

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Efecto de la sustitución parcial de la harina de arroz (*Oriza sativa*) por harina de plátano verde (*Musa paradisiaca*) variedad Hartón y harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general en galletas dulces sin gluten

Área de investigación:
Tecnología de alimentos
Autor:
Rodríguez Rojas, Joel Heli

Jurado evaluador:
Presidente: Pérez Azahuanche, Fredy Romel
Secretario: Márquez Villacorta, Luis Francisco
Vocal: Vásquez Senador, Max

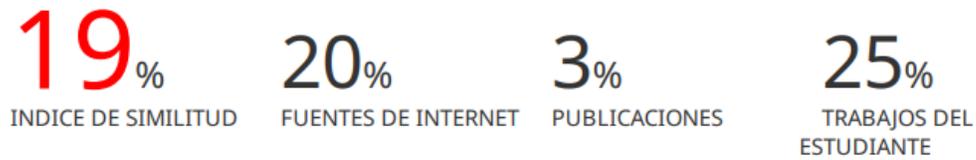
Asesor:
Pretell Vásquez, Carla Consuelo
Código orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7651-9034>

TRUJILLO, PERU
2023

Fecha de sustentación: 23 de noviembre de 2023

Tesis Joel Helí Rodríguez Rojas

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	10%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	9%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 3%

Excluir bibliografía

Apagado

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo, Carla Consuelo Pretell Vásquez, docente del programa de estudio de Ingeniería en Industrias Alimentarias, de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada “Efecto de la sustitución parcial de la harina de arroz (*Oriza Sativa*) por harina de plátano verde (*Musa Paradisiaca*) variedad Hartón y harina de quinua (*Chenopodium Quinoa* Willd) sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general en galletas dulces sin gluten”, autor Joel Heli Rodríguez Rojas, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 19%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el 11 de diciembre de 2023.
- He revisado con detalle dicho reporte y la tesis, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Trujillo, 30 de mayo de 2023

Asesor: Carla Consuelo Pretell Vásquez

Autor: Joel Heli Rodríguez Rojas

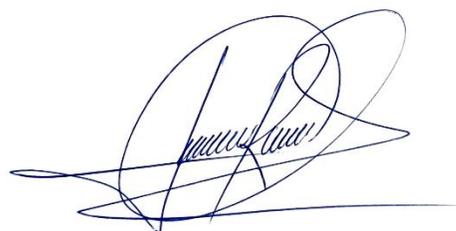
DNI: 41585099

DNI: 45467839

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7651-9034>

Firma:

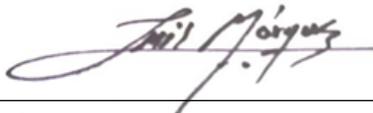
Firma:



La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado :



Ing. Dr. Fredy Romel Pérez Azahuanche
PRESIDENTE



Ing. M.Sc. Luis Francisco Márquez Villacorta
SECRETARIO



Ing. M.Sc. Max Vásquez Senador
VOCAL



Ing. Dra. Carla Consuelo Pretell Vásquez
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios por darme la sabiduría y la fortaleza para seguir luchando por mis metas y objetivos, por cuidarme y guiarme durante mi etapa universitaria.

A mi hijo Mateo, quien es el motivo para seguir luchando por mi metas y objetivos, demostrándole que en la vida todo es posible.

A mi esposa Sandy, que me ha demostrado que con esfuerzo, ganas y actitud se cumplen cada meta y cada objetivo que nos podamos plantear en la vida.

A mis queridos padres, Hipólito y Mercedes, por su gran esfuerzo y apoyo de manera incondicional, por confiar en mí, en mis capacidades y virtudes para culminar esta etapa de aprendizaje.

A mi hermana Lesly y Familia que siempre estuvieron presentes, por el empuje y los consejos para seguir avanzando en el camino.

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme la vida, la salud y sobre todo la sabiduría para poder aprender y formarme profesionalmente durante esta etapa de mi vida.

A mi asesor la Ing. Dra. Carla Consuelo Pretell Vásquez por su confianza y paciencia, y el apoyo de manera incondicional brindando su valioso tiempo para poder concluir con este trabajo de investigación.

A los miembros del jurado Ing. Dr. Fernando Rodríguez Ávalos, Ing. Dr. Fredy Romel Pérez Azahuanche, Ing. M.Sc. Luis Francisco Márquez Villacorta, por sus observaciones y sugerencias para mejora durante la evaluación de este trabajo de investigación.

A la Ing. María Luisa Hayayumi Valdivia, responsable del laboratorio de Industrias Alimentarias, quien me brindó su tiempo y conocimiento en la realización de la parte experimental de esta investigación.

A mis docentes por brindarme sus aportes y enseñanzas, en el transcurso de la etapa universitaria, que me servirán en mi desarrollo profesional y personal.

INDICE GENERAL

CARATULA.....	i
INDICE GENERAL.....	ii
INDICE DE CUADROS.....	iii
INDICE DE FIGURAS.....	iv
I. INTRODUCCION	3
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA	5
2.1. Arroz.....	5
2.1.1. Generalidades	5
2.1.2. Composición y propiedades nutricionales	5
2.1.3. Variedades	6
2.1.4. Producción nacional	7
2.1.5. La harina de arroz.....	8
2.2. Plátano.....	8
2.2.1. Generalidades	8
2.2.2. Composición y propiedades nutricionales	9
2.2.3. Variedades	9
2.2.4. Producción nacional	10
2.2.5. Harina de plátano	11
2.3. Quinua	11
2.3.1. Generalidades	11
2.3.2. Composición y propiedades nutricionales	12
2.3.3. Variedades	13
2.3.4. Producción nacional	14
2.3.5. Harina de quinua	14
2.4. Harinas sucedáneas.....	15
2.5. Galletas.....	15
2.5.1. Generalidades	15
2.5.2. Clasificación.....	16
2.6. Ingredientes para la elaboración de galletas	16
2.6.1. Harinas	16
2.6.2. Agua	17
2.6.3. Materia grasa (margarina)	18
2.6.4. Huevo	18
2.6.5. Azúcar	18
2.6.6. Esencia de vainilla.....	18
2.6.7. Bicarbonato de sodio.....	19

III. MATERIALES Y METODOS	19
3.1. Lugar de ejecución	19
3.2. Materiales	20
3.2.1. Materia prima.....	20
3.2.2. Insumos	20
3.3. Equipos e instrumentos	20
3.4. Esquema experimental	20
3.5. Diagrama de flujo.....	21
3.5.1. Formulación de las galletas dulces.....	21
3.5.2. Procedimiento para la elaboración de las galletas sin gluten	22
3.6. Métodos de análisis	24
3.6.1. Proteínas	24
3.6.2. Color	25
3.6.3. Firmeza.....	25
3.6.4. Aceptabilidad general	25
3.7. Métodos estadísticos	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	28
4.1. Efecto de la sustitución de harina de arroz por harina de plátano y harina de quinua sobre la firmeza en galletas dulces.	28
4.2. Efecto de la sustitución de harina de arroz por harina de plátano y harina de quinua sobre el contenido de proteínas en galletas dulces	31
4.3. Efecto de la sustitución de harina de arroz por harina de plátano y harina de quinua sobre el color en galletas dulces	34
4.4. Efecto de la sustitución de la harina de arroz por harina de plátano y harina de quinua sobre la aceptabilidad general en galletas dulces	43
V. CONCLUSIONES	47
VI. RECOMENDACIONES.....	48
VII. BIBLIOGRAFIA	49
VIII. ANEXOS.....	57

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición química del arroz.....	6
Cuadro 2. Variedades y procedencia del arroz en Perú	7
Cuadro 3. Producción nacional de arroz	7
Cuadro 4. Importación de arroz (t)	8
Cuadro 5. Composición química del plátano	9
Cuadro 6. Clasificación de las especies de banano y plátano	10
Cuadro 7. Principales regiones productoras de plátano y banano	11
Cuadro 8. Composición química de la quinua	12
Cuadro 9. Contenido de aminoácidos en la quinua	13
Cuadro 10. Producción nacional de quinua.....	14
Cuadro 11. Clasificación de galletas	16
Cuadro 12. Formulación base de las galletas dulces	22
Cuadro 13. Formulación de las galletas sin gluten.....	22
Cuadro 14. Prueba de Levene aplicada a la firmeza en las galletas dulces con sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua.....	29
Cuadro 15. Análisis de varianza aplicada a la firmeza (N) en las galletas dulces con sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua.....	30
Cuadro 16. Prueba de Duncan aplicada a la firmeza (N) en galletas dulces con sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua.....	30
Cuadro 17. Prueba de Levene aplicada al contenido de proteína en galletas dulces con sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua.....	32
Cuadro 18. Análisis de varianza para el contenido de proteína en las galletas dulces con sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua.....	33
Cuadro 19. Prueba de Duncan aplicada al contenido de proteínas en galletas dulces con sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua.....	34
Cuadro 20. Prueba de Levene aplicada a la luminosidad (L*) en galletas dulces con sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua.....	36
Cuadro 21. Análisis de varianza aplicado a la luminosidad (L*) en galletas dulces con sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua.....	36

Cuadro 22. Prueba de Duncan aplicada a la luminosidad (L^*) en las galletas dulces con sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua.....	37
Cuadro 23. Prueba de Levene aplicada a la cromaticidad a^* en galletas dulces con sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua.....	39
Cuadro 24. Análisis de varianza aplicada a la cromaticidad a^* en galletas dulces con sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua.....	39
Cuadro 25. Prueba de Duncan aplicada a la cromaticidad a^* en las galletas dulces con sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua.....	40
Cuadro 26. Prueba de Levene aplicada a la cromaticidad b^* en galletas dulces con sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua.....	41
Cuadro 27. Análisis de varianza aplicada a la cromaticidad b^* en galletas dulces con sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua.....	42
Cuadro 28. Prueba de Duncan aplicada a la cromaticidad (b^*) en galletas dulces con sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua.....	43
Cuadro 29. Prueba Friedman aplicado a la aceptabilidad general en las galletas dulces con sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua.....	45
Cuadro 30. Prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general en galletas dulces con sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua.....	46

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema experimental para las galletas dulces	21
Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de las galletas de harina de arroz, de plátano y de quinua.	23
Figura 3. Cartilla para la evaluación de la aceptabilidad general de las galletas dulces con harina de arroz, plátano y quinua.	26
Figura 4. Firmeza en función de la sustitución de harina de arroz por harina de plátano y harina de quinua en galletas dulces.....	29
Figura 5. Contenido de proteínas en función de la sustitución de la harina de arroz por harina de plátano y harina de quinua en galletas dulces.....	31
Figura 6. Luminosidad (L^*) en función de la sustitución de harina de arroz por harina de plátano y harina de quinua en galletas dulces.....	35
Figura 7. Cromaticidad (a^*) en función de la sustitución de harina de arroz por harina de plátano y harina de quinua en galletas dulces.....	38
Figura 8. Cromaticidad (b^*) en función de la sustitución de harina de arroz por harina de plátano y harina de quinua en galletas dulces.....	41
Figura 9. Aceptabilidad general en función de la sustitución de harina de arroz por harina de plátano y harina de quinua en galletas dulces.....	44

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la sustitución de harina de arroz (*Oriza sativa*) por harina de plátano verde (*Musa paradisiaca*) (30 y 50%) y harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) (20 y 25%) sobre el contenido de proteína, color, firmeza y aceptabilidad general en galletas dulces sin gluten. El análisis estadístico para todas las variables se realizó a un nivel de confianza del 95%. La homogeneidad de varianzas en las variables paramétricas fue demostrada con la prueba de Levene ($p > 0.05$). El análisis de varianza indicó un efecto significativo de la harina de plátano verde y harina de quinua sobre la firmeza, el contenido de proteínas, luminosidad (L^*) y cromaticidad a^* ; mientras, para la cromaticidad b^* sólo existió efecto en la harina de quinua. Se determinó que el tratamiento de harina de plátano verde al 30% y harina de quinua al 25% presentó el mayor contenido de proteína; el tratamiento 50% de harina de plátano verde y 25% de harina de quinua presentó la mejor firmeza y en el caso del tratamiento 50% de harina de plátano verde y 20% de harina de quinua presentó la mejor luminosidad 60.82, cromaticidad a^* 5.66 y cromaticidad b^* 31.27. La prueba de Friedman indicó efecto significativo para la harina de plátano verde y harina de quinua sobre la aceptabilidad general de galletas dulces, mientras que la prueba de Wilcoxon denotó que los tratamientos 50% de harina de plátano verde, 20% de harina de quinua y 30% de harina de plátano verde, 25% de harina de quinua fueron los mejores en aceptabilidad general, con una percepción de me agrada mucho y una calificación de 7.77 y 7.50 puntos, respectivamente.

Palabras clave: Harina de plátano, galleta de arroz, harina de quinua, almidón resistente.

ABSTRACT

The effect of replacing rice flour (*Oriza sativa*) with green plantain flour (*Musa paradisiaca*) (30 and 50%) and quinoa flour (*Chenopodium quinoa Willd*) (20 and 25%) on protein content, color, firmness and general acceptability in gluten-free sweet biscuits. Statistical analysis for all variables was performed at a 95% confidence level. The homogeneity of variances in the parametric variables was demonstrated with the Levene test ($p > 0.05$). The analysis of variance indicated a significant effect of green plantain flour and quinoa flour on firmness, protein content, lightness (L^*) and a^* chromaticity; while, for chromaticity b^* , there was only an effect in quinoa flour. It was determined that the treatment of 30% green plantain flour and 25% quinoa flour presented the highest protein content; the treatment 50% green plantain flour and 25% quinoa flour presented the best firmness and in the case of the treatment 50% green plantain flour and 20% quinoa flour presented the best luminosity 60.82, chromaticity a^* 5.66 and chromaticity b^* 31.27. The Friedman test indicated a significant effect for green plantain flour and quinoa flour on the general acceptability of sweet cookies, while the Wilcoxon test denoted that the treatments 50% green plantain flour, 20% quinoa flour and 30% green plantain flour, 25% quinoa flour were the best in general acceptability, with a perception of I like it very much and a score of 7.77 and 7.50 points, respectively.

Keywords: Plantain flour, rice cracker, quinoa flour, resistant starch.

I. INTRODUCCION

El mercado de galletas está en expansión, debido a que la industria satisface las expectativas cambiantes del consumidor; los nuevos diseños exigen ser saludables y nutritivos, sin comprometer su aceptabilidad sensorial. En este contexto, se busca la sustitución de la harina de trigo por materias primas no tradicionales como la harina de plátano, quinua, arroz, entre otras, que son de bajo costo y alto valor nutricional (Velásquez y otros, 2014).

Las galletas generalmente, están formuladas con ingredientes que aportan energía, afectando el sistema cardiovascular. La sustitución parcial o total por harina de plátano, permitiría obtener un producto con propiedades funcionales, debido a que este almidón es resistente a la digestión y posee efectos fisiológicos beneficiosos, que actúa en forma de fibra y proporciona mejores respuestas glucémicas (Loza, 2016).

La harina de quinua es rica en proteínas y carbohidratos, presentando un contenido de aminoácidos superior a casi todos los granos conocidos; además, asimismo contiene minerales, especialmente calcio y vitaminas (Erazo y Teran, 2008). La harina de arroz es bien aceptada y una de las más usadas para la preparación de productos sin gluten debido a su sabor suave, color blanco, alta digestibilidad y a sus propiedades hipoalergénicas (Marco y Rosel, 2010).

La alimentación es compleja para personas que sufren de alergias o intolerancias a ciertos alimentos como es el caso de los celíacos, que son intolerantes al gluten, por lo que la innovación de una galleta que cumpla con sus expectativas es interesante. En el mercado se dispone de una variedad de galletas y muchos propósitos, pero pocas están destinadas a personas que no toleran el gluten, generándose así la privación del consumo de galletas por parte de las personas celiacas, y a su vez proporcionando molestias como

flatulencias, dolor abdominal, irritabilidad entre otros (Echegaray y Guillen, 2016). Por lo anteriormente mencionado, existe una tendencia actual en el mercado de ofertar a los consumidores productos sin gluten (Ordoñez, 2019).

El problema planteado fue:

¿Cuál será el efecto de la sustitución parcial de la harina de arroz (*Oriza sativa*) por harina de plátano verde (*Musa paradisiaca*) (30 y 50%) y harina de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) (20 y 25%) sobre el contenido de proteínas, color, firmeza y aceptabilidad general en galletas dulces sin gluten?

Los objetivos fueron:

Evaluar el efecto de la sustitución parcial de la harina de arroz por harina de plátano verde y de harina de quinua, sobre el contenido de proteínas, color, la firmeza y aceptabilidad general en galletas dulces sin gluten.

Determinar la sustitución adecuada por harina de plátano verde y harina de quinua, que produzca el mayor contenido de proteínas, el mejor color, la mejor firmeza y la mayor aceptabilidad general en galletas dulces sin gluten.

II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

2.1. Arroz

2.1.1. Generalidades

El arroz conforma, junto al maíz y al trigo, los tres cereales más cultivados a nivel mundial. Para muchos pueblos del mundo representa más del 50% del total de calorías diarias ingeridas y en esas regiones llega a un consumo de hasta 237 kg por habitante por año. Si bien su origen geográfico se remonta a zonas de Asia tropical, hoy sus variedades se han diseminado por todo el mundo y están adaptadas a todo tipo de ambientes (Pincioli y otros, 2015).

El arroz es la simiente de la planta *Oryza sativa*, se encuentra casi en todo el mundo y se establece como el cereal más consumido y a nivel mundial, según la organización mundial para la alimentación (FAO) el arroz representa un quinto de las calorías consumidas en el mundo. Esta es una planta semi-acuática que por lo general se cultiva en zonas tropicales y se desarrolla de forma sobresaliente en un medio cálido y húmedo (Alvarado, 2018).

2.1.2. Composición y propiedades nutricionales

El contenido proteico del arroz depende del tipo de fraccionamiento durante la molienda que se realiza para su transformación. El salvado de arroz posee mayor porcentaje de proteína con un 11.3% y el que contiene en menor porcentaje es la cáscara de arroz con un 2.0%. Las proteínas del arroz son la glutelina, prolamina, albumina y globulina, sin embargo, sólo posee dos de ellas en mayor proporción que son la prolamina y glutelina (Mora, 2019).

El contenido vitamínico de arroz son las del grupo B tales como B₁ (tiamina), B₂ (riboflavina), B₃ (niacina), siendo la vitamina B₁ la que posee en mayor cantidad y su contenido se encuentra principalmente en el pericarpio y en la capa de aleurona con un 34%, el embrión con un 11% y finalmente en el endospermo con un 8% (Mora, 2019).

Los carbohidratos son los componentes principales del arroz, se encuentran en un 87% exentos de grasa, le siguen en importancia las proteínas con 6.7% y grasa con aproximadamente 0.7%, además, contiene apreciables cantidades de vitamina B₁ vitamina B₂ y vitamina B₃, así como fósforo y potasio. El arroz blanco presenta un aporte energético de 360 kcal/100 g. (Hernández, 2018).

En el Cuadro 1, se presenta la composición química y nutricional del arroz.

Cuadro 1. Composición química del arroz

Componente	Contenido en 100 g comestible
agua	15.5
proteína (g)	6.2
fibra (g)	0.3
grasa (g)	0.8
carbohidratos	76.9
cenizas	0.3

Fuente: Minagri (2015)

2.1.3. Variedades

Existen distintas variedades cultivadas de arroz que pertenecen al género *Oryza* que agrupa a plantas medianamente altas. La especie *O. sativa* presenta mayor diversidad genética, cuenta con tres subespecies, las cuales son clasificadas en base a su ecología y morfología. La sub-especie Indica está distribuida en los trópicos y subtrópicos, mientras que la Japónica, está distribuida en zonas templadas (Pincioli y otros 2015)

En el Cuadro 2, se presenta distintas variedades de arroz y procedencia del mismo en Perú.

Cuadro 2. Variedades y procedencia del arroz en Perú

Nombre de genotipo	Procedencia
Viflor	Costa Norte
Inti	Costa Norte
Sican	Costa Norte
Taimi	Costa Norte
Oro	Costa Sur
NIR-I	Costa Sur
BG 90	Costa Sur
Capirona	Ceja de Selva
NIR I	Ceja de Selva

Fuente: Midagri (2015)

2.1.4. Producción nacional

El arroz es uno de los cereales más consumido en todo el territorio nacional. Su producción ha mostrado un decrecimiento pasando de 1,856 miles en el 2015 hasta 1,894 miles toneladas en el 2019.(MINAGRI, 2021).

En el Cuadro 3, se presenta la producción nacional de arroz.

Cuadro 3. Producción nacional de arroz

Año	Producción (t)
2015	1856
2016	1880
2017	1805
2018	2113
2019	1894
2020	1011

Fuente: Minagri (2020)

En el Cuadro 4, se presenta la importación de arroz

Cuadro 4. Importación de arroz (t)

Año	Importación (t)
2015	239
2016	291
2017	402
2018	272
2019	400
2020	121

Fuente: Minagri (2020)

2.1.5. La harina de arroz

Se define como el producto que se obtiene de la molienda de granos de arroz, sanos, limpios, enteros o quebrados. Los productos se distinguen según su diámetro de partículas que se encuentran entre los 14 y 120 μm , definidos como harina gruesa o fina. La molienda del arroz incluye el descascarillado, la eliminación del salvado y, finalmente, la separación de los granos partidos y dañados (Reimundo, 2017).

2.2. Plátano

2.2.1. Generalidades

El plátano pertenece a la familia de las Musáceas, de la variedad de *Musa paradisiaca* a estos se los considera como plátanos machos ya que son comestibles cuando han sido sometidos a algún proceso de cocción. La estructura del plátano es polimorfa. Los plátanos, cuando están verdes, son fuentes potenciales de carbohidratos, principalmente almidón, y pueden ser transformados en harina que mezclada con otros productos (Falla, 2018).

El plátano es un producto tropical de gran importancia económica y de seguridad alimentaria en la región centroamericana y en Latinoamérica. Es un

fruto que se produce en las regiones de poco desarrollo industrial, y se comercializa en fresco y en menor escala, como producto procesado (Alvarez, 2019)

2.2.2. Composición y propiedades nutricionales

Se debe tomar en cuenta que hay diferencia entre plátano y banano, cada uno con características y cualidades distintas. Existe cierta diferencia al consumir plátano, que por su mayor contenido de fécula se consume cocida, asada o frita; en tanto que las bananas, son consumidas como frutas de postre. Se diferencian, por su contenido de humedad; el plátano contiene un promedio de 65% de humedad y el banano, 74% (Minagri, 2014).

La hidrólisis, el proceso por el cual los almidones se convierten en azúcares, actúa con mayor rapidez en las frutas con un mayor contenido de humedad, los almidones se convierten en azúcares más rápido en los bananos que en los plátanos (Minagri, 2014).

En el Cuadro 5, se presenta las propiedades químicas y nutricionales del plátano.

Cuadro 5. Composición química del plátano

Componente	Contenido (en 100 g comestibles)
Agua (g)	66.6
Grasa (g)	0.3
fibra (g)	1.1
Proteínas (g)	1.3
Carbohidratos (g)	30.7

Fuente: Quinceno (2014)

2.2.3. Variedades

Las hibridaciones de las plantas de plátano generaron plantas con mayor resistencia a las enfermedades, mayor valor nutricional y mayor contenido de almidón, dando origen a híbridos apropiados para su consumo previa cocción (*Musa paradisiaca*). En contraste con los cultivares puros de *Musa acuminata* de mayor dulzor, más apropiados para consumo como fruta fresca (Subgrupo *Musa cavendishii*, plátanos comestibles crudos) (Minagri, 2014).

En el Cuadro 6, se presenta la clasificación de las especies de banano y plátano.

Cuadro 6. Clasificación de las especies de banano y plátano

Especie	Grupo	Subgrupo	Clones	Otros nombres	
Banano	Diploide AAA	Gros			
		Michel/ Seda	Gros Michel	Orito, seda Gran enana, Chiquita	
	Triploide	Cavendish	Gran naine		Cavendish (pequeña enana, enano
			Dwarf Cavendish		Robusta
			Valery		Filipino, Montecristo
			Lacatan		Cavendish gigante
			Williams		
			Rojo y rojo verde		Morado
			French		
			Plantain		Dominico
<i>Musa paradisiaca</i> (Plátano)	Triploide AAB	Plantain	Horn		
			Plantain	Barraganete/Bellaco	
			Dominico		
			Hartón	Verde	
			Manzano/Silk	Manzano	

Fuente: Minagri (2014)

2.2.4. Producción nacional

En el Perú existen 160 mil hectáreas de producción de plátano y banano, concentrándose más del 70% en la región amazónica. Desde el año 2,000 nuestro país se ha convertido en uno de los principales exportadores de este cultivo permitiendo una mejor calidad de vida de los productores (INIA, 2020).

En el Cuadro 7, se presenta las principales regiones productoras de plátanos y bananos.

Cuadro 7. Principales regiones productoras de plátano y banano

Región	2018	2019
San Martín	323 041	251 244
Piura	403 335	254 258
Ucayali	450 429	210 744
Loreto	461 970	275 479
Huánuco	474 846	270 452
Junín	172 210	112 465

Fuente: Minagri (2020)

2.2.5. Harina de plátano

La harina de plátano es rica en almidón resistente, un tipo de carbohidrato que tiene propiedades que actúan en el cuerpo y que es considerado como un tipo de fibra. La harina de plátano provee muchos beneficios para la salud, como el control de los niveles del colesterol, promueve la saciedad y disminuye el hambre, previene calambres musculares, previene enfermedades del corazón y acelera el metabolismo entre otras cosas (Hernandez y otros 2015).

Hay varias formas de consumo de plátano a nivel mundial, lo cual genera su mejor aprovechamiento. Verde y procesado, (harina, cocido en agua, sopas, sancochado, fritos, patacones, tostones, empanada); fresco maduro (Bananos de postre, jugos, batidos, sorbete, tortas); La vida útil del plátano mínimamente procesado (pre-congelados) es 15 días, en las frituras y precocidos tres meses y las harinas de 6 a 9 meses (Quiceno y Giraldo, 2014).

2.3. Quinua

2.3.1. Generalidades

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), es una de las especies domesticadas y cultivadas en el Perú desde épocas prehispánicas (más de cinco mil años). La cuenca del Lago Titicaca es la zona considerada como el

principal centro de origen de la quinua y el centro de conservación de la mayor diversidad biológica de esta especie (Minagri 2015).

La planta de quinua es erguida, alcanzan alturas variables desde 0.60 a 3.00 m, dependiendo del tipo, la variedad, la fertilidad de los suelos y las condiciones ambientales donde crece. Su raíz es profunda, logrando alcanzar hasta 1.80 m de profundidad, lo cual, por eso resistencia a la sequía y buena estabilidad a la planta (Galindo, 2018).

2.3.2. Composición y propiedades nutricionales

La quinua concentra una importante cantidad de proteína. Por cada 100g de quinua se puede encontrar 13.1g de proteína, 5.8g de grasa y cerca de 68.9g de carbohidratos. Contiene también un importante aporte de vitaminas del complejo B como tiamina y riboflavina, vitaminas C y E, además minerales como el calcio, fosforo, potasio y magnesio (Cárdenas 2019).

En el Cuadro 8, se presenta la composición química de la quinua en 100g de porción comestible.

Cuadro 8. Composición química de la quinua

Componente	Contenido (en 100 g de porción comestible)
Humedad (g)	13.3
Proteína (g)	14.1
Ácidos grasos (g)	6.1
Carbohidratos (g)	57.1
Fibra dietaria total (g)	7
Ceniza (g)	2.4

Fuente: Galindo (2018)

En el Cuadro 9, se presenta el contenido de aminoácidos en una porción de 100 g comestibles en la quinua. La quinua se utiliza principalmente para el

consumo humano por su alto contenido de nutrientes, más que para fines medicinales; es un alimento andino considerado de alto apogeo (Cárdenas 2019).

Cuadro 9. Contenido de aminoácidos en la quinua

Componente	Cantidad (en 100 g de porción comestible)
Histidina*	3.2
Isoleucina*	4.4
Leucina*	6.6
Lisina*	6.1
Metionina*+cistina	4.8
Fenilalanina*+tirosina	7.3
Treonina*	3.8
Triptofano*	1.1
Valina*	4.5
Alanina*	4.5
Arginina*	8.5
Ácido aspártico	7.8
Ácido glutámico	13.2
Glicina	6.1
Prolina	3.3
Serina	4.1

*Aminoácidos esenciales para la alimentación humana

Fuente: Vallejos (2016)

2.3.3. Variedades

Las plantas silvestres de quinua, son las que se han desarrollado sin intervención del hombre, poseen valiosos genes que se constituyen en un

potencial genético que puede ser aprovechado en el futuro. El mejor ambiente para ser cultivada es la región andina que es considerada como uno de los ocho centros de origen, lugar donde existe la mayor diversidad genética de quinua tanto silvestre como cultivada (Chero y Gamarra, 2018).

Los pueblos de los andes dedicados a la producción de quinua, seleccionaron genotipos por el tipo de uso y por la tolerancia a factores adversos tanto bióticos como abióticos, para a obtener las actuales plantas y ecotipos con características diferenciales, tales como las achachinos para resistir el frío, las quellus o amarillas para alto rendimiento, las ayaras por valor nutritivo (alto balance de aminoácidos esenciales y proteína) (Vallejos, 2016).

2.3.4. Producción nacional

En el Cuadro 10, se presenta la producción nacional de quinua

Cuadro 10. Producción nacional de quinua

Año	Producción (t)
2013	52 130
2014	114 725
2015	105 666
2016	79 269
2017	78 657
2018	86 00
2019	89 400
2020	100 100

Fuente: (Midagri, 2020)

2.3.5. Harina de quinua

Según los expertos de la nutrición, la quinua es la fuente natural de proteína vegetal de valor nutritivo, ya que posee aminoácidos esenciales en su composición. Ayuda al desarrollo y crecimiento del organismo, es fácil de digerir, forma una dieta completa y balanceada, conservando el calor y energía del cuerpo (Capurro y Huerta, 2016).

Por su valor nutricional, se está buscando nuevas aplicaciones en la industria de alimentos; como un sustituto de aditivos químicos para el mejoramiento de las harinas de panificación, aprovechando que es un producto natural y que se produce a nivel nacional (Capurro y Huerta, 2016).

2.4. Harinas sucedáneas

Las harinas sucedáneas se obtienen de la molienda de cereales, tubérculos, raíces y otras que cuentan con características apropiadas para su consumo. Se denomina harina al producto obtenido de la molienda del trigo, así mismo, la denominación de cada harina sucedánea se forma añadiendo al término harina, el nombre de la materia prima de que se trate (Vigo, 2013).

Las harinas sucedáneas deberán estar libres de todo agente, sustancia o materia extraña a su naturaleza excepto los aditivos debidamente autorizados, por ende, no deben proceder de materias primas en mal estado de conservación (Vigo, 2013). La ausencia del gluten la vuelve recomendable para los pacientes celíacos intolerantes a esta proteína (Quimis, 2014).

2.5. Galletas

2.5.1. Generalidades

La galleta, por sus propiedades, es un alimento con valor energético, que, añadido a su bajo precio, se convierte en un elemento básico e insustituible en la alimentación humana, con ventajas que pocos alimentos poseen: buen sabor, fácil digestión y amplia variedad. Son elaborados con una mezcla de harina, grasa y agua, con adición de azúcar, aromas, huevos y especias, sometida a un proceso de amasado y tratamiento térmico (Vicente, 2016).

La principal atracción de la industria galletera es la diversidad de variedades, es por ello la importancia de crear nuevas tendencias en este campo de la industria de los alimentos. La elaboración de galletas, tecnológicamente, es sencilla, luego de mezclar los distintos ingredientes en las proporciones adecuadas, se extiende la masa, se corta, se hornea e inmediatamente se obtiene el producto final (Garcia, 2016).

2.5.2. Clasificación

Existe variedades de galletas a las cuales se les puede adicionar: azúcares naturales, sal, productos lácteos y sus derivados, lecitina, huevos, frutas, pasta o masa de cacao, grasa, aceites, levaduras y cualquier otro ingrediente apto para consumo humano.

En el Cuadro 11, se presenta la clasificación de galletas según sus características.

Cuadro 11. Clasificación de galletas

Tipo	Nombre	Descripción
Tipo I	Galletas saladas	Que tienen connotación salada
Tipo II	Galletas dulces	Que tienen connotación dulce
Tipo III	Galletas wafer	Producto obtenido a partir del horneado de una masa líquida (oblea) adicionada un relleno para formar un sándwich
Tipo IV	Galletas con relleno	A las que se le añade un relleno
Tipo V	Galletas revestidas	Que exteriormente presentan un revestimiento o baño. Pueden ser simples o rellenas

Fuente: Vicente (2016)

2.6. Ingredientes para la elaboración de galletas

2.6.1. Harinas

La harina es el producto resultante de la molienda del grano de trigo es por ello la designación exclusiva de harina. A los productos obtenidos de la molienda de otros granos (cereales y menestras), tubérculos y raíces le corresponde la denominación de harina seguida del vegetal del que provienen. A este tipo de harinas se les denomina sucedáneas (Arroyo y Barrientos, 2014).

Según Alegre y Asmad (2016), las clases de harina para la elaboración de galletas son:

- Harina panificable: harinas con 10 a 11% de proteína, pueden ser tratadas con agentes mejoradores, málticos, enzimas diastáticas, fortificada con vitaminas y minerales. También son llamadas harinas de media fuerza.
- Harina integral: se obtiene de la molienda de granos limpios de trigo y que contiene todas las partes de este, para que pueda ser tratada con mejoradores, productos málticos, y fortificada con vitaminas y minerales.
- Harina para galletas: elaborada a partir de trigos blandos y suaves con otros tipos aptos para su fabricación, que puede ser tratada con mejoradores, productos málticos, enzimas diastáticas y fortificadas con vitaminas y minerales.
- Harinas autoleudantes: contiene agentes leudantes y que puede ser tratada con mejoradores, productos málticos, enzimas diastáticas y fortificada con vitaminas y minerales.

En general, las harinas galleteras suelen ser flojas (8 a 9% de gluten), cuando el tipo de galleta a elaborar es quebradiza y semidulce, en tanto que, para galletas esponjosas y bizcochos o aquellas otras que en su formulación contienen levadura prensada, el porcentaje de proteínas es mayor entre 9 - 10% (Vicente, 2016).

2.6.2. Agua

El agua hidrata a los almidones dando como resultado masas plásticas, suaves y elásticas. Una masa con poca agua da un producto seco y quebradizo (Arroyo y Barrientos, 2014).

2.6.3. Materia grasa (margarina)

Las grasas son importantes para la textura de las masas. Durante la mezcla de una masa, hay competencia por la harina de la superficie entre la fase acuosa y la grasa. La solución de agua o azúcar interactúa con el gluten (proteína) de la harina para formar una red coherente, extensible. Las grasas contribuyen a la ligereza y friabilidad de las galletas y también para mejorar la expansión y el sabor (Algre, 2016).

2.6.4. Huevo

El huevo proporciona características a los productos de panificación, tales como: formación de estructuras, humedad y, a la vez, actúa como suavizante, en la formación de la estructura es debido a la albumina; además, la yema proporciona un mejor color (Quimis, 2014).

El huevo, es utilizado en la elaboración de dulces y galletas, como huevo entero o como yema sola, se emplea en los batidos. Hay que tener en cuenta que el huevo es especialmente rico en aminoácidos esenciales, ácidos grasos, y algunos minerales y vitaminas (Algre, 2016).

2.6.5. Azúcar

Es un ingrediente que se encuentra en la naturaleza de distintas formas, todos los cereales contienen azúcar que constituyen la alimentación del hombre. El 70% del azúcar del mundo se produce a partir de la caña de azúcar y el restante de la remolacha. Su frecuencia de uso aumenta con la preparación de una variedad amplia de platos y dulces preparados. (Asmad, 2016).

2.6.6. Esencia de vainilla

La esencia de vainilla es un saborizante que es utilizado en alimentos, tales como postres y bebidas. Es obtenido de la vaina de la vainilla (género de orquídeas que produce un fruto del cual se obtiene este saborizante, después de un sencillo proceso de maceración) (Echegaray, 2016)

2.6.7. Bicarbonato de sodio

El bicarbonato de sodio es soluble en medio acuoso y no tiene sabor, tiene muchas aplicaciones distintas, en la industria alimentaria se utiliza como agente leudante, pero también se usa como agente de limpieza, desinfectante, regulador de pH, antiácido (Guillen, 2016).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de ejecución

Las pruebas experimentales y los análisis se desarrollaron en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos y en la Planta piloto del programa de estudio de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego.

3.2. Materiales

3.2.1. Materia prima

- Harina de quinua blanca. Marca Renacer color crema, con humedad del 12%.
- Harina de plátano verde, proveniente del mercado Modelo de la provincia de Chiclayo.
- Harina de arroz. Marca Mi tierra.

3.2.2. Insumos

- Azúcar blanca. Marca Laredo.
- Huevos. Proveniente del mercado modelo de Virú.
- Margarina industrial. Marca Famosa Alicorp S.A.
- Esencia de vainilla. Marca La Negrita.
- Bicarbonato de sodio. Marca Montana.

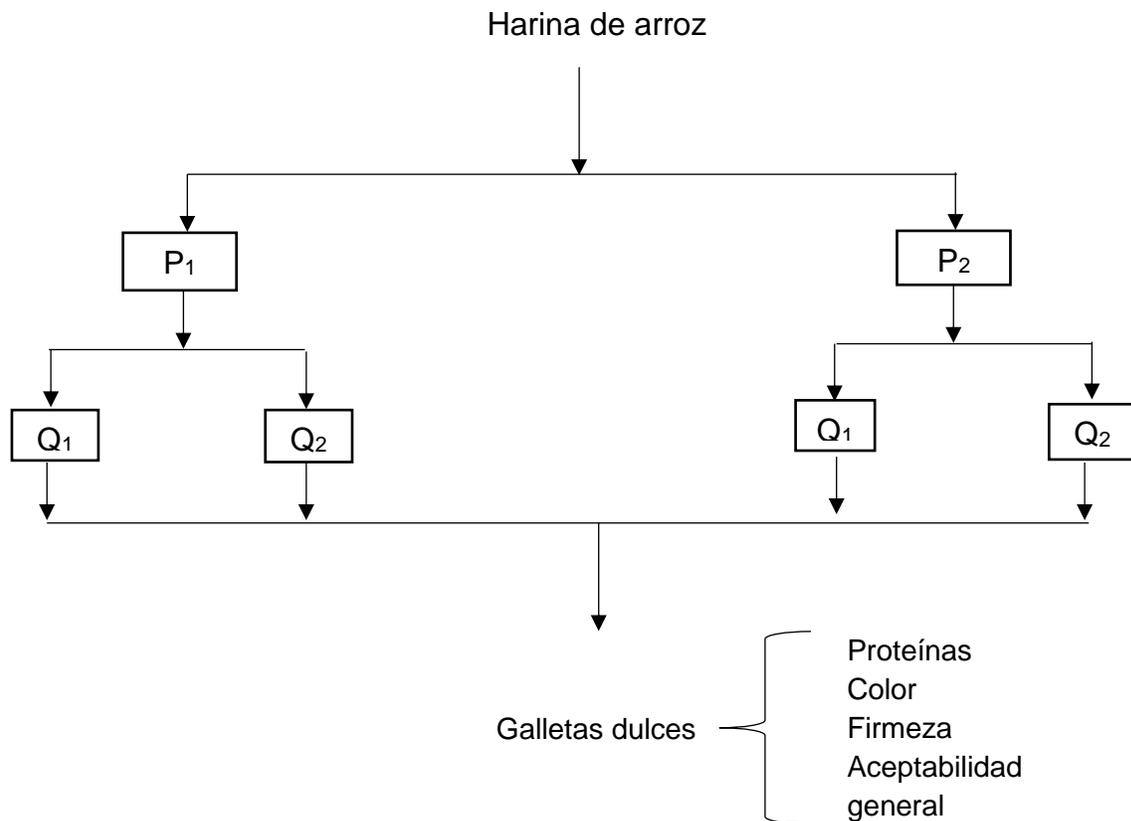
3.3. Equipos e instrumentos

- Colorímetro Minolta. Modelo CR – 400.
- Batidora planetaria. Marca Nova. Modelo 15L (capacidad 15 L).
- Amasadora. Marca Nova. Modelo K25 (capacidad 40 kg)
- Horno rotativo de 15 bandejas. Marca nova. Modelo MAX 750.
- Balanza analítica. Marca Mettler Toledo. Modelo EK-610 (capacidad 500 g, sensibilidad 0.0001 g).
- Equipo microkjeldhal. Marca Selecta.
- Texturometro Instron 3342.

3.4. Esquema experimental

En la Figura 1, se muestra el esquema experimental. La variable independiente es la sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde (30 y

50%) y harina de quinua (20 y 25%); las variables dependientes son el contenido de proteínas, el color, la firmeza y la aceptabilidad general.



Leyenda:

P₁: sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde, 30%

P₂: sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde, 50%

Q₁: sustitución de harina de arroz por harina de quinua, 20%

Q₂: sustitución de harina de arroz por harina de quinua, 25%

Figura 1. Esquema experimental para las galletas dulces

3.5. Diagrama de flujo

3.5.1. Formulación de las galletas dulces

En el Cuadro 12, se presenta la formulación base recomendadas para la elaboración de las galletas dulces.

Cuadro 12. Formulación base de las galletas dulces

Ingrediente	Peso (g)	Porcentaje
Harina de arroz	550	53.11
Azúcar	200	19.31
Huevo	50	4.83
Margarina	200	19.31
Vainilla	6.67	0.64
Agua	24	2.32
Bicarbonato de sodio	5	0.48

Fuente: Echegaray y Guillen (2016)

En el Cuadro 13, se presenta las formulaciones de las galletas dulces.

Cuadro 13. Formulación de las galletas sin gluten

Ingredientes	Base (%)	Formulación			
		P1Q1	P2Q1	P1Q2	P2Q2
Harina de arroz	53.11	26.56	15.93	23.9	13.27
Harina de plátano	0.0	15.93	26.56	15.93	26.56
Harina de quinua	0.0	10.62	10.62	13.28	13.28
Azúcar	19.31	19.31	19.31	19.31	19.31
Huevo	4.83	4.83	4.83	4.83	4.83
Margarina	19.31	19.31	19.31	19.31	19.31
Vainilla	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64
Agua	2.32	2.32	2.32	2.32	2.32
Bicarbonato de sodio	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

3.5.2. Procedimiento para la elaboración de las galletas sin gluten

En la Figura 2, se muestra el diagrama de flujo de la elaboración de galletas dulces con harina de arroz, harina de plátano verde y harina de quinua (Pesantes, 2014).

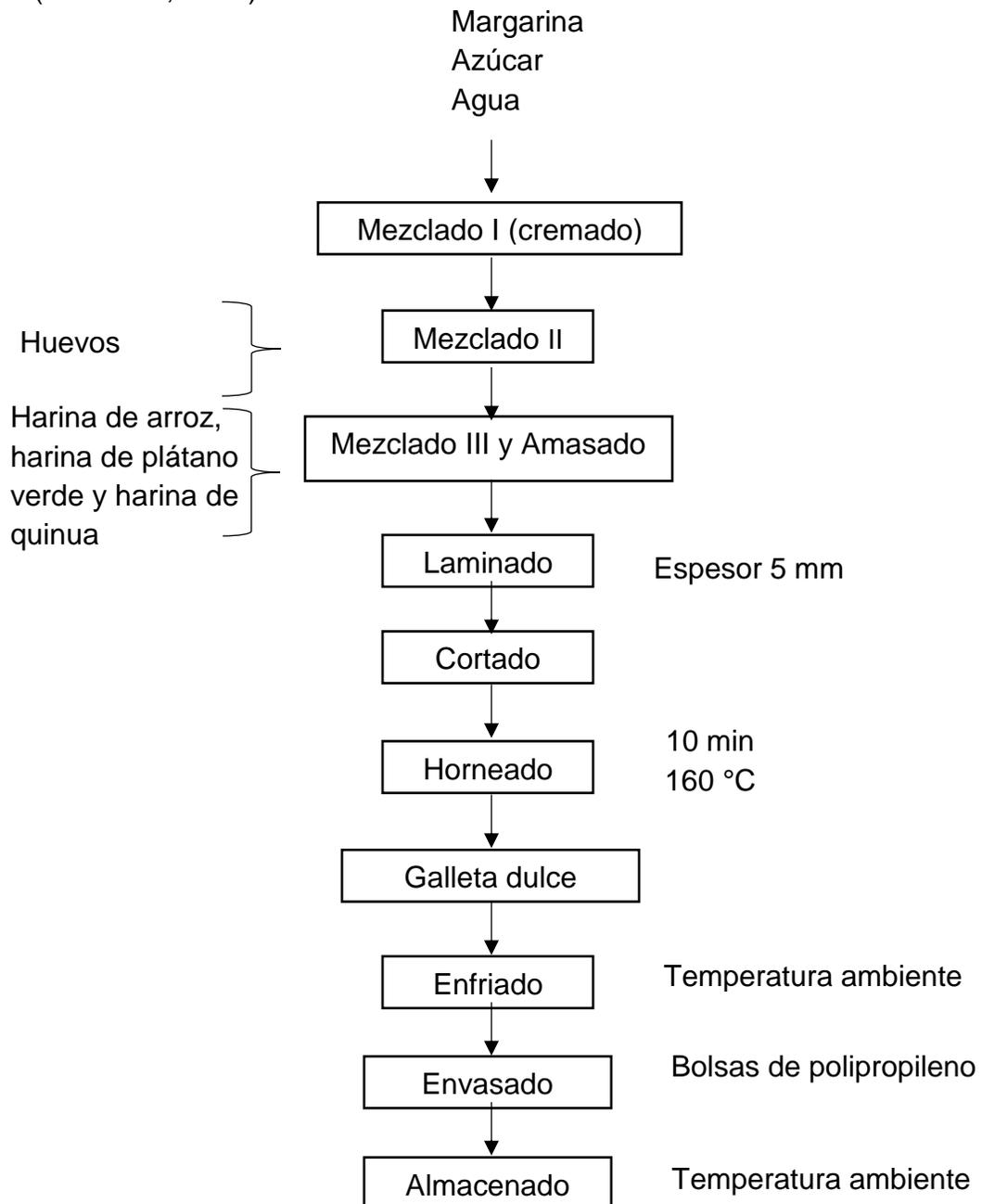


Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de las galletas de harina de arroz con sustitución por harina de plátano verde y de harina de quinua.

A continuación, se describe cada una de las etapas para la obtención de las galletas con sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua:

- Mezclado I (Cremado): Se mezcló la margarina, el agua y el azúcar hasta obtener una crema, con la mayor parte del azúcar disuelto.
- Mezclado II: A la crema anterior, se le añadió los huevos; se mezcló hasta que se obtuvo una crema espesa pero homogénea.
- Mezclado III y amasado: Se añadió la harina de arroz, de plátano y de quinua; se mezcló y se amasó, luego se añadió el resto del agua hasta que se formó una masa flexible y elástica.
- Laminado: La masa se laminó dándole forma con un rodillo hasta un espesor de 5 mm.
- Cortado: La masa se cortó en piezas circulares con un molde de metal de 3.0 cm de diámetro.
- Horneado: La masa se colocó en bandejas metálicas y se horneó a 160 ° C por 10 mins.
- Enfriado: se enfriaron las galletas a temperatura ambiente
- Envasado: Las galletas se envasaron en bolsas de polipropileno.
- Almacenado: Las galletas empacadas se almacenaron a temperatura ambiente, dentro de cajas de cartón.

3.6. Métodos de análisis

3.6.1. Proteínas

Se determinó por el método A.O.A.C (1999). Se pesó 0.5 g de muestra, luego, se colocó en el fondo del matraz kjeldhal, se adicionó aproximadamente 3 g de mezcla catalizadora y 7 mL de ácido sulfúrico concentrado. Posteriormente, la mezcla anterior se colocó en el matraz digestor, se calentó suavemente al principio, hasta su completa oxidación, punto donde viró de color negro a verde esmeralda translúcido. Se dejó enfriar a temperatura ambiente. Se preparó el equipo de destilación. En la salida del refrigerante, en un matraz

Erlenmeyer, se colocó 40 mL de ácido bórico al 4%, se adicionó de 2 a 3 gotas de rojo de metilo. Se añadió al matraz Kjeldahl aproximadamente 50 mL de NaOH al 40%, se conectó inmediatamente el sistema de destilación del equipo de Kjeldhal, cambió de color de rojo a azul verdusco. Se tituló con una solución de HCl 0.1N; la titulación se dió por finalizado con la aparición del color rosa. Se obtuvo el gasto de titulación y luego reemplazó en la siguiente formula, con un factor de conversión de 6.25 para cereales.

$$\% \text{proteinas} = \frac{\text{mL HCL} \times \text{N HCl} \times 14 \times \text{factor}}{\text{Peso de la muestra (mg)}} \times 100$$

3.6.2. Color

Se utilizó el sistema CIELAB, usando el colorímetro Kónica-Minolta, modelo CR-400. El equipo se calentó durante 10 min y calibró con un blanco estándar. Luego se determinó los parámetros de color expresados en términos de luminosidad es L* (L*=0 para negro y L*=100 para blanco), cromaticidad a*(verde [-120] a rojo [+120]), y b* (azul [-120] a amarillo [+120]) (Ding y otros, 2007).

3.6.3. Firmeza

Para determinar la firmeza se utilizó el texturómetro Instron modelo 3342, con el software Bluehill Lite, del cual se manejó la técnica TPA (Texture Profile Análisis). Cada galleta se apoyó sobre una base ubicada en el centro del texturómetro para permitir el paso del punzón o guillotina. El diámetro del pistón fue de 9.6 mm y la velocidad de desplazamiento de 0.05 m/ms (Reyes, 2014).

3.6.4. Aceptabilidad general

La aceptabilidad general de las galletas dulces se evaluó con la participación de 30 panelistas no entrenados y se medirá el nivel de aceptación de los atributos de las galletas a través del análisis afectivo, expresado en una

escala hedónica de 1 al 9, de tal forma que el valor 9 representa “me agrada muchísimo” y el valor 1, “me desagrada muchísimo” (Anzaldúa, 2005).

PRUEBA DE ACEPTABILIDAD GENERAL DE GALLETAS DULCES

Nombre.....Fecha.....

Instrucciones: Pruebe cada una de las muestras de galletas que se le presentan e indique según la escala su opinión, marcando con una X en el casillero correspondiente de acuerdo con el nivel de agrado o desagrado que le produzca

Escala	Muestras			
	145	563	698	921
Me agrada muchísimo
Me agrada mucho
Me agrada moderadamente
Me agrada poco
No me agrada ni me desagrada
Me desagrada poco
Me desagrada moderadamente
Me desagrada mucho
Me desagrada muchísimo
Comentarios.....				
.....				
.....				

Fuente: Anzaldúa-Morales (2005)

Figura 3. Cartilla para la evaluación de la aceptabilidad general de las galletas dulces con harina de arroz, plátano y quinua.

3.7. Métodos estadísticos

En esta investigación el diseño estadístico correspondió a un diseño bifactorial 2x2 con tres repeticiones. Para la evaluación de los datos de las variables paramétricas (proteínas, color y firmeza) se aplicó la prueba de Levene para evaluar la homogeneidad de varianzas, seguido del análisis de varianza (ANVA) para las variables paramétricas, y posteriormente la prueba de comparaciones múltiples de Duncan. Para la evaluación de los datos de las variables no paramétricas (aceptabilidad general) se aplicó las pruebas de Friedman y Wilcoxon. Todos los análisis estadísticos se realizaron con un nivel de confianza del 95%.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Efecto de la sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua sobre la firmeza en galletas dulces.

En la Figura 4, se muestra la firmeza en función a la sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua en galletas dulces. Se observa que la firmeza es mayor al incrementar la sustitución por harina de plátano verde y por harina de quinua, la firmeza aumentó de 10.92 N a 16.74 N.

León y otros (2020) desarrollaron una galleta a base de harina de plátano y camote, determinando que el uso de ambas harinas genera un incremento en la firmeza de las galletas llegando a un valor de 68.83 N. Bello y otros (2010) desarrollaron dos tipos de galletas (tipo polvorón y de pasta seca) a base de almidón de plátano y almidón de maíz determinando que las galletas elaboradas con almidón de plátano fueron más firmes.

Maldonado y otros (2000) estudiaron el efecto de la harina de plátano en la elaboración de galletas dulces, reportaron un incremento en la firmeza de galletas en comparación con las otras muestras, capaces de tolerar a fuerzas mecánicas externas, esto puede relacionarse al contenido de almidón resistente en su composición, además reportaron una disminución en el contenido de humedad en las galletas.

Podemos observar que, a mayor sustitución por harina de plátano y a mayor sustitución por harina de quinua, la firmeza incrementa, esto puede deberse a la interacción que existe entre ambas harinas, gracias al aporte de fibra insoluble que contiene la harina de quinua y el aporte de almidón resistente que contiene la harina de plátano. Contreras (2015) menciona que el incremento de la firmeza en galletas se debe al contenido de fibra insoluble que aporta la harina de quinua, permitiendo un reforzamiento en la estructura, obteniendo galletas más firmes.

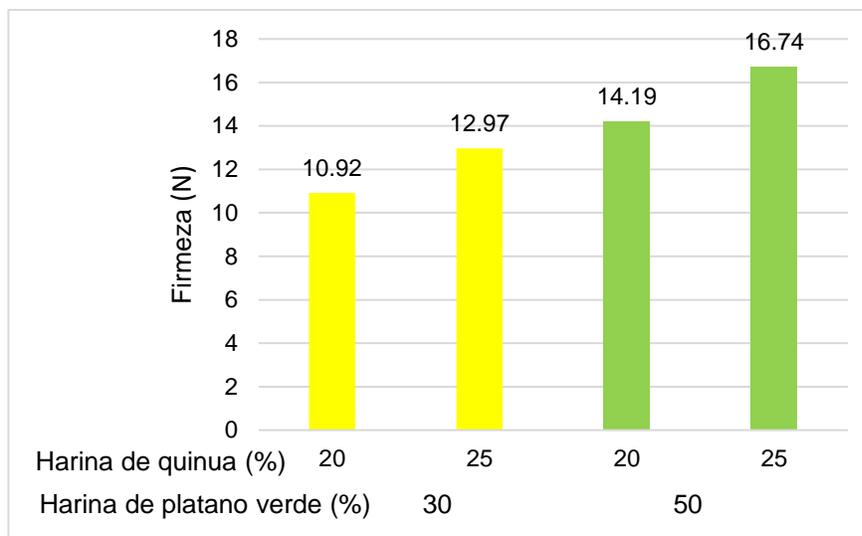


Figura 4. Firmeza en función de la sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua en galletas dulces

En el Cuadro 14, se presenta la prueba de Levene aplicada a la firmeza en galletas dulces, determinándose la existencia de homogeneidad de varianza ($p > 0.05$), seguidamente, se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente la prueba Duncan para determinar el mejor tratamiento.

Cuadro 14. Prueba de Levene aplicada a la firmeza en las galletas dulces con sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua

Variable	Estadístico	
	Levene	p
Firmeza (N)	1.000	0.440

En el Cuadro 15, se muestra el análisis de varianza aplicada a la firmeza en las galletas dulces, denotándose que la harina de plátano verde y harina de quinua presentaron efecto significativo ($p < 0.05$).

Cuadro 15. Análisis de varianza aplicada a la firmeza (N) en las galletas dulces con sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua

Variable	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F	p
Firmeza (N)	H. Quinua: A	15.885	1	15.885	64.312	0.000
	H. platano: B	37.168	1	37.168	150.478	0.000
	A*B	0.188	1	0.188	4.049	0.408
	Error	1.973	8	0.247		
	Total	55.215	11			

Resultados similares fueron reportados por Ramirez (2020), quien encontró efecto significativo ($p < 0.05$) en la elaboración de galletas dulces a base de harina de arroz y harina de quinua.

En el Cuadro 16, se muestra la prueba Duncan aplicada a la firmeza en las galletas dulces. Esta prueba indica que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subgrupos. En el subgrupo 3 se muestra que el tratamiento con 50% harina de plátano verde y 25% harina de quinua, brindó mejor firmeza con un valor de 16.74N.

Cuadro 16. Prueba de Duncan aplicada a la firmeza (N) en galletas dulces con sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua

Harina de plátano verde (%)	Harina de quinua (%)	Subgrupo		
		1	2	3
30	20	10.921		
30	25		12.97	
50	20		14.19	
50	25			16.74

Rodríguez (2015) desarrolló galletas de arroz reportando la firmeza con un valor de 28.30 N, así mismo el dato que más se acerca a esta sustitución fue 50% harina de plátano y 25% harina de quinua con un valor de 16.74 N, considerando así el mejor tratamiento con respecto a esta variable ya que es el valor que más se aproxima.

4.2. Efecto de la sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua sobre el contenido de proteínas en galletas dulces

En la Figura 5, se muestra el contenido de proteínas en función a la sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua en galletas dulces.

Se observa que las muestras tuvieron una tendencia creciente a medida que aumentó la sustitución por harina de quinua. Si bien es cierto la variación en el contenido de proteína fluctuó entre 4.02 y 4.68 % entre los tratamientos, resalta la harina de quinua por el contenido de proteína que contiene. La muestra que tuvo el mayor contenido de proteína fue la sustitución con 30% harina de plátano verde y 25% harina de quinua con un valor de 4.68%.

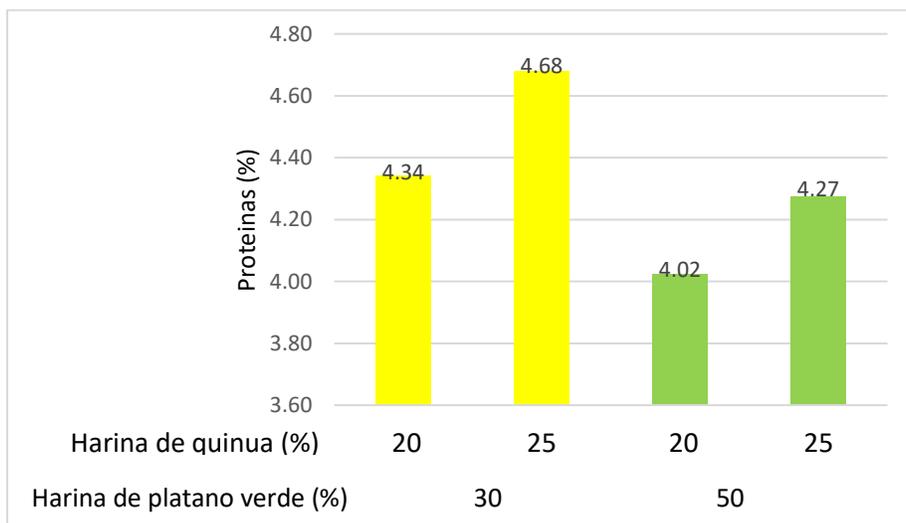


Figura 5. Contenido de proteínas en función de la sustitución de la harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua en galletas dulces.

También podemos observar que mientras mayor sea la cantidad de harina de plátano, el porcentaje de proteínas baja, esta tendencia puede deberse a que el contenido proteico de la harina de plátano es bajo, lo cual va a generar un descenso del contenido de proteínas ya que va a generar un efecto dilución en las galletas.

Ramírez (2020) desarrolló una galleta a base de harina de arroz (20, 30 y 45%) y harina de quinua (30, 20 y 5%), a medida que incrementa la sustitución por harina de quinua, el porcentaje de proteína también incrementa a 11.0 %.

Cabe resaltar la importancia del aporte proteico de la harina de quinua, debido a que presenta un 14.1% de proteína (Galindo, 2018), a diferencia del resto de harinas utilizadas en esta investigación, presentando la harina de arroz valores de 7 a 9% de proteína (Pincioli, 2010) y la harina de plátano con un aporte de 1.3% de proteína (Minagri, 2014).

En el Cuadro 17, se presenta la prueba de Levene aplicada al contenido de proteína en galletas dulces, que determinó la homogeneidad de varianza ($p > 0.05$). Seguidamente se procedió a realizar el análisis de varianza y, posteriormente la prueba de Duncan para determinar la tendencia hacia el mejor tratamiento.

Cuadro 17. Prueba de Levene aplicada al contenido de proteína en galletas dulces con sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua

Estadístico		
Variable	Levene	p
Proteínas	0.950	0.462

En el Cuadro 18, se muestra el análisis de varianza para el contenido de proteína en las galletas dulces, el cual demostró que la harina de plátano verde y harina de quinua presentaron efecto significativo ($p < 0.05$).

Cuadro 18. Análisis de varianza para el contenido de proteína en las galletas dulces con sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua

Variable	Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	p
Proteína (%)	HQuinoa: A	0.261	1	0.261	130.500	0.000
	HPlatano: B	0.392	1	0.392	196.000	0.000
	A*B	0.006	1	0.006	3.000	0.087
	Error	0.013	8	0.002		
	Total	0.672	11			

Resultados similares fueron reportados por Contreras (2015) quien reportó efecto significativo ($p < 0.05$) a la harina de quinua y almidón de maíz sobre el contenido de proteínas en galletas dulces.

En el Cuadro 19, se muestra la prueba de Duncan aplicada al contenido de proteína en galletas dulces. Esta prueba indicó que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotado por la formación de subgrupos. En el subgrupo 1, se muestra el tratamiento de 30% harina de plátano verde y 25% harina de quinua presentando el mayor contenido de proteína con un 4.68%, considerándose el mejor tratamiento.

Cuadro 19. Prueba de Duncan aplicada al contenido de proteínas en galletas dulces con sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua

Harina de plátano verde (%)	Harina de quinua (%)	Subgrupo		
		1	2	3
30	25	4.68		
30	20		4.34	
50	25		4.27	
50	20			4.02

4.3. Efecto de la sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua sobre el color en galletas dulces

En la Figura 6, se presentan la luminosidad (L^*) en función de la sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua en galletas dulces.

Se observa que la luminosidad (L^*) tiende a disminuir en las muestras con mayor sustitución de harina de quinua y menor sustitución de harina de plátano verde. Estos valores se pueden atribuir a la luminosidad de las harinas utilizadas en las sustituciones. El rango de luminosidad de los tratamientos va desde 55.76 a 60.82, siendo esta última la sustitución 50% harina de plátano verde y 20% harina de quinua.

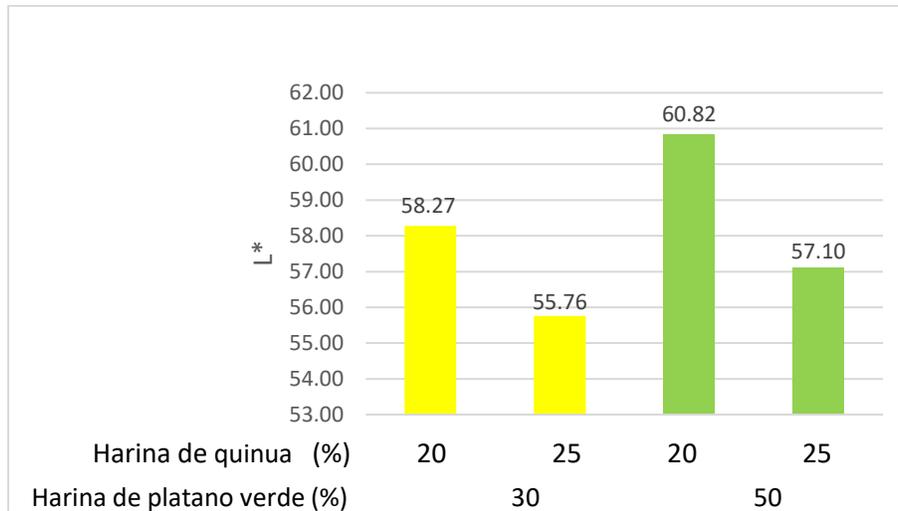


Figura 6. Luminosidad (L*) en función de la sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua en galletas dulces

Bermúdez (2017), realizó una evaluación tecnológica de la harina de quinua reportando valores de luminosidad para la harina de quinua de 63.8 a 68.3, esta tiende a ser de color marrón claro, pero a medida que incrementa la temperatura de secado, la tendencia va hacia una coloración marrón más oscuro. Ortega (2015) reportó para la luminosidad de la harina de plátano un valor de 79.71.

En consecuencia, el uso de la mayor cantidad de harina de quinua, podría ser el factor que influye en la disminución de la luminosidad, debido al contenido de proteínas y su interacción con la temperatura. Otros factores que afectan la luminosidad de las galletas son el espesor y el diámetro que dependen del laminado en la masa, así como también, el contenido de almidón (Villanueva 2019).

La coloración de la superficie de la galleta y la posterior disminución de la luminosidad se desarrolla principalmente durante el horneado a través de la reacción de Maillard que se producen entre proteínas y azúcares reductores, produciendo melanoidinas coloreadas, y por la dextrinización del almidón y su caramelización (Chevallier y otros 2002).

En el Cuadro 20, se presenta la prueba de Levene aplicada a los valores de la luminosidad (L*) en las galletas dulces, donde se determinó que existe

homogeneidad de varianza ($p > 0.05$). Consecuentemente, se procedió a realizar el análisis de varianza, posteriormente, la prueba de Duncan para la determinación de la tendencia hacia el mejor tratamiento.

Cuadro 20. Prueba de Levene aplicada a la luminosidad (L^*) en galletas dulces con sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua

Variable	Estadístico Levene	p
L^*	0.610	0.626

En el Cuadro 21, se muestra el análisis de varianza aplicado a la luminosidad (L^*) en galletas dulces, demostrándose que la harina de quinua y harina de plátano verde presentaron efecto significativo ($p < 0.05$).

Cuadro 21. Análisis de varianza aplicado a la luminosidad (L^*) en galletas dulces con sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua

Variable	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
L^*	HQuinua: A	29.172	1	29.172	93.500	0.000
	HPlatano: B	11.310	1	11.310	36.250	0.000
	A*B	1.098	1	1.098	3.510	0.097
	Error	2.502	8	0.312		
	Total	44.083	11			

En el Cuadro 22, se muestra la prueba de Duncan aplicada a la luminosidad en las galletas dulces.

Cuadro 22. Prueba de Duncan aplicada a la luminosidad (L^*) en las galletas dulces con sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua

Harina de plátano verde(%)	Harina de quinua (%)	Subgrupo		
		1	2	3
50	20	60.82		
30	20		58.27	
50	25		57.09	
30	25			55.76

Esta prueba indicó que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subgrupos. En el subgrupo 1, se muestra el tratamiento de 50% harina de plátano verde con 20% de harina de quinua, que brindó mayor Luminosidad (L^*) con valor de 60.82, considerándose el mejor en esta variable ya que el resultado es el más cercano al comparar con Rodríguez (2015) quien reportó un valor de Luminosidad (L^*) de 78.63 en la elaboración de galletas de arroz.

En la Figura 7, se muestra la cromaticidad a^* en función de la sustitución de harina de quinua y harina de plátano en galletas dulces, se observa que a mayor sustitución de harina de quinua (25%) el valor de a^* tiene tendencia a ser mayor. Las muestras que se evaluaron para determinar el valor de la cromaticidad a^* oscilaron entre 5.66 a 7.83.

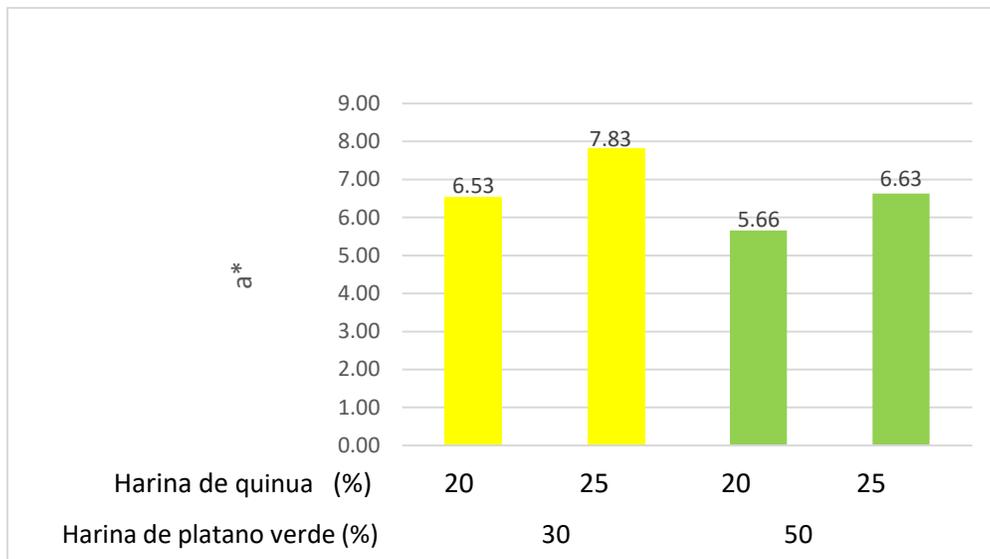


Figura 7. Cromaticidad a^* en función de la sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua en galletas dulces

La cromaticidad a^* tiene una tendencia a incrementar a medida que se incrementa la sustitución por harina de quinua, pero disminuye al incrementar la sustitución por harina de plátano verde, dando galletas con tendencia hacia el rojo y con menor intensidad al color amarillo, característicos de estas galletas.

Mosquera (2009) reportó que, a mayor concentración de harina de quinua en la elaboración de galletas, estas tienen una tendencia a una coloración oscura. Las sustituciones evaluadas arrojan datos en el que la tendencia va en aumento conforme aumenta la sustitución por harina de quinua con una tonalidad rojiza (cromaticidad a^*) con valores que oscilan entre 6.53 a 7.83.

Ramírez y otros (2015) menciona que en el proceso de cocción de galletas se pueden ver afectados los compuestos nutricionales durante el horneado, siendo los aminoácidos, vitaminas y algunos flavonoides poco estables, mostrando tendencia a oscurecerse a altas temperaturas, además puede verse afectados por otros ingredientes de la mezcla.

En el Cuadro 23, se presenta la prueba de Levene aplicada a la cromaticidad a* en las galletas dulces.

Cuadro 23. Prueba de Levene aplicada a la cromaticidad a* en galletas dulces con sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua

Variable	Estadístico Levene	p
a	0.160	0.918

La prueba de Levene aplicada en las galletas dulces, se determinó que existe homogeneidad de varianza ($p > 0.05$). Consecuentemente, se procedió a realizar el análisis de varianza y, posteriormente, la prueba de Duncan para la determinación de la tendencia hacia el mejor tratamiento.

En el Cuadro 24, se presenta la prueba de análisis de varianza aplicada a la cromaticidad a* en las galletas dulces. El análisis de varianza demostró que la harina de plátano verde y la harina de quinua presentaron efecto significativo ($p < 0.05$) sobre la cromaticidad a* en las galletas dulces.

Cuadro 24. Análisis de varianza aplicada a la cromaticidad a* en galletas dulces con sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua

Variables	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Cromaticidad a*	HQ	3.853	1	3.853	29.189	0.000
	HP	3.224	1	3.224	24.424	0.001
	HQ*HP	0.077	1	0.077	0.583	0.468
	Error	1.062	8	0.132		
	Total	8.216	11			

En el Cuadro 25, se muestra la prueba de Duncan aplicada a cromaticidad a^* en las galletas dulces. Esta prueba indica que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subgrupos. En el subgrupo 3, se muestra el tratamiento de 50% harina de plátano verde y 20% de harina de quinua, brindando un valor de 5.65, considerándose el mejor en esta variable ya que el resultado es el más cercano al comparar con Rodríguez (2014) quien reportó un valor de cromaticidad a^* de 4.55 en la elaboración de galletas de arroz.

Cuadro 25. Prueba de Duncan aplicada a la cromaticidad a^* en las galletas dulces con sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua

Harina de plátano verde (%)	Harina de quinua (%)	Subgrupo		
		1	2	3
30	25	7.82		
50	25		6.63	
30	20		6.53	
50	20			5.65

En la Figura 8, se presentan los resultados de cromaticidad b^* en función a la sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua. Se observa que esta variable tuvo un comportamiento decreciente a mayor sustitución de harina de quinua, obteniendo valores entre 31.70 y 30.42.

Villanueva (2019) reportó un comportamiento similar para cromaticidad b^* oscilando los valores entre 35.02 y 30.58, al incrementar el porcentaje de sustitución por harina de quinua en la elaboración de galletas asimismo, tornan a las galletas más oscuras. Los datos obtenidos para cromaticidad en b^* se pueden atribuir al contenido de pigmentos que contienen los productos utilizados, Costa y otros (2021).

Esta disminución de la luminosidad y el aumento de la tonalidad respecto a las galletas de arroz puede ser un aspecto positivo para una mejora de la aceptabilidad por parte del consumidor (Mancebo y otros 2015).

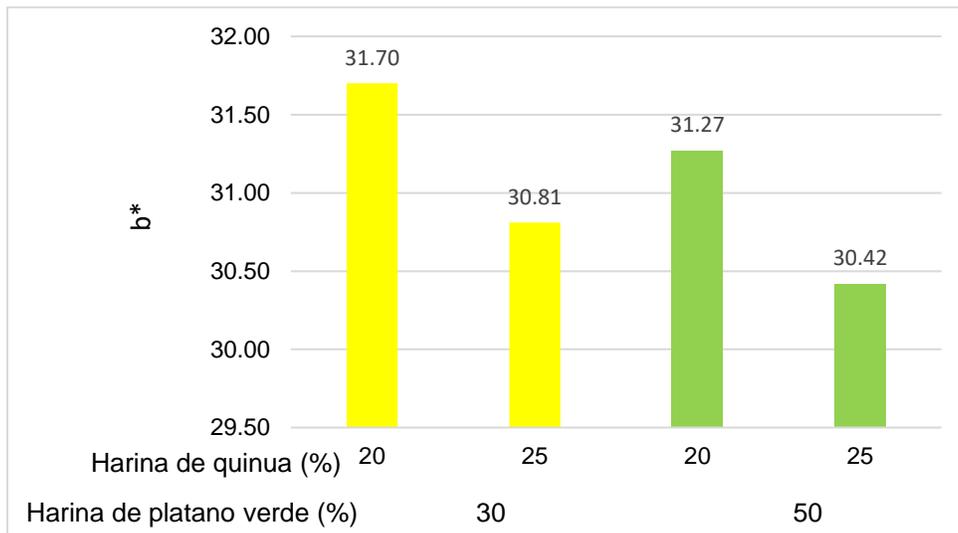


Figura 8. Cromaticidad (b^*) en función de la sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua en galletas dulces

El color característico de las formulaciones está asociado al efecto de la temperatura y tiempo de horneado sobre el contenido de azúcar, lípidos, proteínas y almidón, los cuales al parecer originaron una coloración típica de la reacción de Maillard (Zucco y otros, 2011).

En el Cuadro 26, se presenta la prueba de Levene aplicada a cromaticidad b^* en las galletas dulces, la cual determinó la existencia de homogeneidad de varianzas ($p > 0.05$). Seguidamente, se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente la prueba Duncan para determinar el mejor tratamiento.

Cuadro 26. Prueba de Levene aplicada a la cromaticidad b^* en galletas dulces con sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua

Variable	Estadístico Levene	p
a	0.740	0.557

En el Cuadro 27, se muestra el análisis de varianza aplicada a la cromaticidad b^* en las galletas dulces, demostrándose que sólo la harina de quinua presentó efecto significativo ($p < 0.05$).

Cuadro 27. Análisis de varianza aplicada a la cromaticidad b^* en galletas dulces con sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua

Variable	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Cromaticidad (b^*)	HQ	2.279	1	2.279	14.799	0.004
	HP	0.500	1	0.500	3.247	0.109
	HQ*HP	0.001	1	0.001	0.006	0.926
	Error	1.233	8	0.154		
	Total	4.014	11			

En el cuadro 28, se muestra la prueba de Duncan aplicada a la cromaticidad b^* en galletas dulces. Esta prueba indica que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subgrupos. En el subgrupo 2, se muestra el tratamiento 50% harina de plátano y 20% harina de quinua y el tratamiento 30% harina de plátano y 25% harina de quinua, reportando valores de 31.27 y 30.80, respectivamente, considerándose los mejores tratamientos por pertenecer al mismo subgrupo.

Cuadro 28. Prueba de Duncan aplicada a la cromaticidad (b^*) en galletas dulces con sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua

Harina de plátano verde(%)	Harina de quinua (%)	Subgrupo		
		1	2	3
30	20	31.70		
50	20		31.27	
30	25		30.80	
50	25			30.42

4.4. Efecto de la sustitución de la harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua sobre la aceptabilidad general en galletas dulces

En la Figura 9, se muestran los resultados de la aceptabilidad general en función de la sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua en galletas dulces. Observamos la percepción de los panelistas en las muestras, la sustitución por harina de plátano (50%) y por harina de quinua (20%) denotó mayor aceptación; con un promedio de 7.77 puntos equivalente “me agrada mucho” y una moda de 8 puntos. En el anexo 5, encontramos los resultados esta variable.

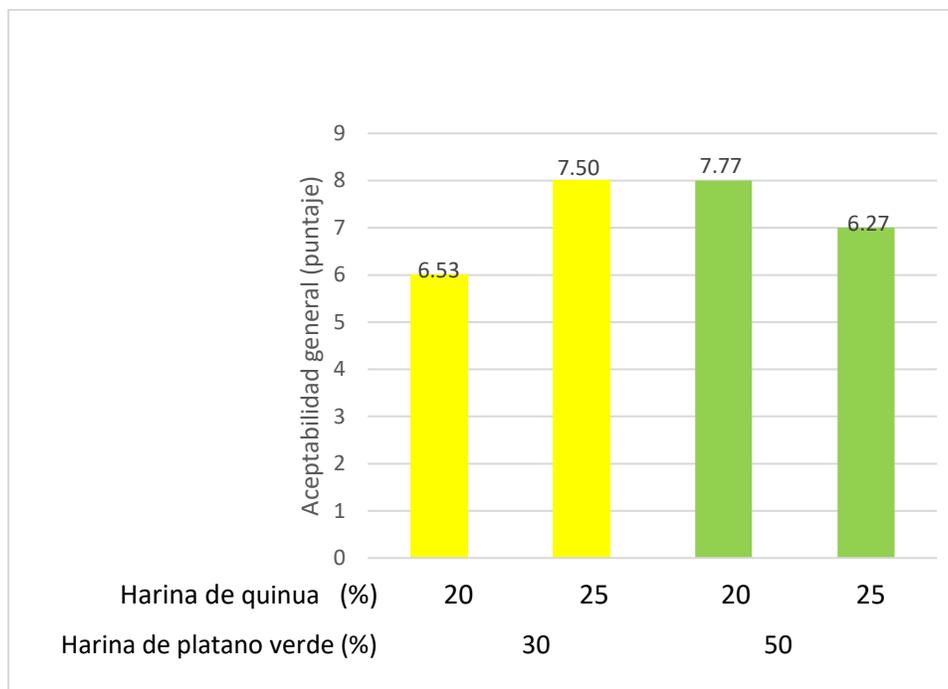


Figura 9. Aceptabilidad general en función de la sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua en galletas dulces.

El color, la firmeza y el sabor, son características importantes en la determinación de la aceptabilidad general de las galletas (Zucco y otros, 2011). La aceptación de las galletas por los panelistas, depende de la calidad de la misma, considerando el sabor y el olor como atributos con mayor importancia en una galleta (Quispe, 2011).

La aceptación de los panelistas depende de la calidad del producto y el nivel de agrado de la harina utilizada, ya que no siempre al aumentar las sustituciones, la aceptación de los panelistas aumentará, ya que existen productos que aportan más olor, dulzor y sabor (Quispe y Manyari, 2012).

El uso de harinas sucedáneas como la harina de plátano es aceptado por los panelistas en la elaboración de galletas dulces, con una media de 7.6 puntos en una galleta con 25% de harina de plátano, 25 % harina de haba y 50 % harina de trigo integral (Herrera, 2011). Datos similares fue lo que se obtuvo en esta investigación obteniendo una calificación por parte de los panelistas de 7.7 puntos.

En el Cuadro 29, se presenta la prueba de Friedman, que determinó la existencia de diferencia significativa ($p < 0.05$) en la aceptabilidad general de las galletas dulces. Se observa que el tratamiento con 50% harina de plátano verde y 20% harina de quinua obtuvo una mayor media con 7.77 puntos y una moda con 8 puntos, seguido del tratamiento 30% harina de plátano verde y 25% harina de quinua con una media de 7.50 puntos y una moda de 8 puntos.

Cuadro 29. Prueba Friedman aplicado a la aceptabilidad general en las galletas dulces con sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua

Harina de plátano verde (%)	Harina de quinua (%)	Rango promedio	Moda	Media
30	20	7.0	6	6.53
30	25	7.5	8	7.50
50	20	7.5	8	7.77
50	25	6.5	7	6.27
Chi-cuadrado			38.76	
valor p			0.000	

En el Cuadro 30, se muestra la prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general en galletas dulces, usada para obtener información complementaria a la prueba de Friedman, cuando esta resulta significativa, comparándose todos los tratamientos por pares. Los resultados de las pruebas mostraron que las galletas de mejor aceptación fueron las que contenían 50% harina plátano verde y 20% harina de quinua, la cual fue estadísticamente igual al tratamiento 30% harina de plátano verde y 25% harina de quinua, considerándose como los mejores tratamientos en cuanto a aceptabilidad general.

Cuadro 30. Prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general en galletas dulces con sustitución de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua

Harina de plátano verde	Harina de quinua	Harina de plátano verde	Harina de quinua	z	p
		30	20	0.01	0.035
50	20	30	25	-0.02	0.067
		50	25	0.01	0.000

V. CONCLUSIONES

Existió efecto significativo de la sustitución parcial de harina de arroz por harina de plátano verde y harina de quinua sobre el contenido de proteínas, color, firmeza y aceptabilidad general en galletas dulces.

Se determinó que las galletas de mejor aceptación fueron las que contenían 50% harina plátano verde y 20% harina de quinua considerándose como el mejor tratamiento en cuanto a aceptabilidad general con una moda de 8 puntos; correspondientes a una percepción de “Me agrada mucho”, este tratamiento fue estadísticamente igual al tratamiento 30% harina de plátano y 25% harina de quinua, la cual presentó el mejor contenido de proteínas 4.68%, firmeza de 12.97N, color (L^* 55.7, a^* 7.83, b^* 30.81), considerándose el mejor tratamiento en esta investigación.

VI. RECOMENDACIONES

Evaluar el tiempo de vida útil mediante pruebas aceleradas, y determinar el envase ideal para las galletas.

Realizar un estudio granulométrico de las harinas y evaluar el efecto sobre la textura, aceptabilidad general y color de galletas dulces.

Evaluar como variables independientes la temperatura y tiempo de horneado, así como el espesor de las galletas y como variables dependientes el color, textura, contenido de proteínas y aceptabilidad general.

Realizar una evaluación más extensiva en cuanto a aceptabilidad general, considerando un panel de 60 personas.

VII. BIBLIOGRAFIA

Algre, K. y Asmad, R. 2016. Sustitucion parcial de la harina de trigo por harina de haba en la elaboracion de galletas fortificadas usando panela como educorante. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Santa. Chimbote, Perú.

Anzaldúa-Morales, A. (2005). La evaluacion sensorial de los alimentos en la teoria y la practica. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

Arista, J. y Ramirez, L. 2018. Sustitucion parcial de la harina de trigo por harina de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) y chia blanca (*Salvia hispánica* L.) usando glicerol en la elaboracion de galletas enriquecidas. Tesis para obtener el título de ingeniero agroindustrial. Universidad Nacional del Santa. Chimbote, Peru.

Arroyo, M. y Barrientos, A. 2014. Elaboracion y evaluacion de las características organolepticas de galletas dulces integrales, enriquecidas a base de trigo (*Triticum vulgare*) y salvado de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) variedad Blanca Junin. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Centro del Peru. Huancayo, Peru.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1997. Official methods of analysis. 16^o edition. Gaithersburg, Maryland, USA. Cap. 312, pág: 1- 17.

Bello P., Villagomez J. y Montiel L. 2010. Almidón de platano y calidad sensorial de dos tipos de galletas. Agrociencia. Vol. 34 N° 5.

Bermudez D. 2017. Evaluación tecnológica de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) variedad piartal como espesante alimentario obtenida bajo diferentes condiciones de proceso. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1075&context=ing_alimentos

Calaveras, J. 2004. Nuevo tratado de panificacion y bolleria. 2da Edicion. Ediciones Mundi-prensa. Madrid, España.

Capurro, J. y Huerta, D. 2016. Elaboracion de galletas fortificadas con sustitucion parcial de harina de trigo por harina de kiwicha (*Amarathus caudatus*), quinua (*Cheropodium quinoa*) y maiz (*Zea mays*). Tesis para obtener el Título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Santa. Chimbote, Perú.

Castro, M. (2015). Elaboracion de galletas enriquecida con sustitucion parcial de harina de trigo por harina de platano. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional Toribio Rodriguez de Mendoza de Amazonas. Chachapoyas, Perú.

Centro de invetigacion de recurso naturales y medio ambiente. C.I.N.M.A. (1986). Formulacion de mezclas optimas en base a granos y cereales andinos. Boletin Tecnico. Perú. Recuperado de:
https://cereales-andinos-peru.blogspot.com/2014/07/cereales-andinos-del-peru_5876.html

Chevallier, S., Della Valle, G., Colonna, P., Broyart, B., Tryatram, G. 2002. Structural and Chemical Modifications of Short Dough During Baking. Journal of Cereal Science. 35: 1- 10.

Chero, M. y Gamarra, F. 2018. Análisis de los factores que incidieron en la producción para el limitado acceso al mercado norteamericano de quinua peruana en la región lambayeque 2014 - 2015. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Comercial. Universidad Privada Juan Mejia Baca. Chiclayo, Perú.

Contreras, A. 2010. Elaboracion y evaluacion nutricional de galletas con quinua y huayaba deshidratada. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Tesis para obtener el Título de Bioquimico Farmaceutico. Riobamba, Ecuador.

Contreras, L. 2015. Desarrollo de una galletas dulce enriquecida con harina de quinua blanca (*Chenopodium quinoa*) utilizando diseño de mezclas. Tesis para obtener el Título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

Costa, L., Weste, R., Carvalho, W., Borges Silva, P., De Sousa, K. y Oliveira, F. (2021). Mineral profile and characterisation of cookies made from legume green grain flour. Food Science and Technology, 41(3): 730-736. Recuperado el 30 de julio del 2022 de:
<https://www.scielo.br/j/cta/a/QRWztGDcv8fFdwtdHf5yhvk/?format=pdf&lang=en>

Diaz, S. y Morrejon, R. 2002. Comportamientos de las variedades de arroz de deiferente procedencia en la localidad de los palacios. Cultivos tropicales. Vol. 23, 63- 67. Recuperado de:
<http://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/viewFile/659/pdf>

Ding, P., Hajar, S. y Mohd, H. 2007. Changes in selected quality characteristics of minimally processed carambola (*Averrhoa carambola* L.) when treated with

ascorbic acid. Journal of the Science of Food and Agriculture. 87: 702-709. Malaysia.

Dufour D., Giraldo A., Sanches, T. y Diaz, A. 2014. Propiedades físico-químicas y funcionales de los bananos de postres, plátanos de cocción y FHIA híbridos: preferencia varietal de los consumidores en Colombia. Universidad del Valle. Cali, Colombia. Recuperado de:
https://agritrop.cirad.fr/547229/1/document_547229.pdf

Duta, D. y Culetu, A. 2015. Evaluation of rheological, physicochemical, thermal, mechanical and sensory properties of oat-based gluten free cookies. Journal of Food Engineering, 162: 1-8.

Echegaray, A. y Guillen, D. 2016. Elaboración de galletas a base de arroz (*Oryza sativa*) y maíz (*Zea mays*) enriquecidas con chía (*Salvia hispánica* L.), orientada al consumo para celíacos, diseño y construcción de un molino de discos. Tesis para obtener el Título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Católica Santa María. Arequipa, Perú.

Erazo, J. y Teran, S. 2008. Elaboración de galletas integrales enriquecidas con quinua (*Chenopodium quinoa* L.) y chocho (*Lupinus mutabilis* S.) edulcoradas con panela. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.

Falla, F. y Ramon, M. 2018. Obtención y evaluación sensorial de galletas a diferentes concentraciones de harina de cáscara de plátano. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, Peru.

FAO. 2013. Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. 1ra Edición. Perú. Recuperado de :
<http://www.fao.org/3/a-as890s.pdf>

FAO. 2011. La quinua: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Recuperado de:
http://www.fao.org/fileadmin/templates/aiq2013/res/es/cultivo_quinoa_es.pdf

Galindo, R. 2018. Nivel de aceptabilidad sensorial de estruido de quinua con maíz morado como una alternativa de alimentación saludable. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Agrario. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

García, F. 2016. Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) sobre las características

fisicoquímicas y aceptabilidad general de galletas tipos soda. Tesis para obtener el título de ingeniero en industrias alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Hernandez, A., Hernandez, L., Hernandez, G. y Rodriguez, R. 2015. Harina de platano: photarina. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Hidalgo, Mexico.

Hernández, A., Madernás, D., Pérez, R. y Trujillo, G. 2018. Desarrollo de una bebida elaborada con harina de arroz y ajonjolí (*Sesamum indicum*) y fermentada con cultivos probióticos. *Tecnología Química*. Vol. 39, 90 - 97. Recuperado de: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=d28ee64f-e49d-44a2-8e88-e476df9dbfbc%40sdc-v-sessmgr03>

Herrera, V. 2011. Influencia de las harinas de trigo, platano y haba en la elaboración de galletas integrales. Tesis para optar el grado de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Técnica del Norte. Quito, Ecuador.

Indecopi. 1976. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de Protección Intelectual. Harinas sucedáneas de la harina de trigo. Normas Técnicas Peruanas 205. 040. Perú.

Katsube-Tanaka, T., Duldulao, J., Kimura Y., Iida, S., Yamaguchi, T., Nakano, J. y Utsumi, S. 2004. The two subfamilies of rice glutelin differ in both primary and higher order structures. *Biochimica et Biophysica Acta*. Vol. 1, 95-92. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/271580250_The_two_subfamilies_of_rice_glutelin_difer_in_both_primary_and_higher-order_structures

Laguna, C. y Sifuentes, C. (2019). Optimización de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) en galletas tipo cookie destinados a niños en edad escolar. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote, Perú.

Loja, J. 2015. Sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum spp*) por la harina de banano (*Musa cavendish*), y su influencia en las características reológicas de la masa (elasticidad y tenacidad) para la elaboración de pan común. Tesis para optar el Título de Ingeniero de Alimentos. Universidad Técnica de Machala. Machala, Ecuador.

Loza, A. 2016. Elaboración de galletas saladas con sustitución parcial la harina de trigo por harina de plátano (*Musa paradisiaca*) y adición de semillas de

ajonjolí (*Sesamum indicum*). Tesis para optar el Título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo Maria, Perú.

Quispe, M. y Manyari, G. (2012). Caracterización fisicoquímica y funcional de harina a partir de residuos de *Cynara scolymus* y evaluación sensorial de sustituciones en galletas dulces. Centro de investigación de la Universidad Nacional del centro del Perú. Huancayo, Perú

Marco, C. y Rosel, C. 2010. Effect of different protein isolates and transglutaminase on rice flour properties. *Journal of Food Engineering*. Vol. 84, 132–139.

Mancebo, C.M., Picón, J., & Gómez, M. (2015) Effect of flour properties on the quality characteristics of gluten free sugar-snap cookies. *LWT - Food Science and Technology*, 64(1), 264-269

Meneses, M., Leon, L., y Boter, J. 2010. Aprovechamiento industrial de residuos de cosecha y poscosecha del plátano. *Educacion en ingenieria*, Vol. 5, 129. Recuperado de:
<https://www.educacioneningegneria.org/index.php/edi/article/view/14/13>

Merino M. 2014. Cadena de valor del sistema de producción comercialización de plátano bellaco (*Musa paradisiaca* L.) Variedad Hartón. Propuesta de estrategias de fortalecimiento de la competitividad del sector platanero en el distrito de Padre Abad, Aguaytía. Tesis para optar el grado de de Magister. Universidad Nacional Jorge Basadre. Tacna, Peru.

Ministerio de Agricultura y Riego. Minagri. 2014. El banano peruano, producto estrella de exportacion. Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria. Lima, Perú.

Ministerio de Agricultura y Riego. Minagri. 2020. Peru: Produccion, Importaciones y Precios del Arroz. Lima, Perú. Recuperado de:
https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1230425/nota-informativa_arroz_02.pdf

Ministerio de Agricultura y Riego. Minagri. 2015. Historia de la quinua. Recuperado de:
<https://www.midagri.gob.pe/portal/444-granos-andinos/9380-historia-de-la-quinua>

Ministerio de Salud. Minsa. 1993. La composición de los alimentos de mayor consumo en el Perú 6ta Edicion. Banco Central de Reserva. Lima, Perú.

Mora, A. y Perez, J. 2019. Tesis para optar el Titulo Profesional de Licenciado en Nutricion. Escuela Superior Politecnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador.ale

Ordoñez, M. 2019. Desarrollo de una galleta dulce sin gluten a base de almidon de maiz, harina de arroz y zanahoria. Revista Infometrica. Recuperado de: https://scholar.google.com.pe/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Desarrollo+d+e+una+galleta+dulce+sin+gluten+a+base+de+almid%C3%B3n+de+ma%C3%ADz%2C+harina+de+arroz+y+de+zanahoria&btnG=

Pesantes, A. 2014. Efecto de la sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de pulpa de tuna púrpura (*Opuntia ficusindica*) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas dulces. Tesis para optar el Titulo de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Pimentel, L. 2015. Efecto de la sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de brácteas de alcachofa (*Cynara scolymus*) sobre el contenido de fibra cruda, firmeza instrumental y aceptabilidad general de galletas dulces. Tesis para optar el titulo de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Univerisdad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Pincirolí, M. 2010. Proteínas de arroz propiedades funcionales y estructurales. Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecología de Alimentos. 2: 2-3. Recuperado de:

http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/1828/Documento_completo___pdf?sequence=3&isAllowed=y

Ponzio, N.; Salsamendi, M. y Pincirolí, M. 2015. El arroz alimento de Millones. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.

Quiceno, M. y Giraldo, G. 2014. Caracterización fisicoquímica del plátano (*Musa paradisiaca* sp. AAB, Simmonds) para la industrialización. *UGCiencia*. 20: 48-52.

Ramirez, A. (2020). Desarrollo del aporte nutricional de una galleta con harina de quinua (*chenopodium quinoa willd*) y harina de arroz (*Oryza sativa* L.). Tesis para optar el titulo profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Agraria de Ecuador. Guayaquil, Ecuador.

Quimis, O. 2014. Elaboracion de una galleta a base de harina de quinua, platano y avena. Tesis para obtener el titulo de Ingeniero Agrindutrial. Universidad Laica Eloy de Manabi. Manabi, Ecuador.

Ramirez, J., Blancas, F., Zamora, V., García, M., Bello, L., Tovar, J. y Sáyago, S. (2015). Nutritional properties and 80 phenolic content of a bakery product substituted with a mango (*Mangifera indica*) Ataulfo processing by-product. *Food Research International*, 73:117 - 123.

Reimundo, D. 2017. La innovacion de productos alternativas a la harina de trigo a base de harina de arroz y de soja para la enfermedad celiaca. Proyecto de investigacion para obtener el titulo de Ingeniero en Gestion de Alimentos y Bebidas. Universidad Regional Autonoma de los Andes. Ambato, Ecuador.

Rodriguez, P. 2014. Elaboración de galletas sin gluten con mezclas de harina de arroz, almidón-proteína. Universidad de Valladolid. Valladolid, España.

Sarabhai S., Indani O., Kumar V., Prabhasankar P. 2015. Effect of protein concentrates, emulsifiers on textural and sensory characteristics of gluten free cookies and its immunochemical validation. *Journal of Food Science and Technology*. 52(6): 3763-72.

Singh, M. y Mohamed, A. 2007. Influence of gluten-soy protein blends on the quality of reduced carbohydrates cookies. *LWT–Food Science and Technology*, 40(2): 353–360.

Vallejos, L. 2016. Efecto de la proporción de quinua, kiwicha, arracacha en la aceptabilidad general, carga compresiva, y vida útil de ojeles. Universidad Privada Antenor Orrego. Tesis para obtener el Título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Peru.

Velásquez, L., Aredo, V. y Paredes, E. 2014. Optimización por diseño de mezclas de la aceptabilidad de una galleta enriquecida con quinua (*chenopodium quinoa*), soya (*glycine max*) y cacao (*Theobroma cacao* L.). *Agroindustrial Science*. Vol. 4, 36-40. Recuperado de: <http://www.revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/695/719>

Vicente, J. 2016. Elaboracion de galletas fortificadas con sustitucion parcial de harina de trigo (*Triticum aestivium*) por harina de maca (*Lepidium mayenii*). Tesis para optar el Título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Privada de Tacna. Tacna, Peru.

Vigo, M. 2013. Estudio tecnico para la instalacion de una planta de harinas sucedaneas. Tesis para optar el Titulo de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional de La Amazonia Peruana. Iquitos, Perú.

Villanueva J. 2019. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) y residuos de pulpa de naranja (*Citrus sinensis*) en polvo sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas dulces. Tesis para optar el titulo profesional de Ingeniera en industrias alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego.

Zucco, F., Borsuk, Y. y Arntfield, S. 2011. Physical and nutritional evaluation of wheat cookies supplemented with pulse flours of different particle sizes. LWT-Food Science and Technology. 44:2070-2076.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Resultados de las evaluaciones de contenido de proteínas, firmeza, y color en galletas con harina de arroz.

Muestra control				Promedio
Análisis fisicoquímicos	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	
Proteínas	4.95	5.04	4.90	4.96
Firmeza	6.24	8.48	8.47	7.73
L*	67.07	67.74	64.04	66.28
a*	4.99	4.46	5.87	5.11
b*	35.28	34.41	34.10	34.60

Anexo 2. Firmeza (N) en galletas dulces con harina de quinua y harina de plátano

Harina de plátano (%)	Harina de quinua (%)	Firmeza (n)			Promedio (N)
		Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	
30	20	10.75	11.39	10.63	10.92
	25	12.78	12.27	13.86	12.97
50	20	14.15	14.23	14.19	14.19
	25	16.29	16.90	17.04	16.74

Anexo 3. Contenido de proteínas (%) en galletas dulces con harina de quinua y harina de plátano

Harina de plátano (%)	Harina de quinua (%)	Proteínas (%)			Promedio (%)
		Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	
30	20	4.36	4.28	4.38	4.34
	25	4.62	4.69	4.73	4.68
50	20	4.03	4.02	4.02	4.02
	25	4.28	4.25	4.29	4.27

Anexo 4. Color (L^* , a^* , b^*) en galletas dulces con harina de quinua y harina de plátano

Harina de plátano (%)	Harina de quinua (%)	Parámetro de color	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio
30	20	L^*	58.55	58.67	57.60	58.27
		a^*	6.51	6.80	6.29	6.53
		b^*	31.75	32.20	31.15	31.70
	25	L^*	55.98	55.30	56.00	55.76
		a^*	7.49	8.15	7.84	7.83
		b^*	30.81	30.45	31.16	30.81
50	20	L^*	60.70	60.89	60.87	60.82
		a^*	6.00	5.54	5.43	5.66
		b^*	31.41	31.19	31.21	31.27
	25	L^*	58.06	56.41	56.82	57.10
		a^*	6.04	6.86	6.99	6.63
		b^*	30.34	30.02	30.9	30.42

Anexo 5. Aceptabilidad general en galletas dulces con harina de quinua y harina de plátano

Panelistas	Control	P1Q1	P1Q2	P2Q1	P2Q2
1	5	7	8	8	6
2	7	8	9	7	5
3	7	7	8	7	5
4	5	6	8	9	7
5	7	6	8	7	7
6	7	6	7	8	6
7	6	7	9	8	7
8	7	7	8	9	7
9	6	6	8	8	7
10	7	6	6	7	6
11	8	6	6	7	6
12	5	7	7	7	5
13	7	7	7	8	5
14	8	6	7	8	5
15	7	6	6	8	7
16	7	6	8	9	7
17	6	7	8	9	7
18	8	9	8	7	8
19	7	7	7	9	8
20	5	6	8	8	5
21	7	6	7	8	7
22	8	6	7	8	7
23	6	8	8	9	8
24	7	6	7	8	7
25	7	5	7	8	6
26	5	7	9	7	5
27	7	7	8	7	6
28	8	5	6	7	6
29	5	6	7	7	5
30	6	7	8	6	5
Promedio	6.60	6.53	7.50	7.77	6.27
Moda	7	6	8	8	7

Anexo 7. Imágenes fotográficas del proceso de elaboración de las galletas



A. Tipos de harinas utilizados



B. Amasado de los ingredientes



C. Moldeado de las galletas



D. Colorimetría de las galletas



E. Medición de textura