DESARROLLO DE UN PRODUCTO ALIMENTARIO PANIFICABLE TIPO PAN BLANDO A PARTIR DE HARINA DE TRIGO, YUCA Y QUINUA

DANIELA ELENA MEDINA ARRIETA
MAURICIO ANDRES MARTINEZ TORRES

UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE INGENIERIAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL
SINCELEJO
2018

DESARROLLO DE UN PRODUCTO ALIMENTARIO PANIFICABLE TIPO PAN BLANDO A PARTIR DE HARINA DE TRIGO, YUCA Y QUINUA

DANIELA ELENA MEDINA ARRIETA
MAURICIO ANDRES MARTÍNEZ TORRES

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de Ingenieros Agroindustriales

Director
MARTHA LIGIA ASCENCIO GALVÁN
M.Sc. en Ciencias Agroalimentarias

Co-director
JORGE EMILIO HERNÁNDEZ RUYDIAZ
M.Sc. En Ciencias Agroalimentarias

UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE INGENIERIAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL
SINCELEJO
2018

NOTA DE ACEPTACIÓN

_____

_____

_____

_____
JURADO

_____
JURADO

_____
JURADO

Sincelejo - mayo de 2018

DEDICATORIA

A Dios.

Por permitirnos llegar a la meta y seguir hacia delante para lograr nuestros objetivos como profesionales, además de brindarnos la paciencia y sabiduría ante todos los obstáculos que se nos presentaron.

A nuestros padres.

Por todo el apoyo brindado en este largo proceso, por sus consejos, valores y motivación constante y sobre todo por el amor y paciencia brindado, infinitas gracias.

A nuestros profesores.

Por su apoyo y motivación durante el proceso, ya que confiaron en nosotros e hicieron posible que llegáramos a este punto.

A todos ellos gracias.

AGRADECIMIENTOS

Al alma mater, la UNIVERSIDAD DE SUCRE, por brindarme este espacio maravilloso para realizarme profesionalmente.

A los Ingenieros Agroindustriales ROBERT BETTIN, TIANA SERNA FADUL, MARIA CAMILA RODRIGUEZ LORA, FERNANDO HERNANDEZ TABOADA, JORGE EMILIO HERNANDEZ, por su gran apoyo y compañía durante la realización de este trabajo.

A nuestra Querida y Estimada Directora - Magister MARTHA LIGIA ASCENCIO GALVÁN quien nos regaló su excelente orientación y todo el apoyo necesario para la realización de nuestro trabajo.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	19
1.1 MARCO DE ANTECEDENTES	21
1.2 MARCO CONCEPTUAL	22
1.2.1 Producción de trigo, yuca y quinua	22
1.2.2 Generalidades de las harinas	24
1.2.3 Composición nutricional	27
1.3 HARINA DE YUCA	28
1.3.1 Valor nutricional	29
1.3.2 Obtención de la harina de yuca	30
1.4 HARINA DE QUINUA	31
1.5 PANES	32
1.5.1 Generalidades	32
1.5.2 Características organolépticas	33
1.5.3 Formulaciones	34
1.6 OBJETIVOS	37
2. METODOLOGIA	38
2.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	38
2.2 VARIABLES	39

2.2.1 Variables independientes 39

2.2.2 Variables dependientes 39

2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL 39

2.4 METODOS Y PROCEDIMIENTOS 40

2.4.1 Caracterización fisicoquímica, bromatológica y funcional de las harinas 40

2.4.1.1 Determinación de pH 40

2.4.1.2 Determinación de acidez titulable 41

2.4.1.3 Determinación de humedad 41

2.4.1.4 Determinación de cenizas 42

2.4.1.5 Determinación de contenido proteico 42

2.4.1.6 Determinación del índice de absorción de agua (IAA), índice de solubilidad (ISA) y poder de hinchamiento (PH) 44

2.5 FORMULACIÓN DEL PAN 44

2.5.1 Descripción del Proceso de Elaboración del Pan. 46

2.6 CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA Y MICROBIOLÓGICA DE LOS PANES 48

2.6.1 Análisis bromatológico de los panes 48

2.6.2 Análisis microbiológico de los panes 50

2.7 PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS PANES 50

2.7.1 Volumen especifico 50

2.8 ANÁLISIS SENSORIAL 51

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS 52

3.1 EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS, BROMATOLÓGICAS Y FUNCIONALES DE LAS HARINAS 52

3.1.1 Determinación de la composición fisicoquímica de las harinas destinadas a la elaboración de muestras de pan tipo blando 52

3.1.2 Determinación de la composición bromatológica de las harinas destinadas a la elaboración de muestras de pan tipo blando 54

3.1.3 Determinación de las propiedades funcionales de las harinas destinadas a la elaboración de muestras de pan tipo blando 56

3.2 CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA Y MICROBIOLÓGICA PARA LOS PANES 58

3.2.1 Caracterización bromatológica de los panes 59

3.2.1.1 Proteína 59

3.2.1.2 Humedad 62

3.2.1.3 Grasa 64

3.2.1.4 Fibra cruda 66

3.2.2 Análisis microbiológico del pan blando 69

3.2.2.1 Mohos y levaduras 69

3.3 EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL PAN BLANDO 71

3.3.1 Volumen especifico del pan blando 71

3.4 PANEL SENSORIAL 73

3.4.1 Análisis sensorial para variable respuesta textura, color y sabor 73

4. CONCLUSIONES 79

5. RECOMENDACIONES 81

6. BIBLIOGRAFIA 83

ANEXOS 89

LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 1. Composición nutricional de la harina de trigo. 27

Tabla 2. Composición nutricional de la harina de yuca. 27

Tabla 3. Composición nutricional de la harina de quinua. 28

Tabla 4. Composición fisicoquímica y nutricional de la yuca y de la harina de yuca (por 100g de base seca). 29

Tabla 5. Ficha Técnica para pan tipo blando. 34

Tabla 6. Diseño de los componentes de la mezcla. 40

Tabla 7. Tabla de porcentajes de sustitución para pan tipo blando. 45

Tabla 8. Composición fisicoquímica de las harinas. 52

Tabla 9. Composición bromatológica de las harinas. 54

Tabla 10. Propiedades funcionales de las harinas. 56

Tabla 11. Porcentaje de proteína para el pan blando. 59

Tabla 12. Porcentaje de humedad para el pan blando. 62

Tabla 13. Porcentaje de grasa para el pan blando. 64

Tabla 14. Porcentaje de fibra cruda para el pan blando. 66

Tabla 15. Recuento de mohos y levaduras para el pan blando. 69

Tabla 16. Volumen específico para el pan blando durante su almacenamiento a condiciones ambientales. 71

Tabla 17. Análisis para variable respuesta (textura, color y sabor). 73

LISTA DE FIGURAS

pág.

Figura 1. Ubicación geográfica de la Granja Los Pericos, Universidad de Sucre. 38

Figura 2. Montaje para la medición de pH en las harinas. 41

Figura3. Montaje para la determinación del contenido proteico en las harinas. 42

Figura 4. Montaje y finalización de la etapa de digestión. 43

Figura 5. Diagrama de bloques para la elaboración de panes. 45

Figura 6. Evidencias de masas del pan. 46

Figura 7. Fermentación del pan. 47

Figura 8. Horneado del pan. 47

Figura 9. Evidencias de la elaboración del pan. 47

Figura 10. Montaje para la determinación del contenido proteico de los panes. 48

Figura 11. Muestras para análisis microbiológico de los panes. 50

Figura 12. Prueba sensorial de los panes. 51

Figura 13. Prueba sensorial de los panes. 51

LISTA DE GRÁFICOS

pág.

Grafica 1. Diagrama de medias para las propiedades fisicoquímicas de las harinas (pH). 53

Grafica 2. Diagrama de medias para las propiedades fisicoquímicas de las harinas (Acidez). 53

Gráfico 3. Diagrama de medias para las propiedades bromatológicas de las harinas (Proteína). 54

Gráfico 4. Diagrama de medias para las propiedades bromatológicas de las harinas (Ceniza). 55

Gráfico 5. Diagrama de medias para las propiedades bromatológicas de las harinas (Humedad). 55

Gráfico 6. Diagrama de medias para las propiedades funcionales de las harinas (IAA). 57

Gráfico 7. Diagrama de medias para las propiedades funcionales de las harinas (ISA). 57

Gráfico 8. Diagrama de medias para las propiedades funcionales de las harinas (PH) 58

Gráfico 9. Diagrama de media para el porcentaje proteico en los panes 60

Gráfico 10. Gráfico de superficie respuesta para el porcentaje proteico en los panes. 60

Gráfico 11. Diagrama de medias para él porcentaje de humedad. 63

Gráfico 12. Gráfico de superficie respuesta para él porcentaje de humedad. 63

Gráfico 13. Diagrama de medias para él porcentaje de grasa. 65

Gráfico 14. Gráfico de superficie respuesta para él porcentaje de grasa. 65

Gráfico 15. Diagrama de medias para él porcentaje de fibra cruda. 67

Gráfico 16. Gráfico de superficie respuesta para él porcentaje de fibra cruda. 68

Gráfico 17. Diagrama de medias para análisis microbiológico para el pan blando (Levadura). 70

Gráfico 18. Diagrama de medias para volumen específico para el pan blando. 72

Gráfico 19. Gráfico de superficie respuesta para él volumen específico. 73

Gráfico 20. Diagrama de medias para variable sabor. 74

Gráfico 21. Diagrama de medias para variable color. 76

Gráfico 22. Diagrama de medias para variable textura. 77

LISTA DE ANEXOS

pág.

ANEXO A: ANOVA y prueba Tukey de las propiedades fisicoquímicas de las harinas 89

ANEXO B: ANOVA y prueba Tukey de las propiedades bromatológicas de las harinas 90

ANEXO C: ANOVA y prueba Tukey de las propiedades funcionales de las harinas 92

ANEXO D: ANOVA y prueba Tukey de las propiedades bromatológicas de los panes 94

ANEXO F: ANOVA y prueba Tukey de las propiedades microbiológica de los panes 96

ANEXO G: ANOVA y prueba Tukey de las propiedades físicas de los panes 97

ANEXO H: ANOVA y prueba Tukey del análisis sensorial de los panes. 98

ANEXO I: Tabla de códigos asignados a los panes en el análisis sensorial 100

ANEXO J. Formato panel sensorial 101

GLOSARIO

ALMIDÓN DE YUCA: El almidón es un producto comestible que se encuentra principalmente en los cereales y en sus derivados como pueden ser las harinas, los productos hechos en base a una masa como el pan o las galletas, etc.

ANÁLISIS SENSORIAL: La evaluación sensorial es una disciplina de la química analítica de los alimentos y se ocupa de los métodos y procedimientos de medición en los cuales los sentidos humanos constituyen el instrumento.

CENIZAS: El término ceniza refiere al polvo grisáceo que deja un proceso de combustión. La ceniza está compuesta por óxidos metálicos, sílice y otras sustancias.

CERNIDO: Pasar por un cedazo, un tamiz o un colador la harina o cualquier otra materia en polvo, de manera que lo más grueso quede encima y lo más fino caiga.

ELASTICIDAD: La elasticidad es la cualidad de cualquier objeto de recuperar su forma anterior luego de ser deformado ejerciendo fuerza.

ENDOSPERMO: Tejido de tipo nutricional formado del saco embrionario de cualquier planta fanerógama es decir los que tiene únicamente con simiente o semilla, que se emplea por lo general como alimento o como fuente de nutrientes para el embrión durante la fase de la germinación.

FORTIFICACIÓN: La fortificación es una forma de procesamiento de alimentos de especial interés para los nutricionistas. Cuando se utiliza adecuadamente puede ser una estrategia para controlar la carencia de nutrientes.

GLIADINA: Es una proteína monomérica responsable de la extensibilidad de gluten, quedando dispersa entre la glutenina, desarrollando una película elástica fuerte envolviendo los gránulos de almidón.

GLUTEN: Gluten es una glucoproteína ergástica amorfa que se encuentra en la semilla de muchos cereales combinada con almidón. Representa un 80% de las proteínas del trigo y está compuesta de gliadina y glutenina.

GLUTENINA: Es una proteína del gluten de conformación. Es insoluble en alcohol, pero soluble en soluciones ácidas.

QUINUA: Es un pseudocereal perteneciente a la subfamilia *Chenopodioideae* de las amarantáceas. La quinua es una planta alimenticia de desarrollo anual, dicotiledónea que usualmente alcanza una altura de 1 a 3 m.

TRIGOS BLANDOS: Variedades de la especie Triticum aestivum cultivadas con el

propósito de obtener un grano apto para la elaboración de harinas con destino a la fabricación de productos específicos, tales como galletitas de tipo “crackers” o “cookies.

YUCA: La Yuca es una planta que pertenece a categoría de plantas euforbiáceas.

RESUMEN

Según la NTC 1363 se define al pan como producto alimenticio resultante de la fermentación y horneo de una mezcla básica de harina de trigo, agua, sal y levadura, que puede contener otros ingredientes, y/o aditivos permitidos por la legislación vigente en la cual hace una clasificación en base a diferentes parámetros dentro de los cuales se clasifica el pan blando los cuales se caracterizan por su alto contenido de humedad y suavidad en la textura.

Se empleó un diseño de mezclas para el análisis del producto final, categorizado por dos componentes X_1= sustitución de harina de trigo (%HT) y X_2= sustitución de harina compuesta yuca-quinua (%HYQ), se estudió las propiedades bromatológicas, microbiológicas y físicas del producto final. Se desarrollaron cuatro tratamientos con diferentes porcentajes de sustitución T1 (100%-0%); T2 (90%-10%); T3 (85%-15%) y T4 (75%-25%), respectivamente. Para determinar el contenido de proteínas se utilizó el método Kjeldahl N°955.04 AOAC), para grasa se utilizó el método Soxhlet N°920.39 AOAC), para humedad el método (N°977.11 AOAC) y para fibra cruda el método (N°962.09 AOAC).

Para la determinación de las propiedades físicas se utilizó el método de volumen específico por desplazamiento con granos de arroz, el análisis microbiológico de mohos y levadura se realizó en base al análisis establecido en la NTC 1363, siguiendo la metodología expuesta en la NTC 5698-1. La evaluación sensorial del pan blando se realizó mediante la prueba hedónica de nueve puntos con 50 panelistas no entrenados, donde se evaluó parámetros de color, sabor y textura. Para el análisis estadístico se utilizó el diseño de mezclas, ANOVA multifactorial y la prueba de Tukey.

En las propiedades bromatológicas del pan se observó que a medida que aumenta la sustitución HYQ también aumenta el porcentaje de fibra y grasa, disminuye la humedad y el porcentaje de proteína inicialmente aumenta para T2 y decrece en los dos últimos tratamientos, además se pudo observar que el porcentaje de fibra presento mayor aumento para T4 (1,21%), igual para grasa T4 (11,70%), el tratamiento que mayor porcentaje de humedad presente fue el tratamiento control T1 (16,20%) y el de mayor porcentaje de proteína fue T2 (8,29%). Respecto a las propiedades físicas el volumen disminuyó perdiendo peso después del horneado. Las características sensoriales del pan como el sabor y textura presentaron diferencias significativas, mientras que el color no presento diferencias significativas a un nivel de confianza del 5%.

Palabras claves: Pan blando, propiedades, tratamientos, harinas.

ABSTRACT

According to the NTC 1363 bread is defined as a foodstuff resulting from the fermentation and baking of a basic mixture of wheat flour, water, salt and yeast, which may contain other ingredients, and/or additives allowed by the current legislation. This legislation makes a classification based on different parameters. The main characteristics of soft bread are its high moisture content and softness in the texture.

A mix design was used for the analysis of the final product, it was categorized by two components X_1= substitution of wheat flour (%HT) and X_2= substitution of flour composed of yucca-white quinua (%HYQ), the bromatological, microbiological and physical properties of the final product were studied. It was developed four treatments with different percentages of substitution T1 (100%, 0%); T2 (90%, 10%); T3 (85%, 15%) and T4 (75%, 25%), respectively. The method Kjeldahl N ° 955.04 AOAC), for fat uses the method Soxhlet N ° 920.39 AOAC), for moisture the method (N ° 977.11 AOAC) and for raw fiber the method (N ° 962.09) AOAC).

For the determination of physical properties, it was used the method of specific calculation for displacement with rice grains, the microbiological analysis of molds and yeast was performed based on the analysis established in the NTC 1363, following the methodology set out in NTC 5698-1. Sensory evaluation of soft bread was carried out using the hedonic test of nine points with 50 untrained panels, where the parameters of color, taste and texture were evaluated. For the statistical analysis, the mix design, multifactorial ANOVA and the Tukey test were used.

In the bromatological properties of bread, it is observed that while increasing the substitution HYQ, the fiber and fat content increases as well, humidity decreases and the protein percentage increases for T2 and decreases in the last two treatments, besides it was observed that the percentage of fiber showed the greatest increase for T4 (1,21%), same for raw fat T4 (11,70%); the treatment that showed the highest percentage of humidity was the control treatment T1 (16,20%) and the highest percentage of protein was T2 (8,29%). Regarding the physical properties, the volume decreased losing weight after baking. The sensory characteristics of the bread like flavor and texture showed you significant differences, while the color does not present significant differences at a confidence level of 5%.

Keywords: Soft bread, properties, treatments, flours.

INTRODUCCIÓN

En Colombia, la industria panadera ha ido de la mano con la evolución de la humanidad, pues ha hecho su presencia en las conquistas, descubrimientos y revoluciones en las que el hombre ha participado. Desde ese momento el pan se convierte en acompañante de comidas y de consumo diario para los hogares, quienes lo incluyen en sus compras cotidianas[1].

Actualmente, el pan es uno de los alimentos de alta popularidad en el país, sin embargo, pese a su gran importancia y consumo se está trabajando en cambios que puedan satisfacer las necesidades de los consumidores.

El mercado colombiano es muy grande para este segmento, ya que, según estudios hechos por Puratos, fabricantes de materias primas para el pan, el 98% de las personas del país aseguran comer pan. Además, 70% de los habitantes del país consumen pan una vez al día. De acuerdo con Rocío Molano, jefe nacional de panadería de Levapán, la innovación juega un rol fundamental. En el negocio se tiene que empezar en el tema de la difusión. Ofrecer algo que no se ha visto en ninguna parte, en los alimentos se puede jugar con la combinación de sabores[2].

Una alternativa de innovación es la implementación de sustituciones parciales de harina que provengan de otros tipos de alimentos. Distintas investigaciones han empleado harina de quinua y papa con porcentajes de sustitución del 10 y 20%, produciendo masas con diferentes perfiles termomecánicos y panes con diferentes características físicas, dependiendo de la cantidad y la fuente de almidón empleada[3]. Otras investigaciones reportan el empleo de harinas de yuca de distintas variedades aplicando porcentajes del 0, 5, 10 y 15% de harina compuesta trigo-yuca, evaluando las propiedades reológicas y fermentativas de las masas de panificación. Otros autores evaluaron el volumen específico y aceptabilidad de tres tipos de pan (común, molde y

---

[1] SECTORIAL. Industria Panificadora, Un sector con Alto Poder de Adaptación [Online]. Colombia. Noviembre de 2017 [Citado el 15 de marzo de 2018]. Disponible en: https://www.sectorial.co/informativa-industria-panificadora-y-de-pastas/item/91777-industria-panificadora,-un-sector-con-alto-poder-de-adaptaci%C3%B3n

[2] Chiquiza Nonzoque, Jhan ed. Renovación del producto, entre los desafíos de la industria panadera. En: REPUBLICA. [Citado en agosto de 2017]. Disponible en: https://www.larepublica.co/empresas/en-colombia-98-de-la-poblacion-come-pan-2533609

[3] Rodríguez. INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO POR HARINA DE QUINOA Y PAPA EN LAS PROPIEDADES TERMOMECÁNICAS Y DE PANIFICACIÓN DE MASAS. En: U.D.C.A. Marzo,2012. vol.15, no.1, p.199-207.

hamburguesa), determinaron que las harinas compuestas tienen un mayor contenido de fibra y azúcares reductores que el patrón de harina de trigo, lo cual aumenta la absorción de agua y el contenido de azúcares disponibles en la fermentación. La mejor aceptabilidad general la obtuvieron los panes tipo común y molde de todas las variedades y niveles de sustitución según Henao et al. (2009)[4].

Teniendo en cuenta la creciente demanda que ha surgido por parte de los consumidores; la calidad de los alimentos ha tenido que superar todas las expectativas requeridas en cuanto a sus cualidades organolépticas y nutricionales. La necesidad de sustituir en menor o mayor grado las fuentes tradicionales de alimentos es creciente; pues los actuales sistemas de producción tienen que abastecer a una población más grande y cada vez más exigente.

Con este estudio se pretende evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por otras harinas (Yuca-Quinua) en las propiedades bromatológicas, microbiológicas y físicas del pan tipo blando, con el fin de obtener un producto con propiedades fisicoquímicas, organolépticas y nutricionales que aporten beneficios a la salud.

Esta investigación posee varios pasos fundamentales: en la primera parte se presenta una caracterización fisicoquímica, bromatológica y funcionales de las materias primas (harinas de trigo, yuca y quinua). Como segunda parte, la caracterización bromatológica y microbiológica de los panes elaborados a partir de harinas de trigo, yuca y quinua. En la tercera parte se hace un análisis de las propiedades físicas del pan tipo blando y luego, se establece la mejor formulación del pan a través de una prueba sensorial. Seguido de la respectiva interpretación, explicación y análisis de resultados; por último, se establecieron las conclusiones derivadas del estudio, además de las recomendaciones obtenidas durante la investigación.

[4] Aristizábal. Influencia de la variedad de yuca y nivel de sustitución de harinas compuestas sobre el comportamiento reológico en panificación. En: Rev. SciELO. 2009. vol.29, no.1, p.39-46.

1. MARCO REFERENCIAL

1.1 MARCO DE ANTECEDENTES

La sustitución de harina de trigo en productos panificados ha sido una de las principales alternativas para mitigar la importación de cereales al país, como es el caso del trigo, esto se evidencia con mayor frecuencia en los últimos años, debido a la reducción de costos operativos de subproductos como la harina producida a partir de este cereal.

Una de las alternativas que ha tomado gran auge en relación a esta problemática, es la sustitución parcial de harina de trigo por otras harinas en formulaciones de productos panificables. Alvis et al. (2011)[5], formularon panes con agregado de arroz integral comercial a través de 17 formulas experimentales con el objetivo de encontrar la mejor formulación que presentara las mejores propiedades físicas, sensoriales y calidad nutricional, los panes elaborados con harina de arroz presentaron un aumento en la textura comparado con los de harina de trigo, teniendo en cuenta que la harina de arroz produce una miga más compacta, por tanto, da como resultado un pan menos aireado y más duro, con una elasticidad con R^2 = 0,90 y volumen especifico entre 3,61 y 5,75 cm^3/g para las diferentes formulaciones. Por su parte, Ledesma & Milde. (2012)[6],formularon panes suplementados con fécula de mandioca en proporción 80:20, grasa, sal, levadura, azúcar y agua, obteniendo panes con 4,27% más de proteína comparado con el pan control. Surco & Alvarado (2010)[7], propusieron el desarrollo de un producto de panificación con mezcla de harina de trigo y sorgo para el consumo humano. Se evaluó el color, clasificación y cálculo porcentual del grano de sorgo producido en el país. Se evaluaron minerales de los panes elaborados los cuales con respecto a los de trigo fueron de 5-30% y este aumentaba a medida que aumentaban los porcentajes de harina de sorgo. En las harinas compuestas trigo-sorgo, el trigo fue sustituido en proporciones de: 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30%, al incrementar la cantidad de sorgo mejoró el valor nutricional en la mayoría de las variables estudiadas. Los panes mostraron contenidos (grasa, energía y otros valores) más elevados que los de trigo, excepto en proteína bruta. El estudio de las propiedades reológicas (volumen, farinogramas y extensogramas) de las mezclas determinó las proporciones más adecuadas para

[5] ALVIS, Armando; PÉREZ, Luis y ARRAZOL, Guillermo. Elaboración de panes con agregado de harina de arroz integral y modelación de sus atributos sensoriales a través de la metodología de superficie de respuesta. En: Rev. SciELO. 2011, vol. 22, no 5, p. 29-38.

[6] LEDESMA, Estela y MILDE, Laura. Composición química de panes de fécula de mandioca con diferentes aditivos. En: Rev. SciELO. Julo-diciembre 2010, vol. 14.

[7] SURCO, Juan y ALVARADO, Juan. Harinas compuestas de sorgo-trigo para panificación. En: Rev. SciELO. Agosto 2010, vol. 27, no 1.

panificación.

En otro estudio realizado por Pascual et al. (2010)[8], evaluaron el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha de la variedad Oscar Blanco en la elaboración del pan, se plantearon diez tratamientos que involucraron dos métodos de panificación (directo y esponja y masa) y cinco niveles de sustitución (5%, 10%, 15% y 20%), incluyendo el testigo sin sustitución. Las mezclas de harinas, para cada nivel de sustitución, fueron evaluadas por medio de análisis fisicoquímico, químico y microbiológico las cuales se encuentran por debajo del valor máximo de 0,15%, mientras que la harina de kiwicha presenta un nivel de acidez superior al máximo permitido por la NTP. La composición química proximal del pan al 10% de sustitución fue la siguiente: 27,0% de humedad, 9,7% de proteína, 6,5% de grasa total, 53,3% de carbohidratos, 0,4% de fibra y 3,1% de cenizas. Por último, a los panes obtenidos mediante cada tratamiento, se les realizaron análisis físico, fisicoquímico, químico, organoléptico y biológico, donde la prueba biológica del pan con sustitución parcial con 10% de harina de kiwicha, se produjo una ligera mejora en el valor nutricional comparado al valor obtenido con harina de trigo. Finalmente, el pan al 10% de sustitución con harina de kiwicha, realizado a través del método esponja y masa, resultó ser el pan preferido.

1.2 MARCO CONCEPTUAL

1.2.1 Producción de trigo, yuca y quinua

“La cadena productiva de la molinería, repostería y panadería comprende varios procesos que van desde la producción y procesamiento de los cereales, hasta la fabricación de alimentos más elaborados como pan, pastas y cereales para desayuno, entre otros”[9].

El mundo se encamina a producir un récord de 743 millones de toneladas de trigo. Debido a este incremento de la producción se hizo necesario la baja de los precios, pero a pesar del clima favorable y la productividad estas últimas generaban más producción

[8] PASCUAL CHAGMAN, Gloria y ZAPATA, Joaquín. Sustitución parcial de harina de trigo *Triticum aestivum L.* por harina de kiwicha Amaranthus caudatus L. usando el método directo y esponja y masa en la elaboración de pan. En: Rev. de la Sociedad Quimica del Peru. Octubre-diciembre 2010, vol. 76, no. 4, p. 377-388

[9] SECTORIAL. Industria Panificadora, Un sector con Alto Poder de Adaptación [Online]. Colombia. Noviembre de 2017 [Citado el 15 de marzo de 2018]. Disponible en: https://www.sectorial.co/informativa-industria-panificadora-y-de-pastas/item/91777-industria-panificadora,-un-sector-con-alto-poder-de-adaptaci%C3%B3n. Op. Cit. p 1.

de la que la demanda podría requerir.

El desafío es para todos los productores de trigo del mundo. El sobreabastecimiento del grano se acentúa y se suma al del maíz, que está iniciando la mayor cosecha de la historia en EE.UU. Pero tal vez en el caso de los uruguayos los desafíos son mayores, tanto para los productores como para las empresas vinculadas al sector.

La producción de trigo en Colombia para el año 2016 fue de 1.597,65 toneladas, la cual durante los últimos cinco años ha disminuido drásticamente en un 48,9% según estadísticas reportadas por Agronet.

En Colombia es predominante, tradicional y es practicada la producción de trigo en granjas, haciendas o pequeñas extensiones de tierra. Se emplean semillas no certificadas cuyo rendimiento promedio nacional pasó de 1,6 ton/h en el 2000 a 1,5 ton/h en el 2010 y es dirigido en su mayoría al autoconsumo. En este tipo de cultivo las condiciones ambientales son mínimas e incluyen suelos poco fértiles y bajas de precipitaciones. Los cultivadores casi no usan semillas mejoradas ni agroquímicos y su insuficiente mecanización no permite obtener mejores rendimientos[10].

En la cebada la producción para el año 2015 fue de 1.006 toneladas según lo reportado por Agronet, la cual durante los últimos cinco años ha sufrido diversos cambios los cuales para el rango desde el 2010 al 2012 disminuyo en un 57%, lo cual representa una baja que pasa la mitad de la producción esperada y para el periodo entre 2012 a 2015 se mantuvo constante.

La avena por su parte la producción fue de 333,1 toneladas según lo reportado por Agronet, los periodos entre 2010 al 2013 aumento la producción en un 48% y del 2013 hasta el 2015 se mantuvo constante.

En Colombia, el consumo de trigo, superior a 1,3 millones de toneladas, se traduce en un consumo estimado por habitante al año de 30 kilos de productos panificables, 2,5 kilos de galletas y 2,9 kilos de pasta; alimentos que representan el 1,7% del total del gasto de un colombiano de ingresos promedio y el 2,4% de uno de ingresos bajos[11].

---

[10] GRANDE TOVAR, Carlos y OROZCO COLONIA, Brigitte. Producción y procesamiento del maíz en Colombia. En: Revista Científica Guillermo de Ockham, vol. 11, no. 1. Enero - junio de 2013, p. 97-110

[11] COLOMBIA. ANDI.la industria molinera de trigo. 2014. Disponible en [http://proyectos.andi.com.co/cfed]. Item no.6. (S.N)

Colombia es un país productor de yuca, esta se da en tierras que se encuentran entre el nivel del mar y los 1.500 metros de altura. En Colombia hay 240.000 hectáreas aproximadamente que se cultivan, principalmente como cultivos marginales, para alimentación humana, como yuca fresca según Albuquerque. (2001)[12] y su producción para el 2016 es de 2.013.385,25 toneladas, de las cuales para el periodo comprendido desde 2010 al 2013 aumentó un 21% lo cual no representa una cifra significativa en la producción de yuca. Actualmente en Sucre se encuentra la planta de producción de Almidones de Sucre S.A.S, la cual posee equipos de alta tecnología que le permiten producir yuca industrial de excelente calidad a precios competitivos para satisfacción de sus clientes.

La producción de quinua en Colombia para el 2016 fue de 0,75 toneladas, este producto aporta múltiples beneficios, además de que su componente sustituye muchos de los alimentos que se incluyen en nuestra dieta diaria.

1.2.2 Generalidades de las harinas

De acuerdo a la NTC 267 de 2013, se define a la harina de trigo como el producto obtenido de la molienda y cernido del endospermo de granos de trigo común Triticum Aestivum L., o trigo ramificado, Triticum Compactum Host., o mezcla de ellos, con el fin de obtener un tamaño de partícula determinado.

La harina de trigo, es un producto de la transformación de las materias primas en su estado natural (el grano de trigo), es considerado un producto capaz de sufrir alteraciones en su calidad nutricional y tecnología en el momento de cosecha y cuando los procesos de postcosecha de los cereales no son realizados adecuadamente. Junto con los procesos llevados a cabo inadecuadamente, la presencia de insectos-plaga y patógenos en la masa de cereales y de la harina causan un aumento de la humedad, proporcionando degradación del producto. Por otra parte, los cereales y la harina infectados pueden servir como un vehículo para los distintos tipos de agentes patógenos a los humanos causando una enfermedad de origen alimentario y desórdenes fisiológicos de quién los consumen[13].

El principal producto obtenido del trigo es la harina. La harina que se produce de los

[12] Francisco Albuquerque. PRODUCCION, COMERCIALIZACION Y VIABILIDAD DE LA HARINA DE YUCA EN COLOMBIA. Barcelona. 2001.
[13] LOBO PAES, Juliana et. al.; Calidad tecnológica de la harina de trigo obtenida a partir de cereales ozonizados. En: Rev. CENIC. Ciencias Biológicas 2010. vol.41, no.4, p.4-12.

trigos blandos se destina a la producción del pan, mientras que la que se obtiene de los trigos duros se utiliza fundamentalmente para la producción de pastelería o alimentos caseros.

Se utiliza la harina de trigo para la fabricación del pan, galletas, pastas, etc; debido a que es un cereal que permite de una manera más adecuada la formación del gluten, sustancia que posee plasticidad y elasticidad, lo que facilita darle a la mezcla una forma determinada y al mismo tiempo permite que la levadura actué haciendo que esta se infle, al adsorber vapor de agua y aire.

Las proteínas de interés en las harinas son la gliadina y la glutenina que se forman en el gluten cuando la harina es mezclada con el agua, el gluten le da a la masa la habilidad de retener el gas[14].

En cuanto a la conformación fisicoquímica las harinas están formadas por: hidratos de carbono, (fibra cruda, almidón, maltosa, sucrosa, glucosa, melibiosa, pentosanos, galactosa, rafinosa), compuestos nitrogenados (principalmente proteínas: Albuminas, globulinas, palmítico, esteárico, palmitooleico, oleico, linoleico, linoleico), sustancias minerales (K, P, S, CL) y agua junto con pequeñas cantidades de vitaminas (inositol, colina y del complejo B), enzimas (B-amilasa, celulasa, glucosidasas) y otras sustancias como pigmentos[15].

1.2.2.1 Hidratos de carbono

El almidón es el hidrato de carbono más importante de todos los cereales. La fibra es un carbohidrato que no se digiere por carencia de enzimas en el cuerpo humano y se divide para su análisis en dos partes: La fibra cruda que se evalúa como la porción de los hidratos de carbono que resisten la acción de las enzimas digestivas en el intestino humano y no se absorbe. La fibra insoluble es una aliada frente al estreñimiento y a otros problemas intestinales. Además, ayuda a mantener un grado de acidez optima en el intestino (lo que evita la formación de sustancias cancerígenas) y a eliminar los desechos tóxicos.

---

[14] ORDOÑEZ BRAVO, Gloria y OVIEDO ANCHUNDIA, Rodrigo. Alternativas de aprovechamiento de harinas no tradicionales para la elaboración de pan artesanal. Trabajo de grado Ingenieros de alimentos. Ecuador. Escuela superior politécnica del litoral. Facultad de ingeniería. Departamento de ingeniería de alimentos, 2010. 14 p.

[15] PAZMIÑO BONILLA, Maria José. DETERMINACIÓN DEL PERFIL DE LA HARINA DE TRIGO (Genustriticum) TIPO PANADERA ELABORADA EN MOLINOS CORDILLERA - SUCESORES DE JACOBO PAREDES M.S.A. Trabajo de grado Ingenieros de alimentos. Quito. Universidad Tecnológica Equinoccial. Facultad de ciencias de la ingeniería. Departamento de ingeniería de alimentos, 2013. 7 p.

1.2.2.2 Azucares

Está también presente en la harina, pero en un porcentaje mínimo, ayudan a la levadura a transformar el gas carbónico.

1.2.2.3 Materias grasas

Están localizadas en el germen y en las cascaras del grano de trigo, centeno y maíz. Es importante destacar de las harinas que se convierten en ácidos grasos que alteran la calidad de las mismas.

1.2.2.4 Materias minerales o cenizas

Para determinar el porcentaje de ellas es necesaria la incineración de las harinas. A menor proporción de cenizas mayor pureza de la harina[16].

[16] ORDOÑEZ BRAVO, Gloria y OVIEDO ANCHUNDIA, Rodrigo. Alternativas de aprovechamiento de harinas no tradicionales para la elaboración de pan artesanal. Trabajo de grado Ingenieros de alimentos. Ecuador. Escuela superior politécnica del litoral. Facultad de ingeniería. Departamento de ingeniería de alimentos, 2010. 20 p. Óp. Cit. 14, p 25.

1.2.3 Composición nutricional

En las siguientes tablas se describe la composición nutricional de las diferentes harinas en estudio.

Tabla 1. Composición nutricional de la harina de trigo.

Componente	Harina 100% extracción	Harina 75% extracción
Proteínas	12-13,5%	8-11%
Lípidos	2,2%	1-2%
Almidón	67%	71%
Cenizas (materia mineral)	1,5%	0,55-0,65%
Vitaminas (B y E)	0.12%	0,03%
Humedad	13-15%	13-15%
Fibra(salvado)	11%	3%
Azucares	2-3%	1,5-2,5%

Fuente: Gil, Ángel. Tratado de Nutrición: Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos. Tomo II. 2 ed. Bogotá D.C, Editorial Panamericana, 2010.

Tabla 2. Composición nutricional de la harina de yuca.

Parámetro	Almidón agrio 100g
Nitrógeno Total (%)	0,027
Fosforo total (mg)	1,7
Ceniza (%)	100
Potasio total (mg)	55,6
Calcio total (mg)	13,0
Magnesio total (mg)	5,7

Fuente: Zenteno G. Proyecto de Fermentación del Almidón de Yuca para la Industria Panificadora. Universidad Mayor de San Andrés. 2014.

Tabla 3. Composición nutricional de la harina de quinua.

Compoenentes	Quinua	Harina de Quinua
Valor energetico (cal)	376,0	341,2
Humedad (g)	10,1	13,7
Proteina(g)	11,5	9,1
Grasa (g)	8,2	2,6
Carbohidratos (g)	66,7	72,1
Fibra (g)	5,1	3,1
Ceniza (g)	3,5	2,5
Calcio(mg)	120,0	181,0
Fosfato (mg)	165,0	61,0
Hierro (mg)	-	3,7
Vitamina A (mg)	0,00	0,00
Tiamina (mg)	0,12	0,19
Riboflavina (mg)	0,14	0,24
Niacina (mg)	1,35	0,68
Acido Ascorbico (mg)	-	-

Fuente: Pamacahua, Augusto et al. (citado por jimenez y gomez, 2005). Congreso nacional de la quinua. 2010. Elaboracion y evaluacion sensorial de una galleta enriquecida a base de harina de trigo (Triticumdurum), quinua (ChenopodiumquinoaWilld) y cañihua (ChenopodiumpallidicauleAellen), bañada con chocolate. En ingenieria de Alimentos.

1.3 HARINA DE YUCA

La harina de raíces de yuca se destaca especialmente como fuente de energía, que es el nutriente cuantitativamente más importante de las dietas alimenticias, lo anterior por su riqueza en almidón, el cual representa el 80% del extracto no nitrogenado. Por otra parte, sus limitantes nutricionales se encuentran con un bajo contenido de proteína, de aminoácidos y de ácidos grasos esenciales[17].

La harina de yuca representa una materia prima atractiva para la producción de productos horneados dado su alto contenido de carbohidratos que en un momento dado pueden sustituir la harina de trigo. La obtención de harina de yuca a partir de excedentes

[17] GARDONA, Manuel *et. al*. Evaluación de la respuesta productiva y económica de cerdos mestizos en las etapas de levante y ceba utilizando cuatro niveles de harina de yuca (Mannihot utilissima). En: Rev. Colombiana de Ciencias Pecuarias. 2002. vol.15, no.2, p.207-212.

de producción de este cultivo representa una alternativa viable para el aprovechamiento de materias primas perecederas de una manera más sustentable permitiendo a la comunidad un mejoramiento socioeconómico.

1.3.1 Valor nutricional

"Es importante conocer que, aunque la harina de yuca contiene muy poca cantidad de proteína (menos del 2%), sí posee un nivel alto de fibra (por encima del 3%), que es un punto más a favor de su consumo"[18]. La yuca es un alimento muy rico en hidratos de carbono y pobre en grasas y proteínas. El 80% del peso fresco de la raíz aproximadamente, corresponde al parénquima, que es el tejido en que la planta almacena el almidón. El contenido de materia seca de la raíz de yuca fluctúa entre el 30 %-40%. La materia seca del parénquima está constituida en su mayor parte por (90%-95%), por la fracción no nitrogenada, es decir, por carbohidratos (almidón y azúcares). El almidón representa la mayor parte de los carbohidratos (96%) y es el principal componente de la materia seca. Es un alimento muy digestivo y aporta de forma moderada vitaminas del grupo B, potasio, magnesio, calcio, hierro y vitamina C. Las variedades cultivadas para uso industrial deben tener un alto contenido de almidón. La siguiente tabla muestra la composición nutritiva media de la yuca y de la harina de yuca (ver tabla 4).

Tabla 4. Composición fisicoquímica y nutricional de la yuca y de la harina de yuca (por 100g de base seca).

Variables	(U.M)	Harina de yuca	Yuca fresca
Energía	Kcal	32	132
Humedad	%	10,2	65,2
Proteína	g	1,7	1
Fibra cruda	g	4,8	1
Cenizas	g	1,6	0,6
Grasas	g	0,5	0,4
Carbohidratos totales	g	80,2	31,8
Calcio	mg	148	40

[18] ABREU PINO, Yanelis. Sustitución parcial de harina de trigo por harina de yuca en galleta de sal. Trabajo de grado Licenciatura en ciencias alimentarias. La Habana. Universidad de la Habana. Facultad de ciencias alimentarias. Departamento de alimentos, 2013. 12 p. Citado por Murillo, 1995.

Fosforo	mg	104	34
Hierro	mg	5,4	1,4
Tiamina	mg	0,08	0,05
Riboflavina	mg	0,07	0,04
Niacina	mg	1,6	0,6
Ácido Ascórbico	mg	14	19

Fuente: Lung, W. 1961. Tabla de composición de alimentos para el uso en América Latina. Comité Interparlamental de Nutrición para la defensa Nacional, EEUU.

1.3.2 Obtención de la harina de yuca

"La limpieza se hace con agua para la eliminación de todo tipo de impurezas, que en su mayoría son restos de suelo que se adhieren a la yuca. Esta operación permite garantizar la calidad final del producto. El pelado se realiza para eliminar la corteza que constituye la epidermis de la yuca y puede hacerse con equipos abrasivos o bien manualmente con cuchillos y estropajos de acero. El troceado tiene el objetivo que las raíces se sequen más rápidamente y es necesario aumentar la superficie expuesta al aire caliente. Esto se logra al cortarlas en trozos pequeños y uniformes (1-2 mm), labor que se realiza con una máquina picadora. Según el tipo de disco así será la característica de la rebanada. También puede hacerse en forma manual con cuchillos afilados"[19]. "El secado de las raíces se realiza mediante métodos naturales o artificiales, los cuales difieren no sólo en las tecnologías empleadas sino también en sus costos. El secado natural aprovecha la energía solar, hecho que restringe su uso a las épocas del año en que no hay lluvias, mientras que el secado artificial se utilizan otras fuentes de energía, tales como los combustibles fósiles (petróleo, carbón, y gas) y los residuos agrícolas (leña, bagazo de caña, cáscara de arroz y café etc.)"[20]. "En algunos casos se pueden combinar los dos sistemas para hacer más rentable la agroindustria. El secado se realiza con aire a 60 °C en un término de 24 a 48 h y cuando los trozos crujen al partirlos, se quiebran con facilidad al presionarlos entre los dedos y marcan como si fuera una tiza, han alcanzado un nivel de humedad entre 12 y 14%, señalando el final del proceso"[21]. "Lo mejor es realizar análisis de humedad para garantizar la calidad y

[19] Murillo (1995) Ficha técnica: Industrialización de la yuca. Citado por ABREU PINO, Yanelis. Sustitución parcial de harina de trigo por harina de yuca en galleta de sal. Trabajo de grado Licenciatura en ciencias alimentarias. La Habana. Universidad de la Habana. Facultad de ciencias alimentarias. Departamento de alimentos, 2013, p. 12.

[20] Ibid., p. 23

[21] Ibíd., p. 24.

estabilidad del producto final. La molienda se hace en molinos de martillos dotados de una chapa perforada con orificios redondos de 0,5 mm y bien acondicionado para no dejar escapar el polvo fino que resulta del proceso. El envase de la harina se hace en sacos de papel multicapas o polietileno, garantizando una vida útil de hasta ocho semanas o más en dependencia de las condiciones de almacenamiento, la temperatura y la humedad reinante promedio. El almacenamiento se hará en locales con buena ventilación, baja humedad y limpieza adecuada. Los envases se apilan sobre estibas en parles, dejando espacios para que haya circulación del aire. En condiciones de alta humedad en el ambiente hay peligro de reabsorción de agua que favorecerá el crecimiento de hongos y la producción de toxinas que impiden posteriormente el uso del producto para la alimentación. La harina de yuca seca puede ser atacada por insectos, principalmente del orden de los coleópteros, aunque sólo se consideran importantes aquellos que pueden reproducirse en ella”[22].

1.4 HARINA DE QUINUA

Entre sus características es valorada como una planta alimenticia de desarrollo anual, y que alcanza una altura de 1 a 3 m; sus hojas son anchas y con formas distintas en una misma planta. El tallo central tiene hojas lobuladas y quebradizas, así como puede o no tener ramas, y estas, diferencias varían dependiendo de la variedad o densidad del sembrado. Sus flores son pequeñas y no tienen pétalos. Son hermafroditas, por lo que en la mayoría de los casos se autofertilizan. Su fruto es seco y mide aproximadamente 2 mm de diámetro. Su periodo vegetativo varía entre 150 y 240 días.

Se señalan también avances en la investigación de la utilidad de la harina de quinua para elaborar productos como pan, panqueques, galletas, molletes, pastas, tortillas, bocadillos, pastelería, hojuelas, comidas para recién nacidos, y también se usa para hacer bebidas picantes o fermentadas, incluyendo una bebida llamada “chicha”, entre otros productos. Su comercialización se hace principalmente en forma de grano perlado, hojuelas, fideos, y harina en tiendas naturistas y en algunos almacenes.

Las harinas de quinua son una materia prima potencial como extensor cárnico, debido a su buen contenido de proteína, almidón y otros componentes. Además, como otros extensores, es de utilidad en reducir los costos en la producción de derivados de la carne (debido a que reemplaza parte de ella), y ofrece beneficios tecnológicos y nutricionales, los cuales dependen de la cantidad, composición, conformación, propiedades físicas y funcionales de las proteínas que contiene[23].

---

[22] Ibid., p. 25.

[23] HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, José. La quinua, una opción para la nutrición del paciente con diabetes mellitus. En: Rev. SciELO. 2015. vol.26, no.3, p.304-312.

Los pasos fundamentales de la molienda son la trituración (para fragmentar el grano), la tamización (para separar las partículas según el tamaño) y la purificación (para separar las partículas provenientes del salvado o pericarpio). De esta manera, un proceso de trituración convierte el trigo en harina, que se transforma a su vez en la materia prima para la elaboración de productos de panadería, pastelería y galletería a partir de la harina, y la elaboración de pastas alimenticias a base de la sémola o de mezclas de ésta con harina en diferentes proporciones. Es de notar que, en la fabricación de los últimos, además de la harina de trigo, se demandan cantidades importantes de grasas, levadura, huevos, azúcar, lácteos, quesos y otros ingredientes[24]. Los productos de panadería, y, por lo tanto, el pan de molde, son una parte importante de una dieta equilibrada y, hoy por hoy, podemos encontrar una amplia variedad de estos productos en los supermercados[25].

1.5 PANES

1.5.1 Generalidades

El pan es un producto horneado que contiene levadura y se elabora principalmente a base de harina de trigo, sal y agua. Es un alimento básico que forma parte de una dieta tradicional elaborada con harina de cereales, este alimento es consumido en todo el mundo y aporta gran cantidad de nutrientes tales como vitaminas del complejo B y minerales como hierro, cobre y selenio por lo tanto su papel en toda dieta equilibrada es fundamental. Por consiguiente, para Colombia se estipula el decreto número 1994 del 28 de octubre de 1996 en la cual se reglamenta la fortificación de la harina de trigo y se establecen las condiciones de comercialización, rotulado, vigilancia y control, por lo que establece la obligatoriedad de la Fortificación: La harina de trigo que se comercializa en el Territorio Nacional deberá estar fortificada con vitamina B1, Vitamina B2, Niacina, Ácido Fólico y Hierro. La adición de Calcio, podrá hacerse de manera opcional. Según la OMS (Organización mundial de la salud) el consumo promedio de pan que debe consumir un individuo al día es de 200-250 gramos diarios, Su composición básica se desprende de la harina que le da origen, por lo tanto, los panes

[24] SECTORIAL. Industria Panificadora, Un sector con Alto Poder de Adaptación [Online]. Colombia. Noviembre de 2017 [Citado el 15 de marzo de 2018]. Disponible en: https://www.sectorial.co/informativa-industria-panificadora-y-de-pastas/item/91777-industria-panificadora,-un-sector-con-alto-poder-de-adaptaci%C3%B3n. Op. Cit. 9, p 1.

[25] HERNANDO ALONSO, David. Evolución de la vida útil en panes sin corteza blancos al sustituir el mejorante y sórbico habituales. Tesis de master en calidad. España. Universidad de Valladolid. Facultad de ingenierías agrarias. Master en desarrollo e innovación de alimentos, 2012, p. 2.

en general tienen como protagonistas de sus nutrientes a los hidratos de carbono[26].

1.5.2 Características organolépticas

1.5.2.1 Color: La miga es blanco cremoso. La corteza debe ser dorado a ligeramente moreno, no debe estar quemada, ni tener material extraño alguno.

1.5.2.2 Olor y sabor: Debe ser característico al pan horneado, bien cocido, sin acidez, libre de olores y sabores desagradables.

1.5.2.3 Textura: La miga debe ser elástica, poco porosa y uniforme, no debe ser desmenuzable, ni pegajosa.

En Colombia la NTC 1363 establece todos los parámetros a tener en cuenta para obtener un producto de buena calidad, en cuanto a uniformidad, olor, sabor, consistencia de la miga, además de las sustancias permitidas en él.

[26] Gutiérrez. EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE PAN Y DE LAS REPRESENTACIONES SOCIALES ASOCIADAS A ÉSTE EN JÓVENES UNIVERSITARIOS DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA PARA ESTABLECER MENSAJES DE EDUCACIÓN NUTRICIONAL. Trabajo de grado nutricionista dietista. Bogotá. Universidad Javeriana. Facultad de ciencias. Departamentos de nutrición y dietética, 2014. 12 p. Citado por Expopan, 2013.

1.5.3 Formulaciones

Tabla 5. Ficha Técnica para pan tipo blando.

MATERIA PRIMA/INSUMO	PORCENTAJE (%)
Harina	100
Sal	2
Levadura instantánea	2
Agua	30
Azúcar	12
Margarina	20
Esencia	0,5
Huevo	10

Fuente: González, Yuli Liliana. Ficha técnica del pan tipo blando. Centro agropecuario la GRANJA-SENA. Programa buenas prácticas de manufactura. Julio del 2010, Versión 2010.

Las harinas compuestas son una alternativa para sustituir total o parcialmente el uso de trigo por productos farináceos, la composición de harina yuca-quinua se emplearía como una facultad para optar por nuevas fuentes alimenticias y disminuir la importación de trigo al país.

La industria panificadora durante el 2015 libró una difícil situación derivada de la informalidad que se presenta y que afecta a las empresas legalmente constituidas, además de algunos factores que afectaron la provisión de los insumos como el fenómeno de El Niño, la cartelización del azúcar y la fortaleza del dólar. Aun así, para el 2015, la elaboración de los productos de molinería incrementó un 4,3%, comparado con el 2014. Durante ese mismo año, a nivel internacional, la industria panificadora registró un valor global de 461.000 millones de dólares en un mercado en las cual 277.000 empresas familiares de gran escala tienen el 90% de participación; Bimbo el 4%, Mondelez Internacional el 3%, Yamazaki el 2% y Kellogg's el 1%, según lo reveló la consultora IBISWorld. Con la adquisición de la norteamericana Mrs Baird's y que continuó con la de Vita y Pullman en el 2001, en Brasil, la George Weston Limited en el 2002, en el oeste de Estados Unidos, La Panrico de Beijing, China, en el 2006, la George Weston Foods en el 2009, de nuevo en Estados Unidos, negocio que le dio pie para quedarse en el mismo año con Sara Lee en España, con Fargo en Argentina y con Bimbo Iberia en España y Portugal. Asimismo, el Grupo Bimbo compró en el 2014.
La Canada Bread y la Saputo Bakery, ingresando al mercado de Canadá y Reino Unido, y adquirió a la ecuatoriana Supan, complementando su presencia en Latinoamérica. Todas estas adquisiciones han posesionado al Grupo Bimbo, que actualmente cuenta con 65 plantas de producción: 21 en Canadá, 32 en Latinoamérica, 11 en Europa y 1 en

Asia. Además de esto, cuenta con 52.000 rutas de distribución, 2,4 millones de puntos de venta, 126.000 colaboradores, más de 10.000 productos y 100 marcas que comercializa en 22 países, entre América, Europa y Asia. En Latinoamérica, mientras tanto, en el Club del Pan hay cerca de 230.450 panaderías bien posesionadas en el mercado. Estas van de la mano con las tendencias que implican, sobre todo, productos cada vez más saludables y libres de gluten; ahí que la incorporación de frutos secos y otros derivados de las frutas esté en expansión. Con estas características cobran fuerza los panes dulces bajo nuevos formatos y estilos; el muffin o cupcake que se ha reinventado para dar paso a la sempiterna y las rosquillas o donas de varios sabores. Mientras tanto, los pies continúan siendo productos estacionales, contrario a los dulces tradicionales regionales que cobran fuerza junto con panaderías donde la textura del pan se ha convertido en un factor de competencia, incluso más que el tamaño.

Según cálculos del Sena, la rentabilidad por pan es cercana al 52%. La medida se obtiene teniendo en cuenta que producir un gramo de pan artesanal vale entre 3 y 4 pesos y se vende entre 10 y 12 pesos, es decir, un pan de 1.000 pesos requiere una inversión promedio de 360 a 480 pesos y alcanzaría un peso de 120 gramos. Sin embargo, lo anterior parece no aplicar para la industria panificadora del Valle. La situación del fenómeno de El Niño, la falta de producción interna de trigo y ahora el incremento en el valor de la azúcar los tiene al borde de la quiebra, declaró Carlos Useche, director de Anipan, gremio que reúne a las panaderías en el Valle del Cauca.

Finalizando el 2015 y ante épocas festivas como navidad y año nuevo los productos de la harinería y molinería se beneficiaron de las exportaciones con mercados potenciales como el de Estados Unidos. En el 2014 la diferencia en el valor exportado de las harinas para natillas, buñuelos y pan de bonos, entre los dos semestres del año, fue de 28 millones de dólares, al pasar de 78 millones a 106,5 millones de dólares en los segundos seis meses. Los mayores consumidores son Venezuela, Ecuador, Estados Unidos y Puerto Rico. Ya para el 2015, los productos colombianos de esta línea llegaron a más de 70 países.

Sin embargo, la innovación también va de la mano con el servicio. Hoy, se ha desarrollado el comercio detallista en la panadería y repostería, de igual forma, ha insertado una atención más profesional, la utilización de sistemas de refrigeración, una adecuada exhibición, precios competitivos y un amplio surtido[27].

[27] Op. Cit. 24, p. 32.

Sánchez et al. (2015)[28], propusieron el desarrollo de dos productos de panificación, galleta polvorosa y pan de molde, empleando mezclas de harina de trigo, garbanzo, maíz y fibra de piña. Los productos se formularon a partir de cuatro formulaciones, las galletas con sustituciones entre el 80 y 100% y los panes con sustituciones entre el 33 y 43%. Las harinas compuestas destinadas a la elaboración de pan presentaron una mayor homogeneidad y menor tamaño de partícula comparadas con la harina para galletas. Según los datos obtenidos de índice de adsorción de agua, índice de solubilidad y poder de hinchamiento, la hidratación de las masas aumento, obteniéndose mayores valores de estos parámetros en las formulaciones con mayor contenido de harina de maíz. La viscosidad disminuyo al incrementar el porcentaje de sustitución. Los panes presentaron una reducción del volumen al aumentar la sustitución, de 1350±13 ml para pan blando hasta 700±10 ml para pan con 43% de sustitución; del mismo modo, incrementaron la dureza de 8,53±0,29 N a 17,12±0,46 N. sensorialmente, los productos una buena aceptación. En otro estudio como el realizado por Vásquez et Al. (2016)[29], donde elaboraron pan con harina de trigo sustituida con harina de quinua en porcentajes de 2,5; 5; 7,5 y 10%. Se realizó el análisis químico con resultados para la harina de trigo en humedad de 13,09; proteína 12,7%; grasas 1%; ceniza 0,39%; carbohidratos 72,82%, así como la capacidad de retención de agua fue de 69,03±0,2; siendo este el valor más bajo cuando se realizó la sustitución al 5% con harina de quinua y perfil de viscosidad fue de 67,22°C±1,8. En masas, se determinó la fuerza con un valor de 0,68 N ± 0,04, siendo el más alto con respecto al resto de las mezclas de harina de trigo con harina de quinua en los diferentes niveles de sustitución. El perfil de textura mostró panes más blandos que el elaborado solo de HT cuando esta fue sustituida con HQ al 5 y 7,5%. Por otra parte, Medina. (2015)[30], planteo el uso de harina de Avena Sativa (harina de Avena) para la mejora del procesado de masas panaderías. Para ello evaluó la mejor combinación de harina de avena y harina de trigo con el fin de reducir los costes de las empresas de panificación. El estudio de la fermentación, la variación de masa y de la textura mostraron que el 10% de sustitución por harina de avena fue el que mejor resultados obtuvo, llegando a superar el obtenido por panes donde se utiliza el 100% de harina de trigo.

---

[28] HOYOS SÁNCHEZ, Doreen y PALACIOS PEÑA, Anneth. UTILIZACIÓN DE HARINAS COMPUESTAS DE MAÍZ Y GARBANZO ADICIONADAS CON FIBRA DE CÁSCARA DE PIÑA PARA SUSTITUCIÓN DE HARINA DE TRIGO EN PRODUCTOS DE PANIFICACIÓN. Trabajo de grado para ingeniero de alimentos. Colombia. Universidad de Valle. Facultad de ingeniería. escuela de ingeniería de alimentos, 2015. 3 p.

[29] VÁSQUEZ, Francisco *et. al.* EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DE HARINA DE TRIGO CON HARINA DE QUINOA (Chenopodium quinoa) SOBRE LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS DE LA MASA Y TEXTURALES DEL PAN. En: Rev. Iberoamericana de la Tecnología Postcosecha. 2016. vol.17, no.2, p.307-317.

[30] MEDINA VENTURA, Carla. SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR HARINA DE AVENA PARA LA ELABORACIÓN DE PAN. Trabajo de grado para ingeniero. Valencia. Universidad de politécnica de Valencia. Facultad de ingeniería. escuela de ingeniería agroalimentaria y del medio rural, 2015. 2 p.

OBJETIVOS

GENERAL

Desarrollar un producto alimentario panificable tipo pan blando a partir de harina de trigo, yuca y quinua.

ESPECIFICOS

- Evaluar fisicoquímica y bromatológicamente las harinas (trigo, yuca, quinua).

- Caracterizar bromatológica, física y microbiológicamente los panes elaborados a partir de harinas de trigo, yuca y quinua.

- Evaluar sensorialmente los panes tipo blando elaborados a partir de harina de trigo, yuca y quinua.

2. METODOLOGIA

2.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Esta investigación fue de tipo experimental-cuantitativo, la cual se desarrolló en la Planta de Operaciones Unitarias de la Universidad de Sucre, sede Granja Los Pericos, localizada a 9º 12’ 40” Latitud Norte y 75º 24’ 10,7” Longitud Oeste, del meridiano de Greenwich a una altura de 213 msnm, presenta una humedad relativa del 77% y una temperatura promedio de 29ºC. Los análisis microbiológicos fueron realizados en la Fundación Intal sede Medellín.

Figura 1. Ubicación geográfica de la Granja Los Pericos, Universidad de Sucre.

Fuente: Vista satelital. Google earth.

2.2 VARIABLES

2.2.1 Variables independientes

- Tipo de harina (harina de trigo y harina compuesta de yuca y quinua).

2.2.2 Variables dependientes

- Propiedades químicas: pH, acidez, proteína, ceniza, humedad, fibra y grasa.
- Propiedades físicas: volumen especifico.
- Propiedades organolépticas: sabor, color y textura.

2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

Por medio del programa Statgraphics Centurión versión XVI se realizó un diseño de mezcla para determinar el efecto de dos factores X_1= harina de trigo y X_2= harina compuesta (yuca-quinua) en la composición del pan tipo blando. Mediante un análisis de varianza ANOVA se estimaron los efectos de cada uno de los factores estudiados y sus interacciones sobre cada variable de respuesta. Se aplicó la metodología de superficie de respuesta a las variables de respuestas para las formulaciones (proteína, fibra cruda, grasa, humedad y volumen especifico) en el cual se evalúa el comportamiento e influencia de los factores, el software nos proporciona las gráficas de superficie en los cuales se logró estimar la optimización del proceso en donde la mezcla de harina de yuca y quinua estaba en proporciones iguales. Por otra parte, las harinas en estudio se obtuvieron de manera comercial, para el caso de la harina de trigo se utilizó harina marca corona, para la harina de yuca sin ningún tipo de contraindicación y por último a harina de quinua.

Generalmente es representado como una proporción o porcentaje, aunque los factores pueden expresarse en cualquier unidad conveniente. La suma de *q* componentes será iguales a un valor fijo T, Ej. $X_1 + X_2 + \ldots + X_q = T$, donde *T* a menudo es igual al 100%.

Tabla 6. Diseño de los componentes de la mezcla.

Componentes	Bajo	Alto	Unidades
Trigo	75	100	Porcentaje
Yuca-Quinua	0	25	Porcentaje

2.4 METODOS Y PROCEDIMIENTOS

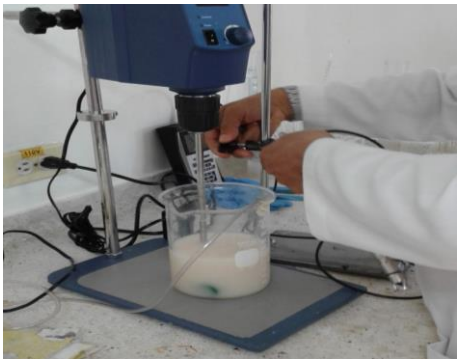
2.4.1 Caracterización fisicoquímica, bromatológica y funcional de las harinas

A las harinas se les realizaron las siguientes pruebas: Determinación de pH, acidez titulable, humedad, materia seca, contenido proteico, poder de hinchamiento, índice de absorción de agua e índice de solubilidad. Cada ensayo se realizó por triplicado para cada una de las muestras.

2.4.1.1 Determinación de pH

Se preparó 10 gr de las harinas en un Erlenmeyer de 250 ml y se adicionaron 100 ml de agua destilada, se agitó continuamente por 10 min. Posteriormente se determinó el pH con un pHmetro Metrohm Swiss made previamente calibrado.

Figura 2. Montaje para la medición de pH en las harinas.



2.4.1.2 Determinación de acidez titulable

Se preparó 10 gr de las muestras en beakers de 200 ml y se adicionaron 20 ml de agua destilada hasta formar una pasta, posteriormente se adicionaron 80 ml más de agua y se agitó en una plancha BOECO Germany continuamente hasta obtener una mezcla homogénea. Se adicionaron cuatro 4 gotas de indicador (solución alcohólica de fenolftaleína al 1% en etanol) luego se tituló con solución de NaOH al 0.1 N.

Los resultados se expresaron en acidez por cada 100 gr de muestra mediante la Ec. 1.

$$Acidez\ normal\ en\ ml/_{100\ gr\ de\ muestra} = \frac{V * F * 100}{P} \qquad \text{Ec. 1}$$

V: Cantidad de NaOH gastado en la titulación.
F: Normalidad de la solución.
P: Peso de la muestra.

2.4.1.3 Determinación de humedad

Se preparó 1 gr de la muestra en crisoles previamente enfriados es un desecador, estos se llevaron al horno a una temperatura de 100°C durante cuatro horas y se dejó reposar, se registraron los pesos y mediante la siguiente expresión se determinó el contenido de humedad.

$$\%\ Humedad = 100 - Extracto\ seco\ (\%)$$

$$Extracto\ seco\ (\%) = \frac{Peso\ crisol\ muestra\ seca - peso\ de\ crisol\ vacio}{Peso\ de\ la\ muestra} * 100 \quad \text{Ec. 2}$$

2.4.1.4 Determinación de cenizas

Se preparó 1 gr de la muestra en crisoles previamente enfriados en un desecador, estos se llevaron a la mufla a una temperatura de 250°C durante 45 minutos y luego se aumentó la temperatura a 550°C durante cuatro horas y se dejó reposar, se registraron los pesos y mediante la siguiente expresión se determinó el contenido de cenizas.

$$Extracto\ seco\ (\%) = \frac{Peso\ crisol\ con\ cenizas - peso\ de\ crisol\ vacio}{Peso\ de\ la\ muestra} * 100 \quad \text{Ec. 3}$$

2.4.1.5 Determinación de contenido proteico

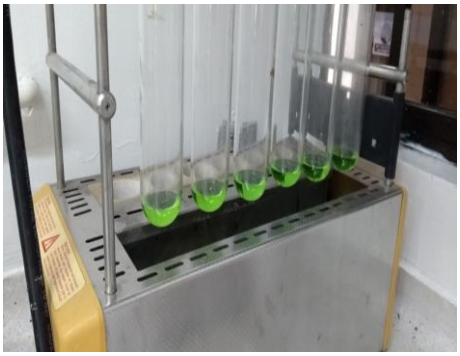
Figura3. Montaje para la determinación del contenido proteico en las harinas.

Para el análisis de proteína se empleó el método kjeldhal y se realizó el siguiente procedimiento:

Digestión: Se pesó 1 gramo de harina y se llevó al tubo Kjeldhal agregándole después 25 ml de H_2SO_4 concentrado (95-97%) y 6 gr de catalizador (1 ½ pastilla T_1-C_u). Se coloco el tubo en el digestor buchí, marca Scrubber B-414, BUCHI, el aparato consta de una trampa para la evacuación de gases generados durante digestión, los cuales son

neutralizados para facilitar su desecho. Luego se llevó a calentamiento hasta alcanzar un color verde claro el cual tiene un promedio de tiempo por más o menos 45 minutos a 1 hora (Automáticamente se obtiene con el equipo) con este procedimiento se buscó aumentar el calor paulatinamente haciendo el proceso mucho más eficiente. El color de la muestra fue aclarando cada vez más, la digestión se consideró concluida cuando la solución presento un color verde claro.

Figura 4. Montaje y finalización de la etapa de digestión.



Destilación: Se pasó el tubo al sistema de destilación (Unidad de Destilación K-355, BUCHI). Se adicionó aproximadamente 50 ml de agua destilada y 70 ml de N_aOH al 32% (automáticamente se obtiene con el equipo) por un tiempo de 5 minutos. Se recogió el destilado en un erlenmeyer (500 ml) con 100 ml de la solución de ácido bórico H_2BO_3 al 2%. Se procedió a bajar el erlenmeyer de la plataforma con la solución a valorar y se tituló con ácido sulfúrico al 0,1N hasta que la solución presentó un color azul cristalino se leyó la cantidad de ácido sulfúrico gastado.

El porcentaje de proteína se calculó mediante las siguientes expresiones.

$$\%N = \frac{[Volumen\ acido\ gastado - Volumen\ blanco] * 0.1 * 0.014}{Peso\ de\ la\ muestra} * 100 \qquad \text{Ec. 4}$$

$$Volumen\ blanco = 0.3\ ml$$

$$\%\ Proteina\ bruta = \%N * 6.25$$

2.4.1.6 Determinación del índice de absorción de agua (IAA), índice de solubilidad (ISA) y poder de hinchamiento (PH)

Se preparó 1 gr de la muestra en un tubo de centrifuga previamente lavado y secado al cual se adicionaron 25 ml de agua destilada, se llevaron a baño maria a 60°C durante 30 minutos, agitando la suspensión a los 10 minutos de iniciado el proceso. Previamente se llevaron a centrifugación durante 15 minutos a 2700 rpm. Se extrajo el sobrenadante y se midió el volumen (V), 1ml de este volumen se adicionan en cajas de Petri y se llevan a secado en el horno a 70°C durante toda la noche. Se registran los pesos y se determinan los parámetros mediante las siguientes expresiones.

$$ISA = \frac{[Peso\ soluble * Volumen\ blanco]}{Peso\ de\ la\ muestra * factor} \qquad \text{Ec. 5}$$

$$IAA = \frac{Peso\ del\ gel}{Peso\ de\ la\ muestra} \qquad \text{Ec. 6}$$

$$PH = \frac{Peso\ del\ gel}{Peso\ de\ la\ muestra - Peso\ soluble} \qquad \text{Ec. 7}$$

2.5 FORMULACIÓN DEL PAN

El proceso de formulación se estandarizo a partir del método ensayo y error a partir de la ficha técnica estandarizada por González. (2010)[31], en el cual se tomaron como ingredientes y porcentajes de formulación los mostrados en la tabla 5. Teniendo en cuenta que para cada tratamiento se utilizó la misma formulación con excepción de la harina de trigo que fue sustituida, además la mezcla yuca-quinua se formuló en iguales proporciones como se muestra en la siguiente tabla:

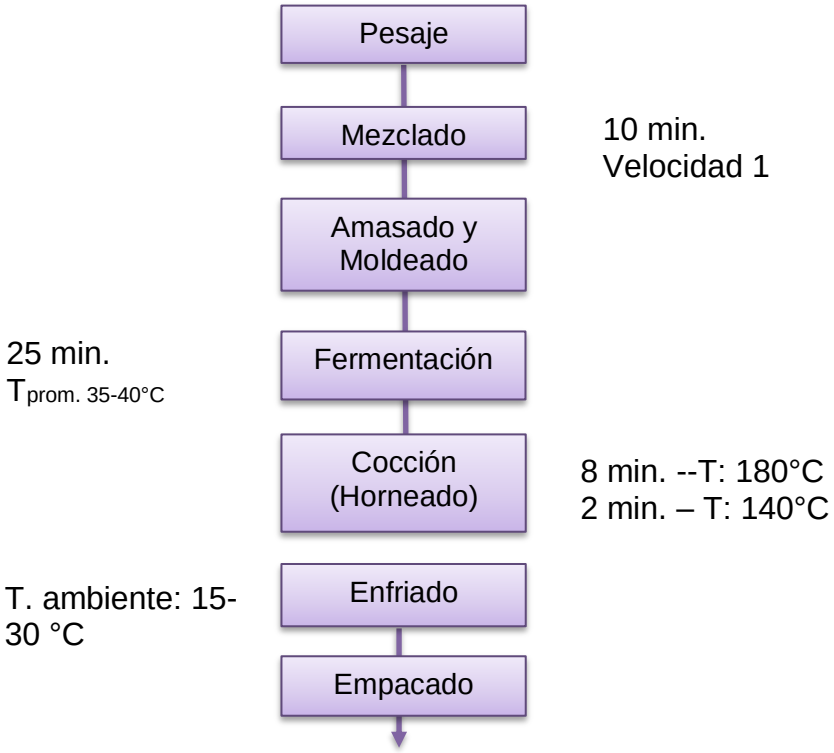
[31] González. Ficha técnica pan tipo blando; 2010. Centro agropecuaria la granja (SENA). Programa buenas prácticas de manufactura. VERSION 2010.

Tabla 7. Tabla de porcentajes de sustitución para pan tipo blando.

Tratamiento	Formulación	
	%HT	%HYQ
T1	100	0
T2	90	10
T3	85	15
T4	75	25

En el caso del 10% de sustitución de harina compuesta se utilizó 5 % de harina de yuca lo cual representan 37,5 gr y 5% de harina de quinua que representan 37,5 gr; para la sustitución del 15% se utilizó 7,5% de harina de yuca lo cual representan 56,25 gr y 7,5% de harina de quinua que representan 56,25 gr; para la sustitución del 25% se utilizó 12,5% de harina de yuca lo cual representan 93,75 gr y 12,5% de harina de quinua que representan 93,75 gr.

Figura 5. Diagrama de flujo para la elaboración de panes.



Almacenado

T. ambiente: 15-30 °C

Figura 6. Evidencias de masas del pan.

2.5.1 Descripción del Proceso de Elaboración del Pan.

Pesaje: Se hace en base a las cantidades establecidas en la formulación, de manera precisa para cada tratamiento.

Mezclado: El objetivo de esta etapa es lograr la distribución homogénea de las materias primas e insumos. Se realiza en una mezcladora en velocidad uno primeramente 30 seg los ingredientes secos y luego los ingredientes líquidos hasta completar 10 minutos.

Amasado y moldeado: Se realiza de manera manual con ayuda de un rodillo durante 10 minutos, se pesan esferas de 25 gr y se procede a dar forma que corresponda al producto.

Fermentación: Los panes moldeados se colocan en la cámara de fermentación a condiciones de temperatura entre 35-40°C, condición en la cual los almidones de la harina se transforman en azucares y estos a su vez en alcohol y gas carbónico el cual hace que aumente el volumen de los panes; durante 25 minutos.

Figura 7. Fermentación del pan.

Horneado: Finalmente los panes se colocan en el horno a condiciones de tiempo y temperatura controlada, este se realiza intercalado en dos fases primeramente a 180°C durante 8 minutos y a 140°C durante 2 minutos.

Figura 8. Horneado del pan.

Figura 9. Evidencias de la elaboración del pan.

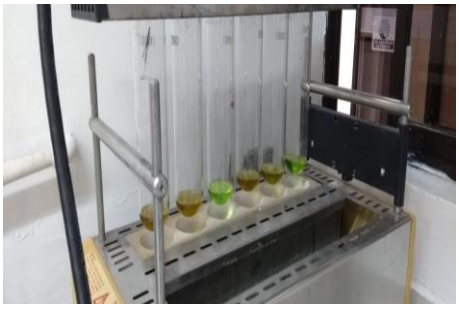
2.6 CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA Y MICROBIOLÓGICA DE LOS PANES

2.6.1 Análisis bromatológico de los panes

2.6.1.1 Proteína

Para la determinación de proteína se empleó el método de kjeldhal siguiendo la metodología establecida por la norma (AOAC 955.04).

Figura 10. Montaje para la determinación del contenido proteico de los panes.



2.6.1.2 Humedad

Para la determinación de humedad se utilizó la metodología establecida por la norma (AOAC 977.11).

2.6.1.3 Grasa

Para la determinación de grasa se empleó el método de soxhlet siguiendo la metodología establecida por la norma (AOAC 920.39).

Se preparó 2 gr de la muestra y se adicionaron en los dedales; se monta el sistema Soxhlet de extracción, previamente se adicionó el solvente (bencina de petróleo) al matraz y se inicia el proceso de extracción durante 3 horas. Terminado el proceso, se elimina el solvente por evaporación en la unidad de destilación hasta desaparecer el

olor a éter y por último secar el matraz con la grasa en el horno a 100°C por 30 minutos, enfriar en un desecador y registrar los datos.

$$\%Grasa\ cruda = \frac{peso\ del\ matraz\ secado - peso\ del\ matraz\ vacio}{peso\ de\ la\ muestra} * 100 \qquad \text{Ec. 8}$$

2.6.1.4 Fibra cruda

Para la determinación de fibra cruda se empleó la metodología establecida por la norma (AOAC 962.09).

Digestión ácida: Se preparó 0,5 gr de la muestra seca y desgrasada y se adicionó a bolsas filtro previamente pesadas, las bolsas se llevaron al suspendedor y posterior mente al vaso agregándole 1500 ml de ácido sulfúrico 0,255 N a temperatura ambiente. Se accionó el equipo para la agitación programada con una temperatura de 90°C y al ser alcanzado se dejó durante 30 minutos en agitación, se deja en reposo y se drenó el ácido por medio de la válvula y se adicionó 2000 ml de agua caliente y se agitó sin calentamiento para enjuagar la muestra durante cinco minutos.

Digestión alcalina: se adicionaron 2000 ml de hidróxido de sodio a temperatura ambiente. Se accionó el equipo para la agitación programada con una temperatura de 90°C y al ser alcanzado se dejó durante 45 minutos en agitación, se deja en reposo y se drenó el hidróxido por medio de la válvula y se adicionaron 2000 ml de agua caliente y se agitó sin calentamiento para enjuagar la muestra durante cinco minutos. Se retiró el suspendedor del vaso y seguidamente las bolsas del suspendedor para ser mojadas en un beakers con acetona durante 5 minutos. Llevar a la bomba de succión para eliminar la acetona y los líquidos.

Se llevaron las bolsas a un horno a 105°C durante 4 horas y posteriormente al desecador hasta alcanzar la temperatura ambiente.

$$\%Fibra\ cruda = \frac{[Ws - (Wi - C)]}{Wf} * 100 \qquad \text{Ec. 9}$$

Dónde: Ws: Peso de la muestra después del secado.
Wi: Peso de la bolsa de filtro vacía.
Wf: Peso de la bolsa de filtro + el peso de la muestra.

C: Factor de corrección de las bolsas de filtro.

2.6.2 Análisis microbiológico de los panes

2.6.2.1 Mohos y levaduras

Para la determinación de mohos y levadura se empleó el método establecido por la norma (NTC 5698-1). El análisis se realizó dos días después de obtenido el producto.

Figura 11. Muestras para análisis microbiológico de los panes.

2.7 PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS PANES

2.7.1 Volumen especifico

La medición del volumen del pan se hizo a condiciones ambientes después de la cocción, utilizando el método de desplazamiento. La medición se realizó midiendo el volumen de las semillas de arroz desplazados por el espacio ocupado por el pan. El volumen específico del pan se calculó como el cociente entre el volumen neto del pan y su peso.

2.8 ANÁLISIS SENSORIAL

Se utilizaron 50 panelistas conformados por estudiantes de la Universidad de Sucre en los diferentes semestres académicos y carreras correspondientes a 25 hombres y 25 mujeres entre 16 y 40 años de edad. Las muestras se ofrecieron a los panelistas en platos desechables asignados con el código correspondiente para cada muestra de las cuatro formulaciones (ver anexo I). En la ficha de evaluación aplicada se evaluaron tres características sensoriales (sabor, color y textura) utilizando una escala hedónica de 9 puntos tomado de Juan Ramírez; 2012[32]. El estudio de datos fue analizado mediante una prueba de ANOVA y una prueba de Tukey estudiados mediante el software Statgraphics Centurión versión XVI con un nivel de significancia del 5 %.

Figura 12. Prueba sensorial de los panes.

Figura 13. Prueba sensorial de los panes.

[32]RAMÍREZ NAVAS, Juan Sebastian. ANÁLISIS SENSORIAL: PRUEBAS ORIENTADAS AL CONSUMIDOR. Cali-Colombia. Universidad del Valle.

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS, BROMATOLÓGICAS Y FUNCIONALES DE LAS HARINAS

La determinación de cada una de las propiedades involucradas en estos ítems se evaluó con el objetivo de medir la calidad nutricional y comportamiento físico en la elaboración del producto final.

3.1.1 Determinación de la composición fisicoquímica de las harinas destinadas a la elaboración de muestras de pan tipo blando

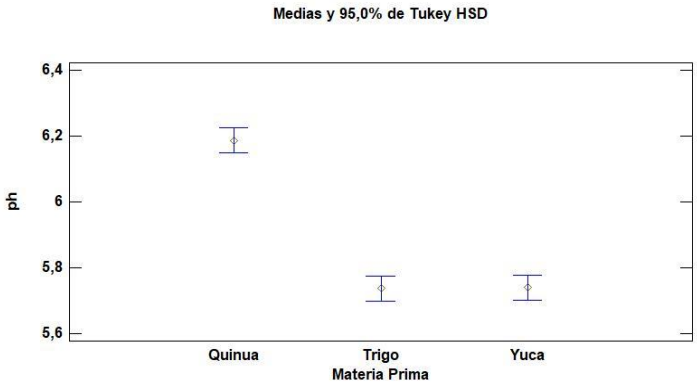
Para la realización del estudio fue esencial contar con materias primas de características fisicoquímicas similares, los resultados obtenidos en los análisis de pH, acidez, proteína, humedad, ceniza, poder de hinchamiento, índice de absorción de agua e índice de solubilidad se observan en las tablas y en base a los valores obtenidos se afirma que cumplen con los parámetros mínimos y máximos establecidos en la NTC 267 7ma Ed. Actualizada por el INCONTEC.

Tabla 8. Composición fisicoquímica de las harinas.

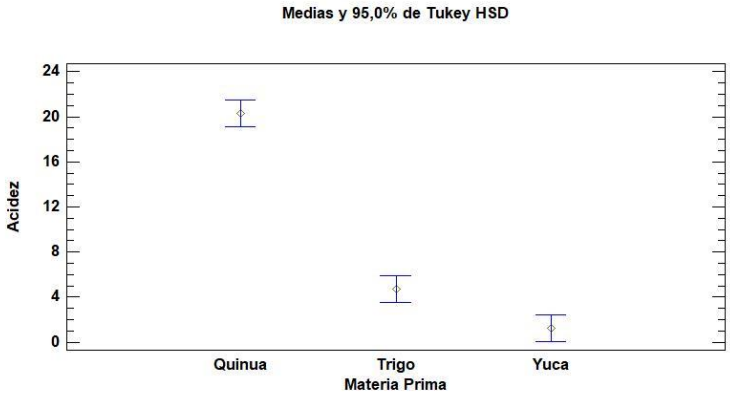
	Parámetros	
Materia Prima	**pH**	**Acidez**
Yuca	5,74±0,01^{a}	1,28±0,01^{a}
Quinua	6,19±0,02^{b}	20,28±1,58^{b}
Trigo	5,74±0,05^{a}	4,72±0,40^{c}

Conforme a la ANOVA (ver Anexo A), existen diferencias estadísticamente significativas entre la composición fisicoquímica de las harinas empleadas en la elaboración de panes conforme a cada tratamiento.

La prueba de Tukey, evidencia que existen diferencias significativas entre las condiciones fisicoquímicas de las materias primas empleadas.



Grafica 1. Diagrama de medias para las propiedades fisicoquímicas de las harinas (pH).



Grafica 2. Diagrama de medias para las propiedades fisicoquímicas de las harinas (Acidez).

Las propiedades fisicoquímicas en harinas son parámetros para determinar la calidad de las mismas con el fin de preservar su almacenamiento, el pH mide la diferencia de potencial de la solución entre un electrodo de referencia y un electrodo indicador y la acidez se centra en la neutralización de la solución con una solución álcali[33]. Los valores de pH obtenidos para las harinas reflejan pH ácidos muy cercanos a valores de neutralidad, en harinas este varía entre 6,2 y 6,7 según Medina. (2013)[34].

[33] SALCEDO, Jairo. Desarrollo agroindustrial de los cultivos de yuca y ñame en el departamento de Sucre. Universidad de Sucre. En: Rev.Researchgate.2016. 37 p.

[34] MEDINA, Gilma. HARINAS. CURSO DE ANALISIS DE ALIMENTOS I. 2013, p. 7.

3.1.2 Determinación de la composición bromatológica de las harinas destinadas a la elaboración de muestras de pan tipo blando

Tabla 9. Composición bromatológica de las harinas.

	Parámetros		
Materia Prima	**Proteína**	**Cenizas**	**Humedad**
Yuca	0,20±0,05[a]	0,5±0, 23[a]	8,53±0,06[a]
Quinua	14,7±0,23[b]	1,7±0, 66[a]	2,87±0,21[b]
Trigo	10,7±0,13[c]	0,9±0, 61[a]	7,58±0,07[c]

De acuerdo a la ANOVA (ver Anexo B), no existen diferencias estadísticamente significativas entre el porcentaje de cenizas de las harinas, mientras que para el contenido de proteína y el porcentaje de humedad si existen diferencias estadísticamente significativas.

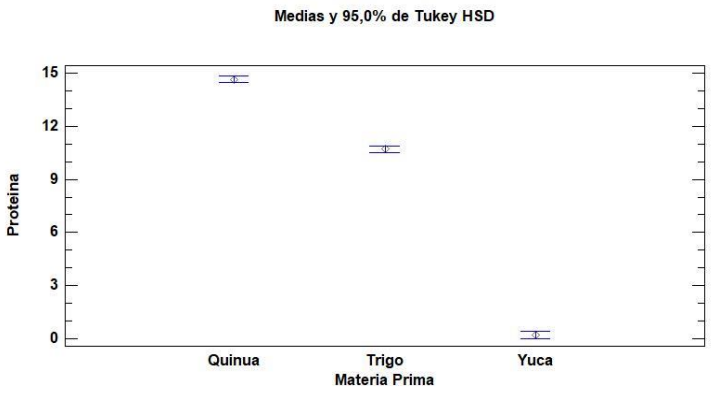


Gráfico 3. Diagrama de medias para las propiedades bromatológicas de las harinas (Proteína).

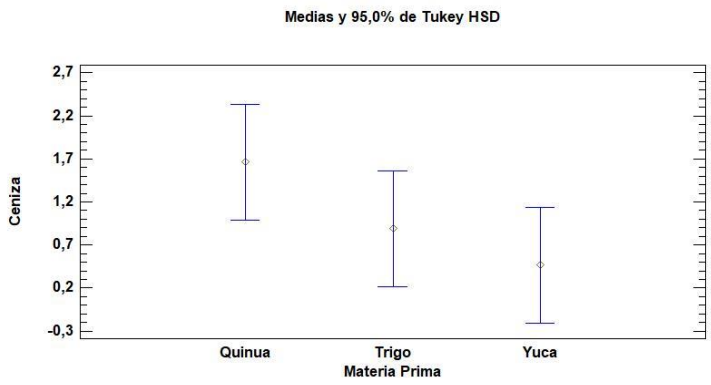


Gráfico 4. Diagrama de medias para las propiedades bromatológicas de las harinas (Ceniza).

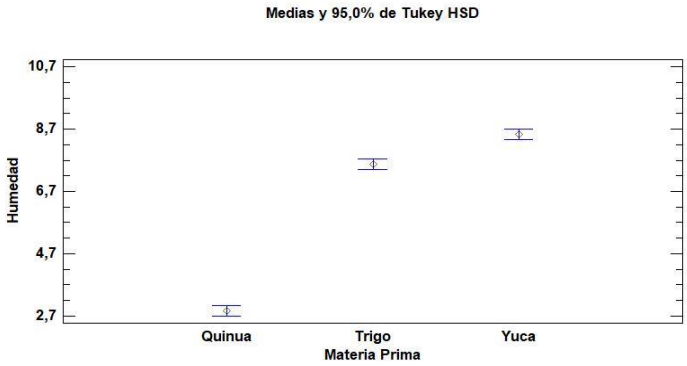


Gráfico 5. Diagrama de medias para las propiedades bromatológicas de las harinas (Humedad).

Con respecto al porcentaje de proteínas de las harinas estudiadas la harina de la quinua presentó un 14,7% de proteína, seguido de la harina de trigo y la harina de yuca. De acuerdo a lo reportado por Henao et al. (2009)[35], en su estudio, el porcentaje de proteína de la harina de trigo y yuca estudiadas presentan un valor inferior comparado con los valores obtenidos en su estudio 14,01% y 1,34, en base seca (b.s.) respectivamente; mientras que la harina de quinua presenta un mayor valor conforme al reportado por Bravo et al. (2016), teniendo en cuenta que ellos obtuvieron la harina a partir de la hoja de la quinua alcanzando un porcentaje proteico de 11,82% (b.s.). El porcentaje de

[35] Op. Cit. p 42.

humedad reportado por Bravo et al. (2016)[36], es de 5% (b. h.) y 2,45% para cenizas, valores mayores para la harina de quinua en comparación con los resultados obtenidos (Ver tabla 9); Henao et at. (2009)[37], además, reportaron valores de ceniza de 2,25% y 0,72% y humedad de 8,39% y 10,98 % para harina de yuca y trigo, respectivamente. Comparados con los valores obtenidos para harina de trigo estos difieren un poco e igualmente para la harina de yuca; pero hay que tener presente que estos varían por las condiciones de procesamiento, variedad y condiciones edafoclimaticas del cultivo y del ambiente de estudio.

3.1.3 Determinación de las propiedades funcionales de las harinas destinadas a la elaboración de muestras de pan tipo blando

Tabla 10. Propiedades funcionales de las harinas.

	Parámetros		
Materia Prima	**IAA**	**ISA**	**PH**
Yuca	5,54±0, 25[a]	11,89±2, 72[a]	5,90±0, 34[a]
Quinua	7,81±0,14[b]	15,11±1, 17[a]	8,42±0,20[b]
Trigo	7,30±0,14[c]	15,01±0, 76[a]	7,87±0,14[b]

La ANOVA mostró que existen diferencias estadísticamente significativas en el Poder de Hinchamiento (PH) e Índice de Absorción de Agua (IAA) entre las harinas empleadas (Ver anexo C).

[36] Ibid., p. 9.
[37] Op. Cit. p 43.

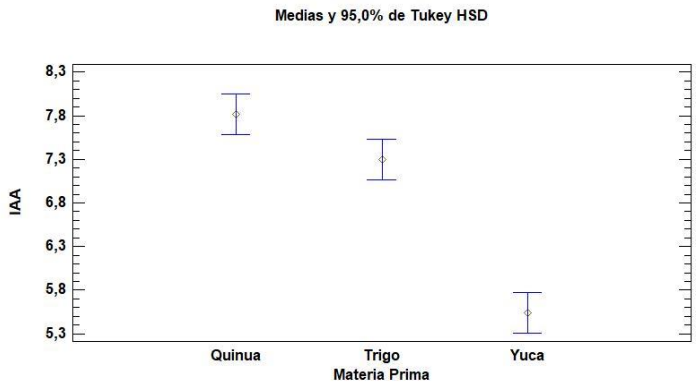


Gráfico 6. Diagrama de medias para las propiedades funcionales de las harinas (IAA).

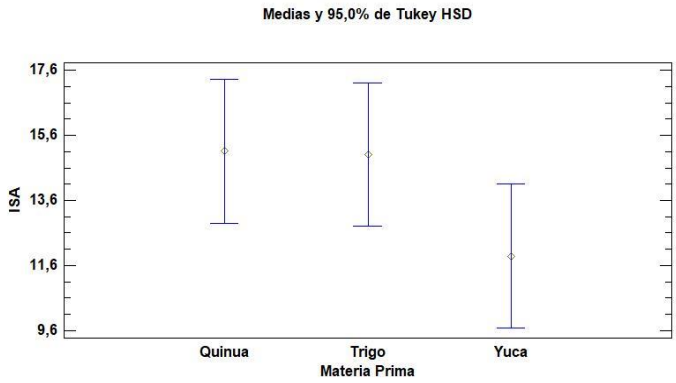


Gráfico 7. Diagrama de medias para las propiedades funcionales de las harinas (ISA).

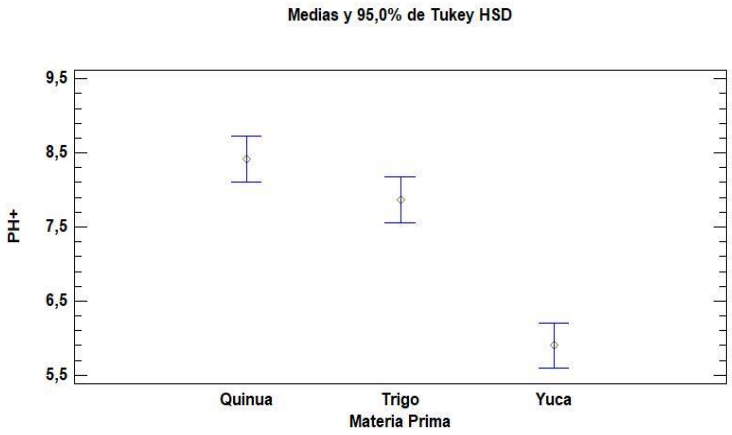


Gráfico 8. Diagrama de medias para las propiedades funcionales de las harinas (PH).

Las propiedades funcionales son parte fundamental para el proceso de panificación debido a que estas determinan la calidad y vida útil del producto afectando directamente el rendimiento del proceso; para la harina de quinua y yuca son un factor fundamental de estudio por ser harinas libres de gluten. El mayor valor de IAA, ISA y PH la obtuvo la harina de quinua con 7,81%, 15,11% y 8,42%; respectivamente. Datos reportados por Bravo et al. (2016)[38], para harina de yuca IAA 4,15 (gr de gel/gr de harina), ISA 8,79% y para harina de trigo IAA de 3,11 (gr de gel/gr de harina) e ISA 13,26%. Por su parte Delgado et al. (2012) obtuvieron valores de IAA 0,87±0,09 (gr de gel/gr de harina) e ISA de 26,27±0,26% valores que difieren de los obtenidos por la metodología empleada en sus estudios los cuales usaron mayor muestra de materia prima.

3.2 CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA Y MICROBIOLÓGICA PARA LOS PANES

La determinación de cada una de las propiedades involucradas en estos ítems se evaluó con el objetivo de medir la calidad nutricional y el contenido de UFC/gr en el producto final para determinar si cumple con los parámetros de la NTC 1363.

[38] Op. Cit. p 9.

3.2.1 Caracterización bromatológica de los panes

3.2.1.1 Proteína

Tabla 11. Porcentaje de proteína para el pan blando.

Tratamiento	Formulación		% Proteína (*b. s.)*
	%HT	%HYQ	
T1	100	0	7,83±0, 30[a]
T2	90	10	8,29±0,08[b, c]
T3	85	15	7,96±0,08[a, b]
T4	75	25	7,26±0,04[d]

De acuerdo a la ANOVA (Ver Anexo D) se observa que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, es decir; que varía el contenido de proteína en los porcentajes de sustitución de harina de yuca y quinua las cuales fueron caracterizadas en el pan blando, con un nivel de significancia del 5%.

Los resultados se presentan en la tabla 11, en la cual se observa que el tratamiento T2 que contiene un 10% de harina compuesta de yuca y quinua (HYQ), presenta mayor contenido proteico 8,29% en comparación con los demás tratamientos.

Según la NTC 1363 el porcentaje de proteína mínimo en un pan blando es de 9%, de acuerdo a los valores obtenidos todos son inferiores respecto al valor establecido por la normatividad, pero cabe resaltar que a los panes con 10% de sustitución parcial de HYQ se obtiene mayor porcentaje proteico en el producto.

La prueba de Tukey, evidencia que existen diferencias significativas entre pares de tratamientos (letras diferentes), tal como se muestra en la tabla 11, en donde el tratamiento T1 es diferente con los tratamientos T2 y T4, y los pares de tratamientos T1-T3 y T2-T3 no muestran diferencias significativas, esto puede estar relacionado a que las cantidades de sustitución de T2 y T3 no difiere en mayor cuantía comparada con los

demás tratamientos; este se puede observar mejor en la grafico 9, donde la influencia de los intervalos se superponen, dado así que T2 se encuentra por encima de todos.

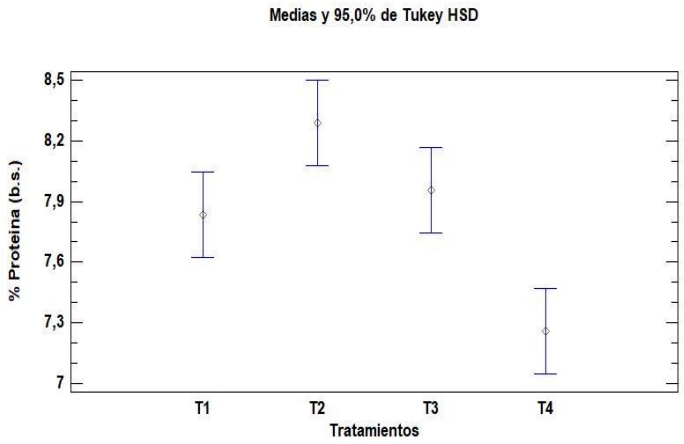


Gráfico 9. Diagrama de media para el porcentaje proteico en los panes.

Se puede observar que el tratamiento T4 es diferente a los demás tratamientos, mientras que T1-T3 y T2-T3, aunque matemáticamente sean distintos estadísticamente no lo son, con un nivel de significancia del 5% debido a que los intervalos se superponen.

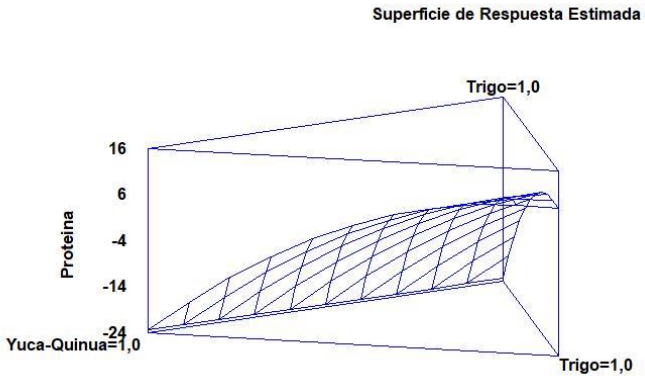


Gráfico 10. Gráfico de superficie respuesta para el porcentaje proteico en los panes.

En el grafico 10 se puede observar la superficie respuesta de los intervalos de sustitución de HT y HYQ, se puede ver que a menor sustitución de HYQ se presentan mayores valores de proteínas en el pan blando, por lo tanto para lograr valores de proteína que cumpla con los requisitos mínimos de la NTC 1363, se deben realizar

sustitución inferiores de harina compuesta inferiores al 10%; y la optimización de mayor porcentaje de proteína en el producto en estudio se lograría con 91% de HT y 9% de HYQ.

Se esperaba que a medida que aumentara el porcentaje de sustitución de las harinas aumentara notablemente el contenido proteico de los panes, afirmación que no se cumplió, pero se obtuvieron resultados similares a los obtenidos por Bermúdez. (2017)[39], en el estudio de evaluación tecnológica de la harina de quinua (*Quenopodium quinoa*) variedad piartal como espesante alimentario obtenida bajo diferentes condiciones de proceso en el cual los contenido de proteína del producto evaluado oscilaron entre 7,3 y 7,8 % con un porcentaje de sustitución de harina del 10 y 20% respectivamente; esto se debe suponer debido a que el proceso térmico de la elaboración disminuye el valor biológico de la proteína sabiendo que el contenido proteico de mayor aporte es el de la harina de quinua (Ver tabla 9) y al ser una harina libre de gluten no presenta composición de diferentes proteínas como el caso de la harina de trigo la cual su gluten consta de glutenina y gliadina las cuales le confieren propiedades especificas a dicha harina.

Por lo tanto, desde el punto de vista nutricional se obtiene un producto enriquecido con proteína de alto valor biológico y se garantiza lo concluido por Arroyave et al. (2006), "por lo que se refiere a las proteínas estas pueden tener mayor empleo que el que actualmente tienen, garantizando así la eficiencia en el consumo de productos enriquecidos con proteína, ya que esta se encuentra limitada por el contenido de aminoácidos esenciales, por lo que la escasa presencia de uno de ellos limita el desarrollo de la síntesis proteica por el organismo humano. Queriendo decir con esto que el producto es beneficiado proteicamente asegurando un equilibrio de aminoácidos aportados naturalmente a la dieta por este tipo de pseudocereal"[40].

[39] BERMÚDEZ NARANJO, Diego. Evaluación tecnológica de la harina de quinua (Chuenopodium Quinoa) variedad piartal como espesante alimentario obtenida bajo diferentes condiciones de proceso. Trabajo de grado Ingeniero de Alimentos. Bogotá. Universidad de la Salle. Facultad de ingeniería. Departamento de ingeniería de alimentos. 2017.

[40] ARROYAVE SIERRA, Lina y ESGUERRA ROMERO, Carolina. Utilización de la harina de quinua *(Chenopodium Quinoa Wild)* en el proceso de panificación. Bogotá. 2006, p. 76.

3.2.1.2 Humedad

Tabla 12. Porcentaje de humedad para el pan blando.

Tratamiento	Formulación		% humedad
	%HT	%HYQ	
T1	100	0	16,22±2, 21[a]
T2	90	10	14,34±2, 51[a]
T3	85	15	13,23±2, 53[a]
T4	75	25	12,04±0, 41[a]

De acuerdo a la ANOVA (Ver Anexo D) se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, es decir; que no varía el contenido de humedad en los porcentajes de sustitución de harina compuesta de yuca y quinua en el pan blando, con un nivel de significancia de 5%.

Los resultados se presentan en la tabla 12, en la cual se observa que el tratamiento T1 presenta mayor contenido de humedad con 16,22% en comparación con los demás tratamientos hay una disminución del contenido de humedad de los demás tratamientos.

Según la NTC 1363 el porcentaje de humedad mínimo en un pan blando es del 20%, de acuerdo a los valores obtenidos todos son inferiores respecto al valor establecido por la normatividad, pero el T1 es el que presenta mayor contenido de humedad y al aumentar el porcentaje de sustitución parcial de HYQ disminuye el porcentaje de humedad en los tratamientos, esto se debe a que el porcentaje de absorción de agua para la harina de quinua y trigo que son elevados lo cual hace que los gránulos de las harinas se hinchen y aumente su solubilidad.

En la prueba de Tukey, se evidencia que no existe diferencia significativa entre pares de tratamientos, tal como se muestra en la tabla 12, en donde los tratamientos T1, T2, T3 y T4 son iguales no muestran diferencias significativas, este puede hacer referencia a al elevado poder de hinchamiento de las harinas empleadas en el estudio; este se puede observar mejor en el grafico 11, donde la influencia de los intervalos se superponen dado así que los tratamientos se encuentra relacionados entre sí.

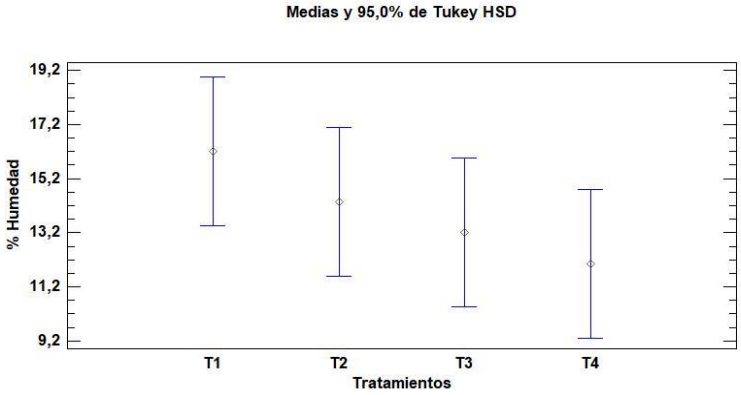


Gráfico 11. Diagrama de medias para él porcentaje de humedad.

Se puede observar que los tratamientos, aunque matemáticamente sean distintos estadísticamente no lo son, con un nivel de significancia del 5% debido a que los intervalos se superponen entre sí.

Se puede observar en la tabla 12 que disminuye la humedad de los tratamientos, esto se debe a que aumenta la sustitución de HYQ en cada tratamiento, muy a pesar que la harina de yuca y trigo contiene menor contenido de agua con respecto a la harina de quinua (ver tabla 9); el elevado contenido de humedad de la harina de quinua, reduce el porcentaje de absorción de agua lo cual se refleja al momento del amasado de la mezcla.

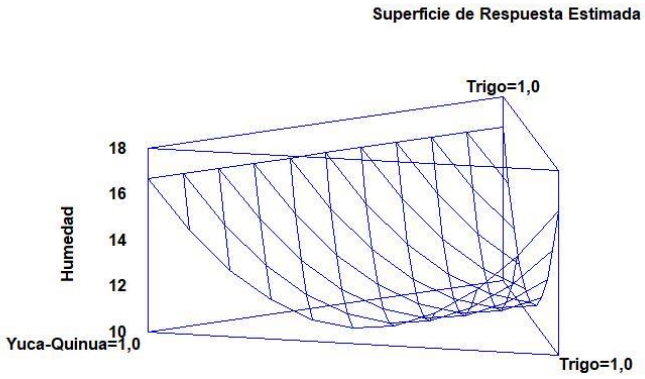


Gráfico 12. Gráfico de superficie respuesta para él porcentaje de humedad.

En el grafico 12 se puede observar la superficie respuesta de los intervalos de sustitución de HT y HYQ, se puede ver que a medida que aumenta la sustitución de HYQ se presentan menores valores de humedad en el pan blando, esto se debe a la composición de las harinas y su alta capacidad para retener agua; y la optimización de mayor porcentaje de humedad en el producto en estudio se lograría con 100% de HT.

El porcentaje de humedad de los panes disminuyo con respecto al tratamiento 1 el cual fue elaborado con 100% de harina de trigo. Los valores obtenidos se asemejan a los reportados por Márquez. (2007)[41], estudio en el cual elaboro pan molde con sustitución de harina de cebada; esto debido a la pérdida de peso del producto por evaporación de agua en el proceso de cocción.

3.2.1.3 Grasa

Tabla 13. Porcentaje de grasa para el pan blando.

Tratamiento	Formulación		% grasa
	%HT	%HYQ	
T1	100	0	10,49±0, 35ª
T2	90	10	10,80±0, 88ª
T3	85	15	11,24±1, 81ª
T4	75	25	11,70±0, 92ª

Los resultados se presentan en la tabla 13, en la cual se observa que a medida que aumento el porcentaje de sustitución de HYQ aumento el porcentaje de grasa cruda respecto a los tratamientos, por lo cual el tratamiento T4 presenta mayor contenido de grasa con 11,70%.

En la ANOVA (Ver Anexo D) se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, es decir; que no varía el contenido de grasa en los porcentajes de sustitución de harina compuesta de yuca y quinua en el pan blando, con un nivel de significancia de 5%.

Según la NTC 1363 el porcentaje de grasa mínimo en un plan blando es de 6% y máximo

[41] Alonso. “ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE UN PRODUCTO DE PANIFICACIÓN CON HARINA DE CEBADA”. Tesis de investigación licenciado en químico de alimentos. Hidalgo. Universidad autónoma del estado de hidalgo. Ciencias básicas e ingeniería. Licenciado en química de alimentos, 2007. 65 p.

de 18%, de acuerdo a los valores obtenidos todos se encuentran en el rango establecido por la normatividad, al aumentar el porcentaje de sustitución parcial de HYQ aumenta el porcentaje de grasa en los tratamientos y por tanto el T4 es el que presenta mayor contenido de grasa y esto se debe a la composición de la harina de quinua.

En la prueba de Tukey, se evidencia que no existen diferencias significativas entre pares de tratamientos, tal como se muestra en la tabla 13, en donde los tratamientos T1, T2, T3 y T4 son iguales no muestran diferencias significativas, este se puede observar mejor en el grafico 13, donde la influencia de los intervalos se superpone dado así que los tratamientos se encuentran relacionados entre sí.

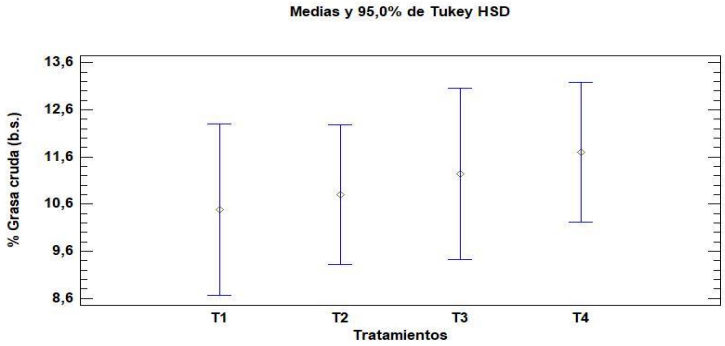


Gráfico 13. Diagrama de medias para él porcentaje de grasa.

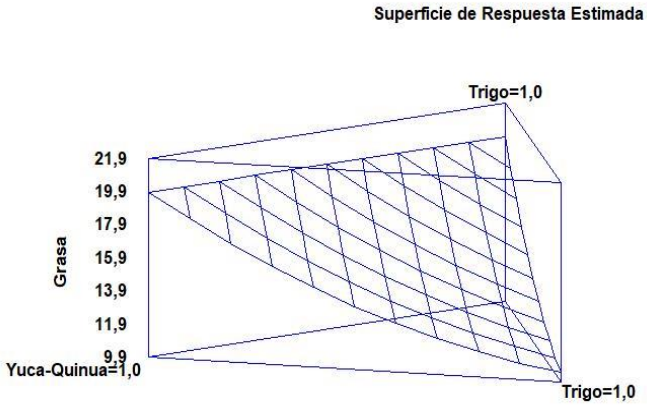


Gráfico 14. Gráfico de superficie respuesta para él porcentaje de grasa.

En el grafico 14 se puede observar la superficie respuesta de los intervalos de sustitución de HT y HYQ, se puede ver que a medida que aumenta la sustitución de HYQ se presentan mayores valores de grasa en el pan blando y la optimización de mayor porcentaje de grasa en el producto en estudio se lograría con mayores valores de sustitución HYQ.

En referencia a lo encontrado por Arone. (2015)[42], el mayor porcentaje de contenido de grasa fue de 10,17% con sustitución de harina de harina de quinua (*Chenopodium Quinoa* Willd) del 20% y harina de chía (*Salvia Hispanica* L.) de 10%, estudio en el cual evaluó las propiedades físicas, químicas y organolépticas del pan tipo molde, los cuales son cercanos a los determinados en el estudio en el cual el tratamiento T4 obtuvo mayor porcentaje de grasa de 11,70% con sustitución del 25% de harina compuesta, el mayor aporte de grasa se debe a la adicción del huevo y la margarina pues el porcentaje de grasa de las harinas estudias son muy pequeños; “en la quinua 2,6 % y la harina de trigo 1,5 %”.

3.2.1.4 Fibra cruda

Tabla 14. Porcentaje de fibra cruda para el pan blando.

Tratamiento	Formulación		% fibra cruda
	%HT	%HYQ	
T1	100	0	0,86±0, 26[a]
T2	90	10	1,01±0,08[a]
T3	85	15	1,07±0, 18[a]
T4	75	25	1,21±0, 22[a]

Según la ANOVA (Ver Anexo D) se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, es decir; que no varía el contenido de fibra en los porcentajes de sustitución de HYQ en el pan blando, con un nivel de significancia de 5%.

Los resultados se presentan en la tabla 14, en la cual se observa que hay un aumento

[42] ARONE PALOMINO, Herson. Composición química de los alimentos. Evaluación de las propiedades físicas, químicas y organolépticas del pan tipo molde enriquecido con harina de quinua (*Chenopodium Quinoa* Willd) y chía (*Aalvia Hispanica* L.). Perú. 2015, p. 72.

respecto al aumento de la sustitución de HYQ en los tratamientos, por lo cual el tratamiento T4 presenta mayor contenido de grasa con 1,21%.

Según la NTC 1363 no se contempla un intervalo de fibra para este tipo de pan, al aumentar el porcentaje de sustitución parcial de HYQ aumenta el porcentaje de fibra en los tratamientos y por tanto el T4 es el que presenta mayor contenido de fibra y esto se debe a la composición de la harina de quinua.

En la prueba de Tukey, se evidencia que no existen diferencias significativas entre pares de tratamientos, tal como se muestra en la tabla 14, en donde los tratamientos T1, T2, T3 y T4 son iguales no muestran diferencias significativas, este se puede observar mejor en la figura 15, donde la influencia de los intervalos se superpone dado así que los tratamientos se encuentran relacionados entre sí.

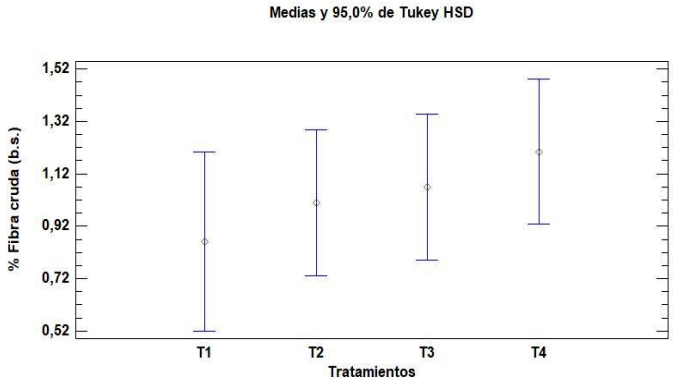


Gráfico 15. Diagrama de medias para él porcentaje de fibra cruda.

La fibra está constituida por los componentes estructurales de las paredes celulares de los vegetales, entre los que destacan la celulosa, la hemicelulosa y las pectinas. Estos polímeros no se encuentran de manera natural en los alimentos de origen animal, ya que son exclusivos de los vegetales. La composición de dichas fibras es muy variada en los distintos alimentos y depende de muchos factores, entre los que destaca la madurez del producto y cuando se extraen harinas de cereales del grado de extracción, si en la molienda se utiliza toda la semilla el contenido de fibra es mayor ya que estos se encuentran en mayor cantidad en las paredes celulares[43], así mismo se puede observar claramente en la Tabla 14 que a medida que incrementa la sustitución también incrementa el contenido de fibra, esto se debe a que la quinua y yuca presentan en su composición mayor contenido de fibra que la harina de trigo.

[43] Op. Cit, p. 80.

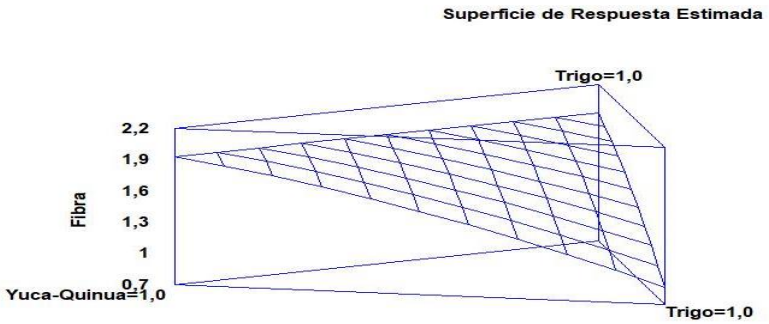


Gráfico 16. Gráfico de superficie respuesta para él porcentaje de fibra cruda.

En el grafico 16 se puede observar la superficie respuesta de los intervalos de sustitución de HT y HYQ, se puede ver que a mayor sustitución de HYQ se presentan mayores valores de fibra, esto se debe a composición de las harinas empleadas principalmente por la harina de quinua y yuca que son libre de gluten; y la optimización de mayor porcentaje de fibra en el producto en estudio se lograría con mayores porcentajes de sustitución de HYQ.

En contraste a lo encontrado por Edgar et al. (2015)[44], los panes tienen un contenido de fibra del (1,26±0,39%) según lo analizado en su investigación evaluando las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del pan tipo molde con sustitución parcial de harina de chontaduro. Los resultados obtenidos de fibra son positivos y a medida que se aumentaba el contenido de harina compuesta (quinua y yuca) el pan aumentaba el porcentaje de fibra; lo que indica que las nuevas formulaciones realizadas son aceptables ya que la fibra presenta beneficios para las personas diabéticas, con colesterol elevado y personas que padecen enfermedades crónicas asociadas a la obesidad según Arroyave et al. (2006)[45], es por ello que las formulaciones nuevas pueden considerarse un alimento potencialmente saludable por su particularidad en nutrientes que se ingieren en la dieta[46].

[44] Bravo Pérez, Edgar. EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DEL PAN TIPO MOLDE CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE CHONTADURO (BACTRIS GASIPAES) VAR. ROJO CAUCA. Trabajo de grado para ingeniero de alimentos. Bogotá. Universidad de la Salle. Facultad de ingeniería. Programa de ingeniería de alimentos, 2015. 48 p.
[45] Op. Cit. p 5.
[46] Carraca. Evaluación del grado de satisfacción y determinación del contenido de fibra de un pan elaborado en base a harina de arroz integral. Rev. DIAETA. Enero 2013. Vol. 31, p. 15 – 19.

3.2.2 Análisis microbiológico del pan blando

3.2.2.1 Mohos y levaduras

Para la aplicación de esta prueba se aplicó el método descrito en la NTC 5698-1, evaluando el criterio de índice máximo permisible de UFC de la NTC 1363.

Tabla 15. Recuento de mohos y levaduras para el pan blando.

Tratamiento	Formulación		Resultado (UFC/gr)
	%HT	%HYQ	
T1	100	0	Mohos <10[a] Levadura 50±60, 83[a]
T2	90	10	Mohos <10[a] Levadura 100±155, 88[a]
T3	85	15	Mohos <10[a] Levadura 46,67±11, 55[a]
T4	75	25	Mohos <10[a] Levadura 26,67±20, 82[a]

Por los datos observados en la tabla 15 se puede afirmar que el producto cumple con los parámetros evaluados de acuerdo a los criterios de la NTC 1363; es decir, no supera el índice máximo permisible de 10^2 UFC/gr tanto para Mohos y levaduras el cual lo identifica con el nivel de buena calidad y expone un procedimiento realizado con inocuidad desde la obtención de las materias primas hasta la elaboración y almacenamiento del producto final.

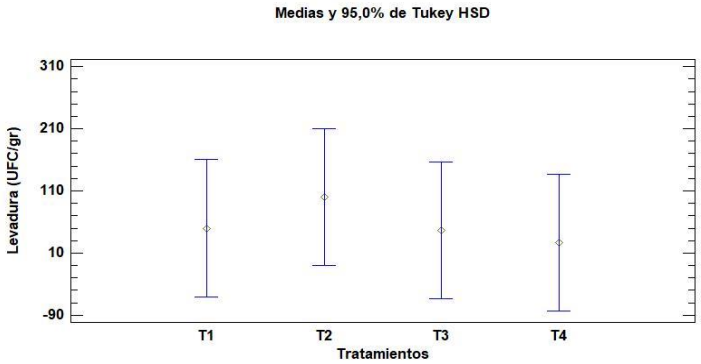


Gráfico 17. Diagrama de medias para análisis microbiológico para el pan blando (Levadura).

En el estudio realizado por Mosquera. (2009)[47], en el cual estudio el efecto de la inclusión de harina de quinua en el desarrollo de un producto panificable destaco que el crecimiento de mohos y levaduras se encuentra dentro de los parámetros establecidos en la normatividad vigente y además son similares a los obtenidos por el permitente estudio en el cual porcentaje de mohos <10 UFC/gr y para las levaduras estableció un rango de 100-200 UFC/gr garantizando la inocuidad del proceso.

[47] MOSQUERA MOSQUERA, Héctor Fabio. EFECTO DE LA INCLUSION DE HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa wild*) EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS. Trabajo de grado para especialista en ciencia y tecnología de alimentos. Bogotá. Universidad de Nacional de Colombia. Departamento de Química. Facultad de Ciencias, 2009, p. 33.
.

3.3 EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL PAN BLANDO

3.3.1 Volumen especifico del pan blando

Tabla 16. Volumen específico para el pan blando durante su almacenamiento a condiciones ambientales.

Tratamiento	Formulación		Volumen especifico (ml/gr)
	%HT	%HYQ	
T1	100	0	4,67±0,07[a]
T2	90	10	3,95±0,02[a, b]
T3	85	15	3,87±0,36[b]
T4	75	25	3,76±0, 43[b]

Para conocer la existencia de diferencia en cuanto a la relación entre volumen especifico en los diferentes tratamientos del pan blando, se aplicó un ANOVA (Ver Anexo G) observándose que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, es decir; que varía la relación volumen/masa en los porcentajes de sustitución de HYQ en el pan blando, con un nivel de significancia de 5%.

Los resultados se presentan en la tabla 16, en la cual se observa que hay una disminución respecto al aumento de la sustitución de HYQ en los tratamientos, por lo cual el tratamiento T1 presenta mayor relación de ml/gr, esto se debe a que la HYQ inhibe la actividad de la levadura instantánea.

En la prueba de Tukey, se evidencia existe diferencias significativas entre pares de tratamientos (letras diferentes), tal como se muestra en la tabla 16, en donde el tratamiento T1 es diferente con los tratamientos T3 y T4, y los pares de tratamientos T1-T2, T2 -T3 y T3 -T4 no muestran diferencias significativas, este puede estar relacionado a que las cantidades de sustitución de T1-T2, T2-T3 y T3-T4 no difiere en mayor cuantía comparada con los demás tratamientos; este se puede observar mejor en grafico 18, donde la influencia de los intervalos se superponen, dado así que T1 se encuentra por encima de todos.

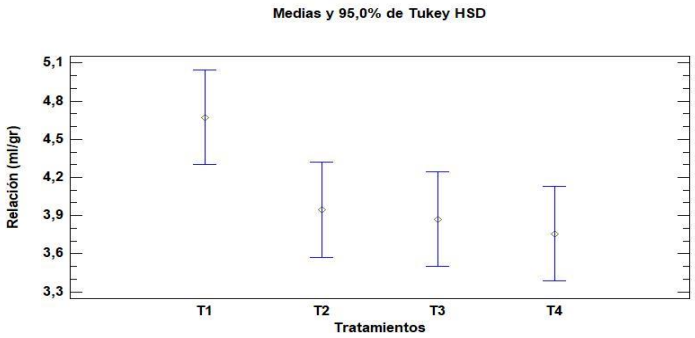


Gráfico 18. Diagrama de medias para volumen específico para el pan blando.

Se puede observar que el tratamiento T1 es diferente a los demás tratamientos, mientras que los pares T2-T3 y T3-T4, aunque matemáticamente sean distintos estadísticamente no lo son, con un nivel de significancia del 5% debido a que los intervalos se superponen. La disminución de volumen ocurre debido a que, en la fermentación y la cocción, el crecimiento de las burbujas de gas determina el aumento de volumen de la masa, así como la textura del producto horneado según Collar et al. (2005)[48], Se observó claramente que a medida que se incrementa el porcentaje de HYQ, la relación volumen/masa disminuye. El volumen de la miga es una de las características más importantes en un producto de panificación. Este parámetro relaciona la percepción de un producto ligero, pero no denso, ya que existe una relación entre la densidad y el volumen de la miga[49].

[48] Collar *et. al.* Las relaciones entre los indicadores funcionales de masa durante los pasos para preparar pan en muestras formuladas, Citado por ARONE PALOMINO, Herson. Evaluación de las propiedades físicas, químicas y organolépticas del pan tipo molde enriquecido con harina de quinua (*Chenopodium Quinoa* Willd) y chía (*Aalvia Hispanica* L.). Trabajo de grado Ingeniero Agroindustrial. Andahuaylas**,** Perú. 2015, p. 90.

[49] *Hathorn et al.* Comparison of chemical, physical, micro-structural, and microbial properties of breads supplemented with sweetpotato flour and high-gluten dough enhancers, Citado por Pacuar *et. al.* Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de soya en las características tecnológicas y sensoriales de cupcakes destinados a niños en edad escolar. Perú. 2016, p. 126.

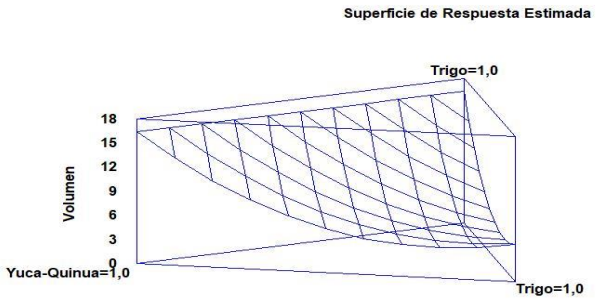


Gráfico 19. Gráfico de superficie respuesta para él volumen específico.

En el grafico 19 se puede observar la superficie respuesta de los intervalos de sustitución de HT y HYQ, se puede observar que a medida que aumenta la sustitución de HYQ se presentan menores valores de volumen específico en el pan blando, esto se debe a las altas temperaturas empleadas en el proceso de cocción; la optimización de mayor porcentaje de humedad en el producto en estudio se lograría con 100% de HT.

3.4 PANEL SENSORIAL

El estudio de datos fue analizado mediante una prueba de ANOVA y una prueba de Tukey para así determinar la existencia de diferencias significativas posibles entre las características (Textura, Color y Sabor) de los tratamientos estudiados utilizando el software Statgraphics Centurión versión XVI con un nivel de significancia del 5 %.

3.4.1 Análisis sensorial para variable respuesta textura, color y sabor

Tabla 17. Análisis para variable respuesta (textura, color y sabor).

Tratamientos	Formulación		Textura	Color	Sabor
	%HT	%HYQ			
T1	100	0	6, 82[a]	6, 88[a]	7, 26[a]
T2	90	10	5,72[b]	6, 78[a]	6,24[b, c]
T3	85	15	5,74[b]	6, 86[a]	6, 30[a, c]
T4	75	25	5,16[b]	6, 58[a]	5,36[b, c]

Del análisis sensorial se puede inferir que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en cuanto al sabor, como se muestra en la tabla17, esto posiblemente se debió al tipo de harina y la sustitución utilizada para cada pan, ya que para el control fue diferente la cantidad de harina de trigo (100%), la cual fue la única que se utilizó para la elaboración de ese pan y por el contrario para los demás panes se utilizó una mezcla de harina de yuca y quinua en iguales proporciones, lo cual cambia el sabor de cada pan puesto que para el pan hecho 100% con harina de trigo va a tener el sabor característico que le da la harina y para los otros panes hechos con la mezcla de quinua y yuca que van a tener un sabor característico a cada tipo de harina.

Además se puede inferir según la prueba de Tukey que existe diferencia estadísticamente significativa con interacciones entre los tratamientos T1-T2 e interacciones entre T1 -T4 esto debido a que se presentó un incremento en cuanto a la puntuación directamente proporcional al porcentaje de sustitución de harina de trigo por la mezcla de harina de quinua y yuca que se le realizo a cada tratamiento desde un 10% (T1 con un porcentaje máximo de 7,26) hasta un 25% (T4 con un porcentaje máximo de 5,36) y esto se puede apreciar mejor en el gráfico 20. Paucar et al. (2016)[50], obtuvieron resultados diferentes en un estudio de cupcakes, donde encontraron que no existían diferencias significativas en cuanto al sabor, quienes observaron un incremento del puntaje directamente proporcional al porcentaje de sustitución de harina de trigo por HS hasta un 10% (F3 con un puntaje máximo de 7,88 ± 0,76).

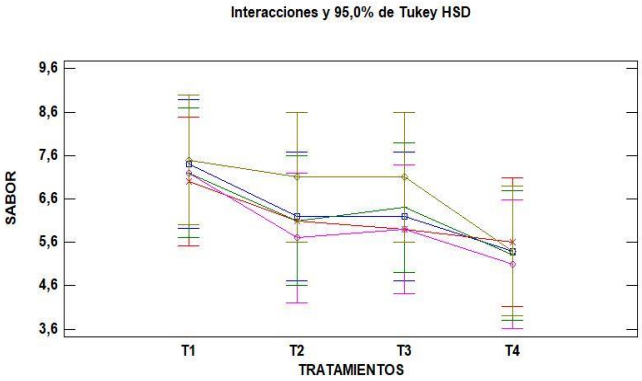


Gráfico 20. Diagrama de medias para variable sabor.

El color es un aspecto importante, ya que este define la presentación del producto al consumidor final, un aspecto en la corteza que no sea característico al del pan puede

[50] ibid., p129.

causar el rechazo del producto. En la evaluación sensorial se pudo observar según la tabla 17 que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en cuento al color, esto indica que entre las interacciones no se presentaron diferencias en el color del pan, ya que para la población estudio no encontraron diferencias en el color del pan para las cuatro muestras que se les ofreció.

Cutullé et al. (2012)[51], encontraron en su investigación resultados muy diferentes a los obtenidos, ya que en su caso si se presentaron diferencias estadísticamente significativas, esta diferencia se puede deber a que su estudio fue con galletas de harina de lenteja y estas tiene una coloración más oscura que la harina de trigo utilizada en nuestro caso para la elaboración de panes, otorgándole al producto una coloración más oscura que hace que el mismo se asocie visualmente con una galletita de chocolate (alimento de gran aceptabilidad por los consumidores en general). Según Von et al. (2005)[52], muestra que todas las harinas y almidones en su forma individual presentan valores de luminosidad superiores a los encontrados en las preparaciones que estudiaron, concluyendo que estos primeros son más claros, es por ello que en nuestro estudio se pudo presentar que los cuatro tratamientos no presentaran diferencias en el color, ya que todos presentaban un color uniforme por tener un porcentaje de harina de trigo.

Se puede observar según la prueba de Tukey que no existe diferencia estadísticamente significativa con interacciones entre los tratamientos, ya que según la población estudio no percibieron una coloración distinta entre los panes, esto debido a muchos factores, entre ellos: el tiempo de horneado, los ingredientes utilizados para la elaboración del pan, la temperatura utilizada y las características propias de cada harina y esto se puede apreciar mejor en el gráfico 20. Por otro lado, Paucar et. al. (2016)[53], observaron que en la evaluación sensorial los puntajes de las formulaciones en relación al color aumentaron en medida que aumentó la concentración de harina de soya.

[51] Cutulle, Barbara et al. Desarrollo y evaluación sensorial de galletitas de jengibre con sustitución parcial de harina de trigo por harina de arroz y lenteja (Gallentinas). Buenos Aires. EN: Rev. SCIELO. Octubre 2012. Vol. 30, No.138.
[52] Von Atzingen, et al. EVALUACIÓN DE LA TEXTURA Y COLOR DE ALMIDONES Y HARINAS EN PREPARACIONES SIN GLUTEN. Brazil. EN: Rev. Redalyc. Octubre 2005. Vol. 4 No.5. p. 319-323.
[53] Op. Cit. p 130.

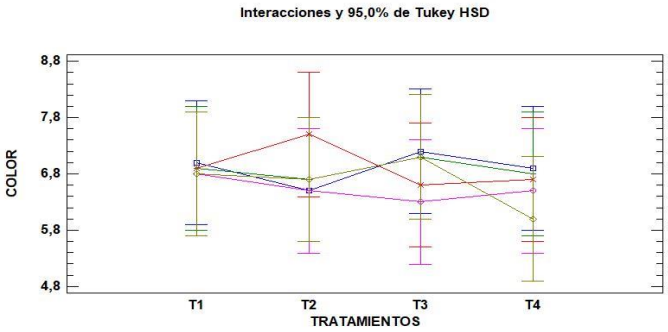


Gráfico 21. Diagrama de medias para variable color.

En la tabla 17 se puede inferir que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en cuento a la textura, debido a que a mayor era el porcentaje de sustitución mayor era la dureza del pan, ya que se presenta un aumento en la fibra de la masa, puesta que la composición propia de la harina de yuca y quinua son ricas en esta última.

Según lo investigado por Ozuna et. al. (2013)[54], el volumen de pan que contenían lino y/o soja también fueron significativamente menor, una miga más comprimida también puede haber contribuido a una textura más firme, lo que pudo pasar en nuestras muestras, ya que a mayor sustitución de harina menor era el volumen del pan y por ende tenía un aspecto diferente al tratamiento control, ya que este último era más grande que los panes con mayor sustitución de harina.

Además, se puede inferir según la prueba de Tukey que existe diferencia estadísticamente significativa con interacciones entre los tratamientos T1-T2, T1-T3, T1-T4 con sustituciones hasta de 10% (T2 con un porcentaje máximo de 5,72); de 15% (T3 con un porcentaje máximo de 5,74) y de 25% (T4 con un porcentaje máximo de 5,16) es así que a mayor sustitución de harina de trigo la textura del pan se ve afectada ya que la harina de yuca y quinua no posee gluten.

[54] Ozuna, Mariana. Características texturales y de color en panes con mezclas de harinas. Argentina. EN: Rev. Publitec. Octubre 2013.

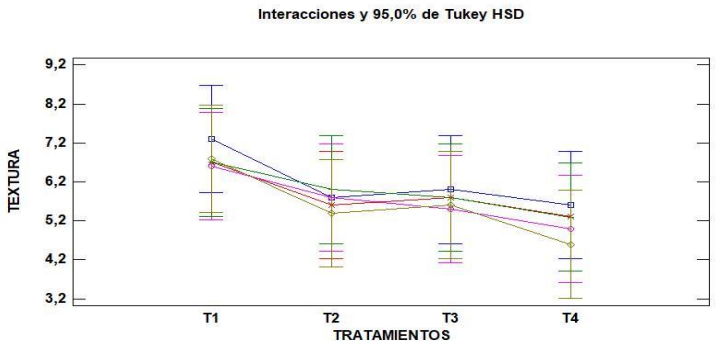


Gráfico 22. Diagrama de medias para variable textura.

Según Ruiz et. al. (2016)[55], estudiaron el efecto de la incorporación de harina de yuca en la textura de panes donde "se elaboraron panes utilizando cuatro niveles de sustitución de harina de yuca (12,5; 25; 37,5 y 50% p/p) con respecto a la harina de trigo y tres distintos tipos de harina de yuca (comercial, preparada en laboratorio sin cáscara y preparada en laboratorio con cáscara). Se elaboraron en total doce tratamientos y se compararon con un pan control hecho con harina de trigo. Se realizó un análisis de textura, midiendo dureza y esponjosidad en los panes. Los resultados evidenciaron que con un nivel de sustitución de harina del 12,5%; la dureza de los panes no presentó diferencias estadísticamente significativas con respecto al control, independientemente del tipo de harina utilizado. La esponjosidad no se afectó significativamente". Según Gamboa et. al. (2007) encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la textura de panquecas al incorporar zanahoria en la elaboración de las mismas, presentando una alta aceptación en cuanto a los atributos sensoriales como lo es la textura. Según lo estudiado por Paucar et. al; 2016[56], no encontraron diferencias estadísticamente significativas ya que, en cuanto a la textura, la mejor puntuación la obtuvo F1 (7,25 ± 0,54), teniendo en cuenta que tiene propiedades funcionales atractivas. Otro estudio realizado por Picón. (2013)[57], sugiere la teoría de que el agua presente en la harina como humedad no juega el mismo papel que el agua añadido durante la elaboración de la masa, con lo que dos masas con el mismo porcentaje de agua, pero distinto origen podría no tener las mismas propiedades. Según los resultados obtenidos en el estudio pueden concordar con esta teoría ya que se presentó diferencias entre cada tratamiento, todos estos parámetros como la humedad juegan un papel importante que altere las propiedades de las harinas y a su vez las de las masas

[55] Ruiz, Luis et al. Efecto de la adición de harina de yuca en la textura de panes. Colombia. EN: Agronomia Columbiana. Julio 2016. No.34.
[56] Op. Cit. p 129.
[57] Picon Pineda, Javier. ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL TIPO DE HARINA EN EL DESARROLLO DE GALLETAS SIN GLUTEN. Trabajo de Master. España. Universidad de Valladolid. Máster en Calidad, Desarrollo e Innovación de Alimentos. Facultad de ingeniería de agrarias de la Yutera. 2013. 11 p.
[57] Op. Cit. p 5.

obtenidas. Estudios realizados demuestran que en lo que respecta a la relación entre las capacidades de hidratación y el contenido proteico de las harinas, los resultados son contrarios a lo esperado. Si bien es de esperar que un mayor nivel de proteína implique mayores capacidades de hidratación, los resultados obtenidos en este estudio indican una similitud, además de ello cabe resaltar que la granulometría de la harina es también importante y afecta la textura de la masa y es esta la única variable de la harina que influye en el valor de pegajosidad de la masa. Podemos decir que la utilización de otras harinas compuestas u otras materias primas ayudan a mejorar la calidad del pan que en muchos casos no se ve necesariamente afectada la textura del mismo por el contrario las sustituciones ayudan a mejorar las características reológicas y texturales de los productos.

Finalmente, según lo estudiado y comentarios de los panelistas la impresión global fue positiva para todos los panes en cuanto a las tres variables respuesta, puesto que el promedio fue “me gusta mucho” en el análisis realizado.

4. CONCLUSIONES

En este estudio se demostraron resultados como el de proteína donde los valores obtenidos todos son inferiores respecto al valor establecido por la normatividad, pero cabe resaltar que a los panes con 10% de sustitución parcial de HYQ obtuvieron mayor porcentaje de proteína con 8,29%. Se logró mantener la cantidad de proteína en un promedio del 7,84 a medida que aumentaba las sustituciones. El comportamiento de esta variable se ve afectado por la composición nutricional de las harinas empleadas en el estudio para la realización de las masas, lo cual hace que le confiera atributos propios a la masa en cuanto a elasticidad y tenacidad de la masa.

El tratamiento con mayor porcentaje de humedad se obtuvo en el tratamiento T1 (16,22%) esto debido a la composición de las harinas y la relación amilosa/amilopectina las cuales le confieren propiedades funcionales especificas a las harinas haciendo que aumente el poder de hinchamiento lo cual se va a ver reflejado en el índice de solubilidad y la mezcla tenga una mayor retención de agua.

El tratamiento con mayor porcentaje de grasa fue el T4 con 11,70% el cual está dentro de los rangos establecidos por la norma. Los porcentajes de grasa aumentaron proporcionalmente al aumentar las sustituciones en las mezclas.

Los porcentajes de fibra aumentaron a medida que aumentaba las sustituciones por lo cual el tratamiento T4 presenta mayor contenido de fibra con 1,21% esto debido a que este último contiene en mayor proporción harina de quinua y harina de yuca, las cuales dentro sus propiedades para la harina de yuca poseen un nivel alto de fibra con 1,8 g y la harina de quinua contiene 3 g de fibra esto nos indica que los panes tienen mayor capacidad de retención de agua y mayor viscosidad.

Teniendo en cuenta los datos obtenidos se puede afirmar que el producto cumple con los parámetros evaluados de acuerdo a los criterios establecidos en la norma; es decir, los tratamientos no superan los 10^2 UFC/gr para mohos y levaduras, lo cual nos indica que el nivel de calidad es bueno y expone un procedimiento realizado con inocuidad desde la obtención de las materias primas hasta la elaboración y almacenamiento del producto final, ya que la manipulación para la elaboración de los panes fue de manera cuidadosa e higienizada para lograr que las muestras no se contaminaran.

El análisis sensorial se observó que en cuanto al sabor y textura existían diferencias estadísticamente significativas ya que a mayor porcentaje de sustitución aumentaban

estas dos características, es decir que el pan aumentaba su dureza debido al aumento de fibra que se encuentra en cada tipo de harina y de igual forma se ve afectado el sabor del pan por las características propiedad de cada harina. Podemos decir entonces que las propiedades de cada harina si tienen un efecto significativo en las características sensoriales del pan. Por otro lado, la aceptabilidad de textura y sabor por parte de la población estudio, muestra que existen diferencias, pero a pesar de ello las puntaciones promedio y comentarios de los catadores para cada pan fueron positivas.

En cuanto a la textura se pudo observar que a medida que aumentaba las sustituciones de harina compuesta, el tamaño del pan era menor, a pesar de que la cantidad de levadura y el tiempo de fermentación fueron constantes, la capacidad de retención de la masa fueron diferentes, lo que se ve favorecido por un desarrollo completo del gluten en los panes con harina compuesta.

Al estudiar las características de los panes se pudo observar que es un producto que presenta una buena composición nutricional, el cual es un alimento inocuo apto para el consumo humano, con una buena aceptabilidad por parte de las personas.

Es posible brindar al consumidor una opción nueva de pan, con características nutricionales similares a las del pan tradicional; por medio de la sustitución parcial de la harina de harina de trigo por otras harinas como la de yuca y quinua que aporten beneficios a la salud.

5. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar una evaluación de la vida útil de los panes tipo blando, estudiando todos los aspectos evaluados en el trabajo.

Realizar una evaluación económica de la tecnología empleada en la elaboración de los panes tipo blando.

Elaborar un estudio con otros tipos de harinas y otros porcentajes de sustitución para la elaboración de los panes.

Evaluar los cambios en el pH, acidez, humedad, solidos totales, proteína y grasa de los panes tipo blando durante su almacenamiento.

Evaluar la intención de compra del tipo pan blando utilizando la mezcla compuesta de harina de yuca y quinua.

Evaluar las propiedades de los panes tipo blando, como son el peso y volumen por medio de un análisis físico realizado por medio de un método directo y un método indirecto.

Estudiar el índice de gluten, el cual hace referencia al comportamiento del gluten durante el calentamiento de la masa.

Determinar el comportamiento reológico de las masas formuladas para el pan tipo blando.

Establecer la mejor formulación de pan por medio de otro tipo de análisis sensorial al que se realizó en el trabajo.

Evaluar los cambios de textura en los panes tipo blando antes y durante su almacenamiento.

Determinar el contenido de carbohidratos de los panes tipo blando.

Evaluar las propiedades funcionales a las mezclas de sustitución de harinas compuesta de yuca y quinua en los diferentes porcentajes estudiados.

Determinar el contenido de grasa de las harinas empleadas para la formulación de los panes tipo blando.

6. BIBLIOGRAFIA

ABREU PINO, Yanelis. Sustitución parcial de harina de trigo por harina de yuca en galleta de sal. Trabajo de grado Licenciatura en ciencias alimentarias. La Habana. Universidad de la Habana. Facultad de ciencias alimentarias. Departamento de alimentos, 2013. 12 p. Citado por Murillo, 1995.

ALVIS, Armando; PÉREZ, Luis y ARRAZOL, Guillermo. Elaboración de panes con agregado de harina de arroz integral y modelación de sus atributos sensoriales a través de la metodología de superficie de respuesta. En: Rev. SciELO. 2011, vol. 22, no 5, p. 29-38.

ANDI. (27 de septiembre de 2017). Industria Molinera de trigo. Recuperado el 2017 de septiembre de 27, de Asociación Nacional de Empresarios de Colombia: http://www.andi.com.co/cfed/Paginas/default.aspx.

ARISTIZABAL GALVIS, Johanna y HENAO OSORIO, Sergio. Influencia de la variedad de yuca y nivel de sustitución de harinas compuestas sobre el comportamiento reológico en panificación. En: Rev. Ingeniería e Investigación. Marzo 2009. Vol. 29, N° 1, p. 1- 13.

ARONE PALOMINO, Herson. Evaluación de las propiedades físicas, químicas y organolépticas del pan tipo molde enriquecido con harina de quinua (*Chenopodium Quinoa* Willd) y chía (*Aalvia Hispanica* L.). Trabajo de grado Ingeniero Agroindustrial. Andahuaylas**,** Perú. Universidad Nacional José Maria Arguedas. Facultad de ingeniería. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial. 2015

ARROYAVE SIERRA, Lina y ESGUERRA ROMERO, Carolina. Utilización de la harina de quinua *(Chenopodium Quinoa Wild)* en el proceso de panificación. Trabajo de grado Ingeniero de Alimentos. Bogotá. Universidad de la Salle. Facultad de ingeniería. Departamento de ingeniería de alimentos. 2006

BERMÚDEZ NARANJO, Diego. Evaluación tecnológica de la harina de quinua (*Chuenopodium Quinoa*) variedad piartal como espesante alimentario obtenida bajo diferentes condiciones de proceso. Trabajo de grado Ingeniero de Alimentos. Bogotá. Universidad de la Salle. Facultad de ingeniería. Departamento de ingeniería de alimentos. 2017

BRAVO, Johana y PÉREZ, Janys. Evaluación del grado de sustitución de harina de avena (*Avena Sativa*) y harina de hoja de quinua (*Chenopodium Quinoa*) para formular una galleta enriquecida. En: Rev. Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación Vol. 3, N° 2, ISSN: 2313-1926/ Septiembre 2016

CARRARA, Estefanía; FUNES, Jimena y ZAPATA, Maria. Evaluación del grado de satisfacción y determinación del contenido de fibra de un pan elaborado en base a harina de arroz integral. Rev. DIAETA. Enero 2013. Vol. 31, p. 15-19.

DELGADO C., Natalia y ALBARRACÍN H., William. Microestructura y propiedades funcionales de harinas de quinua (*Chenopodioum Quinoa W*) y chachafruto (*Erythrina Edulis*): potenciales extensores cárnicos. Rev. Vitae, Vol. 19, N° 1. Enero-Abril, 2012, pp. S430-S432. ISSN: 0121-4004

Francisco Albuquerque, A. D. (2001). PRODUCCION, COMERCIALIZACION Y VIABILIDAD DE LA HARINA DE YUCA EN COLOMBIA. Barcelona.

Gloria Ordonez, R. O. (2010). Alternativas de Aprovechamiento de Harinas no Tradicionales para la Elaboracion de Pan Artesanal. Guayaquil.

GRANDE TOVAR, Carlos y OROZCO COLONIA, Brigitte. Producción y procesamiento del maíz en Colombia. Revista Científica Guillermo de Ockham, vol. 11, no. 1. Enero - junio de 2013, p. 97-110. ISSN: 1794-192X

Gutiérrez, D. (2014). EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE PAN Y DE LAS REPRESENTACIONES SOCIALES ASOCIADAS A ÉSTE EN JÓVENESUNIVERSITARIOS DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA PARA ESTABLECER MENSAJES DE EDUCACIÓN NUTRICIONAL

Hernández, J. (2015). La quinua, una opción para la nutrición del paciente con diabetes mellitus. Rev. Scielo.

Hernando, D. (2012). Evolución de la vida útil en panes sin corteza blancos al sustituir el mejorante y sórbico habituales, p. 20.

HOYOS SÁNCHEZ, Doreen y PALACIOS PEÑA, Anneth. UTILIZACIÓN DE HARINAS COMPUESTAS DE MAÍZ Y GARBANZO ADICIONADAS CON FIBRA DE CÁSCARA DE PIÑA PARA SUSTITUCIÓN DE HARINA DE TRIGO EN PRODUCTOS DE PANIFICACIÓN. Trabajo de grado para ingeniero de alimentos. Colombia. Universidad de Valle. Facultad de ingeniería. escuela de ingeniería de alimentos, 2015. 3 p.

Juliana Lobo, L. R. (2010). Calidad tecnológica de la harina de trigo obtenida a partir de cereales ozonizados, p. 11.

LEDESMA, Estela y MILDE, Laura. Composición química de panes de fécula de mandioca con diferentes aditivos. En: Rev. SciELO. Julo-diciembre 2010, vol. 14.

Luz Montoya, L. M. (2005). Analisis de variables estratégicas para la conformacion de una cadena productiva de quinua en Colombia. Rev. Scielo, p. 17.

Manuel Gardona, S. P. (2002). Evaluación de la respuesta productiva y económica de cerdos mestizos en las etapas de levante y ceba utilizando cuatro niveles de harina de yuca (Mannihot utilissima). Col Cienc.

MÁRQUEZ ELIAS, Ana Karina. Elaboración de y evaluación de un producto de panificación con harina de cebada. Trabajo de Licenciado en Química de Alimentos. Pachuca de Soto, Hidalgo. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. 2007.

MEDINA, Gilma. HARINAS. CURSO DE ANALISIS DE ALIMENTOS I. Universidad de Antioquia. Medellín. 2013, p. 7.

MOSQUERA MOSQUERA, Héctor Fabio. EFECTO DE LA INCLUSION DE HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa wild*) EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS. Trabajo de grado para especialista en ciencia y tecnología de alimentos. Bogotá. Universidad de Nacional de Colombia. Departamento de Química. Facultad de Ciencias, 2009, p. 33.

.

Nonsoque, J. C. (2017). Renovación del producto, entre los desafíos de la industria panadera. LR. La Republica.

Ozuna, Mariana. Características texturales y de color en panes con mezclas de harinas. Argentina. EN: Rev. Publitec. Octubre 2013.

Pacuar *et. al.* Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de soya en las características tecnológicas y sensoriales de cupcakes destinados a niños en edad escolar. Rev. SciELO. Junio 2016. Vol. 7, N° 2. ISSN 2077-9917.

Pazmiño, M. (Noviembre de 2013). DETERMINACIÓN DEL PERFIL DE LA HARINA DE TRIGO (Genustriticum) TIPO PANADERA ELABORADA EN MOLINOS CORDILLERA - SUCESORES DE JACOBO PAREDES M.S.A. 102. Quito.

Picon Pineda, Javier. ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL TIPO DE HARINA EN EL DESARROLLO DE GALLETAS SIN GLUTEN. Trabajo de Master. España. Universidad

de Valladolid. Máster en Calidad, Desarrollo e Innovación de Alimentos. Facultad de ingeniería de agrarias de la Yutera. 2013. 11 p.

RAMÍREZ NAVAS, Juan Sebastian. ANÁLISIS SENSORIAL: PRUEBAS ORIENTADAS AL CONSUMIDOR. Cali-Colombia. Universidad del Valle.

Rodríguez. INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO POR HARINA DE QUINOA Y PAPA EN LAS PROPIEDADES TERMOMECÁNICAS Y DE PANIFICACIÓN DE MASAS. En: U.D.C.A. Marzo,2012. vol.15, no.1, p.199-207.

SALCEDO, Jairo. Desarrollo agroindustrial de los cultivos de yuca y ñame en el departamento de Sucre. 1 ed. Sincelejo. 2016. 37 p. ISSN 2539-2638.

SECTORIAL. Industria Panificadora, Un sector con Alto Poder de Adaptación [Online]. Colombia. Noviembre de 2017 [Citado el 15 de marzo de 2018]. Disponible en: https://www.sectorial.co/informativa-industria-panificadora-y-de-pastas/item/91777-industria-panificadora,-un-sector-con-alto-poder-de-adaptaci%C3%B3n

SURCO, Juan y ALVARADO, Juan. Harinas compuestas de sorgo-trigo para panificación. En: Rev. SciELO. Agosto 2010, vol. 27, no 1.

Tiempo, E. (2002). El pan en su historia. El Tiempo, 3.

VÁSQUEZ, Francisco et. al. EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DE HARINA DE TRIGO CON HARINA DE QUINOA (Chenopodium quinoa) SOBRE LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS DE LA MASA Y TEXTURALES DEL PAN. En: Rev. Iberoamericana de la Tecnología Postcosecha. 2016. vol.17, no.2, p.307-317.

Von Atzingen, et al. EVALUACIÓN DE LA TEXTURA Y COLOR DE ALMIDONES Y HARINAS EN PREPARACIONES SIN GLUTEN. Brazil. En: Rev. Redalyc. Octubre 2005. Vol. 4 No.5. p. 319-323.

ANEXOS

ANEXO A: ANOVA y prueba Tukey de las propiedades fisicoquímicas de las harinas

- **Acidez**

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Materia Prima	615,179	2	307,59	345,23	0,0000
RESIDUOS	5,34575	6	0,890959		
TOTAL (CORREGIDO)	620,525	8			

Prueba Tukey HSD

Materia Prima	*Casos*	*Media LS*	*Sigma LS*	*Grupos Homogéneos*
Yuca	3	1,28055	0,544964	X
Trigo	3	4,717	0,544964	X
Quinua	3	20,2827	0,544964	X

Contraste	*Sig.*	*Diferencia*	*+/- Límites*
Quinua - Trigo	*	15,5657	2,36472
Quinua - Yuca	*	19,0021	2,36472
Trigo - Yuca	*	3,43646	2,36472

* indica una diferencia significativa.

- **pH**

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Materia Prima	0,402022	2	0,201011	217,96	0,0000
RESIDUOS	0,00553333	6	0,000922222		
TOTAL (CORREGIDO)	0,407556	8			

Prueba Tukey HSD

Materia Prima	*Casos*	*Media LS*	*Sigma LS*	*Grupos Homogéneos*
Trigo	3	5,73667	0,017533	X
Yuca	3	5,74	0,017533	X
Quinua	3	6,18667	0,017533	X

Contraste	*Sig.*	*Diferencia*	*+/- Límites*
Quinua - Trigo	*	0,45	0,0760798
Quinua - Yuca	*	0,446667	0,0760798
Trigo - Yuca		-0,00333333	0,0760798

* indica una diferencia significativa.

ANEXO B: ANOVA y prueba Tukey de las propiedades bromatológicas de las harinas

- **Proteína**

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Materia Prima	335,587	2	167,794	7018,25	0,0000
RESIDUOS	0,143449	6	0,0239082		
TOTAL (CORREGIDO)	335,731	8			

Prueba Tukey HSD

Materia Prima	*Casos*	*Media LS*	*Sigma LS*	*Grupos Homogéneos*
Yuca	3	0,19854	0,0892715	X
Trigo	3	10,7059	0,0892715	X
Quinua	3	14,6712	0,0892715	X

Contraste	*Sig.*	*Diferencia*	*+/- Límites*
Quinua - Trigo	*	3,96528	0,387369
Quinua - Yuca	*	14,4727	0,387369
Trigo - Yuca	*	10,5074	0,387369

* indica una diferencia significativa.

- **Ceniza**

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Materia Prima	2,19985	2	1,09993	3,82	0,0852
RESIDUOS	1,72919	6	0,288198		
TOTAL (CORREGIDO)	3,92904	8			

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Materia Prima	*Casos*	*Media LS*	*Sigma LS*	*Grupos Homogéneos*
Yuca	3	0,468362	0,309945	X
Trigo	3	0,891759	0,309945	X
Quinua	3	1,66265	0,309945	X

Contraste	*Sig.*	*Diferencia*	*+/- Límites*
Quinua - Trigo		0,770889	1,34492
Quinua - Yuca		1,19429	1,34492
Trigo - Yuca		0,423397	1,34492

* indica una diferencia significativa.

- **Humedad**

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Materia Prima	55,0775	2	27,5387	1507,94	0,0000
RESIDUOS	0,109575	6	0,0182624		
TOTAL (CORREGIDO)	55,187	8			

Prueba Tukey HSD

Materia Prima	*Casos*	*Media LS*	*Sigma LS*	*Grupos Homogéneos*
Quinua	3	2,8712	0,0780223	X
Trigo	3	7,58303	0,0780223	X
Yuca	3	8,52677	0,0780223	X

Contraste	*Sig.*	*Diferencia*	*+/- Límites*
Quinua - Trigo	*	-4,71183	0,338556
Quinua - Yuca	*	-5,65557	0,338556
Trigo - Yuca	*	-0,943742	0,338556

* indica una diferencia significativa.

ANEXO C: ANOVA y prueba Tukey de las propiedades funcionales de las harinas

- **ISA**

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Materia Prima	20,137	2	10,0685	3,23	0,1119
RESIDUOS	18,724	6	3,12067		
TOTAL (CORREGIDO)	38,861	8			

Prueba Tukey HSD

Materia Prima	*Casos*	*Media LS*	*Sigma LS*	*Grupos Homogéneos*
Yuca	3	11,8899	1,01991	X
Trigo	3	15,0098	1,01991	X
Quinua	3	15,1136	1,01991	X

Contraste	*Sig.*	*Diferencia*	*+/- Límites*
Quinua - Trigo		0,103734	4,42564
Quinua - Yuca		3,22368	4,42564
Trigo - Yuca		3,11995	4,42564

- **IAA**

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Materia Prima	8,51714	2	4,25857	123,37	0,0000
RESIDUOS	0,207113	6	0,0345189		
TOTAL (CORREGIDO)	8,72426	8			

Prueba Tukey HSD

Materia Prima	*Casos*	*Media LS*	*Sigma LS*	*Grupos Homogéneos*
Yuca	3	5,53891	0,107267	X
Trigo	3	7,29514	0,107267	X
Quinua	3	7,81177	0,107267	X

Contraste	*Sig.*	*Diferencia*	*+/- Límites*
Quinua - Trigo	*	0,516629	0,465458
Quinua - Yuca	*	2,27286	0,465458
Trigo - Yuca	*	1,75623	0,465458

* indica una diferencia significativa.

- **PH**

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Materia Prima	10,5232	2	5,26159	87,70	0,0000
RESIDUOS	0,359991	6	0,0599985		
TOTAL (CORREGIDO)	10,8832	8			

Prueba Tukey HSD

Materia Prima	*Casos*	*Media LS*	*Sigma LS*	*Grupos Homogéneos*
Yuca	3	5,89911	0,14142	X
Trigo	3	7,86698	0,14142	X
Quinua	3	8,41837	0,14142	X

Contraste	*Sig.*	*Diferencia*	*+/- Límites*
Quinua - Trigo		0,551383	0,613652
Quinua - Yuca	*	2,51925	0,613652
Trigo - Yuca	*	1,96787	0,613652

* indica una diferencia significativa.

ANEXO D: ANOVA y prueba Tukey de las propiedades bromatológicas de los panes

- **Proteína**

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	1,65767	3	0,552556	21,01	0,0004
Intra grupos	0,210397	8	0,0262997		
Total (Corr.)	1,86806	11			

Prueba Tukey HSD

Tratamientos	*Casos*	*Media*	*Grupos Homogéneos*
T4	3	7,25802	X
T1	3	7,83302	X
T3	3	7,95549	XX
T2	3	8,28792	X

Contraste	*Sig.*	*Diferencia*	*+/- Límites*
T1 – T2	*	-0,454899	0,423881
T1 – T3		-0,122461	0,423881
T1 – T4	*	0,575002	0,423881
T2 – T3		0,332437	0,423881
T2 – T4	*	1,0299	0,423881
T3 – T4	*	0,697464	0,423881

* indica una diferencia significativa.

- **Humedad**

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	28,4295	3	9,4765	2,13	0,1744
Intra grupos	35,5666	8	4,44582		
Total (Corr.)	63,9961	11			

Prueba Tukey HSD

Tratamientos	*Casos*	*Media*	*Grupos Homogéneos*
T4	3	12,0394	X
T3	3	13,226	X
T2	3	14,3387	X
T1	3	16,2196	X

Contraste	*Sig.*	*Diferencia*	*+/- Límites*
T1 – T2		1,8809	5,51118
T1 – T3		2,99355	5,51118
T1 – T4		4,18019	5,51118
T2 – T3		1,11265	5,51118
T2 – T4		2,29929	5,51118
T3 – T4		1,18664	5,51118

* indica una diferencia significativa.

- ## Grasa

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	2,14124	3	0,713748	0,65	0,6134
Intra grupos	6,63036	6	1,10506		
Total (Corr.)	8,7716	9			

Prueba Tukey HSD

Tratamientos	*Casos*	*Media*	*Grupos Homogéneos*
T1	2	10,4867	X
T2	3	10,7976	X
T3	2	11,243	X
T4	3	11,6983	X

Contraste	*Sig.*	*Diferencia*	*+/- Límites*
T1 – T2		-0,310912	3,31099
T1 – T3		-0,756366	3,627
T1 – T4		-1,21163	3,31099
T2 – T3		-0,445454	3,31099
T2 – T4		-0,900718	2,96144
T3 – T4		-0,455264	3,31099

* indica una diferencia significativa.

- ## Fibra cruda

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	0,149124	3	0,0497081	1,17	0,3886
Intra grupos	0,298606	7	0,042658		
Total (Corr.)	0,447731	10			

Prueba Tukey HSD

Yuca-Quinua	*Casos*	*Media*	*Grupos Homogéneos*
T1	2	0,861313	X
T2	3	1,01033	X
T3	3	1,06865	X
T4	3	1,20515	X

Contraste	*Sig.*	*Diferencia*	*+/- Límites*
T1 – T2		-0,149021	0,62307
T1 – T3		-0,207336	0,62307
T1 – T4		-0,343834	0,62307
T2 – T3		-0,0583148	0,557291
T2 – T4		-0,194814	0,557291
T3 – T4		-0,136499	0,557291

ANEXO F: ANOVA y prueba Tukey de las propiedades microbiológica de los panes

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Yuca-Quinua	8758,33	3	2919,44	0,41	0,7511
RESIDUOS	57133,3	8	7141,67		
TOTAL (CORREGIDO)	65891,7	11			

Prueba Tukey HSD

Yuca-Quinua	*Casos*	*Media LS*	*Sigma LS*	*Grupos Homogéneos*
T4	3	26,6667	48,7909	X
T3	3	46,6667	48,7909	X
T1	3	50,0	48,7909	X
T2	3	100,0	48,7909	X

Contraste	*Sig.*	*Diferencia*	*+/- Límites*
T1 – T2		-50,0	220,886
T1– T3		3,33333	220,886
T1 – T4		23,3333	220,886
T2 – T3		53,3333	220,886
T2 – T4		73,3333	220,886
T3 – T4		20,0	220,886

* indica una diferencia significativa.

ANEXO G: ANOVA y prueba Tukey de las propiedades físicas de los panes

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	1,53956	3	0,513186	6,31	0,0167
Intra grupos	0,650215	8	0,0812768		
Total (Corr.)	2,18977	11			

Prueba Tukey HSD

Yuca-Quinua	*Casos*	*Media*	*Grupos Homogéneos*
T4	3	3,75788	X
T3	3	3,87188	X
T2	3	3,94638	XX
T1	3	4,67125	X

Contraste	*Sig.*	*Diferencia*	*+/- Límites*
T1 – T2		0,724867	0,745164
T1 – T3	*	0,799366	0,745164
T1 – T4	*	0,913371	0,745164
T2 – T3		0,0744993	0,745164
T2 – T4		0,188503	0,745164
T3 – T4		0,114004	0,745164

* indica una diferencia significativa.

ANEXO H: ANOVA y prueba Tukey del análisis sensorial de los panes.

- **Textura**

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
EFECTOS PRINCIPALES					
A: TRATAMIENTOS	72,28	3	24,0933	8,19	0,0000
B:PANELISTAS	7,73	4	1,9325	0,66	0,6226
INTERACCIONES					
AB	4,67	12	0,389167	0,13	0,9998
RESIDUOS	529,4	180	2,94111		
TOTAL (CORREGIDO)	614,08	199			

Prueba Tukey HSD

TRATAMIENTOS	*Casos*	*Media LS*	*Sigma LS*	*Grupos Homogéneos*
T4	50	5,16	0,242533	X
T2	50	5,72	0,242533	X
T3	50	5,74	0,242533	X
T1	50	6,82	0,242533	X

Contraste	*Sig.*	*Diferencia*	*+/- Límites*
T1 – T2	*	1,1	0,891681
T1 – T3	*	1,08	0,891681
T1 – T4	*	1,66	0,891681
T2 – T3		-0,02	0,891681
T2 – T4		0,56	0,891681
T3 – T4		0,58	0,891681

* indica una diferencia significativa.

- **Color**

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
EFECTOS PRINCIPALES					
A: TRATAMIENTOS	2,815	3	0,938333	0,50	0,6847
B: PANELISTAS	5,05	4	1,2625	0,67	0,6143
INTERACCIONES					
AB	13,31	12	1,10917	0,59	0,8504
RESIDUOS	339,7	180	1,88722		
TOTAL (CORREGIDO)	360,875	199			

Prueba Tukey HSD

TRATAMIENTOS	*Casos*	*Media LS*	*Sigma LS*	*Grupos Homogéneos*
T4	50	6,58	0,194279	X
T2	50	6,78	0,194279	X
T3	50	6,86	0,194279	X
T1	50	6,88	0,194279	X

Contraste	*Sig.*	*Diferencia*	*+/- Límites*
T1 – T2		0,1	0,714275
T1 – T3		0,02	0,714275
T1 – T4		0,3	0,714275
T2 – T3		-0,08	0,714275
T2 – T4		0,2	0,714275
T3 – T4		0,28	0,714275

* indica una diferencia significativa.

- **Sabor**

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
EFECTOS PRINCIPALES					
A: TRATAMIENTOS	90,42	3	30,14	8,82	0,0000
B: PANELISTAS	14,23	4	3,5575	1,04	0,3877
INTERACCIONES					
AB	9,13	12	0,760833	0,22	0,9972
RESIDUOS	615,4	180	3,41889		
TOTAL (CORREGIDO)	729,18	199			

Prueba Tukey HSD

TRATAMIENTOS	*Casos*	*Media LS*	*Sigma LS*	*Grupos Homogéneos*
T4	50	5,36	0,261491	X
T2	50	6,24	0,261491	X
T3	50	6,3	0,261491	XX
T1	50	7,26	0,261491	X

Contraste	*Sig.*	*Diferencia*	*+/- Límites*
T1 – T2	*	1,02	0,961383
T1 – T3		0,96	0,961383
T1 – T4	*	1,9	0,961383
T2 – T3		-0,06	0,961383
T2 – T4		0,88	0,961383
T3 – T4		0,94	0,961383

ANEXO I: Tabla de códigos asignados a los panes en el análisis sensorial

Códigos asignados para el tratamiento 1.

0224	0500	0831	0590	0749	0934	0261	0512	0947	0033
0386	0969	0173	0662	0421	0438	0389	0013	0037	0748
0212	0914	0082	0683	0553	0265	0330	0455	0886	0742
0770	0772	0813	0361	0227	0906	0802	0477	0625	0086
0458	0684	0954	0961	0027	0923	0430	0965	0546	0016

Códigos asignados para el tratamiento 2.

1966	1021	1199	1961	1703	1947	1258	1152	1985	1946
1686	1235	1379	1239	1440	1265	1239	1158	1002	1604
1588	1626	1377	1247	1463	1284	1007	1101	1510	1443
1721	1707	1396	1547	1679	1814	1966	1402	1851	1220
1724	1002	1461	1037	1739	1649	1913	1087	1974	1166

Códigos asignados para el tratamiento 3.

2751	2593	2442	2216	2211	2721	2303	2733	2244	2622
2651	2378	2587	2205	2470	2179	2210	2892	2725	2479
2354	2776	2158	2226	2146	2399	2592	2974	2157	2567
2643	2672	2813	2057	2671	2216	2164	2022	2700	2098
2070	2255	2153	2989	2936	2352	2889	2200	2246	2244

Códigos asignados para el tratamiento 4.

3442	3025	3198	3841	3339	3769	3089	3070	3015	3747
3700	3507	3388	3946	3029	3456	3202	3598	3344	3649
3242	3598	3589	3479	3089	3575	3270	3015	3786	3964
3867	3853	3750	3729	3926	3661	3680	3797	3828	3633
3680	3406	3847	3360	3610	3613	3230	3401	3510	3145

ANEXO J: Formato panel sensorial

DESARROLLO DE UN PRODUCTO ALIMENTARIO PANIFICABLE TIPO PAN BLANDO A PARTIR DE HARINA DE TRIGO, YUCA Y QUINUA.

Nombres: Daniela Medina Arrieta; Mauricio Martínez Torres.	**Director:** Martha Ligia Ascencio Galván **Co-Director: Jorge Emilio Hernández**
Objetivo General del Trabajo: Desarrollar un producto alimentario panificable tipo pan blando a partir de harina de trigo, yuca y quinua.	**Objetivo de la prueba:** Establecer la mejor formulación del pan a través de una prueba sensorial.
PROPUESTA DEL TRABAJO DE GRADO MODALIDAD TRABAJO INVESTIGATIVO **UNIVERSIDAD DE SUCRE** **FACULTAD DE INGENIERIAS** **DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL** **2018**	

Evaluación sensorial – Prueba Escala de aceptación

Nombre del producto:	Sexo:	Edad:	Fecha

Por favor, observe y pruebe cada una de las muestras de panes y evalué las características de acuerdo con la escala de abajo:

9. Me gusta extremadamente
8. Me gusta mucho
7. Me gusta moderadamente
6. Me gusta levemente
5. Indiferente
4. Me disgusta levemente
3. Me disgusta moderadamente
2. Me disgusta mucho
1. Me disgusta extremadamente

Código	Textura	Color	Sabor	Impresión global

¡Gracias por su colaboración!