



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**INFLUENCIA DE LA HARINA DE PAPA *Solanum tuberosum* Y
HARINA DE GARBANZO *Cicer arietinum* SOBRE LAS
CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES Y SENSORIALES DE UN
PAN BAJO EN GLUTEN.**

Autor: Nazate Nazate Luis Alberto

Director: Ing. Holguer Pineda Flores, MBA

Asesores: Dra. Lucía Yépez, MSc.

Ing. Nicolás Pinto, MSc

Ing. Silvio Álvarez, MSc

Ibarra – Ecuador

2019

HOJA DE VIDA DE LA INVESTIGADOR



Apellidos: Nazate Nazate

Nombres: Luis Alberto

C. Ciudadanía: 0401569959

Teléfono Celular: 0968012957

Correo Electrónico: luis_beto04@hotmail.com

Dirección: Imbabura Ibarra El Sagrario Av. 17 de Julio

Año: 2019

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

FICAYA-UTN

Fecha: 23 de abril del 2019

NAZATE NAZATE LUIS ALBERTO. INFLUENCIA DE LA HARINA DE PAPA *Solanum tuberosum* Y HARINA DE GARBANZO *Cicer arietinum* SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES Y SENSORIALES DE UN PAN BAJO EN GLUTEN. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agroindustrial. Ibarra. EC. ABRIL 2019

DIRECTOR: ING. HOLGUER PINEDA MBA

Los cereales, leguminosas y tubérculos son fuentes ricas en el contenido de proteína, carbohidratos y minerales con alto valor nutricional. Por lo tanto, la presente investigación propone evaluar la influencia de la harina de papa y harina de garbanzo sobre las características estructurales y sensoriales de un pan bajo en gluten. El objetivo fue determinar los efectos que tiene la sustitución de la harina de papa (60%, 40%, 20%) y harina de garbanzo (20%, 40%, 60%) y de la goma xanthan (0,4%, 0,7%). Los resultados registrados en las propiedades físico-químicas mostraron que el mayor contenido nutricional, fue la mezcla: 20% de harina de papa, 20% harina de trigo, 60% harina de garbanzo con 0,7 xanthan, con valores de proteína (36,80%), ceniza (2,35%) y fibra (1,77%), con relación al testigo (100% trigo) que presento contenidos de proteína (7,40%), ceniza (2,01%) y fibra (0,98%). Este estudio demostró que la incorporación de leguminosas y tubérculos a una mezcla de sustitución de trigo bajo en contenido de gluten a un 17.700 ppm, ya que un pan común tiene 90.000 a 120.000 ppm, además por lo anterior expuesto incrementó el contenido y calidad nutricional.



Ing. Holguer Pineda Flores, MBA
DIRECTOR DE TESIS



Nazate Nazate Luis Alberto
AUTOR

Influencia de la harina de papa *Solanum tuberosum* y harina de garbanzo *Cicer arietinum* sobre las características estructurales y sensoriales de un pan bajo en gluten

Influence of potato flour *Solanum tuberosum* and garbanzo flour *Cicer arietinum* on the structural and sensorial characteristics of a low gluten bread

Luis Nazate_1^a, Holguer Pineda_2^a

^{ba} Ingeniería Agroindustria/Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales/ Universidad Técnica del Norte /, Ecuador

I. Resumen

En el presente trabajo el objetivo principal fue el desarrollar un producto panificable con harinas compuestas de trigo, harina de garbanzo y harina de papa, con características fisicoquímicas, nutricionales y valoración sensorial semejante a la de un pan hecho a base de 100% de trigo.

Para iniciar este proyecto se realizó un diseño de mezclas con 20% de harina de trigo que es contante mientras que la sustitución de la harina de garbanzo fue del (20%. 40%. 60%) y de harina de papa con la adición del (60%, 40%, 20%).

Después de un análisis se determinó que el mejor tratamiento es el T6, este pan presenta características en alto contenido de proteína, de fibra y bajo contenido de gluten dicho tratamiento coincide con el aceptado por el panel degustador mediante el análisis sensorial.

Palabras clave: Compuestas, mezcla, sustitución, análisis, características, contenido.

II. Abstract

In the present work the main objective was to develop a breadmaking product with wheat flour, chickpea flour and potato flour, with physical and chemical characteristics, nutritional and sensory evaluation similar to that of bread made from 100% wheat.

To start this project, a mix design was made with 20% of wheat flour that is constant while the substitution of the chickpea flour was (20%, 40%, 60%) and of potato flour with the addition of (60%, 40%, 20%).

After an analysis it was determined that the best treatment is T6, this bread has characteristics in high content of protein, fiber and low gluten content, this treatment coincides with that accepted by the tasting panel through sensory analysis.

Keywords: Composite, mixing, substitution, analysis, characteristics, content

III. Introducción

El pan forma parte del grupo de alimentos que han constituido la base de la alimentación de todas las civilizaciones debido a sus características nutritivas (Això es massa, 2017)

Los panes son productos elaborados a partir de materias primas que aportan propiedades alimenticias, aportan a la calidad nutritiva y mejoran el estilo de vida.

Además los alimentos son un recurso para el ser humano por eso la investigación se enfoca en desarrollar nuevos productos accesibles con alto valor nutritivo que contribuya en resolver problemas en niños y adolescentes por su mal nutrición.

Para ello las materias primas a emplearse en la elaboración del pan se requiere utilizar materias primas alternativas, como la mezcla de harina de garbanzo y harina de papa, ya que estas materias presentan altos contenidos proteicos, carbohidratos y minerales de alto valor nutricional que estarán listos para el consumo.

Este proyecto se lo realizó en los laboratorios de las Unidades Edu-Productivas de la Universidad Técnica del Norte, la elaboración del producto y los análisis se valoraron en el laboratorio de análisis físico químicos y microbiológicos de la misma institución.

IV. Materiales y métodos

Materias Primas

Para la elaboración de pan bajo en gluten, se emplearon harina de trigo, harina de garbanzo y harina de papa, goma xanthan, azúcar, sal, levadura, grasa y agua.

Determinación de parámetros físico químicos

Los parámetros humedad, proteína, fibra y cenizas se valoraron utilizando los métodos de análisis AOAC, técnicas a las cuales se

rige el laboratorio de la Universidad Técnica del Norte.

Modelo estadístico

Se utilizó un diseño Completo al Azar con arreglo factorial de $A \times B + 1$, el cual constó de siete tratamientos, tres repeticiones y una unidad experimental de 60 g; los tratamientos se obtuvieron de la combinación de los porcentajes de harina de trigo, harina de papa, harina de garbanzo, adicionalmente se realizó el análisis sensorial con el fin de evaluar las características organolépticas tales como color, olor, sabor, textura aceptabilidad del producto.

Elaboración del pan

La materia prima e insumos que se utilizaron en el experimento se adquirieron en centros comerciales locales. El mezclado se realizó durante 5 minutos, en un recipiente plástico, se procedió a colocar la mezcla de las harinas de trigo, papa, garbanzo, luego se agregó la levadura, la sal, azúcar y posteriormente la grasa de acuerdo a los porcentajes establecidos en las formulaciones. Se procedió a realizar una mezclar durante 12 minutos hasta obtener una masa consistente homogénea y de fácil manipulación. Fermentación inicial la masa se colocó en una mesa previamente limpia y engrasada, aquí se dejó en reposo durante 15 minutos cubierta con una funda plástica. Para el control de temperatura de fermentación se utilizó un termómetro la temperatura óptima para el crecimiento y la reproducción de la levadura oscila entre 26 y 30 °C. Transcurrido el tiempo de fermentación inicial, se procedió a pesar y bolear cada porción de masa. El proceso radica en dividir manualmente la masa, pesarlas y convertir las porciones en bolas, cuyo peso unitario fue de 60 gramos aproximadamente, posteriormente moldear cada una de ellas dándoles la forma comercial del pan. Las masas una vez

boleadas, se las dejó en reposo para que ocurra la segunda fermentación por un tiempo de 30 minutos a 30 °C, posteriormente se recubrió con plástico para mantener la temperatura de las mismas. El horneado es otra operación importante en la elaboración del pan, donde, el pan cambia sus características tales como: color, suavidad, apariencia y composición química, por efectos del calor, que se transmite por medio del aire.

De tal manera que las bandejas con el pan moldeado se introdujo al horno por un tiempo de 20-25 minutos, en el cual la temperatura de horneado fue aproximadamente de 180° C. El pan se extrajo del horno y desde ese momento, inicia su etapa de envejecimiento por cuanto la corteza se hará dura y correosa. Es conveniente asegurar que el pan sea enfriado en un área cercana al horno por un tiempo aproximado de 15 minutos; de lo contrario el vapor que acompaña al pan caliente lo volverá pastoso si es que se aplica un cambio brusco de temperatura. Transcurrido los 15 minutos de reposo del pan cerca al horno, la bandeja se colocó en otro lugar al medio ambiente (18-20°C aprox.), para posteriormente envasarlos. El pan se colocó en recipientes plásticos con tapa, en un lugar fresco a temperatura ambiente para ser expandido inmediatamente.

Análisis de perfil de textura en masa de pan

La textura de la masa de pan para se determinó mediante el texturómetro (modelo EZ-9X). El equipo mide la dureza y deformación de la masa. Se pesó 60 gramos de muestra y fue sometida a pruebas de compresión a una velocidad de 2 mm/s por 30 mm de desplazamiento en todas las muestras.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de la materia prima

La Tabla 1, como se puede apreciar la materia prima la harina de trigo el contenido de humedad fue de 12%, para la harina de papa fue de 6,5% y para harina de garbanzo fue de 11,5%, con estos valores las materias primas se encuentra dentro de la norma NTE INEN 3084:2015 que establece que la humedad no debe ser mayor al 14,5%. Con respecto al gluten de la materia prima se obtuvo en gluten seco 10,3 g/100g y gluten húmedo 31,2 g/100g. La relación de GH/GS resulto optimo que es 3 y la idea de la capacidad de retención de agua del gluten también está asociada a la calidad panadera de la harina basándose en la investigación realizada por (Salinas, 2013) en la que obtuvo valores menores gluten húmedo 29,3% y gluten seco 9,1%. Trigo en cuanto al contenido de proteína fue de 10,17%, ceniza 0,70%, fibra 1,15%, gluten húmedo 31,20%, gluten seco 10,30% y almidón fue de 29,40%, Los cuales cumplen con lo especificado dentro de la norma (NTE INEN 616, 2015).

Para la harina de papa el contenido de proteína fue de 8,7 %, ceniza 4,34 %, fibra 1,69 % en comparación con la investigación realizada por (Sandoval Chasi, 2011) en el que trabajó con harina de papa encontró los siguientes resultados: proteína 8,40%, ceniza, 4,38%, fibra 1,66%, donde se puede señalar que sus valores son aproximados a los de la investigación realizada.

Para la harina de garbanzo los resultados obtenidos fueron para proteína 16,8%, ceniza 2,53%, fibra 2,41% y almidón 31,50%, en comparación con la investigación donde se trabajó con harina de garbanzo, (González Toro, 2012) encontraron el siguiente análisis proximal: proteína 25,5 %, ceniza 2,8%, almidón 51,2%. Además, (Kaur & Singh, 2005) reportaron que la variedad de garbanzo afecta la composición de la harina.

Tabla 1. Composición nutricional de las materias primas

Parámetros	Trigo	Papa	Garbanzo
Humedad	% 12,00	6,50	11,50
Proteína total	% 10,17	8,70	16,80
Cenizas	% 0,67	4,34	2,53
Fibra Bruta	% 1,15	1,69	2,41
Gluten seco	% 10,30	0	0
Gluten húmedo	% 31,20	0	0
Almidón	% 29,40	31,30	31,50

Laboratorio de Análisis Físicos, Químico y Microbiológicos (FICAYA-UTN)

Análisis en la masa

Análisis de la textura en masa de pan

La Figura 1, muestra los resultados obtenidos al realizar la determinación de textura de la masa (N). Se observaron diferencias significativas importantes donde los valores alcanzados por la masa generada con la HT (46,56 N) fueron los más altos con respecto al resto de las mezclas de HT con HG y HP en los diferentes niveles de sustitución. La mezcla más afectada fue cuando se utilizó HT (20%) con (HG 60%-HP20%-0,7% xanthan) (45,81 N), mientras que la sustitución al HT (20%) con (HG 20%- HP 60%-0,4% xanthan) (44,97 N), mostraron valores menores.

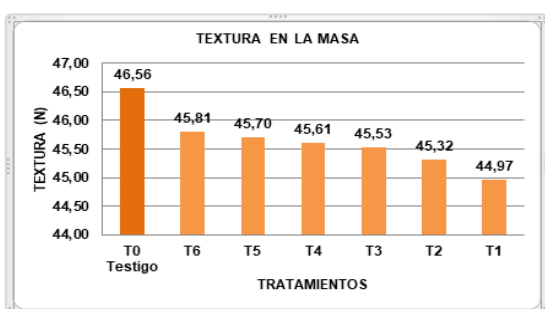


Figura 1: Comportamiento de las medias en la textura en la masa de pan

Análisis de humedad en masa de pan

Como se observa en la referencia Figura 2, muestra los resultados obtenidos al realizar la determinación de los valores de humedad

de la masa de los tratamientos se observa al T0 (Testigo) tiene una porcentaje muy alto de 42,10%, esto se debe a que las proteínas del gluten, gliadinas y gluteninas, necesitan agua en la etapa del amasado para desarrollar una red elástica y cohesiva capaz de retener los gases durante la fermentación y producir piezas de pan Payhuanca Mamani & Matos Chamorro, (2011), además, es importante agregar, que de acuerdo a la investigación realizada por Torres & Pacheco de D, (2007) manifiesta que el cambio de humedad está asociada a la alta capacidad que tiene el almidón de trigo de absorber mayor cantidad de agua.

Por otra parte, en las masas compuestas por: (harina de papa, harina de trigo, harina de garbanzo con xantha) de los tratamiento T6 al T1, se observa que la absorción de humedad fue mayor para T6 y T5 con un promedio de 33,12% y 32,72% respectivamente, Sin embargo, al comprar con las investigaciones realizadas por Pascual Chagman & Zapata Huamán, (2010) y Mohammeda, Ahmed, & Senge, (2012) se puede observar que obtuvieron valores superiores de humedad en las masa de pan que van de 39% a 40% y 58% a 63% respectivamente, es importante agregar que esto se debe a la capacidad que tiene el almidón del garbanzo y de igual manera la goma xanthan que contribuyen al aumento de la absorción de agua en la masa.

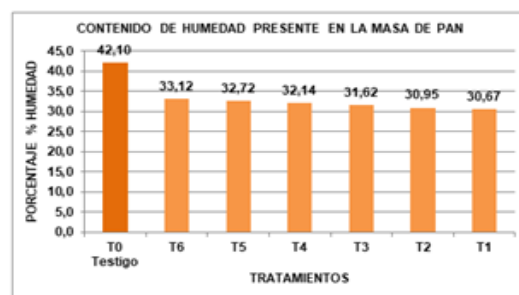


Figura 2: Comportamiento de las medias en las masas de pan

Análisis de almidón en masa de pan

En la figura 3, se indica el contenido de almidón en masa de pan se observó que al

utilizar diferentes porcentajes sustitución de harina de garbanzo, harina de papa y harina de trigo es decir, que a medida que se incrementa el porcentaje de sustitución de la harina de garbanzo presentaron valores más altos en el contenido de almidón en la masa de pan.

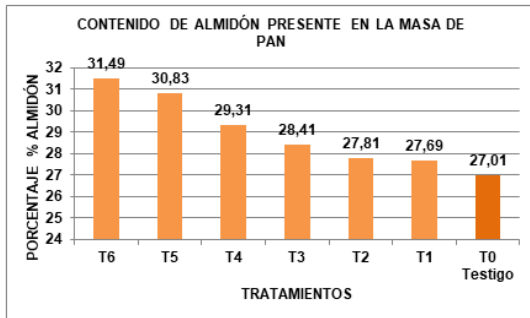


Figura 3: Comportamiento de almidón en masa de pan

Características del color en masa de pan

Como se observa en la figura 4, los resultados de las medias de los parámetros CIELAB en la masa de pan, se observó una variación importante entre las formulaciones. La luminosidad L^* oscila entre 69,45 y 98,23. En la masa de pan testigo (100 trigo) presentó una luminosidad clara de ($L= 98,23$) mientras que en la masa de pan del tratamiento T6 (20% de harina de papa, 20% harina de trigo, 60% harina de garbanzo con 0,7% xantha), presentó una luminosidad oscura ($L= 73,34$). Con respecto al ángulo de tono h° el testigo (100 trigo) presentó un $h^\circ= 105,82$, en cuanto a los tratamientos del T1 al T6 se observó un incremento significativo del valor de h° conforme se va aumentando el porcentaje de sustitución de la harina de garbanzo. En cuanto a la saturación C^* para los tratamientos de T6 al T1 se vio afectada cuando la harina de garbanzo fue aumentando en comparación con la masa de trigo que disminuyó su saturación.

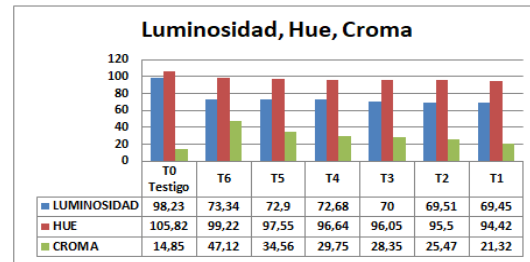


Figura 4: Luminosidad, Hue ($^\circ$), Croma en masa de pan

ANÁLISIS DEL PAN

Análisis de textura en pan

Como indica el análisis de textura figura 5, la fuerza de compresión fue considerablemente mayor en el T6 (45,34 N) esto se debe a los bajos niveles de proteínas formadoras de gluten, que producen texturas más firmes, dicho de otra manera se debe al aumento de porcentaje de la mezcla de harina de garbanzo provocó un aumento en la dureza del producto final lo que atribuye a la incorrecta formación de la red de gluten, además con la incorporación de esta materia prima trajo como resultado del engrosamiento de las paredes de la miga y el fortalecimiento de la estructura, de modo idéntico sucede al comparar con las investigaciones realizadas por (Mohammed, Ahmed, & Senge, (2012), (Bechtel & Meisner, 1954) (Pateras IMC, 2007) citados en Mohammad, Jafar M., & Gisoo, (2014) y Ouazib, Dura, Zaidi, & M. Rosell, (2016) manifiestan que esto se debe al contenido de proteínas en la harina de garbanzo que es un factor principal en la tasa de endurecimiento y envejecimiento. Por lo consiguiente, los parámetros de textura fueron afectados por el aumento del nivel de sustitución del garbanzo lo que resulta una dureza mayor y así mismo presentó una resistencia en la deformación de la miga de los panes.

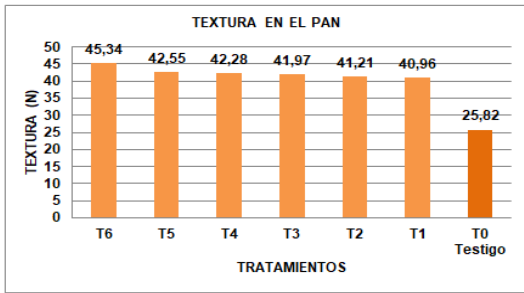


Figura 5: Comportamiento de las medias en la textura del pan

Análisis de humedad en pan

En la figura 6, permite apreciar el contenido de humedad presente en cada uno de los tratamientos, los valores obtenidos varían en un rango de 25,28% a 36,84%, Se comparó los resultados obtenidos con la norma nacional NTE INEN 2945; 2014 para pan, en la que especifica que debe tener un porcentaje mínimo de 20% y un máximo de 40% por lo tanto la investigación realizada todos los tratamientos se encuentran dentro de la norma. Esto se debe a que se utilizó materias primas ricas en proteína y fibra ya que favorece el aumento de absorción de agua. Algo semejante ocurrió en la investigación realizada por Mohammed, Ahmed, & Senge, (2012) en que la sustitución de la harina de trigo con harina de garbanzos incrementó la absorción de agua necesaria para la fabricación óptima de pan.

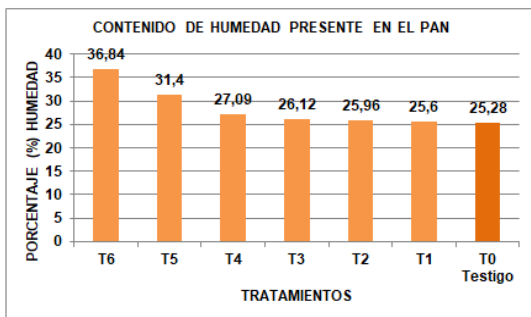


Figura 1: Comportamiento de las medias en el pan

Análisis de almidón en el pan

Como se observa en la referencia figura 7, el porcentaje de almidón en los panes alcanzó un 35,39% hasta 40,32%, es decir que a

medida que aumenta la proporción la harina de garbanzo aumentó el contenido de almidón, con respecto al pan elaborado con harina de trigo presento un 34,22%, siendo el más bajo en contenido de almidón, por lo tanto en comparación con la investigación realizada por Torres & Pacheco de D, (2007) reportaron valores que va de 47,3% a 50,3%. En consecuencia en la investigación realizada se obtuvo valores inferiores para todos los tratamientos incluido el testigo.

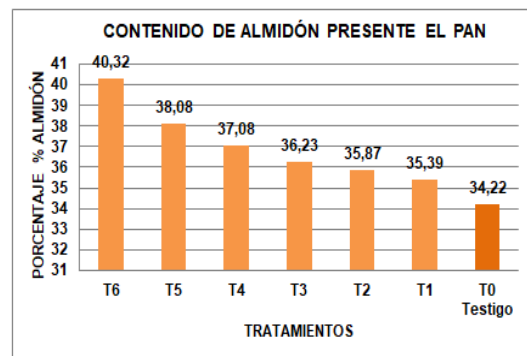


Figura 7: Comportamiento de almidón en el pan

Análisis de proteína en el pan

El análisis de la proteína en el pan figura 8, se ilustran los resultados identificando al T6 con el valor más alto en el contenido de proteína 19,27%. A diferencia del tratamiento testigo que se obtuvo un valor menor de proteína de 7,27%. Siendo este resultado mayor a lo reportado por las investigaciones realizadas por los autores Rizzello, Calasso, Campanella, Angelis, & Gobbetti, (2014), reportaron valores de 7,15% a 11,92%, y Vargas Villena, (2016) reporto valores de 9,5% a 10,97%. Esta diferencia se debe a que se utilizó leguminosa que tienen diferente concentraciones de proteína y depende de los niveles de concentración que se está sustituyendo (Ugwuona & Suwaba, 2013). De igual manera, se comparó con la norma NTE INEN 2945-2014-XX, (2014), manifiesta que el contenido de proteína mínima 7% y un máximo no establecido por lo que la investigación supera los resultados.

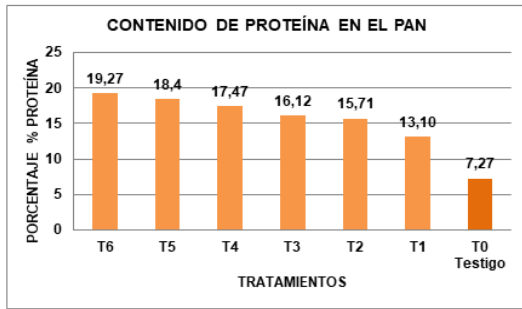


Figura 2: Comportamiento de proteína en el pan

Características del color en el pan

Es posible observar en la figura 9, que los panes tuvieron un aumento en sus valores de luminosidad (L^*) con la adición y el aumento en la concentración de harina de garbanzo, demostrando que hubo ligeramente amarillo en el pan. Sin embargo al comparar con las investigaciones realizadas por Schmiele, Hackbart Da Silva, Pinto Da Costa, Da Silva Rodrigues, & Chang, (2011); Moraes Crizel, Rubira Silva, Mercedes, & Mellado, (2011); Da Silva, Gonçalves, De Sousa e Silva, Ribeiro, & De Paula, (2013), reportaron oscurecimiento de los productos, mientras en el presente estudio los resultados se obtuvieron un aumento en la luminosidad. Las múltiples diferencias pueden ser debido a la composición de las harinas empleada en la elaboración de los panes.

En la figura 9, se muestra los valores de los ángulos obtenidos de los diferentes tratamientos los valores se ubican en el segundo cuadrante de los tonos que van de amarillo a verde según el anillo del color CIELAB, se identificó que el testigo (100% trigo) con un ángulo $101,81^\circ$, el cual está más cerca del ángulo de 90° , que indica una coloración amarilla. En cuanto más el ángulo se dirige a 180° , más a la superficie tiende del amarillo al verde, hecho que se observa en los panes añadidos con la harina de garbanzo siendo el mayor valor fue para T6 $115,40^\circ$.

El parámetro Croma corresponde a una de las tres coordenadas polares del espacio de color que indica la fuerza de saturación o

intensidad del color. Las medias de los parámetros Croma se vio afectada por los porcentajes de sustitución de las harinas por ello, el mayor saturación fue T6 $29,14 C^*$ y el menor valor fue T0 $10,7 C^*$,

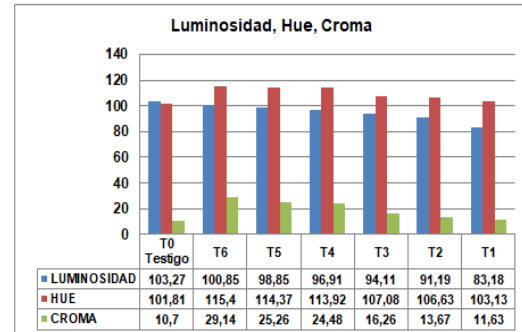


Figura 9: Luminosidad, Hue, Croma en pan

Evaluación sensorial

Esta evaluación se llevó a cabo con 15 evaluadores no entrenados. En la figura 10, la prueba de Friedman al 5% para el atributo color, presentó diferencia estadística significativa para todos los tratamientos, siendo el T0 (100% harina de trigo), el que tuvo un menor puntaje de 3,03. El valor más alto 4,8 puntos corresponde al T6 (20% de harina de papa, 20% harina de trigo, 60% harina de garbanzo con 0,7 xanthan), que posee mayor inclusión de harina de garbanzo. De acuerdo al criterio que los degustadores, esta diferencia puede deberse por los diferentes porcentajes de sustitución que se utilizó de las diferentes materias primas utilizadas.

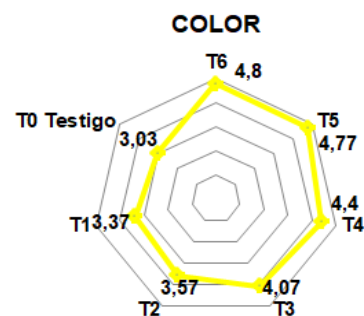


Figura 10: Puntuaciones del atributo de color en el pan

En la figura 11, la prueba de Friedman al 5% para el atributo olor, presentó diferencia estadística significativa, es decir, que los degustadores percibieron diferencia entre los

tratamientos, según el panel en la puntuación de la característica del más agradable obtuvo el T6 (20% de harina de papa, 20% harina de trigo, 60% harina de garbanzo con 0,7 xanthan), seguido del tratamiento T5 (20% de harina de papa, 20% harina de trigo, 60% harina de garbanzo con 0,4 xanthan).

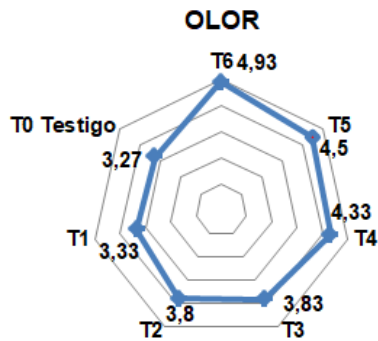


Figura 11: Puntuación del atributo de olor en el pan

Con respecto al atributo de sabor del pan figura 12, la prueba de Friedman al 5% determinó que existe diferencia significativa entre todos los tratamientos. En el cual el tratamiento testigo 100% trigo obtuvo un valor alto con 4,87 puntos, seguido del tratamiento T6 (20% de harina de papa, 20% harina de trigo, 60% harina de garbanzo con 0,7% xantha) con 4,70 puntos, por lo que fue el más aceptado por los degustadores. Los panelistas realizaron observaciones referentes a las características organolépticas en los panes, identificaron durante la degustación un sabor residual ligeramente amargo, esto es debido a la harina garbanzo, lo que pudo provocar una disminución de la puntuación respecto a la percepción del sabor.

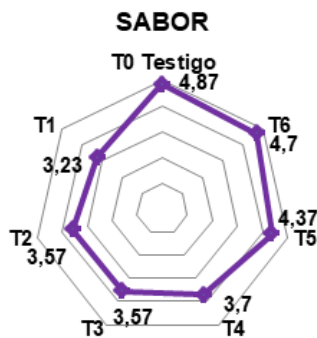


Figura 123: Puntuación del atributo del sabor en el pan

En la figura 13, de la prueba de Friedman al 5% del atributo textura, existe diferencia estadística significativa para todos los tratamientos, lo que indica que las harinas son heterogéneas, con lo que se califica al pan desde ligeramente suave hasta ligeramente duro con valores promedio entre 3,57 a 4,30 puntos sobre 5 puntos. Sin embargo el tratamiento T6 (20% de harina de papa, 20% harina de trigo, 60% harina de garbanzo con 0,7% xantha) con mayor puntaje con un valor de 4,30 puntos, esto pudo ser debido al alto contenido de fibra en las harinas utilizadas.

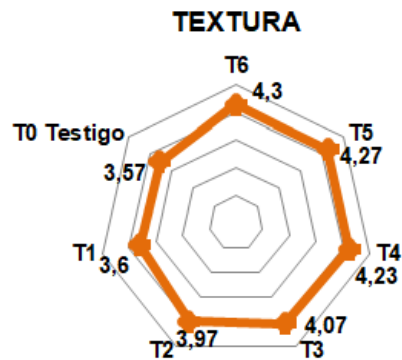


Figura 4: Puntuación del atributo de textura en el pan

Con respecto a la aceptabilidad figura 14, la prueba de Friedman al 5% se muestra diferencia significativa, a simple vista se puede inducir que alcanza los puntajes más altos de aceptación el pan Testigo 100% trigo presento el mayor agrado con 4,70 puntos y aceptabilidad por parte del panel encuestado. Además, se observa que los panes preparados con T6 (20% de harina de papa, 20% harina de trigo, 60% harina de garbanzo con 0,7% xantha) obtuvo un valor 4,63 puntos, lo que indica que las materias primas utilizadas pueden considerarse un buen sustituyente parcial de la harina de trigo en productos de panadería, ya que su sabor es agradable para el consumidor.

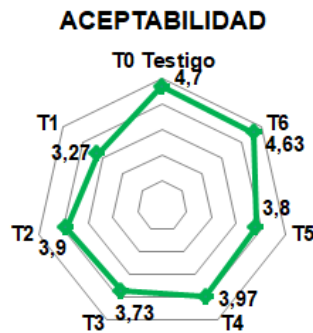


Figura 5: Puntuación del atributo aceptabilidad del pan

Análisis físico químico del tratamiento T6 y testigo (100% trigo)

De acuerdo a los resultados en la tabla 56, el análisis químico que se realizó al testigo y al óptimo se lo selecciono de acuerdo a la norma NTE INEN 2945-2014-XX, (2014), el pan presenta una corteza de color uniforme, sin quemaduras, la miga es uniforme y no es pegajosa, ni desmenuzable con olor y sabor característico a su formulación en el producto final. Se comprobó que la sustitución parcial de harina de trigo por harina de garbanzo y harina de papa aumento los niveles de humedad, proteína, cenizas y fibra. Cabe mencionar que la composición del pan depende del tipo de harina y demás ingredientes utilizados (Straumite, Murniece, Kunkulberga, & Klava, 2008).

De acuerdo con los resultados obtenidos tabla 56, se observa que el contenido de proteína en el pan testigo es menor con 7,40% y el pan del tratamiento T6 (20% de harina de papa, 20% harina de trigo, 60% harina de garbanzo con 0,7% xantha), aumento el contenido de proteínas con un valor de 36,80%, lo que es deseable desde el punto de vista nutricional. Manifiestan R., E., A., & C., (1987) citado por Barreto Martínez, (2015) mencionan que la adición de harina de garbanzo aumenta el contenido de proteínas.

En cuanto al contenido de ceniza en el producto final se obtuvo un menor

porcentaje en el pan testigo con un valor de 2,01%, mientras que en el tratamiento T6 con la adición de la harina de garbanzo y harina de papa aumento el contenido de ceniza en un valor de 2,35%. Tal como lo demostró R., E., A., & C., (1987) citado por Barreto Martínez, (2015) donde manifiesta que con la adición de harina de garbanzo aumento el contenido de ceniza en el pan. El contenido de fibra aumento el porcentaje de 1,77%, en comparación al testigo que obtuvo un valor menor de 0,98%, esto se debe a la adición de harina de trigo por la harina de garbanzo y papa.

Álvarez Restrepo, (2014) cita a Heredia, (2012), en la cual manifiesta que el contenido de gluten en el pan de trigo ha sido reportado entre 90.000 y 120.000 ppm, (9% y 12%) respectivamente. Por lo tanto, el objetivo de la investigación se cumplió ya que el porcentaje de contenido de gluten disminuyo en 17,700 ppm, con la sustitución de harina de garbanzo y harina de papa.

Tabla 1: Análisis composición química del pan

Parámetros analizados	Unidad	Resultado	Resultado
		T6	T0
Humedad	%	36,84	25,28
Proteína	%	19,27	7,27
Almidón	%	40,32	34,22
Fibra	%	1,77	0,98
Ceniza	%	2,35	2,01
Gluten Húmedo	%	1,77	
Gluten	%	0,21	

Análisis Microbiológico

Se realizó el análisis microbiológico de acuerdo a la normativa legal aplicada en el país, Al comparar los resultados obtenidos de los análisis se puede apreciar tabla 2, la diferencia en cuanto a los valores de UFC/g del pan, a pesar de que existe presencia de microorganismos se puede manifestar que estos valores son aceptables ya que se encuentran dentro de los parámetros según establecidos en la norma del decreto

(Decreto N° 22021- MEIC NCR 151:1993), con estos resultados microbiológicos el producto final se encuentra apto para el consumo, puesto que está dentro de los parámetros establecidos.

Tabla 2: Análisis microbiológico del pan

Parámetros analizados	Unidad	Resultado	
		T6	T0
Rcto. Total	UFC/g	520	520
Rcto. Mohos	UFC /g	150	130
Rcto. Levaduras	UFC /g	55	40

VI. Conclusiones

- Los contenidos nutricionales de las materias primas alternativas que se utilizó en la formulación para la elaboración del pan bajo en gluten, permiten obtener un producto altamente nutritivo por su alto contenido de proteína y fibra.
- Para obtener un pan con características comerciales no se necesita variar los procesos de elaboración de pan.
- Al disminuir el porcentaje de harina de trigo que es la que contiene el gluten, logro mantener la estructura con la adición de la goma xanthan ya que logro mantener una textura adecuada.
- De acuerdo a los análisis realizados en el contenido de gluten del pan, el tratamiento T6 está en 17,700 ppm frente al contenido gluten de un pan común con 90,000 ppm, por lo se puede determinar que la mezcla logro bajar el contenido de gluten en el pan.
- Los porcentajes de sustitución de harinas de papa y garbanzo influyen en las características físicas,

químicas y organolépticas del producto terminado, implicando alteraciones en las características físicas en el pan, como su textura esto es debido al alto contenido de fibra que tiene las materias primas, en las químicas aumentando el contenido de humedad y almidón y en las características organolépticas en sabor y aceptabilidad, por lo que se acepta la hipótesis alternativa.

- Los resultados obtenidos en el análisis microbiológico permite determinar los tratamientos están dentro de los límites permisibles de acuerdo al decreto 22021- MEIC, en cuanto a mohos y levaduras (1×10^3 ufc) que debe detener un pan, por lo tanto son aptos para el consumo humano.

VII. Recomendaciones

- Desarrollar estudios para determinar el tiempo de vida útil del pan de la formulación de harinas, de trigo, de papa, de garbanzo y determinar el costo de producción.
- Estudiar el comportamiento otros hidrocoloides como la goma garrofín, HPMC. goma guar, CMC, con la final de determinar de obtener una estructura ideal en el pan.
- Investigar sobre la cantidad optima de levadura que sea capaz de incrementar el CO2 necesario para lograr un volumen adecuado en el pan.

VIII. Referencias Bibliográficas

- A.O.A.C. (2000). Association of Official Analytical Chemist.
- CIElab y CIElch,. (2010).
- Da Silva, J. T., Gonçalves, J., De Sousa e Silva, N. A., Ribeiro, M., & De Paula, C. D. (2013). Caracterização físico- química e sensorial de pão de forma contendo farinha mista de trigo e quinoa. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*.
- Da Silva, M. A., Neves, V. A., & Lourenço, E. J. (2001). Frações protéicas e globulina principal de Graõ-de-bico (*Cicer arietinum* L.). IAC-Marrocos.
- (s.f.). Decreto N° 22021- MEIC NCR 151:1993. La Gaceta.
- Despacho visual. (22 de octubre de 2010). CIElab y CIElch.
- González Toro, A. (2012). Desarrollo de un producto de panificación a partir de una harina de compuesta de trigo, garbanzo y brócoli. Cali.
- Hoyos Sánchez, D., & Palacios Peña, A. G. (2015). 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. Cali, Colombia.
- Kaur, M., & Singh, N. (2005). Studies on functional, thermal and pasting properties of flours from different chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. *Food Chem.*,
- Mohammad, R., Jafar, M., & Gisoo, M. (2014). Physical Properties of Gluten-Free Bread Made of Corn and Chickpea Flour.
- Mohammed, I., Ahmed, A. R., & Senge, B. (2012). Dough rheology and bread quality of wheat-chickpea flour blends. *Industrial Crops and Products*.
- NTE INEN 2945-2014-XX. (2014). Pan. Requisitos. Quito.
- NTE INEN 616. (2015). Ecuatoriana, Norma técnica.
- NTE INEN, 2235:2012. (2012). Alimentos para regímenes especiales destinados a personas intolerantes al gluten. Quito.
- Ouazib, M., Dura, A., Zaidi, F., & Rosell, C. M. (February de 2016). Effect of Partial Substitution of Wheat Flour by Processed (Germinated, Toasted, Cooked) Chickpea on Bread Quality. *Institute of Agrochemistry and Food Technology (IATA-CSIC)*, 4(1).
- Pascual Chagman, G., & Zapata Huamán, J. (2010). Sustitución parcial de harina de trigo *Triticum aestivum* L por harina de kiwicha *Amaranthus caudatus* L., usando el método directo y esponja y masa, en la elaboración de pan. Lima, Perú.
- Pateras IMC. (2007). Bread spoilage and staling. (T. o. making, Ed.) New York: Cauvain SP, Young LS.
- Payahuanca Mamani, I., & Matos Chamorro, A. (2011). La formación de la masa, la fermentación y los métodos de proceso en la elaboración del pan. Lima.

- Rizzello, C. G., Calasso, M., Campanella, D., Angelis, M. D., & Gobetti, M. (16 de Junio de 2014). Use of sourdough fermentation and mixture of wheat , chickpea , lentil and bean fl ours for enhancing the nutritional, texture and sensory characteristics of white bread. *Internacional de Microbiología de Alimentos*, 180.
- Sandoval Chasi, G. A. (2011). Desarrollo de mezclas farináceas de cereales (maíz, quínua y cebada) y papas ecauatorianas como sustitutos parciales del trigo importado para la elaboración de pan y fideos. Ambato.
- Schmiele, M., Hackbart Da Silva, L., Pinto Da Costa, P. F., Da Silva Rodrigues, R., & Chang, Y. K. (2011). Influência da adição de farinha integral de aveia, flocos de aveia e isolado proteico de soja na qualidade tecnológica de bolo inglês. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*.
- Torres, E., & Pacheco de D, E. (2007). Evaluación nutricional, física y sensorial de panes de trigo de trigo, yuca y queso llanero. 34.
- Ugwuona, F. S., & Suwaba, S. (2013). Effects of Defatted Jack Bean Flour and Jack Bean Protein Concentrate on Physicochemical and Sensory Properties of Bread. *Official Journal of Nigerian Institute of Food Science and Techonology*, 31(2).
- Vargas Villena, E. (2016). Caracterización fisicoquímica de pan molde blanco con sustitución parcial de harina de pajuro (*Erythrina edulis*). Universidad Peruana Unión, Lima.
- Vásquez Riascos, A. M. (2015). Estimación de las coordenadas CIEL*a*b* en concentrados de tomate utilizando imágenes digitales. Palmira, Colombia.
- Ward, F., & Andon, S. (2002). Hydrocolloids as film formers, adhesives and gelling agents for bakery and cereal products. *Cereal Foods World*.