

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



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 OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

JOHANA NOEMI VILLANUEVA CHUNQUE

TRUJILLO, PERÚ

2019

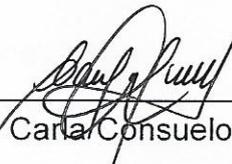
La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:



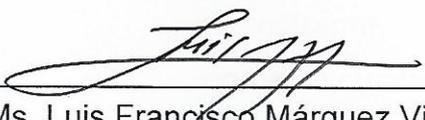
Ing. Dr. Antonio Ricardo Rodríguez Zevallos
PRESIDENTE



Ing. Ms. Max Martin Vásquez Senador
SECRETARIO



Ing. Ms. Carla Consuelo Pretell Vásquez
VOCAL



Ing. Ms. Luis Francisco Márquez Villacorta
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y mantenerme firme en esta etapa universitaria, por no abandonarme y fortalecerme en cada obstáculo que se me presentó a lo largo de este camino.

A mis padres: Miguel y Noemi por ese amor incondicional, su apoyo, y esfuerzo, por creer en mí, inculcándome valores de humildad, solidaridad, arduo trabajo, respeto y superación.

A mis hermanos, Isai y Yonel, por el cariño, ayuda y consejos que nunca faltaron.

A Alexander, por ser alguien muy especial en mi vida y por demostrarme que en todo momento cuento con él.

A mi hijo Jared, por ser la razón y el motivo más importante para lograr mis metas.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida junto con ella las habilidades y destreza que me permitieron alcanzar uno de mis sueños, el de ser parte de esta hermosa profesión.

A mi asesor el Ing. Ms. Luis Francisco Márquez Villacorta, por su confianza, paciencia y apoyo durante el desarrollo de esta investigación, por su gran aporte y constante guía que me fueron de gran ayuda.

A los miembros del jurado Ing. Dr. Antonio Ricardo Rodríguez Zevallos, Ing. Ms. Max Martin Vásquez Senador, Ing. Ms. Carla Consuelo Pretell Vásquez, 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 enseñanzas, aportes invaluable en el transcurso de la etapa universitaria, que me servirán en mi desarrollo profesional y personal.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

CARÁTULA.....	i
APROBACIÓN POR EL JURADO DE TESIS.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA.....	4
2.1. Quinua... ..	4
2.1.1. Generalidades.....	4
2.1.2. Composición y propiedades nutricionales de la quinua.....	4
2.1.3. Variedades	6
2.1.4. Producción nacional	6
2.1.5. Harina de quinua	6
2.2. Naranja.....	8
2.2.1. Generalidades.....	8
2.2.2. Composición química y nutricional	9
2.2.3. Variedades	9
2.2.4. Producción nacional	11
2.3. Harinas sucedáneas y compuestas.....	11
2.4. Subproductos agroindustriales	12
2.4.1. Generalidades.....	12
2.4.2. Subproductos agroindustriales en panificación	14
2.4.3. Polvos de subproductos agroindustriales.....	16

	Pág.
2.4.4. Polvo de naranja	18
2.5. Fibra dietética	18
2.6. Fibra cruda	21
2.7. Galletas.....	21
2.7.1. Generalidades.....	21
2.7.2. Clasificación	22
2.7.3. Proceso de elaboración de galletas	23
2.8. Ingredientes en la elaboración de la galleta	26
2.8.1. Harina.....	26
2.8.2. Azúcar.....	28
2.8.3. Grasas.....	28
2.8.4. Sal.....	28
2.8.5. Huevo.....	29
2.8.6. Polvo de hornear	29
III. MATERIALES Y METODOS.....	30
3.1. Lugar de ejecución	30
3.2. Materiales.....	30
3.3. Equipos e instrumentos.....	31
3.4. Metodología	31
3.4.1. Esquema experimental para la investigación de galletas dulces con sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo	31
3.4.2. Procedimiento para elaboración de la harina de quinua.....	33
3.4.3. Formulación de las galletas dulces.....	34
3.4.4. Elaboración de las galletas dulces	34
3.5. Métodos de análisis	36
3.5.1. Proteínas	36
3.5.2. Fibra cruda	37
3.5.3. Color.....	38
3.5.4. Firmeza.....	38

	Pág.
3.5.5. Apariencia general.....	38
3.5.6. Aceptabilidad general	39
3.6. Métodos estadísticos	42
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
4.1. Composición química de granos de quinua blanca, harina de quinua blanca y harina de trigo empleados en la investigación	43
4.2. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo sobre el contenido de proteínas en galletas dulces	44
4.3. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo sobre el contenido de fibra cruda en galletas dulces	48
4.4. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo sobre el color (L^* , a^* y b^*) en galletas dulces	51
4.5. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo sobre la firmeza en galletas dulces.....	60
4.6. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo sobre la apariencia general en galletas dulces	63
4.7. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo sobre la aceptabilidad general en galletas dulces	67
V. CONCLUSIONES.....	70
VI. RECOMENDACIONES	71
VII. BIBLIOGRAFIA	72
VIII. ANEXOS	83

ÍNDICE DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Composición química de la quinua	5
Cuadro 2. Variedades comerciales de la quinua en Perú	7
Cuadro 3. Composición química de la harina de quinua	8
Cuadro 4. Composición química y nutricional de la naranja	9
Cuadro 5. Composición química de Citri-fi®100 (residuos de pulpa de naranja en polvo)	20
Cuadro 6. Contenido de fibra dietética de residuos agroindustriales	20
Cuadro 7. Composición química de la harina de trigo	26
Cuadro 8. Formulación de las galletas dulces con harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo	34
Cuadro 9. Composición química de granos de quinua blanca empleada en la investigación	43
Cuadro 10. Composición química de harina de quinua blanca empleada en la investigación	43
Cuadro 11. Composición química de harina de trigo empleada en la investigación	44
Cuadro 12. Prueba de Levene modificada aplicada al contenido de proteínas en galletas dulces	46
Cuadro 13. Análisis de varianza aplicada al contenido proteínas (%) en las galletas dulces	47
Cuadro 14. Prueba de Duncan aplicada al contenido de proteínas en las galletas dulces	48
Cuadro 15. Prueba de Levene modificada aplicada al contenido de fibra cruda (%) en las galletas dulces	50
Cuadro 16. Análisis de varianza del contenido de fibra cruda (%) en las galletas dulces	50
Cuadro 17. Prueba de Duncan aplicada al contenido de fibra cruda (%) en las galletas dulces	51

	Pág.
Cuadro 18. Prueba de Levene modificada aplicada a la luminosidad (L*) en galletas dulces	53
Cuadro 19. Análisis de varianza de la luminosidad (L*) en las galletas dulces	54
Cuadro 20. Prueba de Duncan para la luminosidad (L*) en las galletas dulces	54
Cuadro 21. Prueba de Levene modificada aplicada a la cromaticidad a* en galletas dulces.....	56
Cuadro 22. Análisis de varianza de la cromaticidad a* en las galletas dulces	56
Cuadro 23. Prueba de Duncan para la cromaticidad a* en las galletas dulces	57
Cuadro 24. Prueba de Levene modificada aplicada a la cromaticidad b* en galletas dulces.....	59
Cuadro 25. Análisis de varianza de la cromaticidad b* en las galletas dulces	59
Cuadro 26. Prueba de Duncan para la cromaticidad b* en las galletas dulces	60
Cuadro 27. Prueba de Levene modificada aplicada a la firmeza (N) en galletas dulces.....	62
Cuadro 28. Análisis de varianza aplicada a la firmeza (N) en las galletas dulces.....	62
Cuadro 29. Prueba de Duncan aplicada a la firmeza (N) en las galletas dulces.....	63
Cuadro 30. Prueba de Friedman aplicada a la apariencia general en las galletas dulces	65
Cuadro 31. Prueba de Wilcoxon aplicada a la apariencia general en las galletas dulces	66
Cuadro 32. Prueba de Friedman aplicada a la aceptabilidad general en las galletas dulces	68

Cuadro 33. Prueba de Wilcoxon aplicada a la aceptabilidad general
en las galletas dulces69

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Esquema experimental para la investigación de galletas dulces con sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo.....	32
Figura 2. Esquema experimental para la obtención de la harina de quinua	33
Figura 3. Diagrama de flujo de la elaboración de las galletas dulces con harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo	36
Figura 4. Ficha de evaluación para la prueba de apariencia general en las galletas dulces con harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo	40
Figura 5. Ficha de evaluación para la prueba de aceptabilidad general en las galletas dulces con harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo	42
Figura 6. Contenido de proteínas (%) en función de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo en galletas dulces	46
Figura 7. Contenido de fibra (%) en función de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo en galletas dulces.....	50
Figura 8. Luminosidad (L*) en función de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo en galletas dulces.....	54
Figura 9. Cromaticidad a* en función de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo en galletas dulces.....	56
Figura 10. Cromaticidad b* en función de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo en galletas dulces.....	59

Figura 11. Firmeza (N) en función de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo en galletas dulces.....	62
Figura 12. Apariencia general en función de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo en galletas dulces.....	65
Figura 13. Aceptabilidad general en función de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo en galletas dulces.....	68

ÍNDICE DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1. Formulaciones de las galletas dulces con harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo.....	83
Anexo 2. Contenido de proteínas (%) en las galletas dulces con harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo	84
Anexo 3. Contenido de fibra cruda (%) en las galletas dulces con harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo	84
Anexo 4. Color (L*, a* y b*) en las galletas dulces con harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo.....	85
Anexo 5. Firmeza (N) en las galletas dulces con harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo	86
Anexo 6. Apariencia general en las galletas dulces con harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo.....	87
Anexo 7. Aceptabilidad general en las galletas dulces con harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo.....	88
Anexo 8. Ficha técnica CITRI-FI 100.....	89

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) (10, 15 y 20%) y residuos de pulpa de naranja en polvo (*Citrus sinensis*) (5, 10 y 15%) sobre el contenido de proteína, fibra cruda, color, firmeza, apariencia y aceptabilidad general en galletas dulces. 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 modificada ($p > 0.05$). El análisis de varianza indicó un efecto significativo de la harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo sobre el contenido de proteínas, fibra cruda, cromaticidad a^* , cromaticidad b^* y firmeza; para la luminosidad (L^*) sólo existió efecto de los residuos de pulpa de naranja en polvo. Se determinó que el tratamiento de harina de quinua al 20% y residuos de pulpa de naranja en polvo al 15% presentó el mayor contenido de proteína y fibra cruda; y el tratamiento el 15% de harina de quinua y 10% de residuos de pulpa de naranja en polvo presentó el mejor en color y firmeza. La prueba de Friedman indicó efecto significativo de la harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo sobre la apariencia y la mayor aceptabilidad general de galletas dulces, mientras que la prueba de Wilcoxon denotó que el tratamiento 15% de harina de quinua y 10% de residuos de pulpa de naranja fue el mejor en características sensoriales.

ABSTRACT

The effect of substitution wheat flour (*Triticum aestivum*) with quinoa flour (*Chenopodium quinoa* Willd) (10, 15 and 20%) and orange powder residues (*Citrus sinensis*) (5, 10 and 15%) was evaluated. on the content of protein, raw fiber, color, firmness, appearance and general acceptability in sweet cookies. Statistical analysis for all variables was performed at a confidence level of 95%. The homogeneity of variances in the parametric variables was demonstrated with the modified Levene test ($p > 0.05$). The analysis of variance indicated a significant effect of quinoa flour and orange powder residues on protein content, crude fiber, chromaticity a *, chromaticity b * and firmness; for luminosity (L *) there was only the effect of orange powder residues. It was determined that the treatment of quinoa flour at 20% and residues of orange powder at 15% presented the highest content of protein and crude fiber; and the treatment 15% of quinoa flour and 10% of orange powder residues presented the best in color and firmness. The Friedman test indicated significant effect of quinoa flour and orange powder residues on the appearance and the greater general acceptability of sweet cookies, while the Wilcoxon test indicated that the treatment 15% of quinoa flour and 10% of Orange residue was the best in sensory characteristics.

I. INTRODUCCIÓN

El aumento de la población obliga a los países a preocuparse por la seguridad alimentaria, debido al ritmo de vida actual que modifica los hábitos alimenticios de las personas, puesto que la mayoría se alimenta de alimentos poco saludables o comúnmente llamados comida chatarra lo cual afecta su salud y en especial a los niños debido a que dichos alimentos carecen de valor nutricional (Capurro y Huerta, 2016). Entonces la mejor vía para prevenir deficiencias nutricionales es el consumo de una dieta balanceada, adecuada en cuanto a calidad y cantidad de micronutrientes (Mildner y otros, 2012).

Por ello se debe diversificar productos alimentarios como los de panificación con la sustitución parcial de harina de trigo por harinas sucedáneas, que reúnen características apropiadas para ser utilizadas por el consumo humano; dentro de ello se encuentran los granos andinos de mayor rendimiento en las zonas andinas del Perú (Contreras, 2015).

La quinua destaca por su valor nutritivo (proteínas 12.5%), contenido de fibra dietética (5.0%) y rica en flavonoides; por ello es empleada por los habitantes de las comunidades campesinas de los andes como alimento, así como, por sus propiedades terapéuticas. Posee proteínas y aminoácidos como la metionina, fenilamina, treonina y valina, y contiene aproximadamente el doble de lisina respecto a otros granos cereales (Contreras, 2015).

La industria alimentaria busca darle uso a materias primas que son consideradas desecho o residuo, y más aún si éstos son ricos en algún componente de interés nutricional. La industria frutícola usa la pulpa de las frutas y el bagazo es el residuo que se elimina indiscriminadamente, lo cual puede ocasionar problemas ambientales (Gutiérrez, 2014). La cáscara,

semillas y bagazo de los cítricos tienen un contenido considerable de fibra dietética del tipo soluble, la cual tiene efectos benéficos a la salud, pues se relaciona con la disminución de glucosa y colesterol en sangre, e incremento en los movimientos peristálticos intestinales, a pesar de esto no han sido aprovechados industrialmente de manera adecuada (Romero y otros, 2011).

Las galletas constituyen un sector sustancial de la industria alimentaria, siendo uno de sus principales atractivos su variedad. Son uno de los productos de gran demanda y de bajo costo de producción, son alimentos que permiten saciar el hambre y hacer llegar a la población una propuesta alimenticia de alto valor nutritivo. Las galletas tradicionales se fabrican generalmente con harina de trigo pudiendo tener añadidas pequeñas cantidades de otras harinas o almidones, para conseguir sabores o propiedades estructurales especiales. Sin embargo, como la producción de galletas se ha extendido a países donde la harina de trigo no es muy abundante, o constituye una materia prima de importación costosa, es deseable considerar otros materiales feculentos que se pueden utilizar en su procesamiento o productos análogos; razón por la cual es imprescindible partir de las costumbres alimentarias regionales para evaluar la combinación de harinas sucedáneas (Pesantes, 2014).

El problema planteado fue:

¿Cuál será el efecto de la sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) (10, 15 y 20%) y residuos de pulpa de naranja en polvo (*Citrus sinensis*) (5, 10 y 15%) sobre el contenido de proteína, fibra cruda, color, firmeza, apariencia y aceptabilidad general en galletas dulces?

Los objetivos fueron:

Evaluar el efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo sobre el contenido de proteína, fibra cruda, color, firmeza, apariencia y aceptabilidad general en galletas dulces.

Determinar la sustitución de harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo que produzca el mayor contenido de proteína, fibra cruda, mejor color, firmeza, la mayor apariencia y aceptabilidad general de galletas dulces.

II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

2.1. Quinoa

2.1.1. Generalidades

La quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) es una planta alimenticia, dicotiledónea que alcanza alturas de 1 a 3 m. Presenta hojas anchas y con diferentes formas en la misma planta; el tallo comprende hojas lobuladas y quebradizas y puede presentar ramas; las flores son pequeñas y carecen de pétalos. Es considerada por los pueblos de los Andes como un grano sagrado debido a sus excelentes características nutricionales (García, 2011).

El grano es de un tamaño pequeño, y puede medir hasta 2.2 mm de diámetro. Se puede presentar de diversos colores: blanco, amarillo, anaranjado, rojo, café, negro o mixtura. Botánicamente se considera un aquenio. Formado por el perigonio que contiene la semilla y es muy fácil su obtención. La cubierta de la semilla se conoce como pericarpio, en donde se encuentra la saponina que es la sustancia que aporta el amargor, que debe ser lavada para su eliminación. Luego se encuentra la episperma que es una membrana delgada. El almidón está contenido en el perisperma y presenta un color blanco (García, 2011).

2.1.2. Composición y propiedades nutricionales de la quinoa

Una característica de la quinoa es que el grano es una fuente de proteínas de buena calidad. La calidad nutricional del grano es importante por su contenido y calidad proteínica, siendo rico en los aminoácidos lisina y azufrados. La quinoa posee un importante porcentaje de fibra dietética total, lo cual la convierte en un alimento ideal que actúa como un depurador del cuerpo, logrando eliminar toxinas y residuos que puedan dañar el organismo. Además, produce sensación de saciedad (Jara, 2009).

El contenido de proteína de la quinua varía entre 12.5 y 21.9%, según la variedad. Debido al contenido de aminoácidos esenciales de su proteína, la quinua es considerada como el único alimento del reino vegetal que provee todos estos aminoácidos, que se encuentran dentro de los estándares de nutrición humana establecidos por la FAO (FAO, 2011).

El balance de los aminoácidos de la proteína de la quinua es superior a la del trigo, soya y cebada, y es comparada favorablemente con la proteína de la leche (FAO, 2011). En el Cuadro 1, se presenta la composición química de la quinua en 100 g.

Cuadro 1. Composición química de la quinua

Composición	Cantidad
Energía calorífica (kJ)	1470
Agua (g)	11.5
Proteína (g)	13.6
Grasa total (g)	5.8
Carbohidratos totales (g)	66.6
Fibra dietética (g)	5.9
Cenizas (g)	2.5
Calcio (mg)	56
Fosforo (mg)	242
Hierro (mg)	7.50
Tiamina (mg)	0.48
Riboflavina (mg)	0.03
Niacina (mg)	1.40
Ácido ascórbico (mg)	0.50

Fuente: Reyes y otros (2017).

2.1.3. Variedades

La quinua cuenta con más de tres mil variedades o ecotipos tanto cultivadas como silvestres que se resumen en cinco categorías básicas según el gradiente altitudinal: ecotipos del nivel del mar, del altiplano, de valles interandinos, de los salares y de los yungas (FAO, 2011).

El Cuadro 2, se presenta las variedades comerciales obtenidas por mejoramiento genético a través de hibridaciones o selección.

2.1.4. Producción nacional

La quinua es un grano que se produce hace muchos siglos en el Perú, sin embargo, en los años noventa la producción cayó por debajo de las 20 mil t, pero a partir de los años 2000 empezó su revalorización alimenticia. En el año 2010 la producción superó las 40 mil t, en el 2012 pasa los 44.2 mil t, y en el 2016 llegó hasta 77.7 mil t (Ministerio de Agricultura y Riego, 2017).

2.1.5. Harina de quinua

La harina de quinua se obtiene a través de la molienda directa artesanal e indirecta convencional. Las características obtenidas por molienda artesanal se desconocen, generalmente es harina gruesa de color blanco opaco. La harina de quinua perlada es de color blanquecino, sin embargo, cuando el grano de quinua es sometido a lavado y acondicionado con temperatura y agua el color es oscuro debido a reacciones de oxidación (Mujica, 2006). En el Cuadro 3, se presenta la composición de la harina de quinua en 100 g.

Cuadro 2. Variedades comerciales de la quinua en Perú

Nombre de la variedad	Color de pericarpio	Color de episperma	Zonas de producción
INIA 431 – Altiplano	Crema	Blanco	Altiplano, Costa
INIA 427 - Amarilla			
Sacaca	Amarillo	Blanco	Valles Interandinos
INIA 420 - Negra			Altiplano, Valles Interandinos,
Collana	Gris	Negro	Costa
			Altiplano, Valles Interandinos,
INIA 415 – Pasankalla	Gris	Rojo	Costa
Illpa INIA	Crema	Blanco	Altiplano
			Altiplano, Valles Interandinos,
Salcedo INIA	Crema	Blanco	Costa
Quillahuaman INIA	Crema	Blanco	Valles Interandinos
Ayacuchana INIA	Crema	Blanco	Valles Interandinos
Amarilla Marangani	Anaranjado	Blanco	Valles Interandinos
Blanca de Juli	Crema	Blanco	Altiplano
Blanca de Junín	Crema	Blanco	Valles Interandinos, Costa
Cheweca	Crema	Blanco	Altiplano
Huacariz	Crema	Blanco	Valles Interandinos
Hualhuas	Crema	Blanco	Valles Interandinos
Huancayo	Crema	Blanco	Valles Interandinos
Kankolla	Crema	Blanco	Altiplano
Mantaro	Crema	Blanco	Valles Interandinos
Rosada de Junín	Crema	Blanco	Valles Interandinos
Rosada Taraco	Crema	Crema	Altiplano
Rosada de Yanamango	Crema	Blanco	Valles Interandinos

Fuente: Instituto Nacional de Innovación Agraria (2013)

Cuadro 3. Composición química de la harina de quinua

Composición	Cantidad
Energía calorífica (kJ)	1408
Agua (g)	11.7
Proteína (g)	12.4
Grasa total (g)	6.0
Carbohidratos totales (g)	67.2
Fibra dietética (g)	9.3
Cenizas (g)	2.8
Calcio (mg)	104
Fosforo (mg)	330
Hierro (mg)	9.65
Tiamina (mg)	0.19
Riboflavina (mg)	0.24
Niacina (mg)	0.68

Fuente: Reyes y otros (2017).

2.2. Naranja

2.2.1. Generalidades

Es un fruto cítrico de nombre científico *Citrus sinensis*, que consta de varios carpelos o gajos fáciles de separar, cada uno de los cuales contiene pulpa jugosa de color variable entre el anaranjado y el rojo; además, posee varias semillas y numerosas células jugosas, cubiertas por un exocarpo coriáceo o cáscara de color anaranjado cuyo interior es blanco, que contiene numerosas glándulas llenas de aceites esenciales (Sagarpa, 2012).

La naranja como todas las frutas cítricas presenta un 45% de zumo, 20 a 40% de cáscara y de 20 a 30% pulpa y semillas. Un 90% de su composición es agua con un 5% de azúcares (Allan y Vera, 2012).

2.2.2. Composición química y nutricional

En el Cuadro 4, se presenta la composición química y nutricional de la naranja por 100 g de porción comestible.

Cuadro 4. Composición química y nutricional de la naranja

Composición	Cantidad
Energía calorífica (kJ)	153.4
Carbohidratos	8.9
Fibra	2.3
Potasio	20
Magnesio	14.2
Calcio	4.1
Vitamina C	5.2
Ácido fólico	3.8
Provitamina A	4.9

Fuente: Allan y Vera (2012)

De su composición nutritiva, destaca su escaso valor energético, gracias a su elevado contenido en agua y su riqueza de vitamina C, ácido fólico y minerales como el potasio, el magnesio y calcio. Este último apenas se absorbe por el organismo. Contiene cantidades apreciables de β -caroteno, responsable de su color típico y conocido por sus propiedades antioxidantes; además de los ácidos málico, oxálico, tartárico y cítrico, esta última potencia la acción de la vitamina C. La cantidad de fibra es apreciable y ésta se encuentra sobre todo en la parte blanca entre la pulpa y la corteza, por lo que su consumo favorece el tránsito intestinal (Días, 2013).

2.2.3. Variedades

La mayoría de las variedades han surgido como mutaciones estables. Estas mutaciones son muy frecuentes en cítricos y se

estabilizan rápidamente. Se pueden considerar 3 tipos de variedades (Hernández, 2010).

- Navel. Frutos de grandes tamaños, muy precoces, con un ombligo en la zona opuesta al pedúnculo, fáciles de pelar y sin pepas. Destacan las siguientes Sub variedades: Lane Late, de piel fina y acanaladuras longitudinales alrededor del fruto; Navel, de corteza color rojo vivo; Navelate, con ombligo poco prominente, jugosa y muy dulce; Navelina, variedad muy productiva, de sabor dulce; Newhall, de características prácticamente idénticas a la variedad anterior, aunque alcanza un poco antes el índice de madurez, y Washington, variedad de fuerte implantación en España.
- Blancas. Producen frutos de buena calidad, de formas esféricas achatadas o elipsoidales, de tamaño medio a grande sin ombligo. Los frutos presentan coloración desde amarillo a naranja intenso. Destacan las siguientes Sub variedades: Salustiana, dulce e ideal para tomarla en jugo; Valencia Late, la variedad más importante en todo el mundo, con sabor un poco ácido.
- Sanguinas. Variedades muy productivas, similares a las blancas, pero se diferencian en que sintetizan pigmentos rojos (antocianinas) en la pulpa y, a veces, en la piel. El zumo posee un sabor especial, que recuerda al de las cerezas o frambuesas. En este grupo destacan las siguientes sub variedades: Maltaise, de gran calidad, con frutos de coloración externa naranja o algo rojiza y pulpa poco coloreada, sabor dulce característico; Sanguinelli, variedad española muy cultivada antiguamente, de corteza brillante y pigmentada, y pulpa con zumo color rojizo y sabor dulce característico.

A nivel nacional se producen las siguientes variedades: Valencia, Washington Navel, New Hall, Navel Late y lane Late, sin embargo, las más demandadas son la variedad Valencia utilizada por lo general para jugo y Washington Navel para consumo diario (de mesa). La producción está concentrada principalmente en la sierra central (región Junín). A nivel nacional se cuenta con 62 696 ha instaladas de cítricos entre naranjas, mandarinas, tangelo y limones (Ministerio de Agricultura, 2016).

2.2.4. Producción nacional

La producción nacional de la naranja ha venido creciendo, aunque no de una manera ininterrumpida debido a condiciones climáticas y factores de cosechado, en el año 2016 se obtuvo 54.11 mil t. La región Junín ha sido tradicionalmente la principal productora de naranja en el Perú con aproximadamente el 48% de la producción (Ministerio de Agricultura, 2016).

2.3. Harinas sucedáneas y compuestas

Las harinas sucedáneas son aquellas obtenidas como resultado de la molienda de cereales, tubérculos, raíces, leguminosas y otras que reúnan características apropiadas para ser utilizadas en el consumo humano. La designación de "harina" es exclusiva del proceso obtenido de la molienda de trigo. La denominación de cada harina sucedánea se formará añadiendo al término harina el nombre de la materia prima que se trate. Las harinas sucedáneas deberán estar libres de toda sustancia o cuerpo toxico extraño a su naturaleza excepto los aditivos debidamente autorizados. Las harinas no deberán proceder de materias primas en mal estado de conservación (Indecopi, 1976).

En nuestro país se viene estudiando el uso de harinas sucedáneas desde 1970, y se han propuesto harinas procedentes de diferentes

materias primas con la finalidad de incorporarlas en la harina de trigo. Dentro de este contexto se están realizando estudios en una gran variedad de cultivos, destacando los granos andinos como la quinua, kañihua y principalmente la kiwicha, los cuales pueden ser empleados como materia prima para la producción de harinas compuestas (Zumarán e Yglesias, 2013).

Las harinas compuestas son el producto obtenido de la mezcla de dos harinas sucedáneas o de estas con harina de trigo (Indecopi, 1976). Se han realizado trabajos de investigación en panificación utilizando papa, camote, yuca, maíz, soya como sustitución parcial del trigo. Todos ellos tratan de encontrar el nivel óptimo de sustitución de harinas de trigo por las harinas sucedáneas. Estos sustitutos generalmente siguen las pautas de la Asociación de Químicos Cerealistas (A.A.C.C.) (Peralta y Malmorejo, 2011).

2.4. Subproductos agroindustriales

2.4.1. Generalidades

En un mundo que cambia rápidamente, con la alteración de los hábitos alimenticios y estilos de vida estresantes, es cada vez más reconocido que un sistema digestivo saludable es esencial para la calidad de vida global, la fibra dietética juega un papel importante en la reducción de los riesgos de muchos trastornos como el estreñimiento intestinal, la diabetes, las enfermedades cardiovasculares y la obesidad, además, puede reducir la secreción de insulina por la reducción de la velocidad de absorción de nutrientes después de una comida, una propiedad que está particularmente asociada a la fracción soluble de la fibra. Experimentalmente, dietas con alto contenido de fibra tienden a aumentar la sensibilidad a la insulina y el peso corporal disminuye (Romero y otros, 2011).

El desarrollo de nuevos productos con gran contenido de fibra dietética es un área estratégica para la industria alimentaria. Los consumidores exigen alimentos que muestren dos propiedades principales: la primera se refiere a los tradicionales aspectos nutricionales de los alimentos, mientras que, como segunda característica, se esperan beneficios adicionales para la salud de su ingestión regular. Los alimentos que cumplen con estos requisitos son a menudo llamados alimentos funcionales o nutraceuticos (Romero y otros, 2011).

Los subproductos generados durante el procesamiento de alimentos constituyen un problema económico y medioambiental, considerado una prometedora fuente de compuestos funcionales. Son muchos los frutos, por ejemplo, naranja, manzana y melocotón, que son utilizados para la extracción de sus jugos. Todos ellos contienen un producto a partir de la cual se pueden recuperar diferentes compuestos de alto valor añadido; es notable la fracción de fibra dietética que tiene un gran potencial en la elaboración de alimentos funcionales. Subproductos de cítricos como naranja y limón, son abundantes y baratos, también constituyen una fuente importante de fibra, ya que son muy ricos en pectinas. Otras frutas como uvas, manzanas, plátanos, mangos, guayaba, etc., que son principalmente comercializados en forma procesada, originan grandes cantidades de subproductos consistentes en las cáscaras, huesos y semillas. Este material puede ser un factor restrictivo para la comercialización de estos productos, si no es recuperado útilmente, porque representa pérdidas significativas con respecto a la materia prima, lo que aumenta considerablemente el precio de los productos transformados (Sharoba y otros, 2013).

En las características de sabor, color y olor, la fibra tiene una composición equilibrada y una adecuada cantidad de compuestos

bioactivos asociados; tienen una buena vida útil; es compatible con el procesamiento de alimentos; tiene los esperados efectos fisiológicos. Cuando las fibras vegetales se añaden a un producto alimenticio, contribuyen a las propiedades de retención de agua y la viscosidad del producto. La fibra dietética de los cereales se utiliza con más frecuencia que el de las frutas; sin embargo, la fibra de la fruta tiene mejor calidad debido al mayor contenido de fracción soluble y total, la capacidad de retención de agua y aceite, así como, un menor contenido calórico. Por lo tanto, se hace necesario desarrollar procesos para la obtención de fibras de fruta que minimicen las pérdidas de compuestos bioactivos asociados que pueden tener mayores efectos de promoción de la salud de la fibra dietética en sí (Sharoba y otros, 2013).

2.4.2. Subproductos agroindustriales en panificación

Entre las tendencias alimentarias actuales, el consumo de productos alimenticios con contenido reducido de carbohidratos digeribles ha ganado popularidad. La fibra dietética es un ingrediente alimenticio que no es digerible ni se absorbe en el intestino delgado del ser humano. El desarrollo de nuevos productos con contenidos sustanciales de fibra dietética es un área estratégica para la industria alimentaria (Romero y otros, 2011).

El sector de panificación (integrado por los productores de pan, centros de investigación, proveedores de ingredientes, etc.) inmerso en esta dinámica que dictan los mercados, no queda exento, está adecuando sus procesos y poniendo énfasis en el desarrollo de nuevos productos que satisfagan estas demandas del consumidor (Cano, 2008).

En el mercado existen fibras de diferente origen que pueden ser adicionadas a las formulaciones de panificación, se han desarrollado

fibras a partir de arroz, almendra y polvos de frutas, con la finalidad de mejorar la textura, sabor, color y aroma. Por ejemplo, la fibra de arroz incrementa el volumen específico de masas, la cantidad de agua retenida y extiende la vida de anaquel de los productos panificados frescos (Cano, 2008); así mismo, se han realizado diversos estudios para obtener y evaluar la composición de productos ricos en fibra dietética obtenidos a partir de subproductos de diversas fuentes vegetales como maracuyá, manzanas, peras, naranjas, melocotones, alcachofas, espárragos, limón, grosella negra, pera, cereza y zanahoria; con la finalidad de emplearlas en el procesamiento de alimentos (Romero y otros, 2011).

Las fuentes importantes de fibra dietética son los cereales, leguminosas, frutas (tropicales), verduras, nueces y semillas. Estas fuentes incluyen cítricos, ya que exhibe un contenido de fibra entre 25 a 70%. El 50% de la fruta de naranja es jugo, y el otro 50% es la cáscara, albedo, sacos y semillas, que contienen una cantidad variable de fibra, por lo tanto, una fuente importante de fibra dietética de los cítricos es el residuo de la industria del jugo de naranja (Romero y otros, 2011). La fibra de cítricos se puede obtener a partir de partes comestibles y absorbe altos niveles de agua (hasta 12 veces su peso) en productos horneados, productos cárnicos, avícolas y salsas. Además, la cáscara de cítricos es una fuente rica en fibra y antioxidantes, pero los altos niveles de compuestos astringentes lo hacen inadecuado para el consumo humano; sin embargo a partir de ellos se han elaborado insumos tales como; harinas cítricas, pectina cítrica, aceites esenciales, pigmentos y productos cítricos especiales; así, como compuestos bioactivos que tienen efectos benéficos sobre la salud, tales como la fibra, y los polifenoles en especial los flavonoides (Rincón y otros, 2007).

2.4.3. Polvos de subproductos agroindustriales

El conocimiento científico de la importancia de los diversos ingredientes de alimentos (nutrientes) para la prevención y tratamiento de enfermedades específicas se acumulan rápidamente, la obtención de polvos o concentrados de fibra dietética provenientes de subproductos de frutas y hortalizas es considerable debido a la presencia de compuestos bioactivos como: los polifenoles, flavonoides, carotenoides, etc., que presentan una marcada actividad antioxidante y propiedades anticarcinogénicas y antimutagénicas (Larrauri, 1999).

El proceso de elaboración de polvos de frutas u hortalizas es diferente en función de la fruta u hortaliza procesada; no obstante, en la mayoría de los casos se suceden las etapas de lavado, troceado o triturado y secado (Neacsu y otros, 2015).

Larrauri (1999), menciona que los polvos se obtienen mediante procesos tecnológicos como los que se señalan a continuación:

- Reducción de partículas. Un tamaño adecuado de partícula en la materia prima fresca facilita las etapas de lavado y secado. Por otro lado, el excesivo tamaño de partículas no facilita la eliminación de componentes no deseados (tales como azúcares) durante el lavado y, debido a esto, un tiempo de secado mayor también será necesario. Diferentes tamaños de partícula en la molienda se han utilizado (0.6 a 2.0 cm), lo que podría variar en relación con los procedimientos desarrollados y del tipo de muestras a trabajar.
- Lavado. La eliminación selectiva de los compuestos indeseables asociados a la fibra dietética, y de potenciales microorganismos patógenos, son los principales objetivos de esta operación. La pérdida de componentes de fibra soluble como la pectina puede ocurrir. La remoción de azúcares de la materia prima contribuye

al secado, y se reduce el color oscuro en el producto. También se obtiene un menor valor calórico y solubilización de compuestos de fibra dietética insoluble.

- Deshidratado. La eliminación de agua de lavado es necesario antes del secado por medio de prensado, pulpeado u otros procesos. El secado es el principal paso y más caro en la producción de polvos de fibra dietética. Este incrementa la vida útil del producto sin la adición de ningún conservante químico y reduce los costos tanto del tamaño de envase y transporte. Criterios que se debe tener en cuenta para escoger el método de secado son las propiedades físicas y químicas de los productos, conservación de la energía, optimización del espacio, reducción de la contaminación del aire y rendimiento aceptable de costo de capital. El secador de doble tambor es el método más favorable, teniendo en cuenta tanto el capital y costos de operación. Sin embargo, la calidad del producto es cuestionable porque la aglomeración o el oscurecimiento excesivo del producto pueden tener lugar.
- Molienda. La mayoría de las fibras se muelen para mejorar la aceptabilidad en los productos alimenticios finales y las fracciones obtenidas pueden tener una composición química diferente, dependiendo del origen del material y la estructura de la pared celular. La molienda puede afectar las características de hidratación de las fibras, así como, la textura, apariencia y la calidad del alimento al que se añaden, dependiendo de su composición química y estructura física.
- Tamizado. Esta operación se realiza para uniformizar el tamaño de partículas.

2.4.4. Polvo de naranja (Citri-fi)

Citri-fi es un ingrediente alimentario funcional completamente natural, fabricado a base de pulpa o cáscaras de cítricos, es especialmente adecuado para el control de la migración de humedad, la mejora de los rendimientos, en sustitución de la grasa y reducir el costo de una amplia variedad de productos alimenticios. La capacidad de retención de agua del Citri-fi es realmente notable, ya que no sólo la retiene, sino que la une y no la libera con el tiempo (incluso a través de las condiciones de congelación y descongelación). La superior funcionalidad de agua vinculante que presenta esta fibra hace que sea un excelente sustituto de grasa natural que mantiene el sabor y textura, además de reducir los costos (Fiberstar, 2018).

Los diferentes productos en polvo ricos en fibra se diferencian por su composición y tamaño de partícula. Los productos tienen una gran versatilidad en el ámbito de aplicación que incluye, carne, panadería, bebidas, salsa y aderezos, alimentos preparados, productos lácteos, sopas, frutas y verduras, alimentos para mascotas y otras aplicaciones (Fiberstar, 2018).

En galletas es adecuado utilizar el producto Citri-Fi® 100 a base de pulpa de naranja o Citri-Fi® 125 a base de cáscara de naranja, el cual ayuda en la retención de humedad, reducción de grasa, fortalece y mejora la textura (Fiberstar, 2018). En el cuadro 5, se presenta la composición química de Citri-fi®100 (residuos de pulpa de naranja en polvo) en 100g.

2.5. Fibra dietética

Prosky en 1985 definió a la fibra dietética como los polisacáridos y lignina que no son digeridos por enzimas humanas y animales. Actualmente se aceptan términos como almidones resistentes y polisacáridos no

amiláceos para identificar los componentes de la fibra dietaría (García y otros, 2008).

La fibra dietética puede clasificarse en dos grandes grupos de acuerdo con su solubilidad: la fibra soluble (pectinas, gomas, mucílagos y algunas hemicelulosas) y la fibra insoluble (celulosa, hemicelulosas, lignina) (Aguilar, 2014).

La fibra soluble (FS) forma una dispersión en agua; la cual conlleva a la formación de geles viscosos en el tracto gastrointestinal, que tienen la propiedad de retardar la evacuación gástrica, puede ser saludable en algunos casos, haciendo más eficiente la digestión y absorción de alimentos y generando mayor saciedad. Este tipo de fibra es altamente fermentable y se asocia con el metabolismo de carbohidratos y lípidos, mientras que la fibra insoluble (FI) no se dispersa en agua, está compuesto de celulosa, hemicelulosas (Arabinoxilanos y Arabinogalactanos) y ligninas, las fuentes de este tipo de fibra se pueden encontrar mayoritariamente en verduras, cereales, leguminosas y en frutas (Matos y Chambilla, 2010). La mayoría de los alimentos tienen una mezcla de ambos tipos de fibra. El contenido medio de fibra soluble en algunos alimentos, expresado como porcentaje del contenido total de fibra, es el siguiente: 32% en cereales, 32% en verduras y hortalizas, 25% en leguminosas y 38% en frutas (Aguilar, 2014).

La fibra dietética para su uso en la industria alimentaria como aditivo, depende mucho de sus propiedades funcionales, como la capacidad de retención de agua, capacidad de retención de aceite, capacidad de hinchamiento y el tamaño de partícula, siendo la retención de agua la que determina el nivel óptimo de su uso (Sánchez y Matos, 2011). En el Cuadro 6, se presenta el contenido de fibra dietética de residuos agroindustriales.

Cuadro 5. Composición química de Citri-fi®100

Composición	Cantidad
Energía Calorífica (kJ)	9.46
Proteína (g)	8.15
Agua (g)	7.42
Grasa total (g)	1.05
Cenizas (g)	2.65
Carbohidratos totales (g)	80.73
Azúcares (g)	7.36
Fibra dietética total (g)	68.2
Fibra soluble (g)	33.3
Fibra insoluble (g)	34.9

Fuente: Fiberstar (2018)

Cuadro 6. Contenido de fibra dietética de residuos agroindustriales

Residuo agroindustrial	Fibra dietética total (FDT) (%)	Fibra dietética soluble (FDS) (%)	Fibra dietética insoluble (FDI) (%)
Cáscara de mango	14.45	1.17	13.28
Cáscara de naranja	9.58	2.13	7.45
Polvo de cáscara de mango	59.24	3.11	56.13
Polvo de cáscara de naranja	49.8	2.13	47.67
Polvo de cáscara de piña	65	19.5	45.5
Cáscara de plátano	38.7	30.5	8.3
Salvado de arroz	27.04	-	-
Cáscara de limón	65.42	-	-

Fuente: Alarcón y otros (2013)

2.6. Fibra cruda

Es necesario hacer una clara distinción entre la fibra cruda y la fibra dietética. La primera es la que se presenta generalmente en las tablas de composición de los alimentos como valor proximal de contenido de fibra y que se determina analíticamente sometiendo los productos a un tratamiento en caliente con ácido clorhídrico y posteriormente con hidróxido de sodio; en estas condiciones se pierde una fracción importante de polisacáridos que sí se incluyen en la fibra dietética, la cual representa el contenido total de los polímeros antes indicados. En términos generales, la determinación de fibra cruda provoca la pérdida de 70-80% de la hemicelulosa, de 30-50% de la celulosa y hasta 90% de la lignina. Van Soest y Wine, del Agricultural Research Service del USDA, introdujeron un nuevo concepto del significado de fibra cruda, determinándola mediante el uso de detergentes neutros, que separan todos los constituyentes nutricionales solubles y disponibles de aquellos que dependen de la fermentación microbiana para su aprovechamiento; el detergente aumenta la solubilidad de la proteína y trabaja a un rango de pH al cual la solubilidad de la lignina y la hemicelulosa es prácticamente nula. Este método no puede considerarse como una alternativa de la digestión ácido-alcalina ya que los resultados no son comparables, sin embargo, proporciona una idea más precisa del valor nutritivo para el hombre y los animales, especialmente monogástricos, de los alimentos de origen vegetal (Badui, 2006).

2.7. Galletas

2.7.1. Generalidades

Son productos que no requieren preparación previa, de la cual el ingrediente característico es el cereal molido, ya sea que contenga o no carbohidratos edulcorantes, pero que excluye a los bizcochos o al pan. Las galletas son los productos de consistencia más o menos dura y crocante, de forma variable, obtenidos por el cocimiento de masas preparadas con harinas, con o sin leudantes, leche, féculas, sal,

huevos, agua potable, azúcar, mantequilla, grasas, saborizantes, colorantes y otros ingredientes autorizados (Indecopi, 1992).

Las galletas constituyen un complemento apetitoso de la ración alimentaria diaria, con un aporte secundario a la nutrición general. Por su naturaleza, son productos alimenticios cuyo consumo se realiza preferentemente en el desayuno y la merienda o en determinados momentos del día, ya que suponen un aporte de energía modulable. La composición es muy variable según el tipo de galleta (dulce o salada) (Hernández, 2010).

Los ingredientes básicos utilizados en la elaboración de galletas son harinas de trigo blando, huevos, leche y derivados además de un gran número de aditivos (emulsionantes, saborizantes, antioxidantes y conservadores). La elaboración de galletas incluye una primera etapa de mezcla y dispersión de ingredientes sólidos y líquidos, posteriormente el amasado, laminación, reposo y cocción (Hernández, 2010).

2.7.2. Clasificación

Según INDECOPI (1992), las galletas se clasifican:

Por su sabor:

- Saladas
- Dulces
- Sabores especiales

Por su presentación:

- Simples: Cuando el producto se presenta sin ningún agregado posterior luego de cocido.

- Rellenas: Cuando entre dos galletas se coloca un relleno apropiado.
- Revestidas: Cuando exteriormente presenta un revestimiento o baño apropiado pudiendo ser simple o rellenas.

2.7.3. Proceso de elaboración de galletas

Al igual que existen numerosas formulaciones de galletas, también existen diversos procesos para formar la masa de galleta. La masa es el estado intermedio entre la harina y el producto terminado. La calidad de la masa queda determinada por la cantidad y calidad de los ingredientes empleados. Cada masa tiene unas cualidades particulares de elasticidad y moldeabilidad, es decir, una determinada consistencia (Otiniano, 2019).

A continuación, se describen las principales etapas en la elaboración de galletas según Hinostroza (2014):

a. Mezclado

Existen fundamentalmente tres métodos empleados en la elaboración de galletas;

- Método de cremado (Creaming method)

Los ingredientes son mezclados con la grasa a fin de obtener una crema, prosiguiéndose con la adición de harina, pudiendo realizarse esta en dos o tres etapas. El de dos etapas consiste en mezclar todos los ingredientes incluyendo el agua (a menudo como agente emulsificante) con excepción de la harina y el agente químico durante 4 a 10 min de acuerdo con el tipo y velocidad del mezclador; posteriormente se añade el bicarbonato de sodio y harina continuando con el mezclado hasta adquirir una consistencia deseada. En el caso de tres etapas, se mezcla la grasa, azúcar, jarabe, líquido (leche o

agua), cocoa, etc. hasta obtener una crema suave, agregándose el emulsificador y mayor cantidad de agua. Posteriormente se añade la sal, saborizante, colorante, el resto de agua mezclándose seguidamente con el propósito de mantener la crema y finalmente la harina, los agentes químicos y los otros ingredientes.

- Método de mezclado “Todo en uno”

Todos los ingredientes son mezclados en una sola etapa incluyendo el agua; parte del agua se utiliza para disolver los agentes químicos, saborizantes, colorantes, prosiguiéndose con el mezclado hasta obtener una masa satisfactoria.

- Método del Amasado

Consta de dos etapas: primero, la grasa, azúcar, jarabes, harinas y ácidos son mezclados hasta obtener una crema corta. Luego se añade agua (y/o leche) conteniendo los agentes alcalinos, sal, etc. mezclándose hasta alcanzar una masa homogénea. En la primera etapa, la harina es cubierta con la crema para actuar como una barrera contra el agua, formando el gluten con la proteína.

b. Laminado

La laminación de la masa consiste en la formación de una película continua y homogénea con la superficie lisa.

Zegarra (2015) recomienda que la masa preparada para poder ser laminada no debe enfriarse y debe usarse sin demora. La masa de recortes debe mezclarse íntimamente con el resto de la masa en la laminadora, o incorporarse de forma dosificada por la parte inferior de la lámina. La mala técnica de incorporación de la masa de recorte, especialmente si está fría, estropeará la lámina nueva.

c. Moldeado

Existen dos formas para realizar el moldeado, una es mediante el corte de una masa laminada en trozos de tamaño y de forma

adecuada y la otra es utilizando moldes. En el moldeado de la galleta, el peso y tensiones de la masa son parámetros que afectan las características finales de este producto por lo que es una operación en la que el productor debe prestar mucha atención (Zegarra, 2015).

d. Horneado

En el proceso de horneado se producen numerosos cambios que modifican radicalmente la estructura de la galleta como son la desnaturalización proteica, la fusión de la grasa, las reacciones de Maillard, la evaporación del agua y la expansión de gases (Chevallier y otros 2002).

Durante el proceso de horneado se elimina casi toda la humedad llegando a tener entre 2.5 a 3.0%, esta pérdida está relacionada con la temperatura en superficie, el proceso de cocción para galletas es corto, puede durar hasta 15 min dependiendo del tipo de galleta. La temperatura del horno puede variar entre 160, 180 y 200°C, según la temperatura que se aplique se obtendrán cambios en la estructura (Zegarra, 2015).

Zegarra (2015) menciona que durante el horneado se producen las siguientes variaciones:

- Disminución de la densidad del producto, unida al desarrollo de una textura abierta y porosa.
- Disminución del nivel de humedad hasta 1 a 5%, la pérdida de humedad en la superficie de la galleta está relacionada con la temperatura en superficie.
- Cambio de color en la superficie.
- Derretimiento de la grasa y la formación del gas que ocasiona la expansión de las galletas, aumentando su tamaño.
- Gelatinización del almidón.

- Coagulación de las proteínas.
- e. Enfriado
- Las galletas necesitan enfriarse para terminar de perder humedad y volverse más rígidas (Desamparados, 2015).

2.8. Ingredientes en la elaboración de la galleta

2.8.1. Harina

La harina es el principal componente en la confección o elaboración de toda clase de productos de pastelería y galletería, y, entre las harinas empleadas, la primordial es siempre la de trigo (Montes, 2014). En el Cuadro 7, se presenta la composición química de la harina de trigo.

Cuadro 7. Composición química de la harina de trigo

Composición	Cantidad
Energía calorífica (kJ)	1517
Agua (g)	10.8
Proteína (g)	10.5
Grasa total (g)	2.0
Carbohidratos totales (g)	76.3
Fibra dietética (g)	2.7
Cenizas (g)	0.4
Calcio (mg)	36
Fosforo (mg)	108
Hierro (mg)	5.50
Tiamina (mg)	0.50
Riboflavina (mg)	0.40
Niacina (mg)	4.80
Ácido ascórbico (mg)	1.80

Fuente: Reyes y Otros (2017).

Las harinas blandas son indispensables para la elaboración de galletas, estas harinas se obtienen normalmente a partir de los trigos

blandos. Su contenido proteico es normalmente inferior al 10%. La masa que se obtiene es menos elástica y resistente al estiramiento que la masa obtenida con harina fuerte (más del 10% de proteínas). Las proteínas del gluten pueden separarse en función de su solubilidad. Para la elaboración de esta harina, se utilizan trigos suaves, los cuales se caracterizan por poseer una granulometría muy fina, bajo nivel de cenizas, color blanco intenso, bajo contenido proteico, sus características reológicas brindan mayor extensibilidad y mínima tenacidad (Cabeza, 2009).

Las harinas pueden dividirse en dos grupos, en harinas duras y suaves (Beltrán y Puerto, 2006).

Harinas duras. Se utilizan para elaborar pastas alimenticias (Tejero, 2012). Este tipo de harinas tienen un alto contenido de proteínas como el trigo rojo duro de invierno y rojo duro de primavera. Hay cuatro clases de harinas:

- Integral. Es aquella que contiene todas las partes del trigo.
- Completas. Son las más corrientes en nuestro país, aquellas harinas que se obtienen al moler el trigo separando solo el salvado y el germen.
- Patente. Es la mejor harina que se obtiene hacia el centro del endospermo, tiene la mejor calidad panificadora, es blanca y tiene poca ceniza.
- Clara. Es la porción de harina que queda después de separar la patente. En algunas regiones se le llama harina segunda. Es más oscura y contiene más cenizas.

Harinas suaves. Son aquellas que tienen bajo contenido de proteínas como el trigo blando rojo de invierno. Se utiliza para galletas y bizcochos. En algunos sistemas de molienda, es posible obtener del mismo trigo un tipo de harina con alto

contenido de proteína y otro tipo de harina con baja proteína (Beltrán y Puerto, 2006).

2.8.2. Azúcar

La función básica del azúcar es contribuir al sabor dulce y a la suavidad de los productos horneados. Cuando se utilizan en baja proporción no tiene efecto sobre la estructura, pero si la proporción es igual o mayor que la harina, modifica los caracteres del amasado. El azúcar no se disuelve, totalmente y la proporción no disuelta interfiere el desarrollo del gluten, haciéndolo más grueso y resistente. También sirve como medio para incorporar aire a través del batido, que puede hacerse con una grasa o con huevos, facilitando el levantamiento posterior de la masa (Capurro y Huerta, 2016).

2.8.3. Grasas

Las grasas desempeñan una misión antiglutinante en las masas, contribuyen a su plasticidad y su adición suaviza la masa y actúa como lubricante. Las grasas juegan un papel importante en la textura de las galletas, ya que las galletas resultan menos duras de lo que serían sin ellas. La grasa contribuye, igualmente, a un aumento de la longitud y una reducción en grosor y peso de las galletas, que se caracterizan por una estructura fragmentable, fácil de romper (Calaveras, 2004).

2.8.4. Sal

La sal usada en la industria galletera debe ser pura y de grano fino, preferentemente sal marina. La ausencia de sal produce masas pegajosas y muy blandas, por lo que la sal mantiene firme la masa (Calaveras, 2004) y por tanto la de gluten, sin sal la red de gluten es menos fuerte, se rompe la red de gluten y la masa no se encoge tanto y permanece más redonda tras el moldeo. Por lo tanto, el efecto de la sal podría atribuirse al endurecimiento del gluten (Narpinder y otros, 2002).

2.8.5. Huevo

La función principal del huevo es la de actuar como alimento de unión y aumentar la consistencia del producto. La yema aporta proteínas que son capaces de unir y las grasas pueden interferir el desarrollo del gluten, lo que significa que se producen ambos fenómenos pudiendo predominar uno sobre otro, determinado por la presencia de los demás componentes. Son sustancias que se aplican a los amasados, a fin de dar lugar, a la aparición de una estructura esponjosa y aumento de volumen. Esto se debe a la existencia de burbujas de gas en la masa que durante el horneado se expanden, las proteínas, coagulan y fijan la estructura (Pesantes, 2014).

El huevo es un alimento de primer orden presente en la mayoría de las preparaciones de panadería y pastelería, sin descuidar las cualidades que presenta en la cocina, pues da al producto final un valor nutritivo superior, además de color y textura de primera, gozando de vitaminas A, D y E; calcio, fósforo, hierro, grasa, tiamina, riboflavina y otros componentes necesarios para un buen desarrollo del hombre (Calaveras, 2004).

2.8.6. Polvo de hornear

Los bicarbonatos son agentes gasificantes que presentan un elemento alcalino. También se les denomina levaduras químicas. Su función principal es la de generar gas para aumentar el volumen final de la pieza antes de terminar la cocción con la desnaturalización de las proteínas. Se encuentra lo más a menudo posible en panes rápidos como las crepes, las galletas y los molletes (Narpinder y otros, 2002).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

Las pruebas experimentales y los análisis se realizaron en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos y Planta Piloto de la Escuela de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego.

3.2. Materiales

- Harina de trigo (*Triticum aestivum*) tipo soft. Marca Blanca Flor – Alicorp S.A.A. Adquirido del supermercado Tottus.
- Citri-Fi®100. Pulpa de naranja en polvo (*Citrus sinensis*). Marca Citri-Fi. Adquirido de Alitecno Perú S.A.C.
- Granos de quinua blanca (*Chenopodium quinoa* Willd). Marca Vidandina – BDC Vida S.A.C. Adquirido del supermercado Metro.
- Azúcar blanca granulada. Marca Cartavio S.A.
- Manteca vegetal industrial. Marca Famosa Alicorp S.A.A.
- Leche en polvo descremada. Marca Suman E.I.R.L
- Bicarbonato de sodio. Marca Montana S.A.
- Bicarbonato de amonio. Marca Montana S.A.
- Emulsionante. Marca Puratos S.A.C
- Cloruro de sodio. Marca Emsal
- Aceite vegetal. Marca Arcor S.A.

Reactivos:

- Sulfato cúprico
- Sulfato de potasio
- Ácido sulfúrico concentrado (98% – 99%)
- Ácido bórico (4%)
- Ácido Clorhídrico (0.1N)
- Hidróxido de sodio (40%)
- Rojo de metilo

- Verde de Bromocresol
- Ácido Sulfúrico (1.25%)
- Hidróxido de Sodio (1.25%)
- Etanol (96%)

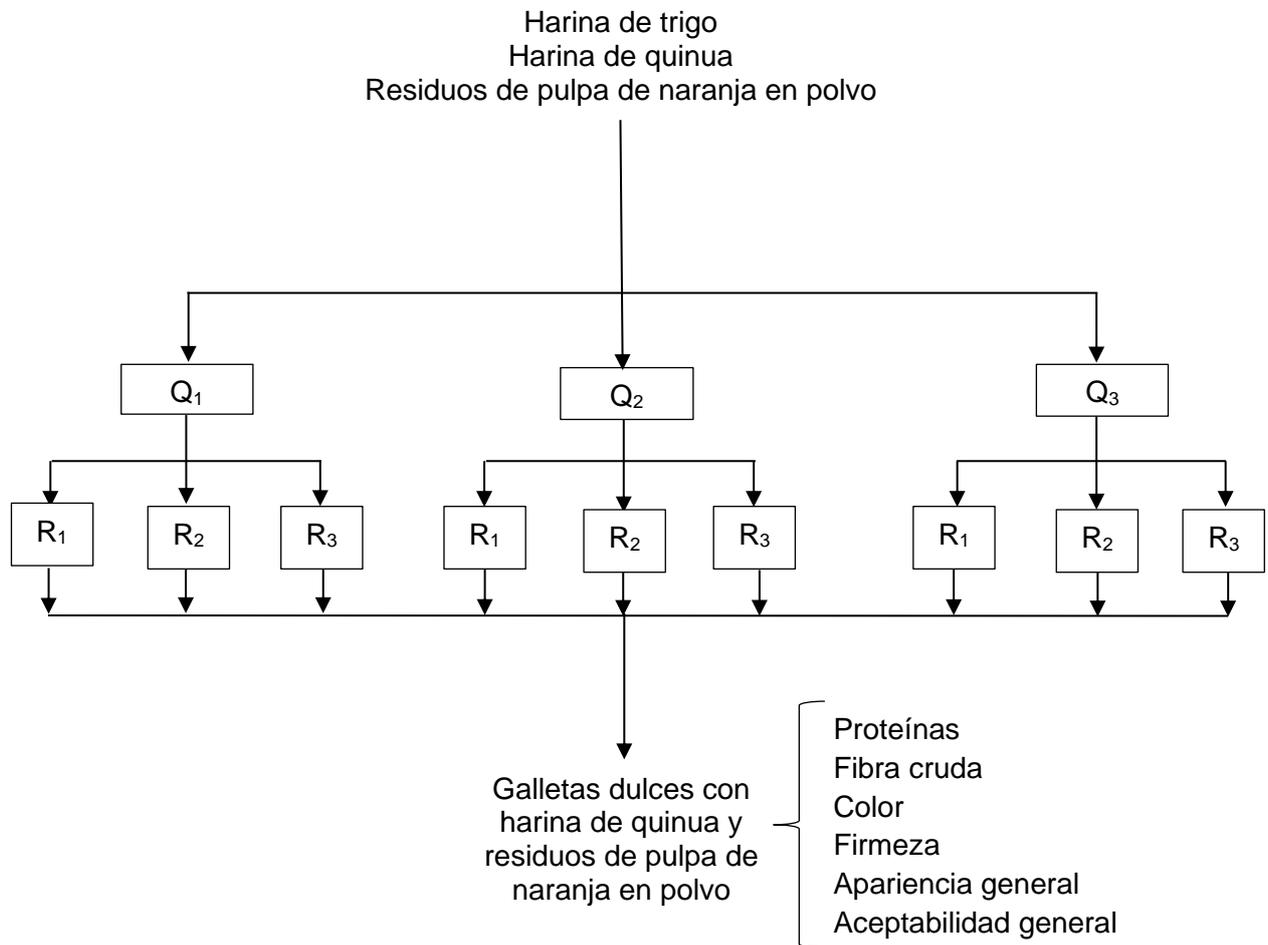
3.3. Equipos e instrumentos

- Colorímetro Konica–Minolta. Modelo CR – 400.
- Amasadora, sobadora. Marca Nova, modelo K25 (cap. 40 kg).
- Batidora planetaria. Marca Nova, modelo 15L (capacidad 15 L).
- Divisora de masa. Marca Nova, modelo 30M (capacidad 3 kg).
- Cámara de fermentación. Marca Nova, modelo MAX 750.
- Horno rotativo de 15 bandejas. Marca Nova, modelo MAX 750.
- Balanza. Marca Alexander Mobba (capacidad 60 kg, sensibilidad 0.01 kg).
- Balanza analítica. Marca Mettler Toledo Modelo EK-610 (capacidad 500g, sensibilidad 0.01 g).
- Estufa. Marca Memmert. Rango 30-210 °C.
- Equipo microkjeldhal. Marca Selecta.
- Molino de martillos. Marca S&S Megatek S.A.C.
- Equipo de filtración con bomba de vacío.

3.4. Metodología

3.4.1. Esquema experimental para la investigación de galletas dulces con sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo

En la Figura 1, se muestra el esquema experimental para la la obtención y evaluación de galletas dulces. Las variables independientes fueron la sustitución de harina de trigo por harina de quinua (10, 15 y 20%) y residuos de pulpa de naranja en polvo (5, 10 y 15%); las variables dependientes son el contenido de proteína, fibra cruda, color, firmeza, apariencia y aceptabilidad general.



Leyenda:

Q₁: sustitución de harina de quinua al 10%

Q₂: sustitución de harina de quinua al 15%

Q₃: sustitución de harina de quinua al 20%

R₁: sustitución de residuos de pulpa de naranja en polvo al 5%

R₂: sustitución de residuos de pulpa de naranja en polvo al 10%

R₃: sustitución de residuos de pulpa de naranja en polvo al 15%

Figura 1. Esquema experimental para la investigación de galletas dulces con sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo

3.4.2. Procedimiento para la elaboración de la harina de quinua

En la Figura 2, se muestra el diagrama de flujo para la elaboración de la harina de quinua.

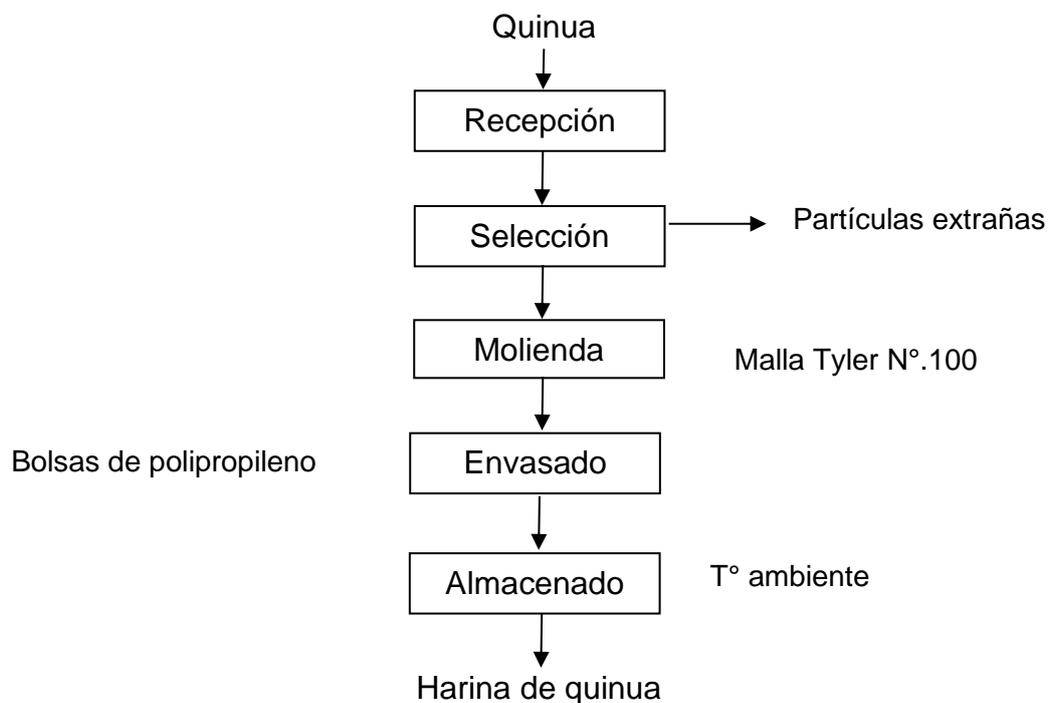


Figura 2. Esquema experimental para la obtención de la harina de quinua

A continuación, se describe cada una de las etapas para la elaboración de la harina de quinua según, Sanhueza (2007).

Recepción. Las semillas de quinua lavada se llevaron a los laboratorios de Industrias Alimentarias.

Selección. Se retiraron las partículas extrañas que pudieran existir como piedrecillas, restos de plantas u otras semillas.

Molienda. Las semillas seleccionadas se llevaron a un molino de martillos que cuenta con una malla Tyler N°100 (150 μm) reduciendo el tamaño de las partículas.

Envasado. La harina molida fue almacenada en bolsas de polipropileno de alta densidad, que fueron selladas térmicamente con una selladora eléctrica manual.

Almacenado. Se almacenó a temperatura ambiente hasta la elaboración de las galletas.

3.4.3. Formulación de las galletas dulces

En el Cuadro 8, se presenta la formulación de las galletas dulces con harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo (Pimentel, 2015), con modificaciones. En el anexo 1, se encuentra la formulación completa.

Cuadro 8. Formulación de las galletas dulces con harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo

Ingredientes	Formulación Base	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3
	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)
Harina de trigo (*)	45.7	38.8	34.3	29.7
Harina de quinua	0.0	4.6	6.9	9.1
Residuos de pulpa de naranja en polvo	0.0	2.3	4.6	6.9
Azúcar	27.5	27.5	27.5	27.5
Manteca vegetal	13.7	13.7	13.7	13.7
Agua	10.4	10.4	10.4	10.4
Leche descremada	1.4	1.4	1.4	1.4
Bicarbonato de sodio	0.5	0.5	0.5	0.5
Cloruro de sodio	0.4	0.4	0.4	0.4
Bicarbonato de amonio	0.3	0.3	0.3	0.3
Mixo (emulsificante)	0.1	0.1	0.1	0.1
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

(*) El porcentaje de harina de trigo fue sustituido por harina de quinua (10, 15, 20%) y residuos de pulpa de naranja en polvo (5, 10, 15%).

3.4.4. Procedimiento para la elaboración de las galletas dulces

En el proceso para la elaboración de galletas dulces se utilizó el método de cremado en tres etapas (Pérez, 2006). El diagrama de flujo se muestra en la Figura 3, el cual se describe a continuación.

Pesado. Se pesaron todos los ingredientes a utilizarse durante el proceso, con la ayuda de una balanza analítica.

Mezclado I (Cremado). Consistió en mezclar la manteca vegetal, el azúcar y una proporción del agua calculada en la formulación, hasta obtener una crema suave en donde la mayor parte del azúcar quede disuelta.

Mezclado II. A la crema obtenida de la operación anterior se le añadió la sal, el emulsificante y la leche en polvo descremada, se mezcló hasta obtener una crema espesa pero homogénea.

Mezclado III y amasado. Posteriormente se añadió a la mezcla la harina de trigo, harina de quinua y los residuos de pulpa de naranja en polvo, bicarbonato de amonio y el bicarbonato de sodio; se mezcló y amasó; luego se añadió el resto del agua hasta alcanzar la consistencia deseada de la masa. Los tratamientos con mayor contenido de residuos de pulpa de naranja en polvo (10 y 15%) requirieron que se le adicione una cantidad de agua extra de 5% del peso de la masa.

Laminado. La masa obtenida se laminó con la ayuda de un rodillo y luego en un laminador manual, dándole un espesor de 0.5 cm.

Cortado. La masa se cortó en piezas circulares usando un molde de metal de 5 cm de diámetro.

Horneado. La masa moldeada se colocó en bandejas metálicas y se horneó a una temperatura de 180 °C por 5 min para su cocción.

Enfriado. Las galletas se enfriaron a temperatura ambiente por un tiempo de 20 min.

Envasado. Las galletas fueron envasadas en bolsas de polipropileno, colocando 10 unidades en cada una de las bolsas.

Sellado. Las bolsas conteniendo las galletas fueron selladas térmicamente con una selladora eléctrica manual.

Almacenado. Las galletas se almacenaron en un lugar fresco y seco.

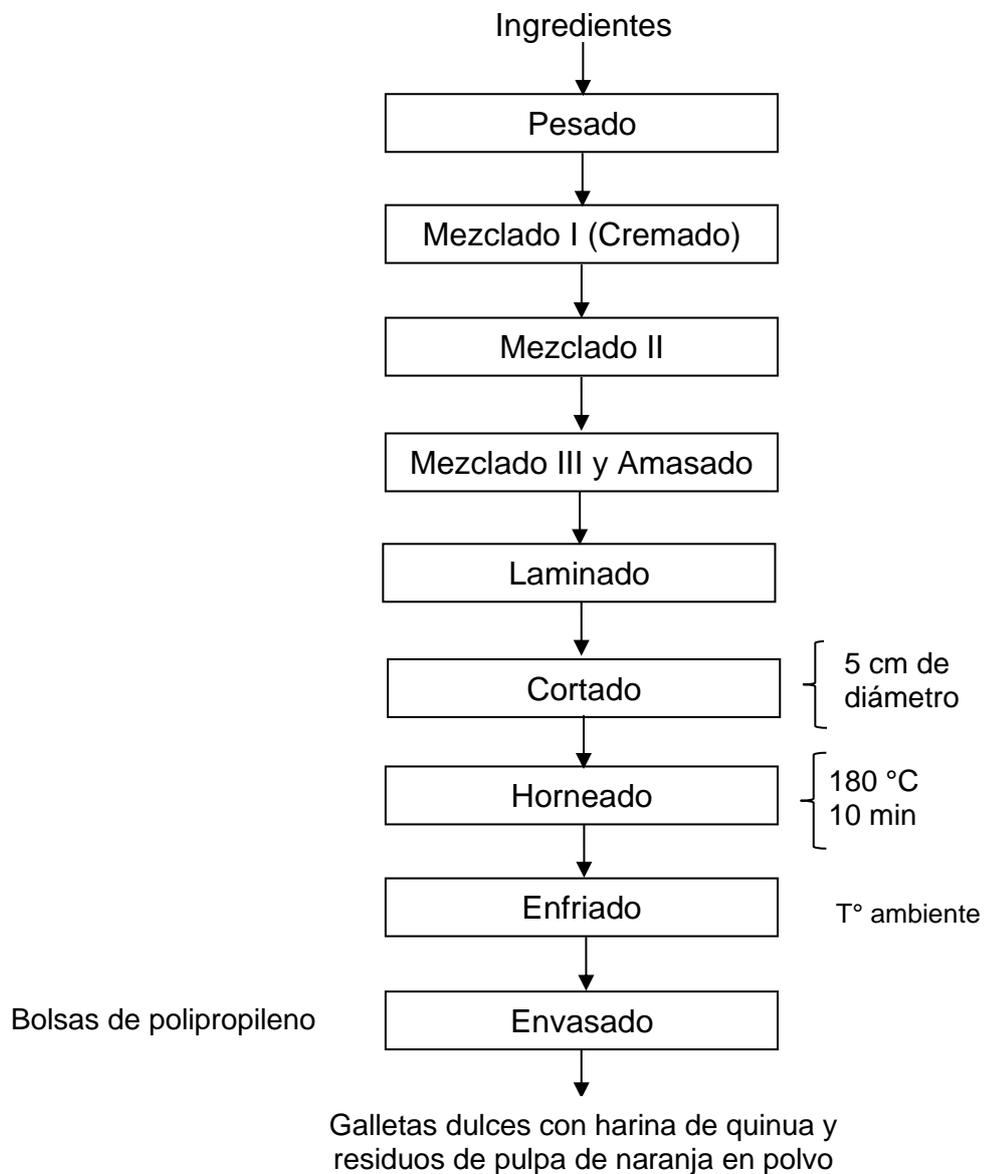


Figura 3. Diagrama de flujo de la elaboración de las galletas dulces con harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo

3.5. Métodos de análisis

3.5.1. Proteínas

Se determinó por el método A.O.A.C (1999). Se pesó 0.5 g de muestra. Después se colocó en el fondo del matraz Kjeldhal, se adicionó aproximadamente 3.5 g de mezcla catalizadora y 7 mL de ácido sulfúrico concentrado. Posterior a esto, el matraz conteniendo la mezcla anterior fueron colocados en el digestor de proteínas,

calentando suavemente al principio, hasta su completa oxidación, punto donde viró de color negro a verde esmeralda traslúcido. Se dejó enfriar a temperatura ambiente.

Se preparó el equipo de destilación, a la salida del refrigerante, en un matraz Erlenmeyer se colocó 40 ml de ácido bórico al 4% y se adicionaron de 2 a 3 gotas de indicador rojo de metilo. Al matraz Kjeldahl se le añadió aproximadamente 50 ml de NaOH 40%, y fue conectado al sistema de destilación.

Se tituló con solución de HCl 0.1 N, virando a color rosa, obteniendo el gasto de titulación para luego ser reemplazado en la siguiente formula, con un factor de conversión de 6.25 para cereales.

$$\% \text{ Proteinas} = \frac{(\text{N ácido HCl} \times \text{Vol. HCL}) - (\text{N NaOH} \times \text{Vol. NaOH}) \times 1.40067 \times \text{factor}}{\text{peso de la muestra (mg)}}$$

3.5.2. Fibra cruda

Se determinó por el método A.O.A.C. 959.02 (1995). Se pesó 2 g de muestra previamente molida (W_M) y fue trasladada a un vaso de precipitado de 600 ml, se le añadió 200 ml de solución de ácido sulfúrico al 1.25% y se hirvió durante 30 min. Luego se filtró en caliente, utilizando papel filtro y un equipo de filtración con bomba al vacío, el residuo fue lavado con agua destilada caliente, hasta la neutralidad del líquido lavado. Posterior a ello, el residuo fue transferido a otro vaso de precipitado de 600 ml y se añadió 200 ml de solución de hidróxido de sodio al 1,25% y se hirvió durante 30 min, luego se filtró en caliente y se lavó con agua destilada caliente hasta pH neutro. Inmediatamente fue lavado con 100 ml de alcohol etílico de 96% y secado en estufa a 130°C por 2 h. Se dejó enfriar en un

desecador y se pesó (W_s), posterior a ello, se colocó en la mufla a 600°C por 2 h, para calcular la pérdida de peso de materia orgánica (W_c).

La determinación de la cantidad de fibra cruda se realizó por diferencia de peso:

$$\% \text{Fibra cruda} = \frac{W_s - W_c}{W_M} \times 100$$

Donde:

W_s : masa (g) del residuo seco a 130°C

W_c : masa (g) de las cenizas

W_M : peso (g) de la muestra

3.5.3. Color

Se utilizó el sistema CIELAB, usando un colorímetro. El equipo se calentó durante 10 min y calibrado con un blanco estándar. Luego se determinaron 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]) (Pesantes, 2014).

3.5.4. Firmeza

La firmeza se determinó con el texturómetro Instron y el software Bluehill Lite. Cada galleta se apoyó en la base central del equipo 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).

3.5.5. Apariencia general

Las galletas dulces se sometieron a un análisis sensorial para evaluar la apariencia general, adjuntando la ficha que se muestra en

la Figura 4; la cual está estructurada con una escala hedónica de 9 puntos, donde 9: me gusta muchísimo, 8: me gusta mucho, 7: me gusta bastante, 6: me gusta ligeramente, 5: ni me gusta ni me disgusta, 4: me disgusta ligeramente, 3: me disgusta bastante, 2: me disgusta mucho y 1: me disgusta muchísimo. Se trabajaron con 30 panelistas no entrenados (Anzaldúa-Morales, 2005).

Para evaluar la apariencia general, se tomaron en cuenta los siguientes atributos; color, tamaño, forma, conformación, uniformidad (Flores, 2015).

Las muestras y cartillas fueron preparadas con anticipación con el fin de evitar errores y confusión en la distribución, los utensilios fueron marcados un día antes de comenzar la prueba sensorial para eliminar el olor del solvente del marcador (Witting, 2001). Se presentó a los panelistas una galleta por cada tratamiento en un plato descartable de primer uso (Ocampo y otros, 2008).

Se recomienda que en una misma sesión no se den más de cinco muestras al mismo tiempo a los panelistas, para evitar fatigas y llenura (Hernández, 2005), por lo que se trabajó en dos sesiones; en la primera sesión se presentaron 5 tratamientos y en la segunda sesión 4 tratamientos. En la Figura 4, se muestra la cartilla para la evaluación de apariencia general de las galletas dulces.

3.5.6. Aceptabilidad general

La aceptabilidad general de las galletas dulces se evaluó por medio de una escala hedónica de 9 puntos en cada muestra. Para medir la aceptabilidad general, los panelistas probaron las muestras de galletas dulces y midieron el grado de satisfacción. Se contaron con 30 panelistas no entrenados (Anzaldúa-Morales, 2005). Se

tomaron en consideración los mismos puntos que para la apariencia general.

Para evaluar la aceptabilidad general, se tomaron en cuenta los siguientes atributos; olor, sabor y textura (Flores, 2015).

Prueba de apariencia general de galletas dulces con harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo

Nombre: Fecha:

Instrucciones: Observe la galleta dulce que se le ha proporcionado y califique según la escala que se presenta, marcando con una (X) en el casillero correspondiente de acuerdo con el nivel de agrado o desagrado que le produzca, para ello tome en cuenta los siguientes atributos; color, tamaño, forma, conformación y uniformidad.

Escala	Muestras			
	234	567	432	128
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.....

.....

Figura 4. Ficha de evaluación para la prueba de apariencia general en las galletas dulces con harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo

Fuente: Anzaldúa-Morales, (2005).

Prueba de aceptabilidad general de galletas dulces con harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo

Nombre: Fecha:

Instrucciones: Pruebe la galleta dulce que se le ha proporcionado y califique según la escala que se presenta, marcando con una (X) en el casillero correspondiente de acuerdo con el nivel de agrado o desagrado que le produzca, para ello tome en cuenta los siguientes atributos; olor, sabor y textura.

Escala	Muestras			
	234	567	432	128
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.....

Figura 5. Ficha de evaluación para la prueba de aceptabilidad general en las galletas dulces con harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo

Fuente: Anzaldúa-Morales, (2005).

3.6. Métodos estadísticos

El diseño estadístico corresponde a un diseño bifactorial 3x3, más la muestra control con tres repeticiones. Para la evaluación de los datos de las variables paramétricas (proteínas, fibra cruda, color, y firmeza) de las galletas dulces se aplicó una prueba de Levene, seguido del análisis de varianza (ANVA), y posteriormente la prueba de comparaciones múltiples de Duncan. Para la evaluación de los datos de las variables no paramétricas se aplicaron las pruebas de Friedman y Wilcoxon. Todas las pruebas se realizaron con un nivel de confianza del 95% utilizando el software especializado Statistical Package for the Social Science (SPSS) versión 22.0 y para la elaboración de figuras se utilizó el paquete estadístico Statistica versión 10.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Composición química de granos de quinua blanca, harina de quinua blanca y harina de trigo empleados en la investigación

En el Cuadro 9, se presenta la composición química de granos de quinua blanca utilizada para la obtención de la harina de quinua blanca empleada en la formulación de las galletas dulces. Se observa que el valor del contenido de proteína fue de 14.12%, valor cercano al mencionado por Reyes y otros (2017) en las tablas peruanas de composición de alimentos con 13.6%.

Cuadro 9. Composición química de granos de quinua blanca empleada en la investigación

Composición	Cantidad (%)
Proteína	14.12
Grasa total	3.30
Carbohidratos totales	64.16
Fibra dietética	7.00

Fuente: BDC Vida S.A.C (2019)

En el Cuadro 10, se presenta la composición química de la harina de quinua blanca empleada en la formulación de las galletas dulces. Se observa que el valor de contenido de proteínas es de 13.30%, valor cercano al mencionado por Reyes y otros (2017) en las tablas peruanas de composición de alimentos con 12.4%.

Cuadro 10. Composición química de harina de quinua blanca empleada en la investigación

Composición	Cantidad (%)
Proteína	13.30
Cenizas	2.50
Humedad	12.10

Fuente: Elaboración propia (2019)

En el Cuadro 11, se presenta la composición química de la harina de trigo empleada en la formulación de las galletas dulces. Se observa que el valor del contenido de proteína es de 11.00%, valor cercano al mencionado por Reyes y otros (2017) en las tablas peruanas de composición de alimentos con 10.5%.

Cuadro 11. Composición química de harina de trigo empleada en la investigación

Composición	Cantidad (%)
Proteína	11.00
Grasa total	1.50
Carbohidratos totales	73.00
Fibra dietética	4.00

Fuente: Alicorp S.A.A. (2019)

4.2. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa naranja en polvo sobre el contenido de proteína en galletas dulces

En la Figura 6, se presenta el contenido de proteína en función de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo en galletas dulces.

Se observa que las muestras tuvieron un comportamiento creciente a medida que aumentó la sustitución por harina de quinua y en menor grado con los residuos de pulpa de naranja en polvo. La muestra que tuvo mayor contenido de proteína fue la sustitución 20% de harina de quinua con 15% residuos de pulpa de naranja en polvo con 9.57%.

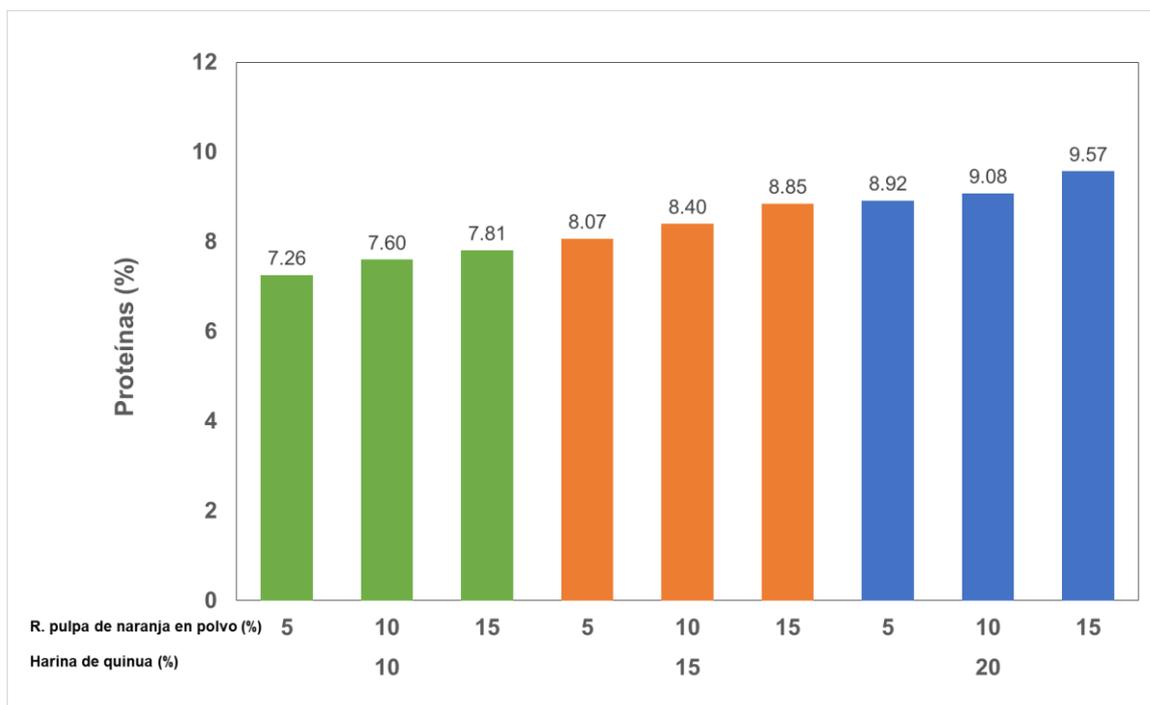


Figura 6. Contenido de proteína en función de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo en galletas dulces

Es importante recalcar el aporte de proteínas por parte de la harina de quinua que presenta un 12.4% (Reyes y otros, 2017), así mismo análisis realizados de contenido de proteínas a la harina de quinua empleada en esta investigación dieron como resultado un aporte de 13.3% (Cuadro 10), este aporte es superior al aporte de proteínas por parte de la harina de trigo de 11% (Cuadro 11). Además, que la corteza de la naranja, unida a otros residuos sólidos de la extracción del jugo alcanza entre 6 y 7% proteínas (Ollachica, 2004), en el caso de los residuos de pulpa de naranja en polvo utilizados en esta investigación, aportaron 8.15% de proteínas; lo cual explica el comportamiento de los resultados en esta investigación. En el Anexo 2, se encuentran los resultados completos de esta variable.

Mosquera (2009) evaluó el efecto de la inclusión de harina de quinua (15, 35 y 50%) en la elaboración de galletas dulces, obteniendo resultados

de 7.5, 7.8 y 7.6% en el contenido de proteína. Así mismo, Contreras (2015) desarrolló galletas dulces enriquecidas con harina de quinua y almidón de maíz (5, 10 y 15%) utilizando diseño de mezclas. Los resultados oscilaron entre 6.6 y 9.1%. Estos resultados indican un incremento proporcional del contenido de proteína con el aumento de la concentración de harina de quinua, cabe resaltar que una galleta de vainilla dulce elaborada solo con harina de trigo presenta 6.0% de proteína (Reyes y otros, 2017).

García (2016) reportó un comportamiento similar en la sustitución de harina de trigo por harina de tarwi (0, 10, 15 y 20%) en la elaboración de galletas tipo soda, reportando resultados que oscilaron entre 16.16 y 19.60%.

Kohajdova y otros (2011) estudiaron el efecto de la harina de residuos de manzana como sustitución parcial (5, 10 y 15%) de la harina de trigo en la elaboración de galletas dulces, mostrando una misma tendencia, pero con resultados inferiores de 1.8, 2.0 y 2.3% en el contenido de proteína, respectivamente.

En el Cuadro 12, se presenta la prueba de Levene aplicada al contenido de proteína en galletas dulces, que determinó la homogeneidad de varianza ($p > 0.05$). Consecuentemente, se procedió a realizar el análisis de varianza y, posteriormente, la prueba de Duncan para determinar la tendencia hacia el mejor tratamiento.

Cuadro 12. Prueba de Levene aplicada al contenido de proteína en galletas dulces

Variable	Estadística de Levene	p
Proteínas	1.896	0.124

En el Cuadro 13, se muestra el análisis de varianza para el contenido de proteína en las galletas dulces, el cual demostró que la harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo presentaron efecto significativo ($p < 0.05$).

Cuadro 13. Análisis de varianza aplicada al contenido de proteína en galletas dulces

Variable	Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Proteína (%)	H. Quinua: A	11.817	2	5.908	277.290	0.000
	R. Pulpa de naranja: B	2.180	2	1.090	51.146	0.000
	A*B	0.063	4	0.016	0.744	0.575
	Error	0.384	18	0.021		
	Total	14.443	26			

Contreras (2015) reportó efecto significativo ($p < 0.05$) de la harina de quinua y almidón de maíz sobre el contenido de proteína en galletas dulces. Kohajdova y otros (2013) reportaron efecto significativo ($p < 0.05$) de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de pomelo sobre el contenido de proteína en galletas dulces.

En el Cuadro 14 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 5, se muestra el tratamiento de 20% harina de quinua y 15% residuos de pulpa de naranja en polvo que brindó el mayor contenido de proteína (9.57%), considerándose el mejor tratamiento.

Cuadro 14. Prueba de Duncan aplicada a las proteínas en las galletas dulces

Harina quinua (%)	Residuos de pulpa de naranja en polvo (%)	Subgrupo				
		1	2	3	4	5
10	5	7.26				
	10		7.60			
	15		7.81			
15	5			8.07		
	10			8.40		
	15				8.85	
20	5				8.92	
	10				9.08	
	15					9.57

4.3. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo sobre el contenido de fibra cruda en galletas dulces

En la Figura 7, se presenta el contenido de fibra cruda en función de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo en galletas dulces. Se observa que esta variable incrementó en las muestras a mayor contenido de residuos de pulpa de naranja en polvo y en menor grado con la harina de quinua. La muestra que tuvo mayor fibra cruda fue la sustitución 20% harina de quinua y 15% residuos de pulpa de naranja en polvo con 18.91%. En el Anexo 3, se encuentran los resultados completos de esta variable.

López (2018) investigó el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscara de mango (2.5, 5.0 y 7.5%) variedad Kent en la elaboración de galletas dulces, mostrando resultados de fibra cruda en 7.10, 10.60 y 14.18%, respectivamente.

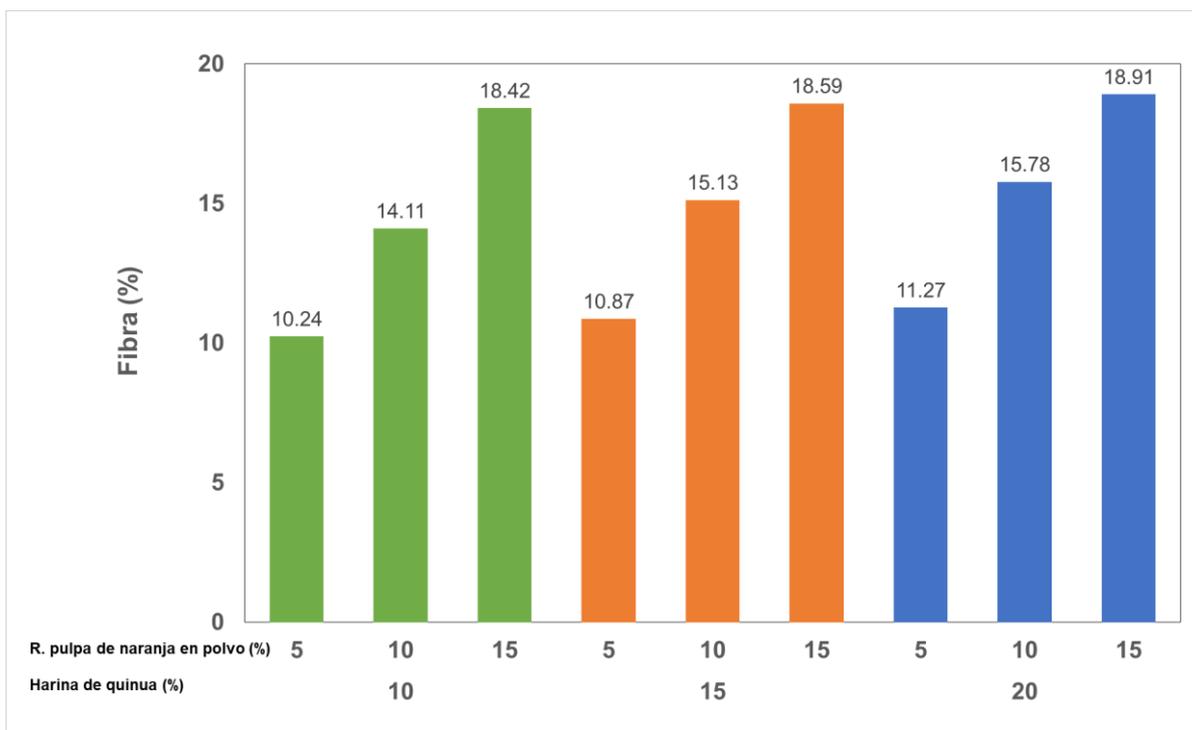


Figura 7. Contenido de fibra cruda en función de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo

Viva de Toledo y otros (2017) investigaron el efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harinas de subproductos de piña, manzana y melón (en concentraciones de 5, 10 y 15%) para la elaboración de galletas saladas. Los resultados de fibra cruda tuvieron un comportamiento creciente, a medida que se aumentó la concentración de las distintas harinas de los subproductos, estos valores oscilaron entre 2.44 a 3.13% para piña, 2.64 a 3.45% para manzana y 3.67 a 6.46% para melón.

Los residuos de pulpa de naranja en polvo aportan una cantidad de fibra dietética superior (68.2%) a la harina de trigo (2.70%) y harina de quinua (9.3%). Estas diferencias son las responsables de la variación de los valores de fibra en las galletas dulces, lo que produce un incremento de fibra a mayor porcentaje de sustitución en las galletas.

Los resultados del análisis fisicoquímico en galletas obtenidas con mezcla de harina de cereales y otras harinas varía de acuerdo con el porcentaje de la mezcla y al tipo de harina de trigo (Mosquera, 2009).

En el Cuadro 15, se presenta la prueba de Levene aplicada a los resultados del contenido de fibra cruda en las galletas dulces, determinando la existencia de homogeneidad de varianza ($p > 0.05$). Consecuentemente, se precedió a realizar el análisis de varianza y, posteriormente, la prueba de Duncan para determinar la tendencia hacia el mejor tratamiento.

Cuadro 15. Prueba de Levene aplicada al contenido de fibra cruda en galletas dulces

Variable	Estadístico de Levene	p
Fibra cruda	2.35	0.063

En el Cuadro 16, se muestra el análisis de varianza aplicado al contenido de fibra cruda de las galletas dulces, denotándose efecto significativo ($p < 0.05$) de la sustitución de harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo, sin embargo, la combinación no presento efecto significativo ($p > 0.05$).

Cuadro 16. Análisis de varianza aplicada al contenido de fibra cruda en galletas dulces

Variable	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Contenido de fibra (%)	H. Quinua: A	2.976	2	1.488	7.657	0.000
	R. pulpa de Naranja: B	226.855	2	113.428	583.754	0.000
	A*B	1.681	4	0.420	2.163	0.115
	Error	3.498	18	0.194		
	Total	235.010	26			

López (2018) encontró efecto significativo ($p < 0.05$) en la sustitución de harina de trigo por harina cáscara de mango sobre el contenido de fibra cruda en la elaboración de galletas dulces.

En el Cuadro 17, se muestra la prueba de Duncan aplicada al contenido de fibra cruda en galletas dulces. Esta prueba indicó que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subgrupos. En el subgrupo 3, se encuentra el tratamiento de 20, 15 y 10% harina de quinua con 15% residuos de pulpa de naranja en polvo respectivamente, que brindaron el mayor contenido de fibra cruda con valores de 18.91, 18.59 y 18.42%; respectivamente, considerándose los mejores en esta variable.

Cuadro 17. Prueba de Duncan aplicada al contenido de fibra cruda en galletas dulces

Harina quinua (%)	Residuos de pulpa de naranja en polvo (%)	Subgrupo		
		1	2	3
10	5	10.24		
15		10.87		
20		11.27		
10	10		14.11	
15			15.13	
20			15.78	
10	15			18.42
15				18.59
20				18.91

4.4. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo sobre el color en galletas dulces

En la Figura 8, se presentan la luminosidad (L^*) en función de la sustitución de harina trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo en galletas dulces.

Se observa que la luminosidad (L^*) disminuyó en las muestras con mayor sustitución de harina de quinua; y los residuos de pulpa de naranja en polvo en menor grado. La muestra que tuvo mayor luminosidad fue para la sustitución 10% harina de quinua y 5% residuos de pulpa de naranja en polvo con 60.97. Esto se puede atribuir a que la harina de trigo utilizada tuvo un valor de L^* 86.24, la harina de quinua (L^* de 71.50) y los residuos de pulpa de naranja (L^* de 75.37); en consecuencia, una mayor sustitución tanto de harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo influirán en la disminución de la Luminosidad. Otros factores que afectan el color en galletas como productos horneados son el espesor y diámetro que dependen del laminado en la masa. En el Anexo 4, se presentan los resultados completos de color.

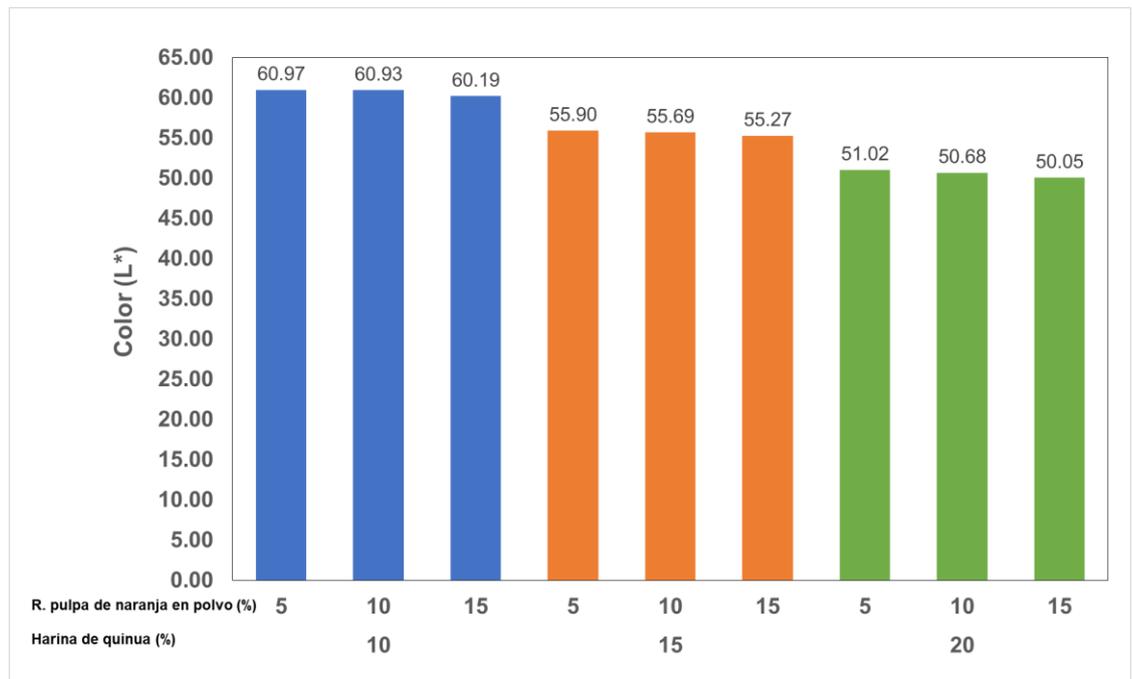


Figura 8. Luminosidad (L^*) en función de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo en galletas dulces

Sarabhai y otros (2015) obtuvieron galletas más oscuras en cuanto a mayor cantidad de aislado de proteína de soja en la formulación de galletas dulces con 5.0, 7.5 y 10.0%, reportando valores de L^* que descendieron de 71.8 a 69.1. Singh y Mohamed (2007) elaboraron galletas con aislado de proteína de soja al 10, 20 y 30%, reportaron disminución de la luminosidad (L^*) de 66.3 a 64.0.

El color, junto con la textura y el sabor, es una característica importante en la determinación de la aceptabilidad general de las galletas (Zucco y otros, 2011). Este se desarrolla principalmente durante el horneado a través de las reacciones de Maillard que se producen entre azúcares reductores y proteínas, y por la dextrinización del almidón y su caramelización. Las reacciones de Maillard tienen lugar antes que la reacción de caramelización si hay aminoácidos presentes (Chevallier y otros, 2000).

En el Cuadro 18, se presenta la prueba de Levene aplicada a los valores de la luminosidad (L^*) en las galletas dulces, determinando la homogeneidad de varianza ($p > 0.05$). Consecuentemente, se procedió a realizar el análisis de varianza y, posteriormente, la prueba de Duncan para determinar la tendencia hacia el mejor tratamiento.

Cuadro 18. Prueba de Levene aplicada a la luminosidad (L^*) en galletas dulces

Variable	Estadístico de Levene	p
(L^*)	0.917	0.525

En el Cuadro 19, se muestra el análisis de varianza aplicado a la luminosidad (L^*) en galletas dulces, demostrándose que la harina de quinua presentó efecto significativo ($p < 0.05$).

Cuadro 19. Análisis de varianza aplicada a la luminosidad (L*) en galletas dulces

Variable	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Color (L*)	H. Quinua: A	481.646	2	240.823	154.374	0.000
	R. pulpa de Naranja: B	0.954	2	0.477	0.306	0.740
	A*B	0.673	4	0.168	0.108	0.978
	Error	28.080	18	1.560		
	Total	511.352	26			

En el Cuadro 20, se muestra la prueba de Duncan aplicada a la luminosidad en las galletas dulces.

Cuadro 20. Prueba de Duncan aplicada a la luminosidad (L*) en las galletas dulces

Harina quinua (%)	Residuos de pulpa de naranja en polvo (%)	Subgrupo		
		1	2	3
10	15	60.19		
	10	60.93		
	5	60.97		
15	15		55.27	
	10		55.69	
	5		55.90	
20	15			50.05
	10			50.68
	5			51.02

Esta prueba indicó que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subgrupos. En el subgrupo 1, se muestran los tratamientos de 10% harina de quinua con 5, 10 y 15% de residuos de pulpa de naranja en polvo, que brindaron mayor luminosidad (*L) con 60.97, 60.93 y 60.19; respectivamente, considerándose los mejores en esta variable.

En la Figura 9, se presentan los resultados de cromaticidad a^* en función de la sustitución de harina trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo en las galletas dulces, observándose que esta variable en las muestras fue ligeramente mayor a medida que aumentaron las sustituciones, el valor de cromaticidad a^* aumentó de 9.39 a 12.75.

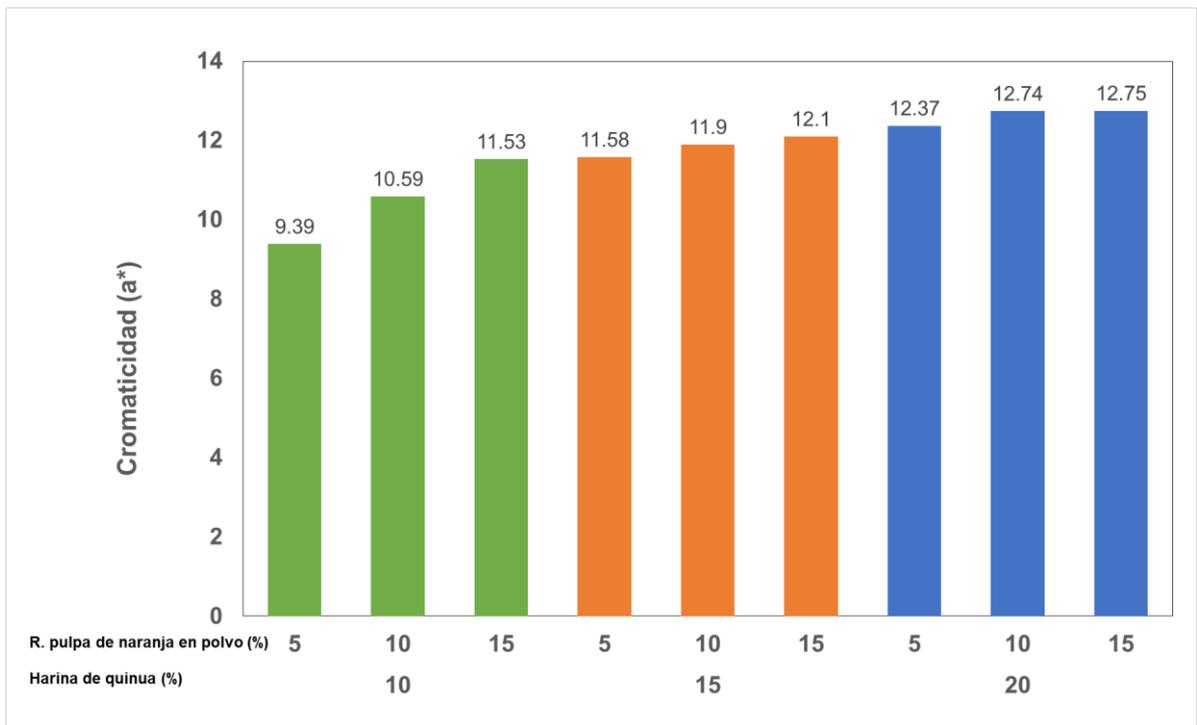


Figura 9. Cromaticidad a^* en función de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo en galletas dulces

Bassinelo y otros (2011) analizaron galletas empleando harina extruida de subproductos de arroz y frijoles comunes en concentraciones de 15 y 30%. Los valores de cromaticidad a^* en los productos de harina de arroz fueron 21.46 y 23.59, respectivamente; y con harina de frijoles fueron 14.01 y 15.25, respectivamente. Mostrando tendencia similar a nuestros resultados.

En el Cuadro 21, se presenta la prueba de Levene modificada aplicada a la cromaticidad a^* en las galletas dulces.

Cuadro 21. Prueba de Levene aplicada a la cromaticidad a* en galletas dulces

Variable	Estadístico de Levene	p
Cromaticidad *a	1.956	0.113

La prueba de Levene modificada 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.

En el Cuadro 22, 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 quinua y el residuo de pulpa de naranja en polvo presentaron efecto significativo ($p < 0.05$) sobre la cromaticidad a* en las galletas dulces.

Cuadro 22. Análisis de varianza aplicada a la cromaticidad a* en galletas dulces

Variable	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
cromaticidad (a*)	H. Quinua: A	20.699	2	10.350	25.390	0.000
	R. pulpa de Naranja: B	4.701	2	2.351	5.767	0.012
	A*B	2.875	4	0.719	1.763	0.180
	Error	7.337	18	0.408		
	Total	35.612	26			

En el Cuadro 23, 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 5, se muestran los tratamientos de 20% harina de quinua con 10 y 15% residuos de pulpa de naranja en polvo, que brindaron los mayores valores con 12.74 y 12.75; respectivamente, considerándose los mejores en esta variable.

Cuadro 23. Prueba de Duncan aplicada a la cromaticidad a* en las galletas dulces

Harina quinua (%)	Residuos de pulpa de naranja en polvo (%)	Subgrupo				
		1	2	3	4	5
	5	9.39				
10	10		10.59			
	15			11.53		
	5			11.58		
15	10				11.90	
	15				12.10	
	5				12.37	
20	10					12.74
	15					12.75

En la Figura 10, se presentan los resultados de cromaticidad b* en función la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo. Se observa que esta variable tuvo un comportamiento decreciente, al aumentar la sustitución de harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo, oscilando los valores entre 35.02 y 30.58.

La cromaticidad a* aumentó a medida que lo hace el contenido en proteínas, dando galletas con tonos más rojos y con menor intensidad al color característico amarillo, reportándose valores entre 5.3 a 8.1 y para cromaticidad b* un descenso entre 22.5 a 20.9 (Sarabhai y otros, 2015). También se observó un aumento de la cromaticidad a* al sustituir harina de trigo por garbanzo en galletas (Yamsaengsung y otros, 2012), así como, la adición de proteína de soja al 10, 20 y 30% en galletas, reportando valores de 9.9 a 11.2 (Singh y Mohamed, 2007), obteniéndose igualmente galletas más oscuras.

Estos resultados en la variabilidad del color son confirmados por Gutiérrez (2014), quien utilizó harina de residuos de manzana y mandarina,

indicando que los valores de Luminosidad y cromaticidad a^* aumentaron y los de cromaticidad b^* disminuyeron debido al color característico de los residuos de frutas. Así mismo, Kohajdová y otros (2011) observaron que, a mayor sustitución de la harina de trigo, en este caso por harina de fibra de manzana en galletas, la cromaticidad a^* incrementó y la cromaticidad b^* disminuyó, debido al pardeamiento enzimático de los residuos de fruta. De igual manera, Mosquera (2009) reportó que la sustitución de harina de trigo por harina de quinua, que, a una mayor sustitución, las galletas tomaron un color más oscuro.

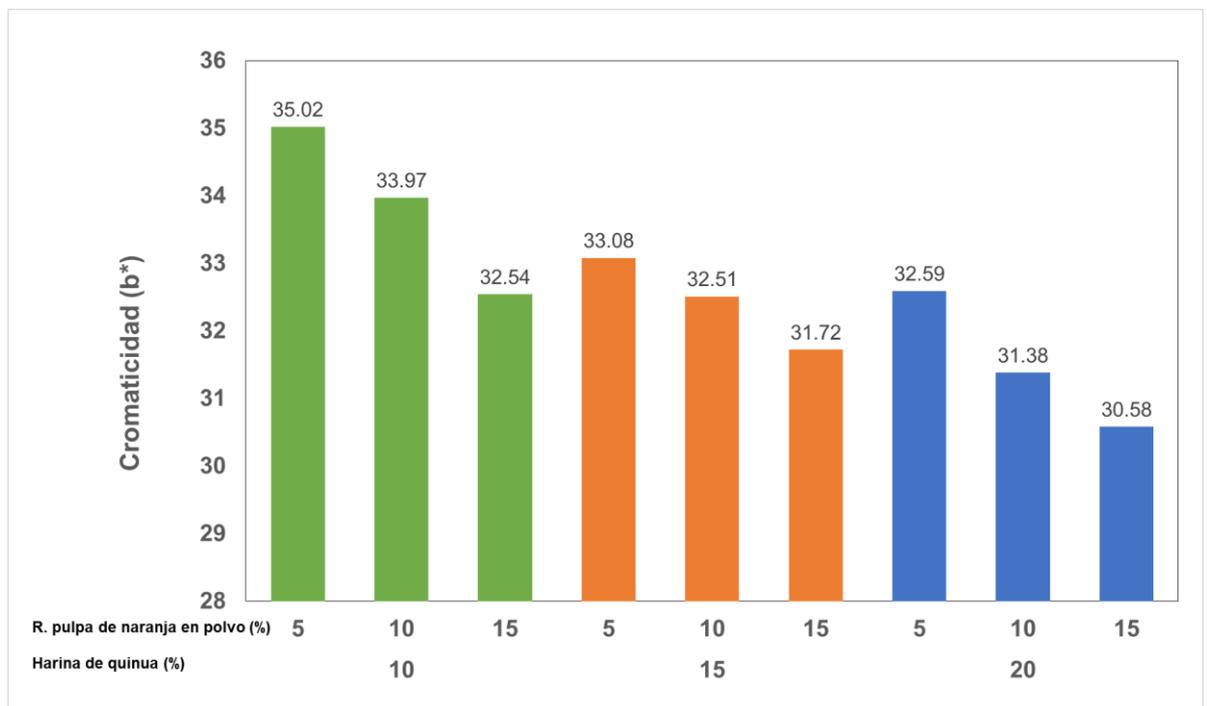


Figura 10. Cromaticidad b^* en función de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo en galletas dulces

Venkateswari y Parameshwari (2016) investigaron la influencia de la harina de soja en pan, al sustituir (10, 15 y 20%). El efecto sobre el color de la corteza fue más notorio, al aumentar la sustitución provocó un aumento en el oscurecimiento de la corteza, debido al contenido proteico de la soja que favorece la reacción de Maillard.

En el Cuadro 24, 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 24. Prueba de Levene aplicada a la cromaticidad b^* en galletas dulces

Variable	Estadístico de Levene	p
Cromaticidad b^*	1.896	0.124

En el Cuadro 25, se muestra el análisis de varianza aplicada a la cromaticidad b^* en las galletas dulces, demostrándose que la harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo presentaron efecto significativo ($p < 0.05$).

Cuadro 25. Análisis de varianza aplicada a la cromaticidad b^* en las galletas dulces

Variable	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Cromaticidad (b^*)	H. Quinua: A	22.581	2	11.290	52.351	0.000
	R. pulpa de Naranja: B	17.178	2	8.589	39.825	0.000
	A*B	0.972	4	0.243	1.127	0.375
	Error	3.882	18	0.216		
	Total	44.613	26			

Pesantes (2014) evaluó la sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de tuna purpura en galletas dulces, indicando efecto significativo ($p < 0.05$) sobre la luminosidad (L^*) y cromaticidad a^* y b^* .

En el Cuadro 26, se muestra la prueba de Duncan aplicada a cromaticidad b^* en las galletas dulces. Esta prueba indica que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subgrupos. En el subgrupo 5 se muestra el tratamiento 10% harina de quinua y 5% residuos de pulpa de naranja en polvo, que brindó mayor cromaticidad b^* con 35.02.

Cuadro 26. Prueba de Duncan aplicada a la cromaticidad b^* en las galletas dulces

Harina quinua (%)	Residuos de pulpa de naranja en polvo (%)	Subgrupo				
		1	2	3	4	5
20	15	30.58				
20	10		31.38			
15	15		31.72			
15	10			32.51		
10	15			32.54		
20	5			32.59		
15	5				33.08	
10	10				33.97	
10	5					35.02

4.5. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo sobre la firmeza en galletas dulces

En la Figura 11, se presentan los resultados de la firmeza, denotándose que esta variable fue incrementando en función de una mayor sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo en galletas dulces. En el Anexo 5, se encuentran los resultados completos de la variable.

López (2018) evaluó el efecto de la sustitución de harina de trigo por cáscara de mango (2.5, 5.0 y 7.5) en polvo sobre la firmeza en la elaboración de galletas dulces. Los resultados indicaron que a medida que

incrementó la sustitución, aumentó la firmeza con valores de 31.61, 35.58 y 39.16 N; respectivamente.

Contreras (2015) menciona que el incremento de la firmeza en galletas se debe a que las harinas de residuos agroindustriales como las cáscaras tienen alto contenido de fibra insoluble (lignina y celulosa), que producen un reforzamiento de la estructura desarrollada por los almidones, haciendo que el producto sea más firme.

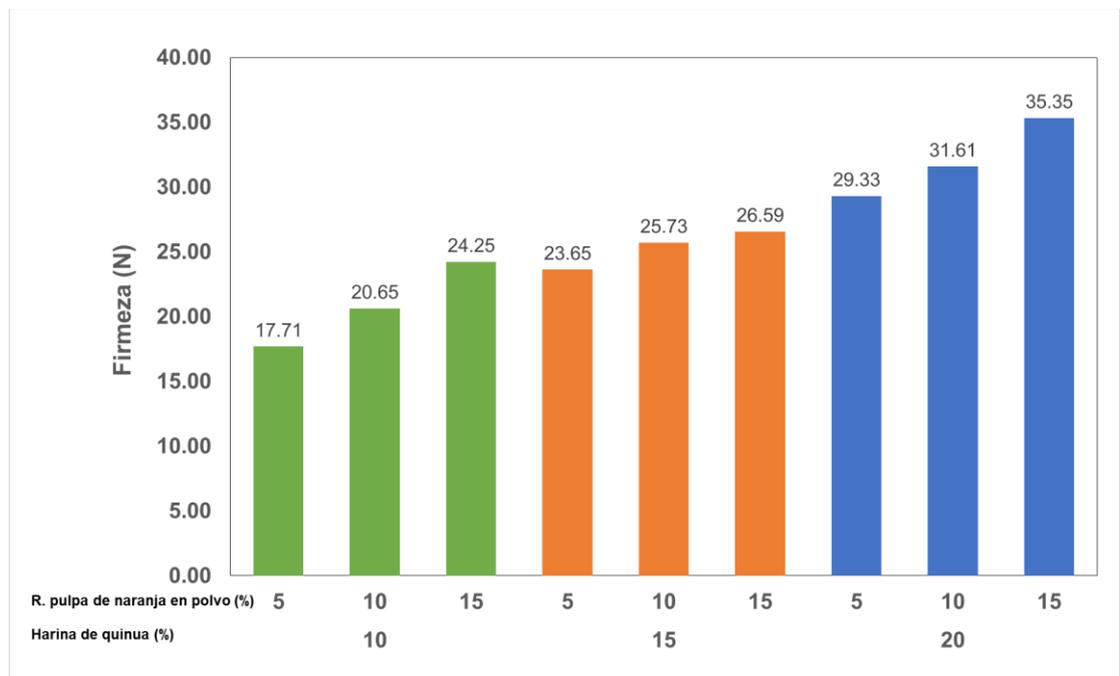


Figura 11. Firmeza en función de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo en galletas dulces

En el Cuadro 27, 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 27. Prueba de Levene aplicada a la firmeza en las galletas dulces

Variable	Estadístico de Levene	p
Firmeza (N)	1.899	0.123

En el Cuadro 28, se muestra el análisis de varianza aplicada a la firmeza en las galletas dulces, denotándose que la harina de quinua y residuos de pulpa de naranja presentaron efecto significativo ($p < 0.05$).

Cuadro 28. Análisis de varianza aplicada a la firmeza (N) en las galletas dulces

Variable	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Firmeza (N)	H. Quinua: A	575.245	2	287.622	73.655	0.000
	R. pulpa de Naranja: B	120.309	2	60.154	15.404	0.000
	A*B	13.259	4	3.315	0.849	0.513
	Error	70.290	18	3.905		
	Total	779.102				

Resultados similares fueron reportados por Pimentel (2015), quien encontró efecto significativo ($p < 0.05$) en la sustitución de harina de trigo por harina de brácteas de alcachofa sobre la firmeza en la elaboración de galletas dulces.

En el Cuadro 29, 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 7 se muestra que el tratamiento 20% harina de quinua y 15% residuos de pulpa de naranja en polvo, brindó mayor firmeza con 35.35 N,

relacionada con una mayor sustitución de harina de quinua y residuos de pulpa de naranja que aportan un alto contenido de fibra insoluble produciendo un reforzamiento de la estructura haciendo que la galleta sea más firme, así mismo dicho valor es cercano del que estableció López (2018) como mejor firmeza en galletas dulces (35.58 N) en la sustitución de harina de trigo por cáscara de mango en polvo sin embargo Contreras (2015) obtuvo como mejor firmeza 42.95 N en el desarrollo de una galleta dulce enriquecida con harina de quinua blanca utilizando diseño de mezclas.

Cuadro 29. Prueba de Duncan aplicado a la firmeza (N) en las galletas dulces

Harina quinua (%)	Residuos de pulpa de naranja en polvo (%)	Subgrupo						
		1	2	3	4	5	6	7
10	5	17.71						
	10		20.65					
15	5			23.65				
10	15			24.25				
15	10				25.73			
	15				26.59			
20	5					29.33		
	10						31.61	
	15							35.35

4.6. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo sobre la apariencia general en galletas dulces

En la Figura 12, se muestran los resultados de la apariencia general en función de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo en galletas dulces. Se puede

observar que la mayor moda estadística (calificación que aparece con mayor frecuencia en la distribución de datos de cada tratamiento) con 9 puntos, correspondiente a la percepción “me agrada muchísimo” para la muestra 10% harina de quinua y 10% residuos de pulpa de naranja en polvo, en comparación, del resto de muestras con una moda de 8 y 7 puntos. En el Anexo 6, se encuentran los resultados completos de esta variable.

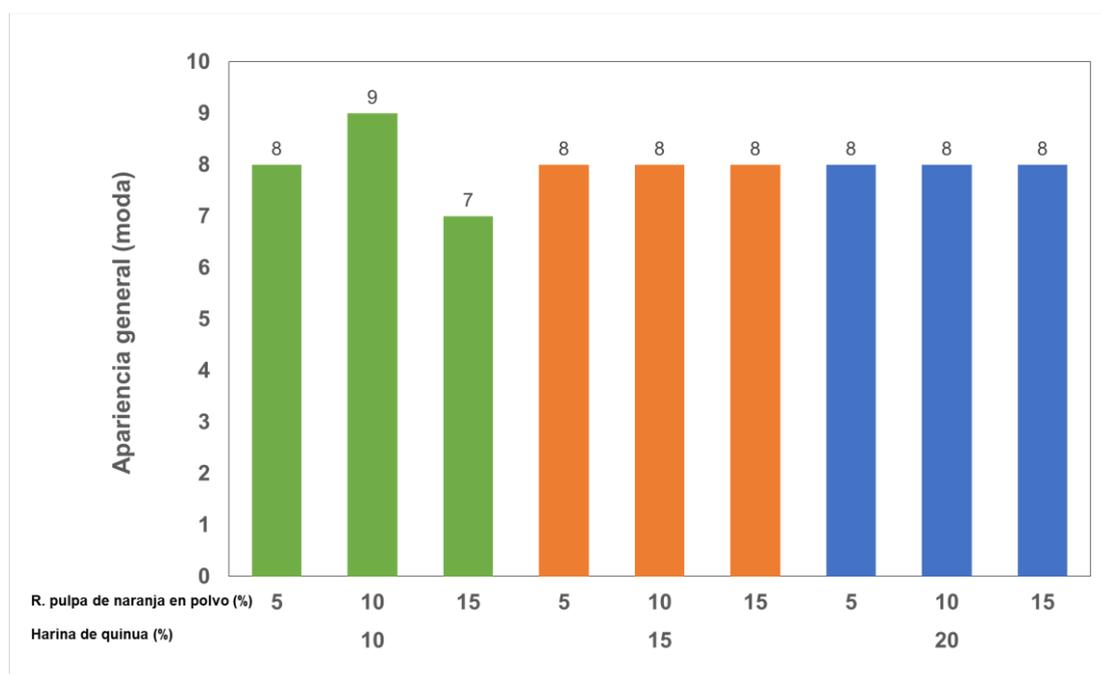


Figura 12. Apariencia general en función de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo en galletas dulces

En el Cuadro 30, se presenta la prueba de Friedman, que determinó la existencia de diferencia significativa ($p < 0.05$) en la apariencia de las galletas dulces. El tratamiento de 10% harina de quinua y 10% residuos de pulpa de naranja en polvo, presentó también la mayor media con 7.93 puntos.

Cuadro 30. Prueba de Friedman aplicada a la apariencia general en las galletas dulces

Harina de Quinua (%)	Residuos de pulpa de naranja en polvo (%)	Rango promedio	Moda	Media
10	5	4.73	8	7.33
	10	6.40	9	7.93
	15	5.28	7	7.6
15	5	4.20	8	7.03
	10	4.70	8	7.2
	15	5.43	8	7.67
20	5	4.13	8	7.07
	10	4.85	8	7.43
	15	5.27	8	7.6
Chi-Cuadrado		17.977		
P		0.021		

En el Cuadro 31, se presenta la prueba de Wilcoxon aplicado a la apariencia general, que es usada para obtener información complementaria a la prueba de Friedman, cuando esta resulta significativa, comparándose todos los tratamientos por pares. Se puede observar que la muestra de mayor percepción favorable (10% harina quinua y 10% residuos de pulpa de naranja en polvo) fue estadísticamente igual a los tratamientos: 10% harina quinua y 5% residuos de pulpa de naranja en polvo, 10% harina quinua y 15% residuos de pulpa de naranja en polvo, 15% harina quinua y 15% residuos de pulpa de naranja en polvo y 20% harina quinua y 15% residuos de pulpa de naranja en polvo; por tanto, los mejores en cuanto a apariencia general en las galletas.

Quispe (2011) determinó que la apariencia general mediante una escala hedónica de 7 puntos en galletas fortificadas con harina de algarrobo, soya y plátano en concentraciones de 7%, cada una. Los resultados sensoriales fueron con modas de 7.0, 6.0 y 6.5, respectivamente; denotando una percepción positiva de las sustituciones en el producto final.

Cuadro 31. Prueba de Wilcoxon aplicada a la apariencia general en las galletas dulces

Harina quinua (%)	Residuos de pulpa de naranja en polvo (%)	Harina quinua (%)	Residuos de pulpa de naranja en polvo (%)	Z	p
10	10	10	5	-1.884	0.060
			15	-1.257	0.209
		15	5	-2.932	0.003
			10	-2.101	0.036
		20	15	-0.982	0.326
			5	-2.705	0.007
		10	-2.481	0.013	
		15	-1.734	0.083	

Venkateswari y Parameshwari (2016) evaluaron sensorialmente la apariencia del pan, al sustituir harina de trigo por harina de soja (10, 15 y 20%). Se contaron con 40 panelistas no entrenados que evaluaron mediante una escala hedónica de 9 puntos, mostrando mayor agrado la muestra de 10% de sustitución con 8.4 puntos.

López y otros (2019) realizaron la evaluación sensorial de una galleta con tres sustituciones de harina de trigo por harina de piña (5, 10 y 15%). Se contaron con 90 panelistas no entrenados, los cuales evaluaron mediante una escala hedónica de 5 puntos los atributos de color, apariencia, olor, sabor y textura. Se obtuvo que el tratamiento con 90% harina de trigo y 10% harina de piña, fue el mejor aceptado con puntaje 4.5.

Por lo mencionado, se podría decir que sustituciones de hasta 10% contribuyen positivamente a una mejor apariencia en galletas dulces, cabe mencionar que la apariencia es uno de los parámetros de calidad más importantes en el desarrollo de nuevos productos. El consumidor se basa en este parámetro para decidir la compra de un producto (Fernández, 2012).

4.7. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo sobre la aceptabilidad general en galletas dulces

En la Figura 13, se muestran los resultados de la aceptabilidad general en función de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo en galletas dulces. Se puede observar que la percepción de los panelistas en la muestras fue similar de forma positiva denotando puntajes de 7 y 8 en la moda estadística. En el Anexo 7, se encuentran los resultados completos de la variable.

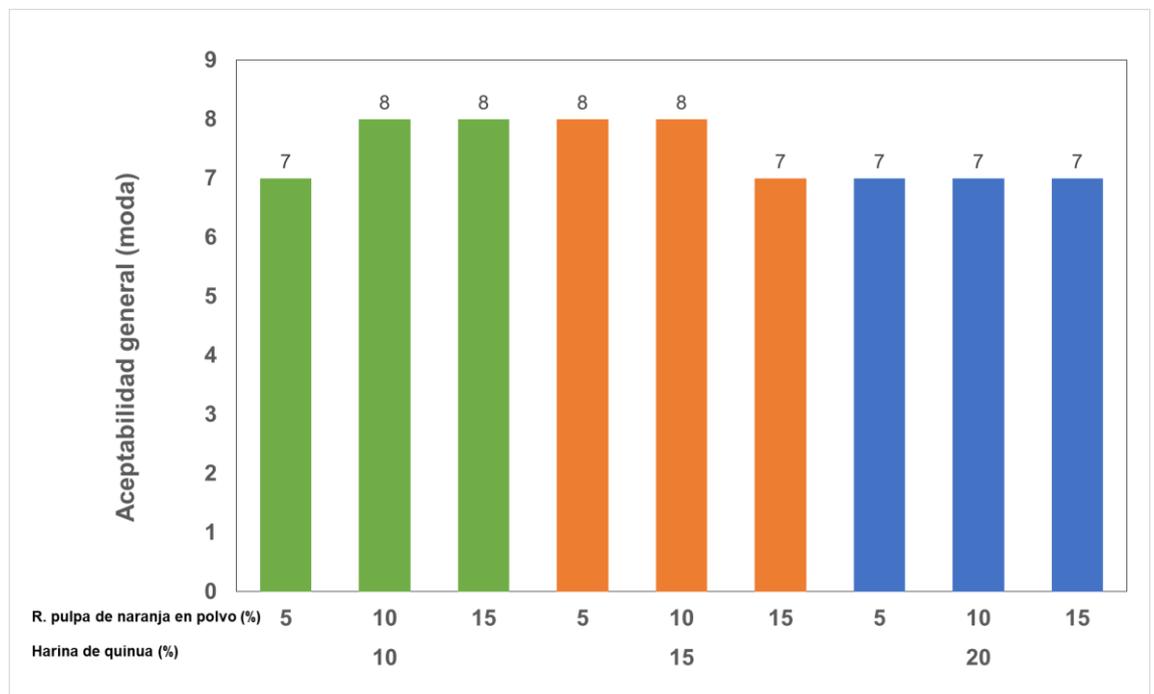


Figura 13. Aceptabilidad general en función de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo en galletas dulces

La aceptación de los panelistas depende de la calidad del producto y cuan agradable es; la harina de trigo cumple un papel fundamental, ya que no siempre al aumentar la sustitución, la aceptación por parte de los panelistas también aumentará, ya que dependerá del tipo de agrado del

sustituto, ya que en algunos casos existen productos que aportan más olor, dulzor y sabor agradable (Quispe, 2011).

En el Cuadro 32, 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 15% harina de quinua y 10% residuos de pulpa de naranja en polvo obtuvo una mayor media con 8.07 puntos y una moda con 8 puntos.

Cuadro 32. Prueba Friedman aplicado a la aceptabilidad general en las galletas dulces

Harina de Quinua (%)	Residuos de pulpa de naranja en polvo (%)	Rango promedio	Moda	Media
	5	5.23	7	7.6
10	10	4.98	8	7.57
	15	4.80	8	7.5
15	5	6.42	8	8.03
	10	6.50	8	8.07
	15	4.52	7	7.27
20	5	5.10	7	7.5
	10	4.18	7	7.23
	15	3.27	7	6.8
Chi-Cuadrado		35.351		
P		0.000		

En el Cuadro 33, se presenta la prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general. Se puede observar que la muestra con mayor aceptación (15% harina quinua y 10% residuos de pulpa de naranja en polvo) fue estadísticamente igual a el tratamiento 15% harina de quinua y 5% pulpa de naranja en polvo; por tanto, considerados como los mejores en cuanto a aceptabilidad sensorial.

Quispe y Manyari (2012) elaboraron galletas dulces con la sustitución de harina de trigo por harina de residuos de alcachofa (8, 10 y 12%). Con

la participación de 76 panelistas no entrenados, su grado de aceptabilidad fue medido mediante la aplicación de una prueba de escala hedónica de 6 puntos. Se determinó la existencia de diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los tratamientos; los panelistas catalogaron a las galletas dulces con sustitución de harina de trigo por harina de alcachofa dentro de la categoría “algo bueno”, determinando que la formulación con mayor aceptabilidad fue la sustitución del 10% de harina de residuos de alcachofa.

Cuadro 33. Prueba Wilcoxon aplicado a la aceptabilidad general en las galletas dulces

Harina quinua (%)	Residuos de pulpa de naranja en polvo (%)	Harina quinua (%)	Residuos de pulpa de naranja en polvo (%)	Z	p
			5	-2.135	0.033
		10	10	-2.631	0.009
			15	-2.482	0.013
15	10	15	5	-0.229	0.819
			15	-2.917	0.004
			5	-2.11	0.035
		20	10	-3.389	0.001
			15	-4.21	0.000

González (2007) evaluó el efecto de la harina de residuos de naranja sobre la aceptabilidad general en la elaboración de galletas. Se elaboraron diferentes niveles de sustitución (0, 10, 20, 30 y 40%). Los resultados de la prueba de aceptabilidad general mostraron que la mayoría de los consumidores aceptaron las galletas que contenían una sustitución entre el 10 y 20%, en cambio las de 30 y 40% no fueron aceptadas, esto debido a que tenían mayor dureza y ligero amargor al momento de probarlas. Por lo mencionado, los consumidores tienen mayor preferencia por galletas con sustituciones de harina de trigo que no superen el 20%, esto se comprueba con los resultados obtenidos, ya que el tratamiento con 15% harina de quinua y 10% residuos de pulpa de naranja en polvo tuvo mayor aceptación con una media de 8.07.

V. CONCLUSIONES

Existió efecto significativo de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo sobre el contenido de proteínas, fibra cruda, color, firmeza, apariencia y aceptabilidad general en galletas dulces.

Se determinó que la mejor sustitución en esta investigación fue el tratamiento de 15% de harina de quinua y 10% de residuos de pulpa de naranja en polvo, porque presentó la mayor aceptabilidad general con una moda de 8 puntos, apariencia con moda de 8 puntos; correspondientes a una percepción de "Me agrada mucho". Además, presentó un contenido de proteína de 8.40%, una fibra cruda con 15.13%, características de color (L^* 55.69, a^* 11.90 y b^* 32.51) y firmeza de 25.73 N.

VI. RECOMENDACIONES

Evaluar el efecto de la adición de harinas provenientes de cereales andinos y otros residuos de frutas en polvo sobre el contenido de proteínas, textura, color y aceptabilidad general.

Evaluar el tiempo de horneado y temperatura como variables independientes sobre los resultados de contenido de proteínas, textura, color y humedad de las galletas.

Utilizar metodología de diseño de mezclas, con la finalidad de encontrar la mezcla óptima con respecto al universo de mezclas posibles de sustitución de harina de trigo por harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo hasta un nivel donde la aceptabilidad general sea mejor.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, Y. 2014. Manual de nutrición. Universidad Autónoma del Carmen. México. Disponible en: <http://es.calameo.com/read/003609416556ea482ec28>.

Alarcón, M., López, J. y Restrepo, M. 2013. Caracterización de la funcionalidad tecnología de una fuente rica en fibra dietaria obtenida a partir de cáscara de plátano. Revista Facultad Nacional de Agronomía. Vol. 66. Colombia.

Alicorp S.A.A. 2019. Composición nutricional de harina de trigo. Lima, Perú. Disponible en: <https://www.alicorp.com.pe/alicorp/marcas/consumo-masivo/harinas/blanca-flor-harina-preparada.html>

Allan, L. y Vera, C. 2012. Obtención de bebidas congeladas. Tesis para obtener el título de Ingeniero Químico. Universidad de Guayaquil. Ecuador.

Anzaldúa-Morales, A. 2005. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. 2^{da} Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

Association of the Official Agriculture Chemists. A.O.A.C. 1999. Official Methods of Analysis. 17th Edition. Washington, USA.

Association of the Official Agriculture Chemists. A.O.A.C. 1995. Official Methods of Analysis. 16th Edition. Volume I y II. Editorial Board, Washington, USA.

Bdcvida S.A.C. 2019. Composición nutricional de granos de quinua blanca. Lima, Perú. Disponible en: bdcvida.com.

Badui, S. 2006. Química de los Alimentos. Cuarta Edición. Naucalpan de Juárez, México.

Bassinelo, P., Luiz, R., Takeitib, D., Carvalho, C., Oakuzu, S. y Carvalho, D. 2011. Characterization of cookies formulated with rice and black bean extruded flours. International Congress on Engineering and Food. 11: 1645–1652.

Beltrán, S. y Puerto, P. 2006. Transformación de la seta comestible Shiitake en harina como sustituto para elaborar galletas dulces. Tesis para obtener el título de Ingeniero de Alimentos. Universidad de la Salle. Colombia.

Cabeza, R. 2009. Funcionalidad de las materias primas en la elaboración de galletas. Tesis de Master. Universidad de Burgos. España.

Calaveras, J. 2004. Nuevo tratado de panificación y bollería, 2. Edición AMV ediciones y Mundi-prensa. Madrid, España.

Cano, A. 2008. Nuevas tendencias en panificación. Temas selectos de Ingeniería de Alimentos. 2: 1-7.

Capurro, J. y Huerta, D. 2016. Elaboración de galletas fortificadas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha, quinua y maíz. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Santa. Perú.

Chevallier, S., Colonna, P. y Lourdin, D. 2000. Contribution of major ingredients during baking of biscuit dough systems. Journal of Cereal Science, 31: 241- 252.

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.

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

Desamparados, E. 2015. Evaluación de los cambios estructurales de galletas elaboradas con sustitutos de grasa. Tesis de grado en ciencia y tecnología de los alimentos. Universidad Politécnica. Valencia, España.

Días, M. 2013. Producción, comercialización de la naranja y su relación con la economía en Ecuador. Tesis para la obtención del título de Ingeniera Comercial. Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador.

FAO. 2011. Productividad de la quinua en el Perú. Lima. Disponible en: <http://www.fao.org/es/quinua/aiq-2011/>.

FAO. 2011. La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Bolivia. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/templates/aiq2013/res/es/cultivo_quinua_es.pdf

Fernández, D. 2012. Galletas con incorporación de harina de garbanzo (*Cicer arietinum* L.), harina de linaza (*Linum usitatissimum* L.), y reemplazo parcial de la materia grasa por inulina. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Agrónomo y al grado de Magíster en Ciencias Agropecuarias con mención en Producción Agroindustrial. Universidad de Chile. Santiago. Chile

Fiberstar, Inc. 2018. Fibras limpias y funcionales naturales derivadas de los cítricos. Estados Unidos. Disponible en: <http://www.fiberstar.net/products/>

Flores, N. 2015. Entrenamiento de un panel de evaluación sensorial, para el departamento de nutrición de la facultad de medicina de la Universidad

de Chile. Tesis para optar el título de Ingeniero en Alimentos. Universidad de Chile. Santiago, Chile.

García, O., Infante, R. y Rivera, C. 2008. Hacia una definición de fibra alimentaria. *Anales Venezolanos de nutrición*, 21: 1-30.

García, P. 2011. Desarrollo de un producto de panadería con harina de quinua (*Chenopodium quinoa*). Colombia. Universidad Nacional de Bogotá. Colombia.

García, F. 2016. Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de galletas tipo soda. Tesis para obtener el título de Ingeniera en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego.

González, N. 2007. Elaboración de galletas con harina de bagazo de naranja. Tesis para optar título de Licenciada en Química de Alimentos. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México.

Gutiérrez, E. 2014. Elaboración de panes con fibra dietaria por adición de bagazo de manzana y mandarina en polvo. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Industrias alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

Hernández, A. 2010. Tratado de Nutrición composición y Calidad nutritiva de los Alimentos. 2da Edición. Madrid, España.

Hernández, E. 2005. Evaluación sensorial. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Bogotá. Colombia.

Hinostroza, U. 2014. Elaboración de galletas con una mezcla de harina de trigo y harina de bagazo de naranja valencia (*Citrus sinensis* L.). Tesis para optar el título profesional de Ingeniero en Ciencias Agrarias especialidad de

Industrias Alimentarias. Universidad Nacional del Centro del Perú. Satipo, Perú.

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de Protección Intelectual (INDECOPI). 1992. Norma Técnica Peruana 206.001. Galletas-Requisitos.

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de Protección Intelectual (INDECOPI). 1976. Normas Técnicas Peruanas. Harinas sucedáneas de la harina de trigo. 205. 040. Lima, Perú.

Instituto Nacional de Innovación Agraria. 2013. Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú.

Jara, C. 2009. Estudio de las propiedades reológicas de la masa para pastas a base de harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Wild). Universidad de Chile.

Kohajdova, Z., Karovicova, J., Jurasova, M. 2013. Influence of grapefruit dietary fibre rich powder on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. Bratislava. Slovakia. Acta Alimentaria. 42(1): 91-101.

Kohajdova Z., Karovičová J., Jurasová M., y Kukurová C. 2011. Effect of the addition of commercial apple fibre powder on the baking and sensory properties of cookies. Institute of Biotechnology and Food Science, Faculty of Chemical and Food Technology. Slovak University of Technology. Acta Chimica Slovaca, 4 (2): 88-97.

López, R. 2018. Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por cáscara de mango variedad Kent en polvo sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas dulces. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego.

Larrauri, J. (1999). New approaches in the preparation of high dietary fibre powders from fruits by-products. *Trends in Food Science and Technology*. 10: 3-8.

López, M., Castillo, O., Velázquez, G., Alemán, S., Perales, A. 2019. Evaluación sensorial de una galleta de harina de trigo (*Triticum aestivum*), adicionada con harina de piña (*Ananas comosus*). *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 4: 557-560.

Matos, A. y Chambilla, E. 2010. Importancia de la Fibra Dietética, sus Propiedades Funcionales en la Alimentación Humana y en la Industria Alimentaria. *Revista de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1: 121-134.

Mildner, S., Bajerska, J., Zawirska, R. 2012. White grape pomace as a source of dietary fibre and polyphenols and its effect on physical and nutraceutical characteristics of wheat biscuits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 93: 389-395.

Ministerio de Agricultura y Riego. 2017. La quinua, producción y comercio del Perú. Dirección General de Políticas Agrarias. Lima, Perú.

Ministerio de Agricultura y Riego. 2016. Boletín estadístico de producción Agrícola, Pecuaria y Avícola. Dirección General de Políticas Agrarias. Lima, Perú.

Montes, R. 2014. Determinación de las Características nutricionales Y organolépticas de galletas enriquecidas con harina trigo (*Triticum aestivum* L.) y harina de haba (*Vicia faba* L.). Tesis para obtener el título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional de Huancavelica. Perú.

Mosquera, H., 2009. Efecto de la inclusión de harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Wild) en la elaboración de galletas. Tesis para

obtener el título de Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia.

Mujica, A. 2006. La quinua (*Chenopodium quinoa*) y sus parientes silvestres. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

Narpinder, S., Shaveta, G., Navdeep, S. y Singh, R. 2002. Effect of additives on Dough and Cookie Making Properties of Flour. International Journal of Food Properties. 5:547- 562.

Neacsu, M., Vaughan, N., Raikos, V., Multari, S., Duncan, G., Duthie, G. y Russell, W. (2015). Phytochemical profile of commercially available food plant powders: their potential role in healthier food reformulations. Food Chemistry. 179: 159-169.

Ocampo, T., Montiel, Y., Zavaleta, L. 2008. Análisis sensorial para calificar la calidad de un producto a través de la prueba de escalamiento y prueba power – dúo trío. Instituto Tecnológico de Zacatepec. México

Ollachica, S. 2004. Industrialización del zumo de naranja. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Químico. Universidad Nacional de Ingeniería. Perú.

Otiniano, L. 2019. Determinación del porcentaje de harina de trigo (*Triticum aestivum*), pasta de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y pasta de espinaca (*Spinacia oleracea*) en la aceptabilidad general de galletas.

Peralta, A., y Malmorejo, C. 2011. Elaboración de panetón andino con sustitución parcial de harina sucedánea de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y su optimización. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Perú.

Pérez, J. 2006. Caracterización fisicoquímica y funcional de harina de cáscara de espárrago blanco (*Asparagus Officinalis* L.) y evaluación sensorial de sustituciones en galletas dulces. Tesis para obtener el título de ingeniero en Industrias alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Pesantes, A. 2014. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de tuna purpura sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas dulces. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Industrias alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Pimentel, L. 2015. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de brácteas de alcachofa sobre el contenido de fibra cruda, firmeza instrumental y aceptabilidad general de galletas dulces. Tesis para obtener el título de ingeniero en Industrias alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Quispe, N. 2011. Propuesta técnica en obtención de galletas fortificadas utilizando harina de algarroba (*Prosopis pallida* L.), soja (*Glycine max* L.) y plátano (*Musa paradisiaca* L.). Tesis para optar el grado de Magister en Ciencias. Universidad Nacional de Piura.

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.

Reyes, M., Gómez-Sánchez, I., Espinoza, C. 2017. Tablas Peruanas de Composición de alimentos. Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. 10ma Edición. Lima, Perú.

Reyes, L. 2014. Efecto de la sustitución de grasa por pulpa de mango (*Mangifera indica* L.) sobre la firmeza, color y aceptabilidad general de

queques. Tesis para optar el título de Ingeniera en Industrias Alimentarias. Universidad Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Rincón, A., Vásquez, A. y Padilla, F. 2007. Composición química y compuestos bioactivos de las harinas de cáscaras de naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*) y toronja (*Citrus paradisi*). Universidad Central de Venezuela.

Romero M., Osorio P., Bello L., Tovar J. y Bernardino A. 2011. Fiber Concentrate from Orange (*Citrus sinensis* L.) Bagase: Characterization and Application as Bakery Product Ingredient.

Sánchez, K. y Matos, A. 2011. Fibra dietética y sus propiedades funcionales e importancia en la industria alimentaria. Lima, Perú.

Sanhueza, F. 2007. Desarrollo de galletón de quinua con nuez. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Alimentos. Universidad de Chile. Santiago, Chile.

Sarabhai, S., Indrani, D., Vijaykrishnaraj, M., Milind, A. y 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.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2012. Padrón de productores de cítricos con predios georreferenciados. México. Disponible en:

http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/tamaulipas/Documents/padron_citricos%202010-2012.pdf

Sharoba, A. y Farrag, A. y Salam, A. 2013. Utilization of some fruits and vegetables waste as a source of dietary fiber and its effect on the cake making and its quality attributes. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 19(4): 429-444.

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.

Tejero, F. 2012. Asesoría técnica en panificación. Defectos en la harina de trigo. España. Disponible en:

http://datateca.unad.edu.co/contenidos/211615/Modulo_exe/211615_Mex e/leccin_16_industria_harinera.html.

Venkateswari, P. y Parameshwari, S. 2016. Effect of incorporation of soya flour to wheat flour on nutritional and sensory quality of biscuits. *International Journal of Applied Research*, 2(6): 827-832.

Viva de Toledo, N. Porreli, P. Spoto, M y Cinniati – Brazaca, S. 2017. Influence of pineapple, apple and melon by products on cookies: Physicochemical and sensory aspects. *International Journal of Food Science & Technology*. 50: 1227 – 1237.

Witting, E. 2001. Evaluación sensorial: Una metodología actual para tecnología de alimentos. Universidad de Chile.

Yamsaengsung, R., Berghofer, E. y Schoenlechner, R. 2012. Physical properties and sensory acceptability of cookies made from chickpea addition to white wheat or whole flour compared to gluten-free amaranth or buckwheat flour. *International Journal of Food Science and Technology*. 47: 2221-2227.

Zegarra, S. 2015. Optimización de la formulación de una galleta enriquecida con hidrolizado de anchoveta (*Engraulis ringens*) aplicando metodología de superficie de respuesta. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en tecnología de alimentos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

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.

Zumarán, O., Yglesias, L. 2013. Optimización de las propiedades físicas, nutritivas y sensoriales del pan elaborado con harina de espárrago, kiwicha y trigo. Universidad Nacional de Trujillo. Perú.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Formulaciones de las galletas dulces con harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo

Ingredientes	Formulación	Formulación	Formulación	Formulación	Formulación	Formulación	Formulación	Formulación	Formulación	Formulación
	Base	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		H. Quinua 10%			H. Quinua 15%			H. Quinua 20%		
	R. Pulpa de naranja en polvo 5%	R. Pulpa de naranja en polvo 10%	R. Pulpa de naranja en polvo 15%	R. Pulpa de naranja en polvo 5%	R. Pulpa de naranja en polvo 10%	R. Pulpa de naranja en polvo 15%	R. Pulpa de naranja en polvo 5%	R. Pulpa de naranja en polvo 10%	R. Pulpa de naranja en polvo 15%	
	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)
Harina de trigo (*)	45.7	38.8	36.6	34.3	36.6	34.3	32.0	34.3	32.0	29.7
Harina de quinua	0.0	4.6	4.6	4.6	6.9	6.9	6.9	9.1	9.1	9.1
Residuos de pulpa de naranja en polvo	0.0	2.3	4.6	6.9	2.3	4.6	6.9	2.3	4.6	6.9
Azúcar	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5
Manteca vegetal	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7
Agua	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4
Leche descremada	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
Bicarbonato de sodio	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Cloruro de sodio	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Bicarbonato de amonio	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Mixo (emulsificante)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

(*) El porcentaje de harina de trigo fue sustituido por harina de quinua (10, 15 y 20%) y residuos de pulpa de naranja en polvo (5, 10 y 15%).

Anexo 2. Contenido de proteínas (%) en las galletas dulces con harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo

Harina de quinua (%)	Residuos de pulpa de naranja en polvo (%)	Proteínas (%)			Promedio
		Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	
10	5	7.18	7.29	7.31	7.26
	10	7.53	7.66	7.62	7.60
	15	7.81	7.89	7.72	7.81
15	5	8.23	7.85	8.13	8.07
	10	8.48	8.21	8.52	8.40
	15	8.98	8.85	8.72	8.85
20	5	8.89	8.84	9.02	8.92
	10	9.18	8.92	9.14	9.08
	15	9.62	9.29	9.79	9.57

Anexo 3. Contenido de fibra cruda (%) en las galletas dulces con harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo

Harina de quinua (%)	Residuos de pulpa de naranja en polvo (%)	Fibra cruda (%)			Promedio
		Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	
10	5	10.66	10.11	10.55	10.24
	10	14.15	14.10	13.98	14.11
	15	18.04	19.02	18.11	18.42
15	5	10.02	10.77	12082	10.87
	10	15.39	15.85	15.14	15.13
	15	18.45	18.66	18.67	18.59
20	5	11.43	11.25	11.12	11.27
	10	15.05	15.89	15.49	15.78
	15	18.13	18.05	18.93	18.91

Anexo 4. Color (L*, a*, b*) en las galletas dulces con harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo

Harina de quinua (%)	Residuos de pulpa de naranja en polvo (%)	Parámetro de color	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
10	5	L*	50.59	50.45	49.12
		a*	10.24	8.32	9.61
		b*	35.45	34.22	35.39
	10	L*	49.71	51.09	51.24
		a*	10.46	10.32	10.98
		b*	34.27	33.15	34.49
	15	L*	49.86	51.46	51.75
		a*	10.56	12.39	11.63
		b*	32.57	32.92	32.12
15	5	L*	57.68	53.68	55.35
		a*	11.6	11.54	11.59
		b*	32.73	32.81	33.69
	10	L*	56.54	56.94	53.58
		a*	11.45	12.16	12.09
		b*	32.48	32.13	32.92
	15	L*	55.86	56.98	54.86
		a*	12.25	12.5	11.55
		b*	31.87	31.67	31.63
20	5	L*	59.86	60.93	61.88
		a*	13.47	12.31	11.33
		b*	32.33	32.83	32.6
	10	L*	59.75	61.73	61.32
		a*	12.31	12.85	13.05
		b*	31.32	31.04	31.79
	15	L*	60.98	59.96	61.97
		a*	12.48	12.86	12.9
		b*	30.59	30.94	30.22

Anexo 5. Firmeza (N) en las galletas dulces con harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo

Harina de quinua (%)	Residuos de pulpa de naranja en polvo (%)	Firmeza (N)			
		Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio
10	5	17.59	17.28	18.25	17.71
	10	19.45	19.07	23.43	20.65
	15	25.32	22.12	25.32	24.25
15	5	24.21	23.30	23.44	23.65
	10	25.50	24.20	27.49	25.73
	15	27.21	24.52	28.04	26.59
20	5	32.73	27.94	27.32	29.33
	10	33.12	32.64	29.08	31.61
	15	37.76	35.27	33.01	35.35

ANEXO 6. Apariencia general en las galletas dulces con harina de quinua
y residuos de pulpa de naranja en polvo

N°	10% HQ 5% RN	10% HQ 10% RN	10% HQ 15% RN	15% HQ 5% RN	15% HQ 10% RN	15% HQ 15% RN	20% HQ 5% RN	20% HQ 10% RN	20% HQ 15% RN
1	8	9	8	5	8	7	5	8	8
2	5	8	6	8	7	8	6	9	7
3	7	8	7	6	8	6	5	6	6
4	8	9	8	8	8	8	7	9	8
5	7	9	7	9	5	9	9	8	9
6	6	9	8	5	5	8	9	8	7
7	8	9	9	7	8	9	8	7	8
8	5	8	7	8	6	7	5	6	8
9	8	9	9	7	9	8	8	9	9
10	8	9	9	8	8	6	7	8	8
11	9	6	7	5	8	7	6	6	6
12	8	9	8	9	7	8	8	8	8
13	5	8	6	8	7	6	5	8	8
14	7	9	7	8	7	9	7	8	8
15	9	7	9	9	8	9	8	7	7
16	8	8	7	7	6	8	9	9	9
17	7	7	9	9	7	6	7	6	6
18	7	9	9	8	6	7	6	8	8
19	6	7	6	6	7	9	5	6	6
20	8	9	7	6	5	8	8	9	9
21	8	7	6	5	6	6	8	7	5
22	9	8	6	8	9	8	9	9	7
23	9	7	8	6	9	9	7	7	9
24	8	8	7	8	8	8	8	7	8
25	6	6	9	6	5	7	7	5	6
26	7	8	6	7	8	9	5	8	8
27	6	7	8	7	9	5	7	6	8
28	6	6	9	5	6	9	8	8	9
29	9	7	7	7	7	7	8	5	7
30	8	8	9	6	9	9	7	8	8

HQ: Harina de quinua, RN: Residuos de pulpa de naranja en polvo

ANEXO 7. Aceptabilidad general en las galletas dulces con harina de quinua y residuos de pulpa de naranja en polvo

N°	10% HQ 5% RN	10% HQ 10% RN	10% HQ 15% RN	15% HQ 5% RN	15% HQ 10% RN	15% HQ 15% RN	20% HQ 5% RN	20% HQ 10% RN	20% HQ 15% RN
1	9	8	8	9	8	7	7	6	8
2	7	8	7	8	8	6	7	7	9
3	9	8	7	8	8	8	5	8	6
4	6	7	6	7	7	7	6	6	5
5	9	8	7	9	9	8	7	9	8
6	6	7	7	8	8	7	8	9	7
7	8	7	9	8	9	6	7	8	8
8	7	8	8	9	8	7	8	9	6
9	9	7	8	7	7	9	9	7	6
10	7	8	7	9	9	8	7	8	7
11	8	7	6	7	8	7	6	7	5
12	9	8	8	9	8	9	9	8	6
13	8	7	7	7	7	8	8	7	7
14	7	7	7	9	8	9	9	8	6
15	9	8	9	8	9	9	9	7	7
16	8	7	9	8	8	8	9	8	7
17	7	8	7	8	9	7	8	7	8
18	7	8	8	8	7	6	6	6	6
19	8	7	6	9	8	7	5	6	7
20	6	6	7	7	8	8	9	7	6
21	7	8	8	8	7	5	8	8	7
22	8	8	6	7	8	8	7	6	6
23	8	7	8	7	7	7	9	7	7
24	7	8	9	8	9	6	7	7	5
25	8	7	8	7	9	7	8	6	8
26	8	9	9	8	7	6	7	7	6
27	7	8	8	9	9	5	7	6	7
28	8	7	7	8	8	8	8	7	8
29	7	9	8	9	9	8	7	8	7
30	6	7	6	8	8	7	8	7	8

HQ: Harina de quinua, RN: Residuos de pulpa de naranja en polvo

Anexo 8. Ficha Técnica CITRI-FI 100

	Especificación CITRI-FI® 100	Document #:	CUS-144-R
		Revision:	0
		Date:	09-Jun-16
		Supercedes:	-
		Updates:	-
		Pages:	1 of 1

Alérgenos:

El producto deriva de una fuente no alérgica y presenta ningún riesgo alérgico para los consumidores.

No-OMG:

Citri-Fi® no contiene organismos modificados genéticamente.

Estatus Kosher:

Este producto es certificado Kosher.

Estatus Halal:

Este producto es certificado Halal.

INGREDIENTES	Fibra Cítrica (Pulpa de Naranja Deshidratada)
DESCRIPCIÓN	Producto natural procedente de la pulpa de la naranja procesado físicamente
ORIGEN	Producido en EE.UU. bajo condiciones sanitarias en pleno cumplimiento de la Ley Federal de Alimentos, Medicamentos y Cosméticos, modificado, siguiendo las normas de Buenas Prácticas de Manufactura actuales.
PROPIEDADES FÍSICAS	
Apariencia	Polvo grueso
Color	Amarillo claro a beige
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	
Aerobic Plate Count	10 000 ufc/g máximo
Levaduras	1 000 ufc/g máximo
Mohos	1 000 ufc/g máximo
E. Coli	Negativo/ 10g
Salmonella	Negativo/ 25g
ANÁLISIS ANALÍTICA	
Humedad	10% máximo
Granulación	95% mínimo a través de malla 30 (600 µm) cedazo
Capacidad de Retención de Agua	6,5 - 10,5 g de agua / g de materia seca
EMBALAJE	Netas 20,0 kg (44 libras.). 16" x 5" x 37" bolsa de papel kraft. 50 bolsas por pallet.
ALMACENAMIENTO	Bolsas cerradas se deben almacenar en un ambiente limpio y seco a temperatura ambiente
DURACIÓN	Treinta y seis meses a partir de la fecha de fabricación, en las condiciones de almacenamiento citadas.

FIBERSTAR®

713 St. Croix St., River Falls, WI 54022 USA
 Phone (715) 425-7550 • Fax: (715) 425-7572 • E-mail: info@fiberstar.net
 www.fiberstar.net