proteínas de la quinua es que están compuestas por el tipo albumina y globulina, que a su vez tiene una composición equilibrada de aminoácidos esenciales similar a la composición de aminoácidos que tiene la caseína de la leche.

En uno de los estudios realizados sobre la sustitución de harina de trigo por harina de sorgo en la producción de pan, se evidencia que los valores de proteína disminuyen con forme se aumenta el porcentaje de sustitución, en este estudio se utilizaron porcentajes de 10 %, 20 % y 30%, este mismo comportamiento se evidenció al tratar las harinas térmicamente, esta disminución de proteína se puede considerar a que existe una dilución de este componente en la harina de trigo con forme el nivel de sustitución aumenta (Lara et al., 2018), en la gráfica 1 se observa que el tratamiento de harina de trigo y harina de sorgo tratada térmicamente a 100°C presentó una variación de 0,73%.

Por otro lado, el estudio realizado por Aguirre & Cruz (2018), en la sustitución parcial por harina de castaña en masas de panificación se observa que a medida que el porcentaje de sustitución aumenta el contenido de proteínas también aumenta, es por ello que dentro de las diferentes mezclas realizadas se evidencia una variación en el porcentaje de proteínas de 1,47%.

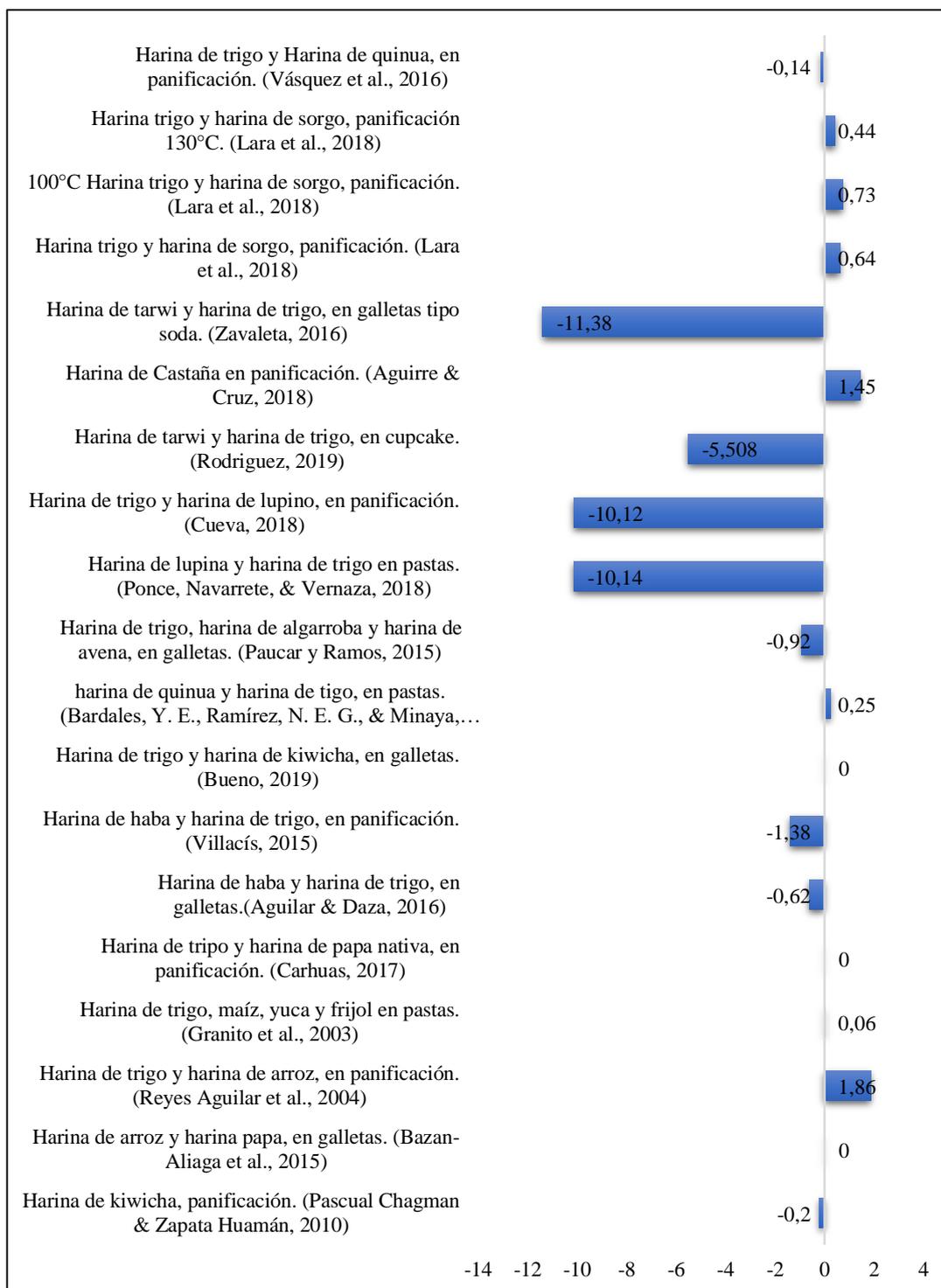


Gráfico 3. Variaciones del porcentaje de proteína en la mezcla de harina de trigo con harinas no convencionales

3.5.4 Efecto en la humedad

El contenido de humedad es un factor importante a conocer en cualquier producto elaborado a base de harinas, ya que este parámetro está relacionado con la estabilidad del mismo, mientras menos agua se encuentre en el producto mayor será su tiempo de vida útil (Ponce, Navarrete, & Vernaza, 2018), es por ello que el contenido de humedad en productos de panificación y pastelería tienden a variar (Grafico 2), de acuerdo sea el grado de sustitución de harina de trigo. Por ejemplo, la harina de tarwi presenta una humedad de 8,95 %, a diferencia de lo que reporta la harina de trigo con un porcentaje de humedad de 12,86 % (Castillo & Olivos, 2018).

Estas diferencias entre los porcentajes de humedad de las harinas se ven reflejadas en el producto final, como se tiene en el estudio de Ponce et al. (2018), en donde la humedad de las pastas disminuye conforme aumenta la sustitución de harina de trigo por harina de lupino, puesto que la muestra control (100 % harina de trigo) presentó una humedad de 11,28 % y la última formulación (25 % harina de lupino; 75 % harina de trigo) un porcentaje de 7,61 % de humedad, teniendo un porcentaje de variación de 3,67 %. Sin embargo, se encuentran estudios de sustitución con harina de tarwi o lupino donde la humedad tiende a aumentar como lo reporta Zavaleta (2016), donde los valores de humedad de las galletas tipo soda con sustitución de harina de tarwi en niveles de 10 %, 15 %, y 20 % se mantienen en un rango de 3,11 % a 3,25 %, siendo estos valores superiores a la muestra control (100% harina de trigo) que presentó una humeada de 2,85 %, el aumento de la humedad se da por la fibra que contiene la harina de tarwi, lo que hace que la retención de agua actué como un agente humectante (Arteaga & Silva, 2015). García (2016), en su estudio indica que la utilización de harina de tarwi en la elaboración de galletas, incrementa el contenido de humedad esto debido a que la harina de tarwi posee una humedad de 9,34 %, lo que hace que favorezca en la formación de masas para los productos de panificación

De igual forma, se tienen otros estudios en los que se evidencia la variación de humedad, Aguilar & Daza (2016) en su estudio utilizaron harina de haba para el desarrollo de galletas, la galleta control presentó un porcentaje de 1,8 % de humedad a diferencia de su mejor tratamiento (20 % harina de haba y 80 % harina de trigo) que presentó una humedad de 0,82 %, valor que favorece a que la textura de la galleta sea más crocante. Villacís (2015) manifiesta que las habas presentan un contenido de

humedad bajo de 9 %, valor que es mayor al presentado en el estudio de Alvarado & Cerna (2017) donde la harina de haba presentó una humedad de 6,93 %, estos valores de humedad no representan un mayor problema puesto que mientras más bajo es la humedad existe menor probabilidad de una contaminación microbiana.

Por otro lado en el estudio de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de castaña se evidencia una variación de 1,3 %, en la investigación se observa que a medida que disminuye el porcentaje de harina de castaña el porcentaje de humedad aumenta (Aguirre & Cruz, 2018), esto debido a que la harina de castaña presenta una humedad de 7,02%.

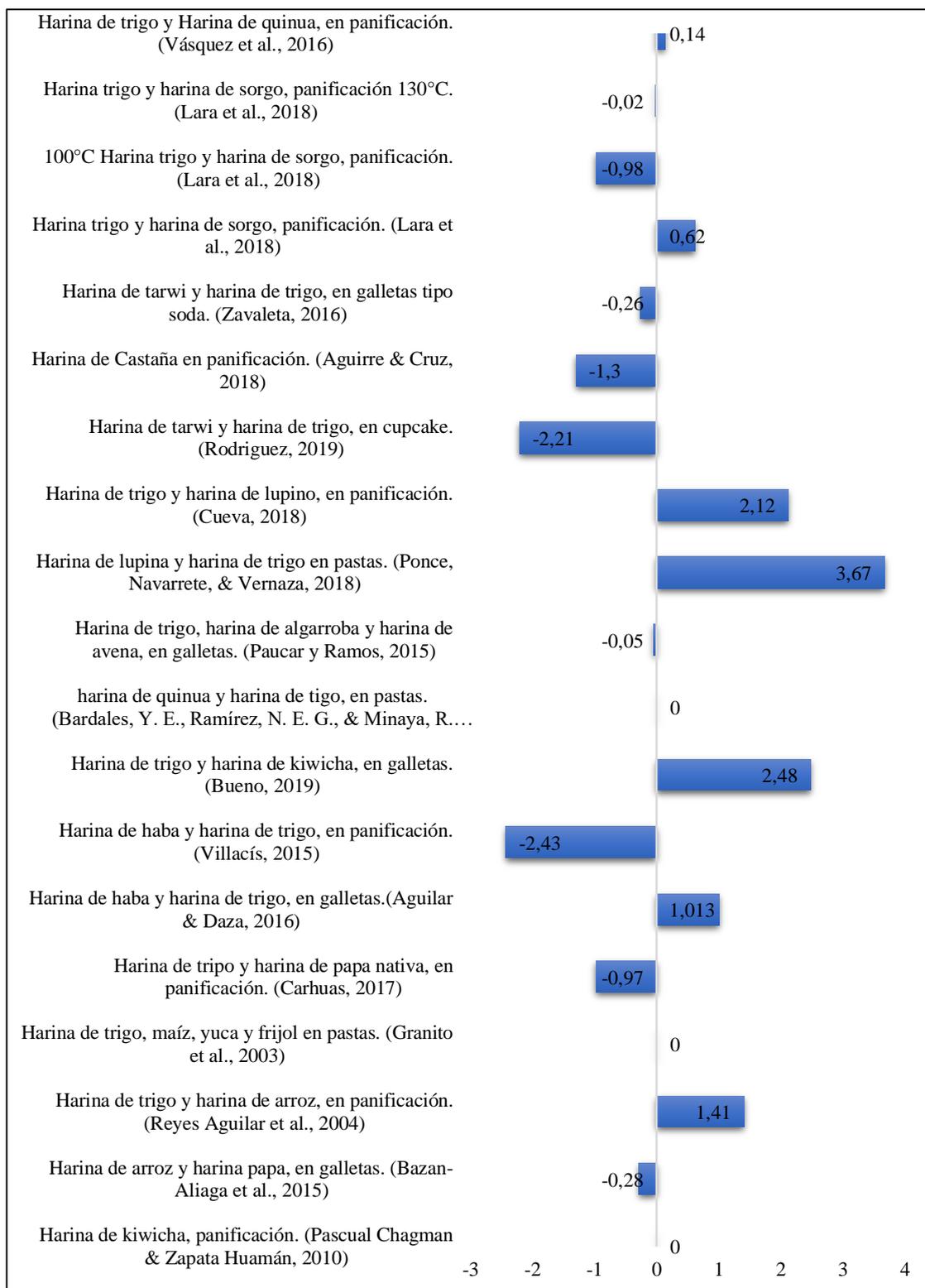


Gráfico 4. Variaciones del porcentaje de humedad en la mezcla de harina de trigo con harinas no convencionales

3.5.5 Efecto en el contenido de grasa

En relación al contenido de grasa el aumento o disminución del porcentaje de sustitución de harina de trigo no muestra mayor diferencia significativa, sin embargo, la variación porcentual depende del contenido de grasa que contenga la harina a estudiar, en la Grafica 3 se observa que la mezcla de harina de trigo con harina de tarwi en la elaboración de galletas tipo soda presentan una variación notable en su incremento en el porcentaje de grasa. En el estudio de Zavaleta (2016) se evidencia que con un porcentaje de sustitución del 20 % de harina de tarwi se tiene un incremento en su contenido de grasa de 36,07 %, por otro lado Rodríguez-Sandoval et al. (2012) indica que al utilizar alguna leguminosa en este caso el tarwi en la elaboración de un producto de panificación, el contenido en grasas tiende a aumentar debido al porcentaje de grasas que estas poseen. El grano de tarwi presenta un elevado contenido de grasas 25,35 % (O. C. Z. Rodríguez, 2019).

El contenido de grasa dentro de la matriz de ciertas harinas es indetectable como es el caso de la harina de papa china que mediante el método utilizado para la detección de grasa arroja un resultado indetectable (Carrea et al., 2019), los datos obtenidos guardan cierta similitud con el estudio realizado por Palomino, Molina, & Pérez (2010), donde el porcentaje de grasa que contiene la harina de papa china es de 0,41 %. Las grasas son las que dan cualidades de esponjosidad y textura al producto (Paucar-Menacho et al., 2016; Rodríguez, 2019), sin embargo el bajo contenido de grasa en los granos andinos, hace que no se aprecien diferencias significativas en la sustitución de harina de trigo, Rodríguez (2019), en su estudio afirma que la adición de harina de quinua, harina de kiwicha y harina de cañihua no influyó en la textura de los cupcakes.

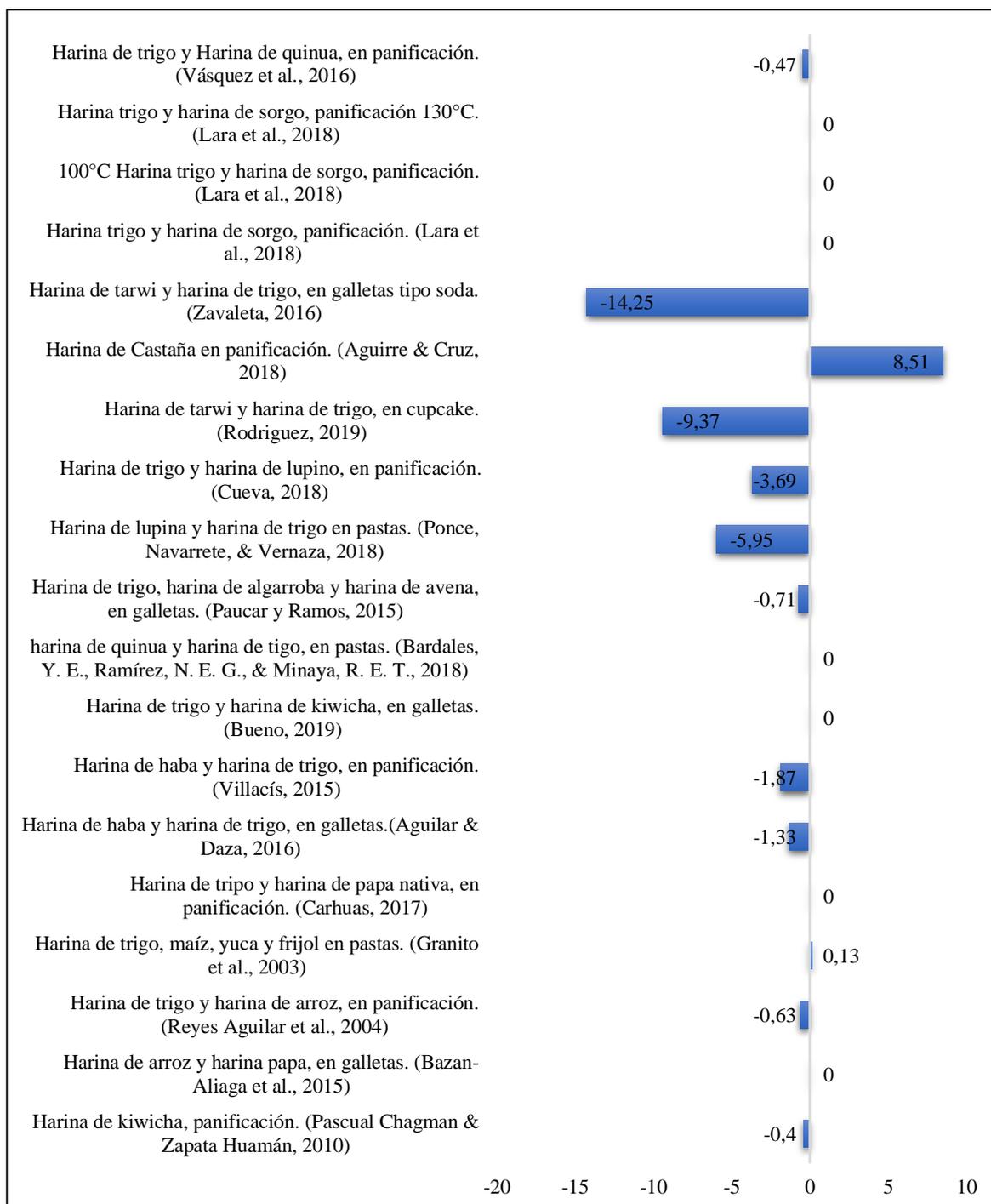


Gráfico 5. Variaciones del porcentaje de grasa en la mezcla de harina de trigo con harinas no convencionales

3.5.6 Efecto en el contenido de ceniza

El porcentaje de ceniza presente en las diferentes harinas influye en la calidad y comportamiento de las mismas, ya que el residuo que queda cuando se incinera las harinas corresponde a los minerales que permanecen en forma de ceniza (Aguirre &

Cruz, 2018). Dentro de los estudios realizados se tiene que las harinas no convencionales presentan un alto contenido de minerales por lo que sus porcentajes de ceniza son en su mayoría más elevados.

Lopez (2015), en su estudio presentó que existe diferencias significativas en el porcentaje de ceniza en los tratamientos, esto a causa de los niveles de sustitución de la harina de trigo por harina de plátano, puesto que esta última tiene un elevado porcentaje de ceniza de 4,63%. Andrade (2016) reporta un incremento en el contenido de cenizas al utilizar harina de haba en un porcentaje de sustitución del 20 % evidenciando un valor de 1,27 % y al utilizar harina de arveja en una formulación de 20 % su porcentaje de ceniza fue de 1,24 % en la elaboración de pastas. Estos resultados fueron similares a los reportados en el estudio de Granito & Ascanio (2009), en el cual se elaboraron pastas de sémola sustituidas con dos tipos de harina de frejol, donde la muestra control (100% harina de trigo) presento un valor de 0,8 % de cenizas, este valor vario a 1,1 % al realizar la sustitución del 10 % por harina de frejol del tipo *Phaseolus Vulgaris* y a 1,2 % para la pasta realizada con *Cajanus Cajan*.. El incremento del contenido de cenizas se atribuye a los minerales presentes en las harinas de leguminosas, ya que la harina de haba y arveja son ricas en hierro y calcio (Andrade, 2016).

El contenido de cenizas en el estudio de sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi en la elaboración de cupcakes, se evidencian altos valores en comparación con la muestra control, presentando así una variación de 1, 149 % (O. C. Z. Rodriguez, 2019), Stikic et al. (2012) indica que el alto contenido de cenizas se debe al tipo de minerales presentes en la materia prima.

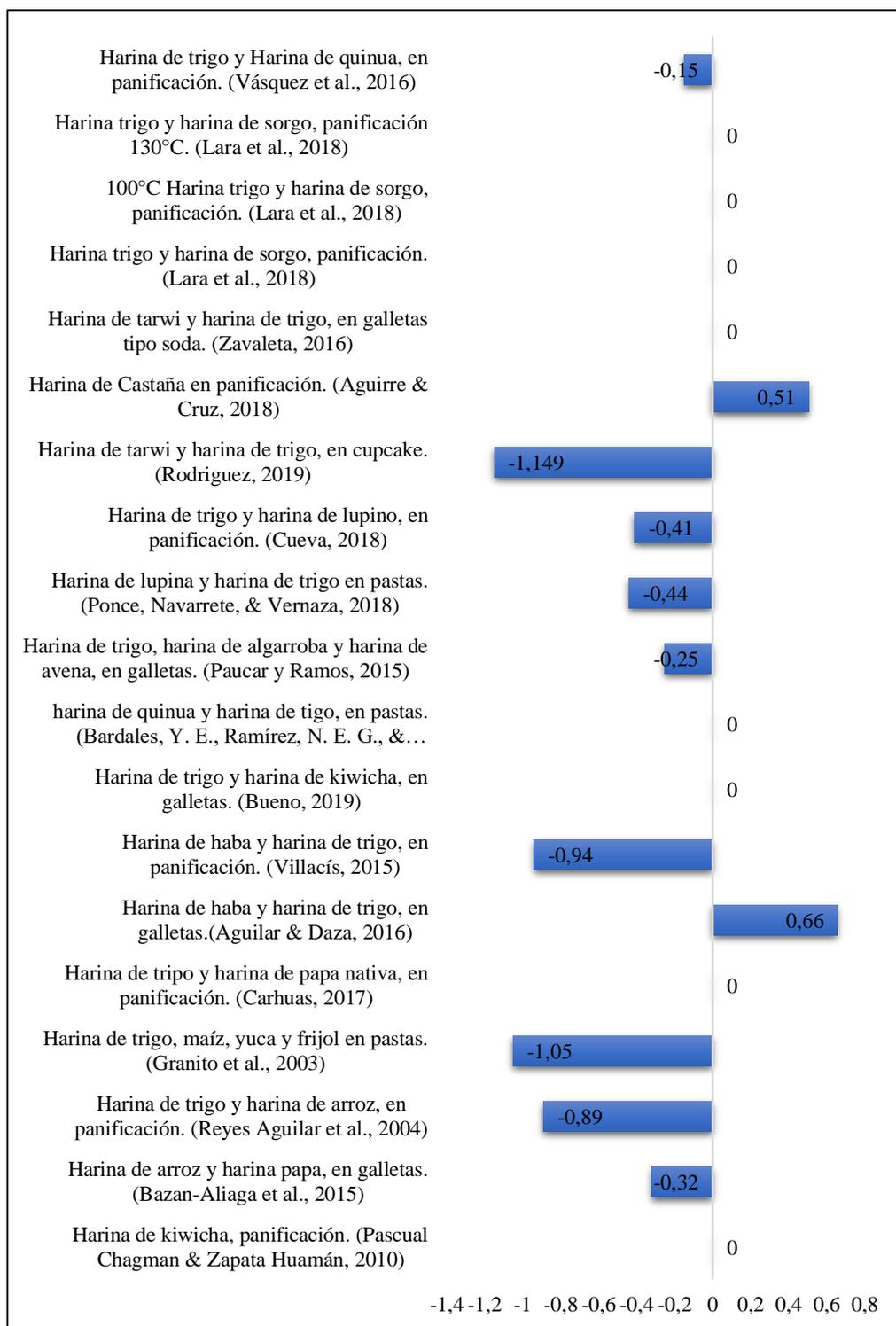


Gráfico 6. Variaciones del porcentaje de grasa en la mezcla de harina de trigo con harinas no convencionales

3.5.7 Efecto en el contenido de fibra

La fibra alimentaria es un componente importante en la dieta, es así que Ruiz (2016) menciona que las principales fuentes de fibra son las leguminosas, siguiéndole los cereales, en este caso el trigo que contiene en su mayoría fibra insoluble que se encuentra en la parte externa del grano, es por ello que su contenido en la harina será mayor cuando su grado de extracción incrementa.

En la Grafica 5 no se evidencian diferencias significativas en el contenido de fibra entre las diferentes matrices utilizadas, es así que en el estudio en el que se utilizó harina de lupino y harina de trigo el porcentaje de fibra presentó variaciones conforme se aumenta el nivel de sustitución, se aprecia una variación de 8,83 % con referencia a la muestra control elaborada de 100 % harina de trigo en la elaboración de pan tipo molde. En el estudio de elaboración de pan con sustitución de harina de trigo por harina de kiwicha se reportan el porcentaje de fibra tanto de las mezclas de harinas donde el mayor porcentaje lo presentó la harina de kiwicha con un 15% de sustitución con un porcentaje de fibra de 0,5 %, mientras que en el producto terminado en este caso en panes se evidencio que el mayor porcentaje de fibra se obtuvo a un 20% de sustitución con un valor de fibra de 5 % (Pascual Chagman & Zapata Huamán, 2010).

Por otro lado, cuando la harina de trigo es sustituida por harina de tarwi se evidencia que el contenido de fibra aumenta a medida que el porcentaje de sustitución incrementa, debido al alto contenido en fibra que presenta la harina de tarwi (Huarcaya, 2014). En el estudio de Cueva (2018), se corrobora que al sustituir harina de trigo por harina de tarwi o lupino el porcentaje de fibra tiende a aumentar conforme el nivel de sustitución aumenta, esto se da debido a que la harina de tarwi presenta un alto contenido de fibra dentro de su matriz. Selvakumaran, Shukri, Ramli, Pak Dek, & Wan Ibadullah (2019), en su estudio mencionan que los alimentos que presentan un porcentaje de fibra mayor a 6% deben ser denominados como alto en contenido de fibra, mientras que los que tiene un porcentaje más del 3% son denominados como fuente de fibra.

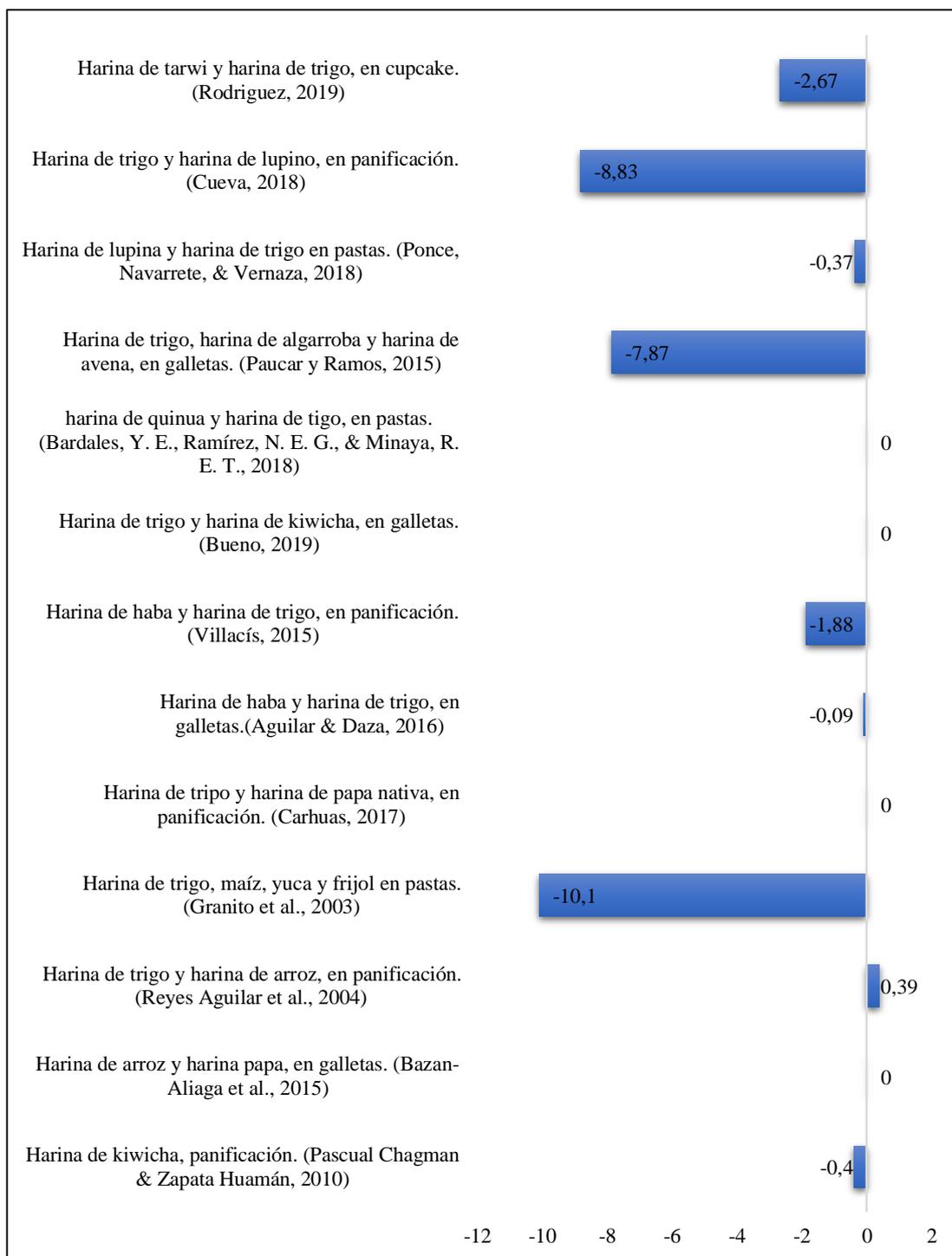


Gráfico 7. Variaciones del porcentaje de fibra en la mezcla de harina de trigo con harinas no convencionales

3.5.8 Efecto en el tiempo de cocción

El tiempo de cocción se refiere al tiempo necesario en el cual se obtiene una completa gelatinización del almidón (Martínez, 2011), esto indica que la pasta, fideo, galleta o pan esta cocido. Andrade (2016) menciona que la gelatinización del almidón consiste en un proceso en el cual el granulo de almidón absorbe agua, se hincha, adopta una forma viscosa y se solubiliza la amilosa.

Martínez (2011), dentro de su estudio menciona que al incrementar el porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de zanahoria en la elaboración de pastas, el tiempo de cocción disminuye; es decir a mayor contenido de fibra que presente la harina menor será su tiempo de cocción, estos resultados son debido a la influencia del contenido de amilosa y proteína que tiene la harina de zanahoria blanca. En el estudio de Andrade (2016) al comparar el tiempo de cocción de la pasta elaborada con 100 % harina de trigo se tiene que si tiempo es de 9,48 minutos a diferencia del tratamiento que tiene 10 % harina de haba y 10 % de harina de arveja en el cual el tiempo de cocción disminuye a 9,39 minutos.

Por otro lado en el estudio de Bardales et al. (2018), en el cual se utiliza harina de quinua para la sustitución de harina de trigo en la elaboración de una pasta, reporta que el tiempo de cocción aumenta conforme el nivel de sustitución es mayor, este tiempo se encuentra en función del tiempo de hidratación y gelificación. Teniendo un tiempo de cocción de 13 minutos para la muestra testigo, mientras que para los tratamientos con sustitución de harina de trigo por harina de quinua de 10 %, 20 % y 30 % los tiempos que se obtuvieron fueron de 14, 15 y 16 minutos respectivamente.

3.5.9 Índice de absorción de agua (IAA)

El índice de absorción de agua en gran parte se ve afectado en cuanto al nivel de sustitución de la harina de trigo, Carrea et al. (2019), mencionan en su estudio que al aumentar la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de papa china en la elaboración de galletas presentó que el índice de absorción de agua se vio variada entre diferentes formulaciones y la muestra control, ya que se evidencio que al aumentar la sustitución la mezcla se debilito debido a que el contenido de proteínas disminuyó.

En el estudio realizado por Romo-Leroux (2015) se evidencia diferencias significativas con respecto al índice de absorción de agua de las diferentes formulaciones puesto que se analizaron muestras de harina de amaranto crudo y amaranto cocido, donde este último presentó un IAA de 3,38 % mayor, que la harina de amaranto crudo con un IAA de 2,34 % y la harina de trigo con 1,875 %.

Por otro lado, se tiene el estudio de Jiménez (2017), donde se concluye que a mayor porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de arrocillo en la producción de pan se presenta una disminución en el índice de absorción de agua, esto se lo atribuye al bajo contenido de proteína y a la ausencia de gluten en la harina de arrocillo.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES

- Los principales tipos de harinas utilizadas en el desarrollo de productos de panificación y pastelería son las harinas provenientes de leguminosas como es el chocho o tarwi y el haba, esto debido a que contienen un elevado contenido de proteínas y minerales por lo que son utilizadas en la elaboración de galletas para niños, cupcakes, pastas y en productos de panificación, otra de las principales harinas utilizadas es la harina de quinua por su potencial contenido proteico, ya que de este modo elevan el valor nutricional de los productos elaborados con estas harinas.
- El comportamiento de los diferentes tipos de harinas no convencionales en la elaboración de productos de panificación y pastelería se vieron reflejados en los efectos como la disminución o aumento del contenido de proteína, el incremento de la fracción de fibra, ceniza, grasa y carbohidratos, sin embargo uno de los efectos que mayor variación tuvo es el contenido de humedad, puesto que las harinas no convencionales presentan valores de humedad por debajo del 15% que está establecido como máximo por el CODEX, valor que no representa un problema, por lo contrario beneficia al aumento del tiempo de vida útil del producto elaborado.
- Dentro de los efectos que se observaron en la utilización de las harinas no convencionales empleadas en el desarrollo de productos de panificación y pastelería es el contenido de proteína de las harinas puesto que, por ser procedentes de cereales diferentes al trigo, pseudocereales, leguminosas y tubérculos su contenido proteico tiende a ser mayor, por lo que dentro al ser utilizadas en diferentes mezclas su porcentaje tiende a variar como se tiene en la harina de quinua que tiene proteínas de importancia dentro de su matriz como lo son el tipo albumina y globulina que hacen que se eleve su valor nutricional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, K. K. G. A., & Daza, R. M. A. (2016). *Sustitución de la harina de trigo por harina de haba (Vicia faba L.), en la elaboración de galletas fortificadas usando panela como edulcorante.* (Ingeniería Agroindustrial), Universidad Nacional del Santa,
- Aguirre, N. A. J., & Cruz, C. E. D. d. I. (2018). *Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo (Triticum aestivum L.) por harina de castaña (Bertholletia excelsa) en el comportamiento reológico de su masa para la aplicación en la industria de la panificación.*
- Agurto, K., Mero, E., & Vásquez, G. (2011). *Sustitución parcial de harina de trigo por harina de arroz para la elaboración de pan.* Escuela Politécnica Superior del Litoral, Guayaquil. Recuperado de <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/16082>
- Alonso-Miravalles, L., & O'Mahony, J. (2018). Composition, protein profile and rheological properties of pseudocereal-based protein-rich ingredients. *Foods*, 7(5), 73.
- Alvarado, E. I. C., & Cerna, E. J. R. (2017). *Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo (Triticum Aestivum) por harina de haba (Vicia Faba) y harina de linaza (Linum usitatissimum) en la elaboración de pan de molde.*, Universidad Nacional del Santa, Perú. Recuperado de <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2895/46273.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alvis, A., Pérez, L., & Arrazola, G. (2011). Elaboración de Panes con Agregado de Harina de Arroz Integral y Modelación de sus Atributos Sensoriales a Través de la Metodología de Superficie de Respuesta *Información tecnológica*, 22, 29-38. Recuperado de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642011000500005&nrm=iso
- Andrade-Mahecha, M. M., Tapia-Blácido, D. R., & Menegalli, F. C. J. S. S. (2012). Physical–chemical, thermal, and functional properties of achira (*Canna indica* L.) flour and starch from different geographical origin. *64*(5), 348-358.
- Andrade, M. I. H. (2016). *Efecto de la sustitución parcial de sémola por harina de haba (Vicia faba L.) y arveja (Pisium Sativum L.) en la elaboración de pasta.*

- Universidad San Francisco de Quito USFQ, Quito. Recuperado de <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6071/1/129597.pdf>
- Aponte, A. A. (2011). Estimación de las isoterms de adsorción y del calor isostérico en harina de yuca. *Biotecnología en el Sector agropecuario y agroindustrial*, 9(1), 88-96.
- Arellano Acuña, E. A., & Rojas Zavaleta, I. A. (2017). *Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (triticum aestivum) por harina de arvejas (pisum sativum) y harina de camote (ipomoea batatas) en las características tecnológicas y sensoriales de cupcake*. (Ingeniería Agroindustrial), Universidad Nacional del Santa Recuperado de <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2748>
- Arrieta, D. E. M., & Torres, M. A. M. (2018). *Desarrollo de un producto alimentario panificable tipo pan blando a partir de harina de trigo, yuca y quinua*. Universidad de Sucre, Recuperado de <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/646/1/T664%20M491.pdf>
- Arroyave, L. M., & Esguerra-Romero, C. (2006). *Utilización de la harina de quinua (Chenopodium quinoa wild) en el proceso de panificación*. Universidad de la Salle, Recuperado de https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/137/?utm_source=ciencia.lasalle.edu.co%2Fing_alimentos%2F137&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages
- Arteaga, P. M. S., & Silva, A. L. R. (2015). *Sustitución parcial de la harina de trigo (Triticum Aestivum) por harina de Tarwi (Lupinus Mutabilis sweet) y harina de cáscara de maracuyá (Passiflora Edulis) en las características fisicoquímicas y sensoriales de cupcakes.*, Recuperado de <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2625/30723.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bardales, Y. E., Ramírez, N. E. G., & Minaya, R. E. T. (2018). Sustitución de la harina de trigo por harina de quinua y puré de espinaca en la elaboración de una pasta enriquecida y fortificada. *Aporte Saniaguino*, 11, 12. doi: <http://dx.doi.org/10.32911/as.2018.v11.n1.457>
- Bazan-Aliaga, G., Gabrielli-González, R., Acosta-Chinchayhuara, D., & Rojas, J. (2015). Galletas de buena aceptabilidad a base de harina de arroz (oriza sativa)

- y harina de papa (*Solanum tuberosum*) var. parda pastosa. *Agroindustrial Science*, 5(1), 69-75. doi:<https://doi.org/10.17268/agroind.science.2015.01.07>
- Bravo, G. V. O., & Anchundia, R. J. O. (2010). *Alternativas de aprovechamiento de harinas no tradicionales para la elaboración de pan artesanal*. (Ingeniero en Alimentos), Escuela Superior Politécnica del Litoral, Recuperado de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/14428>
- Cadena, D. C. M. (2015). *Estudio de la obtención de la harina de oca blanca (Oxalis tuberosa) y su aplicación en la elaboración de pan de molde por sustitución parcial de la harina de trigo*. Universidad Tecnológica Equinoccial, Recuperado de http://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/14283/62182_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Capurro Lévano, J. M., & Huerta Lauya, D. G. (2016). Elaboración de galletas fortificadas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*), quinua (*Chenopodium quinoa*) y maíz (*Zea mays*). Recuperado de <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2629>
- Carhuas, O. G. U. (2017). *Evaluación de las características físicas y sensoriales del pan tipo molde con sustitución parcial de harina de trigo por papa nativa (Solanum tuberosum) precocida.*, Universidad Nacional José María Arguedas, Perú. Recuperado de https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/123456789/282/OsmarGarry_Tesis_Bachiller_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Carrasco-Valencia, R. A.-M. R., & Serna, L. A. (2011). Quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd.) as a source of dietary fiber and other functional components. *Food Sci. Technol*, 31(1), 225-230. doi:<https://doi.org/10.1590/S0101-20612011000100035>
- Carrea, L. M. Q., Dioses, O. D. C., Mora, E. O. M., Delgado, F. M. M., & Valareza, H. M. G. (2019). Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de papa china (*Colocasia esculenta*) sobre las propiedades reológicas de la masa y sensoriales de galletas dulces. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 27. Recuperado de <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/528>

- Casarrubias-Castillo, M. G., Méndez-Montevalvo, G., Rodríguez-Ambriz, S. L., Sánchez-Rivera, M. M., & Bello-Pérez, L. A. (2012). Diferencias estructurales y reológicas entre almidones de frutas y cereales. *Agrociencia*, 46(5), 455-466.
- Castillo, R. T., & Olivos, A. C. (2018). *Formulación de fideos con sustitución parcial de harina de trigo (Triticum durum) por harina de tarwi (Lupinus mutabilis) y harina de loche (Curcuvita Moschata)*. Universidad Señor de Sipán, Perú. Recuperado de <https://core.ac.uk/reader/337272492>
- Cerón, A. F., Bucheli, M. A., & Mora, O. O. (2014). Elaboración de galletas a base de harina de papa de la variedad Parda Pastusa (*Solanum tuberosum*). *Acta Agronómica*, 63(2), 1-12.
- Cerón C, A. F., Bucheli J, M. A., & Osorio Mora, O. (2014). Elaboración de galletas a base de harina de papa de la variedad Parda Pastusa (*Solanum tuberosum*). *Acta Agronómica*, 63(2), 1-12. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169930904002>
- Cerón Cardenas, A. F., Bucheli Jurado, M. A., & Osorio Mora, O. (2014). Elaboración de galletas a base de harina de papa de la variedad Parda Pastusa (*Solanum tuberosum* L.). *Acta Agronómica*, 63(2), 101-109. doi:<https://doi.org/10.15446/acag.v63n2.39575>
- Chaquilla-Quilca, G., Balandrán-Quintana, R. R., Mendoza-Wilson, A. M., & Mercado-Ruiz, J. N. (2017). propiedades y posibles aplicaciones de las proteínas de salvado de trigo. *Biotecnología y ciencias agropecuarias*, 12, 137-147.
- Chuchuca, S. P. V., & Pinos, J. O. M. (2015). *Desarrollo de recetas de pastelería aplicando siete harinas alternativas*. Universidad de Cienca, Recuperado de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23199/1/Monograf%C3%ADa.pdf>
- Correa, B. M. E. (2017). *Sustitucion parcial de harina de trigo por harina de quinua (chenopodium quinoa willd) para elaboración de pan de molde.*, Universidad Técnica de Machala,
- Cueva, P. R. M. (2018). *Evaluación de la sustitución parcial de la harina de trigo con harina de lupino (Lupinus mutabilis Sweet) para la elaboración de pam*. Universidad Central del Ecuador, Quito. Recuperado de

<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/16595/1/T-UCE-0008-CQU-043.pdf>

- Decheco-Egúsqüiza, A. C. (2013). *Componentes bioactivos funcionales en raíces y tubérculos andinos*. Universidad Nacional del Callao Recuperado de https://unac.edu.pe/images/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Investigacion/2013/OCTUBRE/ALICIA%20DECHECO%20EGUSQUIZA%20-%20FIPA.pdf
- FIRA. (2021). Panorama Agroalimentario. *Fideicomisos Instituidos en Relación con la agricultura*.
- García, D. G. G. (2020). *Sustitución parcial de la harina de trigo (Triticum spp) por la de corteza de cacao (Theobroma cacao) en la elaboración de galletas aplicando el método polish*. Universidad Agraria del Ecuador, Milagro. Recuperado de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GONZALEZ%20GARCIA%20DAYANA%20GISELLA.pdf>
- García Méndez, A. D., & Pacheco de Delahaye, E. (2007). EVALUACIÓN DE GALLETAS DULCES TIPO WAFER A BASE DE HARINA DE ARRACACHA (*Arracacia xanthorrhiza* B.). *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín*, 60(2), 4195-4212. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179914078020>
- Giménez, M. A., Bassett, M. N., Lobo, M. O., & Samman, N. C. (2013). Fideos libres de gluten elaborados con harinas no tradicionales: características nutricionales y sensoriales.
- Gómez-Luna, E., Fernando-Navas, D., Aponte-Mayor, G., & Betancourt-Buitrago, L. A. (2014). Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización. *Dyna*, 81(184), 158-163. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49630405022>
- González, F., Avila, M., Gil, Y., & Velasco, D. (2016). Proceso de fabricación de la harina precocida de maíz. *Fac Ing*, 609028418, 16.
- Granito, M., & Ascanio, V. (2009). Desarrollo y transferencia tecnológica de pastas funcionales extendidas con leguminosas *Latinoamericanos de Nutrición*, 59, 71-77. Recuperado de

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222009000100011&nrm=iso

- Granito, M., Torres, A., & Guerra, M. (2003). Desarrollo y evaluación de una pasta a base de trigo, maíz, yuca y frijol. *Interciencia*, 28(7), 372-379. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442003000700004&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Hernández-Monzón, A., Madernás-Sánchez, D., Pérez-Argüelles, R., Trujillo-Pérez, G., González-Góngora, I., & Díaz-Abreu, J. (2019). Desarrollo de una bebida elaborada con harina de arroz y ajonjolí (*Sesamum Indicum*) y fermentada con cultivos probióticos. *Tecnología Química*, 39(1), 89-104. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445558836007>
- Huamanchumo, W. (2020). *Pseudocereales andinos: valor nutritivo y aplicaciones para alimentos libres de gluten*.
- Huarcaya, W. C. (2014). *Efecto de la adición de harina de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) en la sustitución parcial de harina de trigo (Triticum aestivum) en la elaboración del pan*. Universidad del Antiplano, Perú. Recuperado de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3421/Cutipa_Huarcaya_Willy.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Huilcapi, C. J. S. (2016). *Elaboración de pan con harina de trigo enriquecido con harina de soya y fibra soluble para mejorar su valor nutritivo*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/12939/1/TESIS%20SR.%20CARLOS%20SILVA%20FINAL%2010%20oct%20con%20ANALISIS%20%281%29.pdf>
- Jiménez, G. E. M. (2017). *Estudio del efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de arrocillo en la producción de pan*. Escuela Politécnica Nacional, Quito. Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17026>
- Lara, F. V., Padilla, D. S., Fernández, D. L. C., Nevárez, M. d. C. G., Rubio, A. R. I., Amat, S. V., . . . Baviera, J. M. B. (2018). Utilización de harina de sorgo tratada térmicamente como una alternativa en la sustitución de harina de trigo en panificación. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 19(2). Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81357541013>

- Lopez, M. M. C. (2015). *Elaboración de galleta enriquecida con sustitución parcial de harina de trigo por harina de plátano (Musa paradisiaca)*. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Perú. Recuperado de <http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/736>
- Machado, A. E. N. (2018). *Desarrollo de una masa para pizza con sustitución parcial de harina de trigo (Triticum Aestivum) para harina de arroz integral (Oriza Sativa)*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/36093/1/TESIS%20Gs.%20325%20-%20Masa%20pizza%20sustituc%20parcial%20harina%20trigo.pdf>
- Machuca Flores, M. L., & Meyhuay Soto, F. J. (2017). Evaluación nutricional de galletas dulces con sustitución parcial por harina de arroz (*Oryza sativa*) y harina de lenteja (*Lens culinaris*). Recuperado de <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4775/Machuca%20Flores%20-%20Meyhuay%20Soto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Macías, S., Binaghi, M. J., Zuleta, A., Ferrer, P. R. d., Costa, K., & Generoso, S. (2013). Desarrollo de galletas con sustitución parcial de harina de trigo con harina de algarroba (*Prosopis alba*) y avena para planes sociales. *Revista Venezolana y Tecnología de Alimentos*, 4(2), 170-188. Recuperado de https://www.academia.edu/20349805/Desarrollo_de_galletas_con_sustituci%C3%B3n_parcial_de_harina_de_trigo_con_harina_de_algarroba_Prosopis_alba_y_avena_para_planes_sociales
- Marquino, I. A. S. (2014). *Estudio de la adición de harina de camote en pan de molde*. Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito.
- Martínez-Villaluenga, C., Peñas, E., & Hernández-Ledesma, B. (2020). Pseudocereal grains: Nutritional value, health benefits and current applications for the development of gluten-free foods. *Food and Chemical Toxicology*, 137, 111178. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fct.2020.111178>
- Martínez, V. (2011). *Efecto de la sustitución de harina de trigo, por dos tipos de harina de zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza), en la calidad de la pasta.*, Universidad Técnica de Ambato, Ambato. Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/840/3/AL454%20Ref.%203403.pdf>

- Mellado, M. d. I. M. S., & Haros, M. (2016). Evaluación de la calidad tecnológica, nutricional y sensorial de productos de panadería por sustitución de harina de trigo por harina integral de arroz. *Brazilian Journal of Food Technology*, 19. doi:<https://doi.org/10.1590/1981-6723.0216>
- Mesas, J., & Alegre, M. (2002). El pan y su proceso de elaboración the bread and its processing o pan eo seu proceso de elaboración. *Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, 3(5), 307-313.
- Montero-Quintero, K. C., Moreno-Rojas, R., Molina, E. a., Colina, M. S., & Sánchez-Urdaneta, A. B. (2015). Evaluación de panes enriquecidos con amaranto para regimenes dietéticos. *Interciencia*, 40 (7), 473-478. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33940000006>
- Osca Lluch, J. M. (2013). *Cultivos herbáceos extensivos: cereales*: Editorial Universitat Politècnica de València.
- Osorio, S. H., & Galvis, J. A. (2009). Influencia de la variedad de yuca y nivel de sustitución de harinas compuestas sobre el comportamiento reológico en panificación. *Ingeniería e investigación*, 29(1), 39-46. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v29n1/v29n1a05.pdf>
- Palomino, C., Molina, Y., & Pérez, E. (2010). Atributos físicos y composición química de harinas y almidones de los tubérculos de Colocasia esculenta (L.) Schott y Xanthosoma sagittifolium (L.) Schott. *REV. FAC. AFRON. (UCV)*, 3(2), 58-66. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Elevina-Perez-2/publication/230800798_Physical_and_chemical_characterization_of_flour_and_starches_of_tubers_of_Colocasia_esculenta_L_Schott_and_Xanthosoma_sagittifolium_L_Schott/links/0fcfd5048b36e3c0fd000000/Physical-and-chemical-characterization-of-flour-and-starches-of-tubers-of-Colocasia-esculenta-L-Schott-and-Xanthosoma-sagittifolium-L-Schott.pdf
- Parada, A., & Araya, M. (2010). El gluten: Su historia y efectos en la enfermedad celíaca *Revista Médica de Chile*, 138, 1319-1325. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872010001100018>
- Pascual Chagman, G., & Zapata Huamán, J. (2010). SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO TRITICUM AESTIVUM L. POR HARINA DE KIWICHA AMARANTHUS CAUDATUS L., USANDO EL MÉTODO DIRECTO Y ESPONJA Y MASA, EN LA ELABORACIÓN DE PAN.

- Revista de la Sociedad Química del Perú*, 76(4), 377-388. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=371937619008>
- Paucar-Menacho, L. M., Salvador-Reyes, R., Guillén-Sánchez, J., & Mori-Arismendi, S. (2016). Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de soya en las características tecnológicas y sensoriales de cupcakes destinados a niños en edad escolar. *Scientia Agropecuaria*, 7, 121-132. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172016000200005&nrm=iso
- Ponce, M., Navarrete, D., & Vernaza, M. G. (2018). Sustitución Parcial de Harina de Trigo por Harina de Lupino (Lupinus mutabilis Sweet) en la Producción de Pasta Larga *Información tecnológica*, 29(2), 195-204. doi:<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000200195>
- Quishpe, D. C. S. (2015). *Estudio de la sustitucion parcial de harina de trigo con harina de quinua cruda y tostada en la elaborazi3n de pan*. Recuperado de http://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/14405/61827_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Recalde, N. M. R. (2014). *Estudio de factibilidad para la producci3n y comercializaci3n de la harina de camote para el mercado espa3ol*. Universidad Cat3lica de Santiago de Guayaquil, Recuperado de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/1744/1/T-UCSG-PRE-ESP-CFI-9.pdf>
- Reyes Aguilar, M. J., de Palomo, P., & Bressani, R. (2004). Desarrollo de un producto de panificaci3n apto para el adulto mayor a base de harina de trigo y harina de arroz *Latinoamericanos de Nutrici3n*, 54, 314-321. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000300010&nrm=iso
- Rodriguez-Sandoval, E., Sandoval, G., & Cortes-Rodr3guez, M. (2012). Effect of quinoa and potato flours on the thermomechanical and breadmaking properties of wheat flour. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 29(3), 503-510. doi:10.1590/S0104-66322012000300007
- Rodr3guez, F. A. C. (2019). *Elaboraci3n de cup-cakes con sustituci3n parcial de harina de trigo con harina de quinua (Chenopodium quinoa), Kiwicha (Amaranthus caudatus), cañihua (Chenopodium pallidicaule) y sustituci3n de*

- grasa por gomas de linaza (Linum usitatissimum) y chía (Salvia hispánica).* Universidad Peruana Unión, Perú. Recuperado de <https://core.ac.uk/reader/478793902>
- Rodriguez, J. J. B., & Soriano, J. A. P. (2016). Evaluación del grado de sustitución de harina de avena (*Avena sativa*) y harina de hoja de quinua (*Chenopodium quinua*) para formular una galleta enriquecida. *Rev. Ingeniería Ciencia, Tecnología e Innovación*, 3(2), 96-120. Recuperado de <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/ING/article/view/439/428>
- Rodriguez, O. C. Z. (2019). *Efecto de la sustitucion parcial de harina de trigo (Triticum aestevium) por harina de tarwi (Lupinus mutabilis) en las propiedades fisicoquímicos y sensoriales de cupcakes.* Universidad Peruana Unión, Lima. Recuperado de <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/2046>
- Rodríguez Sandoval, E., Lascano, A., & Sandoval, G. (2012). Influencia de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de quinoa y papa en las propiedades termomecánicas y de panificación de masas.
- Romo-Leroux, D. F. B. (2015). *Estudio de la sustitución parcial de la harina de trigo por la harina de amaranto crudo y cocido en la elaboración de pan.* Recuperado de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14307/1/63857_1.pdf
- Ruiz, V. F. (2016). *Nutrientes y compuestos biactivos del trigo: fibra y polifenoles.* Universidad Complutense de Madrid, Madrid. Recuperado de <https://core.ac.uk/reader/163094152>
- Santillan, E. G., & Sanchez, W. C. L. (2016). *Influencia de la Sustitución de harina de trigo por harina de yuca en la elaboración del pan.* Universidad Nacional "Hermilio Valdizan " Huánuco, Perú.
- Selvakumaran, L., Shukri, R., Ramli, N. S., Pak Dek, M. S., & Wan Ibadullah, W. Z. (2019). Orange sweet potato (*Ipomoea batatas*) puree improved physicochemical properties and sensory acceptance of brownies. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 18(3), 332-336. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jssas.2017.09.006>

- Sifre, M. D., Peraire, M., Simó, D., Segura, A., Simó, P., & Tosca, P. (2018). *La Harina*. In. Recuperado de <https://bibliotecavirtualesenior.es/wp-content/uploads/2019/06/LA-HARINA.pdf>
- Stikic, R., Glamoclija, D., Demin, M., Vucelic-Radovic, B., Jovanovic, Z., Milojkovic-Opsenica, D., . . . Milovanovic, M. J. J. o. c. s. (2012). Agronomical and nutritional evaluation of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.) as an ingredient in bread formulations. *55*(2), 132-138.
- Tonon, G. (2011). La utilización del método comparativo en estudios cualitativos en ciencia política y ciencias sociales: diseño y desarrollo de una tesis doctoral. *Revista de temas sociales*(27), 7. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3702607>
- Umaña, J., Lopera, S., & Gallardo, C. (2013). Caracterización de harinas alternativas de origen vegetal con potencial aplicación en la formulación de alimentos libres de gluten. *Revista Alimentos Hoy*, 22(29), 33-46. Recuperado de https://acta.org.co/acta_sites/alimentoshoy/index.php/hoy/article/view/230
- Vásquez, F., Verdú, S., Islas, A. R., Barat, J. M., & Grau, R. (2016). EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DE HARINA DE TRIGO CON HARINA DE QUINOA (*Chenopodium quinoa*) SOBRE LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS DE LA MASA Y TEXTURALES DEL PAN. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 17(2), 307-317. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81349041018>
- Vásquez Lara, F., Verdú Amat, S., Islas Rubio, A. R., Barat Baviera, J. M., Grau Meló, R., & Casillas Peñuelas, R. (2017). Efecto de la sustitución de harina de trigo con harina de avena, maíz y sorgo sobre las propiedades reológicas de la masa, texturales y sensoriales del pan. *Investigación y Ciencia*, 25(71), 19-26. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67452917003>
- Velásquez, M. P., & Obando, L. E. M. (2017). *Efecto de la sustitucion parcial de harina de trigo por harina de alcachofa y harina de soja en la elaboración de pan de molde*.
- Vilanova, J. C. (2012). Revisión bibliográfica del tema de estudio de un proyecto de investigación. *Radiología*, 54(2), 108-114. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rx.2011.05.015>

- Villacís, S. H. B. (2015). *Uso de harina de haba en la elaboración de pan con alto contenido de nutrientes*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Recuperado de <https://core.ac.uk/reader/234579862>
- Villar, J. Y. (2014). Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de camote (*Ipomoea batatas* var. bush buck) en las características físico-químicas y sensoriales del pan blanco. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/3381/1/AGI-2014-T045.pdf>
- Yacila Sarango, L. A. (2020). *Elaboración de una galleta integral con adición parcial de harina de Camote (*Ipomoea batatas* L.) y aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*)*. Universidad Estatal Amazónica, Recuperado de <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/912/1/T.%20AGROIN.%20B.%20UEA.%20%202149.pdf>
- Zavaleta, F. D. M. G. (2016). *Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) sobre las características físico-químicas y aceptabilidad general de galletas tipos soda*. Universidad Privada Antenor Orrego, Perú. Recuperado de https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/2468/1/RE_IND.ALI_M_FLOR.GARCIA_EFECTO.DE.LA.SUSTITUCION.PARCIAL.DE.HARINA.DE.TRIGO_DATOS.PDF