

ELABORACIÓN DE PAN TIPO PITA CON HARINA INTEGRAL DE TRIGO Y AMARANTO

PREPARATION OF PITA TYPE BREAD WITH WHOLE WHEAT AND AMARANTH FLOUR

Fecha de recepción: 02/10/2024 | Fecha de aceptación: 09/12/2024

Del Carpio Rodríguez Jorgelina¹
Ramírez Ruiz Erick²

¹Univ. De la Carrera de Ingeniería de Alimentos de la Facultad Ciencias y Tecnología, U.A.J.M.S.

²Ing. en Alimentos, Docente de la Carrera de Ingeniería de Alimentos
de la Facultad Ciencias y Tecnología, U.A.J.M.S.

Correspondencia de los autores: falta¹
Tarija - Bolivia

RESUMEN

El desarrollo experimental consistió en seis muestras iniciales de las cuales se agruparon en tres grupos: grupo 1, grupo 2 y grupo 3 donde se realizaron la variación de porcentaje de harina integral de trigo, harina de amaranto y levadura. Seguidamente se procedió a elaborar seis muestras preliminares (PI1, PI2, PI3, PI4, PI5 y PI6) en donde se hizo la variación de porcentaje de harina integral de trigo y harina de amaranto entre los insumos. Dando como resultado la muestra ideal PT2.

En la etapa de dosificación se aplicó un diseño factorial 23 donde las variables: harina integral de trigo, harina de amaranto y levadura. La variable respuesta fue el contenido de humedad, pH y acidez (ácido láctico) en el cual se evidenció que existe significancia $\alpha = 0,05$.

Para la etapa de cocción se realizó un diseño factorial 22 donde las variables: tiempo y temperatura. La variable respuesta del contenido de humedad y en el cual se evidenció que existe significancia entre los factores para $\alpha = 0,05$.

El análisis fisicoquímico del pan pita con harina integral de trigo y amaranto contiene: Ceniza 2,35 %, Fibra 1,29 %, Gluten en seco nada detectado, Grasa 5,05 %, Hidratos de Carbono 60,89 %, Humedad 20,83 %, Proteína total (Nx6,25) 10,88 %, Calcio 44,20 mg /100 g, Fósforo 93,00 mg /100 g, 4,00 Hierro mg /100 g, Valor energético 333,00 Kcal/100g. En el análisis microbiológico del pan pita, indica: Bacterias aerobias mesófilas 8,0x10² UFC/g, Mohos y levaduras <1,0 x 10¹ UFC/g.

ABSTRACT

The experimental development consisted of six initial samples of which they were grouped into three groups: group 1, group 2 and group 3 where the percentage variation of whole wheat flour, amaranth flour and yeast was carried out. Next, six preliminary samples were prepared (PI1, PI2, PI3, PI4, PI5 and PI6) where the percentage variation of whole wheat flour and amaranth flour between the inputs was made. Resulting in the ideal sample PT2.

In the dosing stage, a 23 factorial design was applied where the variables: whole wheat flour, amaranth flour and yeast. The response variable was the moisture content, pH and acidity (lactic acid) in which it was evident that there is significance $\alpha = 0.05$.

For the cooking stage, a 22 factorial design was carried out where the variables: time and temperature. The response variable of moisture content and in which it was evident that there is significance between the factors for $\alpha = 0.05$.

The physicochemical analysis of the pita bread with whole wheat and amaranth flour contains: Ash 2.35%, Fiber 1.29%, Dry gluten not detected, Fat 5.05%, Carbohydrates 60.89%, Humidity 20.83%, Total protein (Nx6.25) 10.88%, Calcium 44.20 mg/100 g, Phosphorus 93.00 mg /100 g, 4.00 mg Iron /100 g, Energy value 333.00 Kcal/100g. In the microbiological analysis of the pita bread, it indicates: Aerobic mesophilic bacteria 8.0x10² CFU/g, Molds and yeasts <1.0 x 10¹ CFU/g.

Palabras Clave: Pan pita, elaboración de pan, harina integral de trigo, harina de amaranto

Keywords: Pita bread, bread making, whole wheat flour, amaranth flour.

1. INTRODUCCIÓN

En Bolivia la producción de trigo el 30% es de consumo familia y el 70% pasa al proceso de la molienda con el fin de obtener primero los subproductos como la harina de trigo o afrecho y harinas fortificadas con diferentes fines (Quiroga, 2013).

El amaranto se emplea como grano entero, cereal y harina. Así mismo fue considerado por la Organización Mundial de la Salud como uno de los alimentos nutritivos y recomendados para el futuro (Calderón, 2017).

El pan pita es uno de los alimentos más antiguos su origen es en Egipto. En el año 2500 a. C. Los egipcios cultivaban trigo y cebada, estos cereales se usaban para hornear panes planos, ya que necesitaban hornearse muy poco tiempo (Terris, 2022).

Según (Pérez & Flores, 2006), el Codex alimentarios define como pan al producto obtenido por la cocción en hornos a temperatura adecuada de una masa fermentada o no, hecha con harina y agua potable, con o sin el agregado de levadura, con o sin la adición de sal, con o sin la adición de otras sustancias permitidas.

El pan pita es un producto horneado, de una mezcla previamente fermentada, lo cual contiene agua, harina, levadura y sal, los cuales son responsables de la apariencia, textura y sabor (Villagaray, 2012).

La fermentación panaria es la hinchazón de la masa que permite la obtención de un pan alveolado, esponjoso y ligero, todo se debe a la producción de gas

(dióxido de carbono) en el interior de la masa. La fermentación es la etapa de panificación con mayor influencia sobre el sabor y el aroma del pan (Flecha, 2015).

La conservación de los productos de panadería de humedad alta se relaciona con el pH y con el agua. La reducción del pH se puede efectuar mediante el uso de acidulantes, como ácidos orgánicos o cultivos de bacterias ácido lácticas. Y los conservantes químicos se utilizan para controlar el crecimiento de mohos y bacterias (Ribotta & Tadini, 2009).

En la actualidad existe un interés creciente por la nutrición y los hábitos alimenticios saludables, que a la hora de adquirir un producto uno de los principales motivos que se tienen en cuenta para la elección de los alimentos es que sean sanos y saludables para salud (Álvarez & Álvarez, 2009).

2. MATERIALES Y MÉTODO

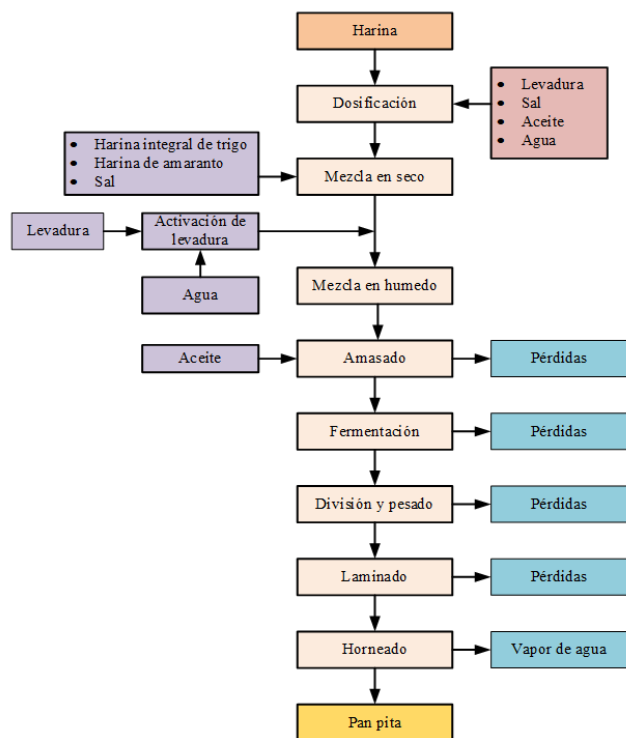
MATERIALES

Se utilizó como materia prima la harina integral de trigo y harina de amaranto. Los insumos alimentarios fueron: agua, aceite, sal y levadura seca. En cuanto a equipos y materiales de laboratorio se utilizaron un horno industrial a gas natural, amasadora, balanza analítica digital, incubadora, pH metro, termobalanza, bureta digital, entre otros

METODOLOGÍA

En la Figura 1, se describe el proceso experimental para la elaboración de pan tipo pita con harina integral de trigo y amaranto.

Figura 1. Diagrama de flujo para la elaboración de pan pita a base de harina integral de trigo y amaranto



Fuente: Elaboración propia

Harina

La harina integral de trigo y amaranto.

Dosificación

Se realizaron la dosificación y pesado en recipiente de acero inoxidable las materias primas e insumos.

Mezcla en seco

Se mezclaron en un recipiente de plástico la harina integral de trigo 45,80 %, harina de amaranto 14 % y sal 1 %; con la finalidad de facilitar su amasado.

Activación de la levadura

Para activación de la levadura 1,8 %, seca se mezcló con agua a una temperatura de 43 °C, donde se dejó reposar por un tiempo de 15 minutos.

Mezcla en húmedo

Se mezclaron la levadura activada y la mezcla en seco; con la finalidad de facilitar el amasado.

Amasado

El amasado se realizó con la finalidad de homogeneizar la masa agregando la materia grasa (aceite vegetal); obteniendo así una masa elástica, suave y manejable por un tiempo de 10 minutos, para luego dejar reposar.

Fermentación

La fermentación se realizó en una estufa de laboratorio, de 40 minutos a temperatura de 43°C. En esta etapa la masa duplicó su volumen debido al dióxido de carbono generado por las levaduras en la fermentación.

División y pesado

Con ayuda de un cortador la masa fue dividida en partes iguales que fue pesada en una balanza analítica digital (40g cada bolillo); con la finalidad de conocer el rendimiento del proceso.

Laminado

Se realizó con la ayuda de un uslero extendiéndolo y finamente con la dotarle la forma circular característica del pan pita y desgasificar la masa.

Horneado

Se usó un horno industrial de gas natural, que fue previamente calentado temperatura de 205°C por un tiempo de 7 min.

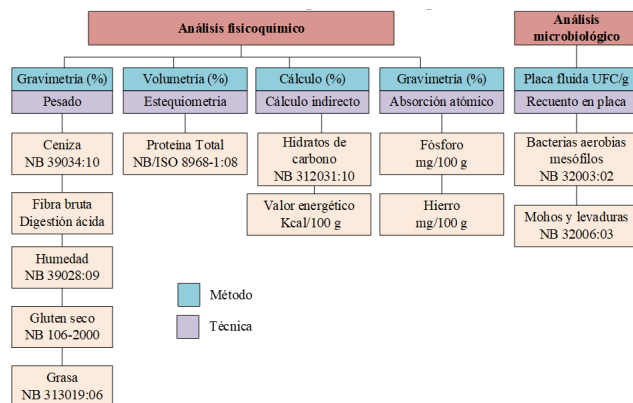
3. METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE RESULTADOS

Análisis fisicoquímico y microbiológico

En la Figura 2 y 3 se muestran los análisis fisicoquímicos y análisis microbiológicos de la materia prima y en la Figura 4 el producto terminado, que se reali-

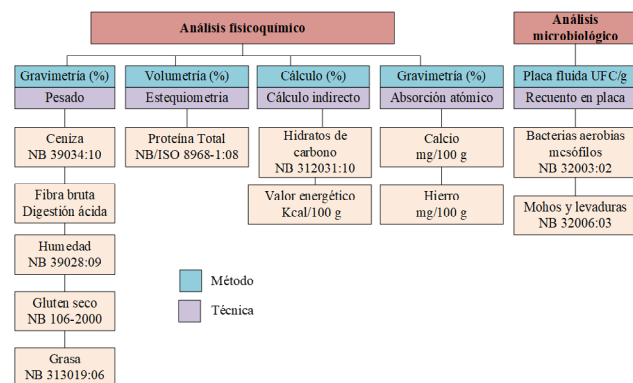
zaron en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID); perteneciente a la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma "Juan Misael Saracho" del departamento de Tarija – Bolivia.

Figura 2. Análisis fisicoquímico y microbiológico de la harina integral de trigo.



Fuente: CEANID, 2023 (Código: AL 0330/23)

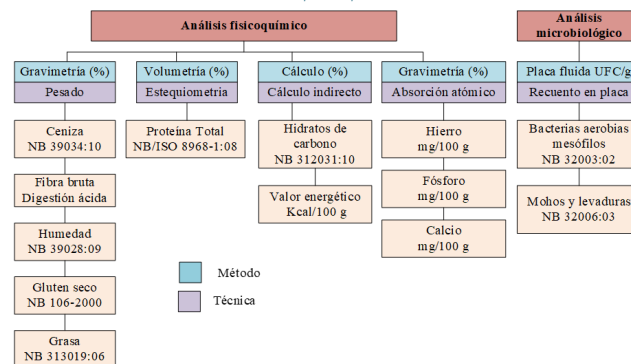
Figura 3. Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la harina de amaranto.



Fuente: CEANID, 2023(Código: AL 0330/23)

Análisis fisicoquímico y microbiológico del pan pita

Figura 4. Análisis fisicoquímicos y microbiológicos del pan pita



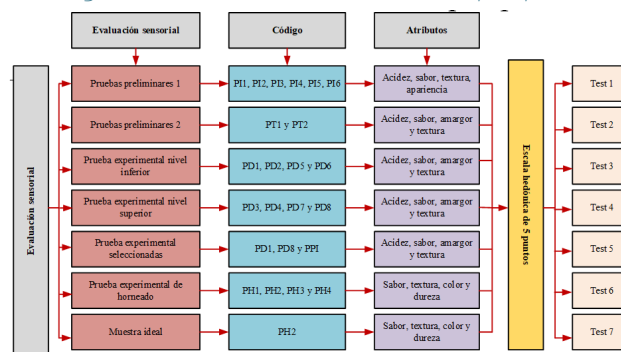
Fuente: CEANID, 2024(Código: AL 0229/24)

Análisis Sensorial

Según (Hernandez, 2005), el análisis sensorial es la disciplina científica utilizada para analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos.

Se realizó el análisis sensorial para la elaboración de pan pita, de tal manera obtener la muestra ideal

Figura 5. Evaluaciones sensoriales de pan pita



Fuente: Elaboración propia

Diseño experimental

Un diseño experimental es una serie de pruebas en las que se realizan cambios deliberados en las variables de entrada de un proceso para observar e identificar las razones de los cambios que pudieran observarse en la respuesta de salida (Uday, 2017).

Se utilizó un diseño factorial (Montgomery, 2004) de tres factores 2^3 en el proceso de dosificación: porcentaje de harina integral de trigo, porcentaje de harina de amaranto y porcentaje de levadura; dos niveles de variación para cada factor, teniendo como variable respuesta porcentaje de humedad, acidez total y pH. De igual manera se utilizó un diseño factorial de dos factores 2^2 en el proceso de cocción: tiempo y temperatura de cocción; dos niveles de variación para cada factor, teniendo como variable respuesta humedad.

4. RESULTADOS

En la Tabla 1 y Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico y microbiológico de la harina integral de trigo.

Tabla 1. Análisis fisicoquímico de harina integral de trigo

Parámetros	Unidad	Resultados
Ceniza	%	1,75
Fibra bruta	%	2,83
Fósforo	mg/100 g	94,00
Gluten seco	%	18,09
Grasa	%	2,51
Hierro	mg/100 g	6,70
Hidratos de carbono	%	73,17
Humedad	%	10,05
Proteína total (Nx5,70)	%	12,52
Valor energético	Kcal/100 g	365,35

Fuente: CEANID, 2023 (Código: AL 0330/23)

Tabla 2. Análisis microbiológico de harina integral de trigo

Microorganismos	Unidad	Resultados
Bacterias aerobias mesófilos	UFC/g	$1,0 \times 10^3$
Mohos y levaduras	UFC/g	$1,3 \times 10^2$

Fuente: CEANID, 2023 (Código: AL 0330/23)

En la Tabla 3 y la Tabla 4 se muestran los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico y microbiológico de la harina de amaranto.

Tabla 3. Análisis fisicoquímico de harina de amaranto

Parámetros	Unidad	Resultados
Calcio	mg/100 g	100,00
Ceniza	%	2,13
Fibra bruta	%	2,00
Gluten seco	%	n.d
Grasa	%	6,87
Hierro	mg/100 g	7,34
Hidratos de carbono	%	70,16
Humedad	%	6,15
Proteína total (Nx6,25)	%	14,69
Valor energético	Kcal/100 g	401,23
n.d.: no Detectado		

Fuente: CEANID, 2023 (Código: AL 0330/23)

Tabla 4. Análisis microbiológico de harina de amaranto

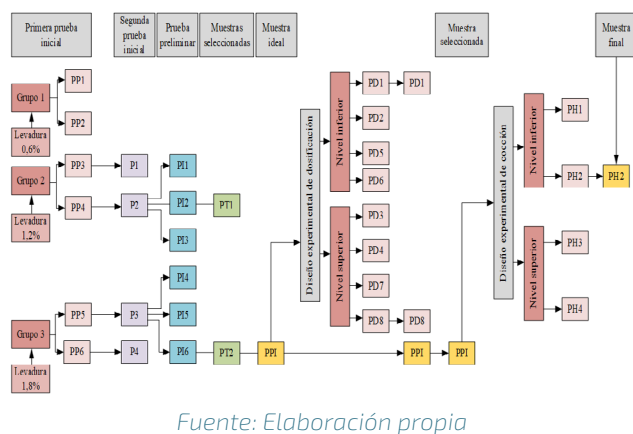
Microorganismos	Unidad	Resultados
Bacterias aerobias mesófilos	UFC/g	$7,0 \times 10^4$
Mohos y levaduras	UFC/g	$<1,0 \times 10^1$ (*)
(*) No se observa desarrollo de colonias		

Fuente: CEANID, 2023 (Código: AL 0330/23)

Desarrollo experimental de las muestras para la elaboración de pan pita con harina integral y amaranto

Para la elaboración de pan pita, se procedió a realizar seis muestras iniciales de las cuales se agruparon en tres grupos: grupo 1 (PP1 y PP2), grupo 2 (PP3 y PP4) y grupo 3 (PP5 y PP6) en donde se realizaron una variación porcentual en la dosificación del porcentaje de levadura, como se muestra en la Figura 6.

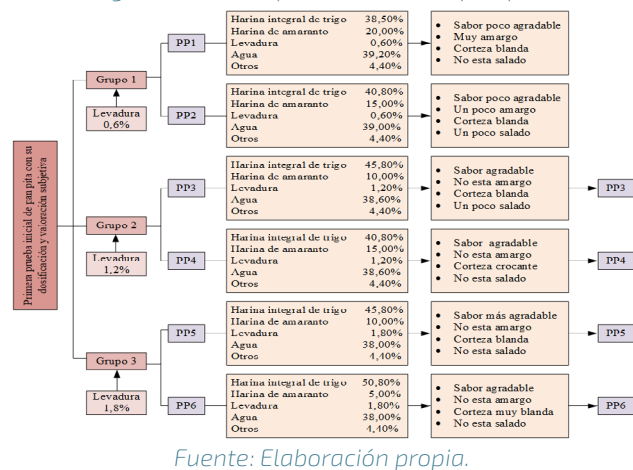
Figura 6. Desarrollo experimental para la elaboración de pan pita



Primera prueba inicial de pan pita

En la Figura 7, se observa las seis muestras iniciales las cuales se agrupadas en tres grupos variando el porcentual en la dosificación: levadura (0,60 - 1,20 - 1,80) %, harina integral de trigo (38,50 - 50,80) % y harina de amaranto (5,00 - 20,00) %. Con el fin de establecer la segunda prueba inicial.

Figura 7. Primera prueba inicial de pan pita

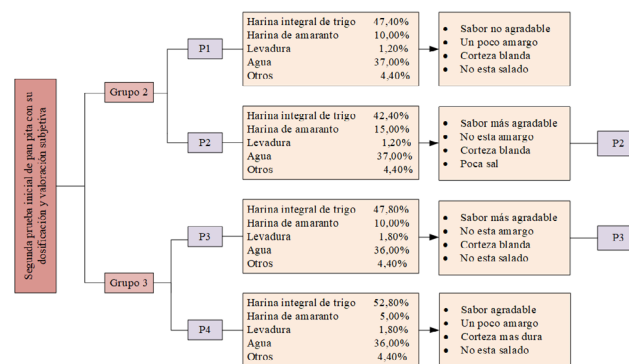


En base seis muestras iniciales de pan pita, se pudo observar que las de mayor preferencia fueron PP3, PP4, PP5 y PP6 por presentar sabor agradable, corteza blanda y no presentar amargor; en comparación con las muestras PP1 y PP2, que presentaban sabor poco agradable y amargor, como se muestra en la Figura 7

Segunda prueba inicial de pan pita

En la Figura 8, se observan las cuatro muestras seleccionadas de la primera prueba inicial, las cuales se modificaron los porcentajes de: harina integral de trigo (42,80 - 52,80) %, harina de amaranto (5,00 - 15,00) % y agua (36,00 - 37,00) %. Con el fin de establecer la muestra preliminar.

Figura 8. Segunda prueba inicial de pan pita

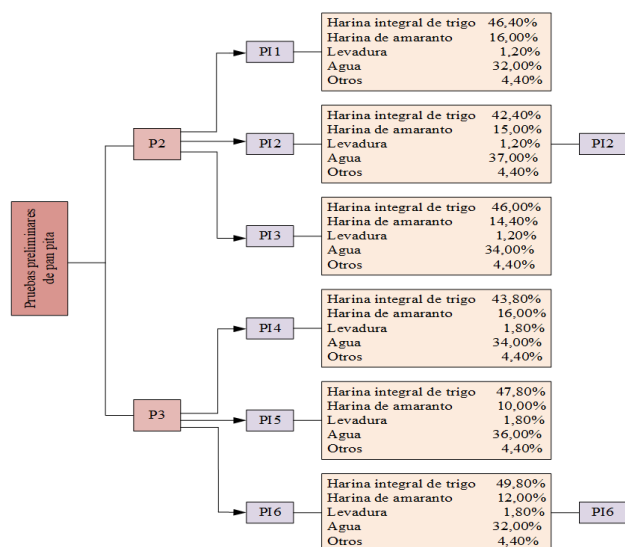


En base a la segunda prueba inicial, se pudo observar que las muestras P2 y P3 fueron las de mayor preferencia por presentar sabor más agradable, corteza blanda y no presentar amargor; en comparación con las muestras P1 y P4 que presentaban amargor y corteza dura, como se muestra en la figura 8.

Prueba preliminar de pan pita

En la Figura 9 se observa las dos muestras seleccionadas, en base a estas dos muestras se procedió a elaborar seis muestras donde se modificaron los porcentajes de: harina integral de trigo (42,40 - 49,80) %, harina de amaranto (10,00 - 16,00) % y agua (32,00 - 37,00) %. Con el fin de obtener las muestras para la selección de la muestra ideal.

Figura 9. Prueba preliminar de pan pita



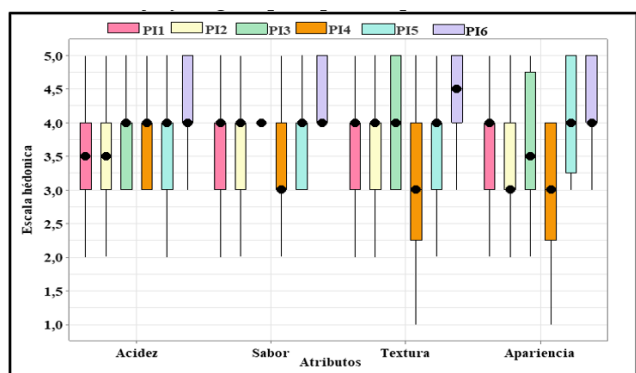
Fuente: Elaboración propia

Así mismo, las seis muestras preliminares se procedieron a evaluar sensorialmente en escala hedónica de cinco puntos con veinte jueces no entrenados; en donde se valoraron los atributos; acidez, sabor, textura y apariencia, como se muestra en la figura 9.

Estadístico de caja y bigote para prueba preliminar

En la Figura 10, se muestra el estadístico de caja y bigote, para los atributos: acidez, sabor, textura y apariencia.

Figura 10. Caja y Bigote para prueba preliminar



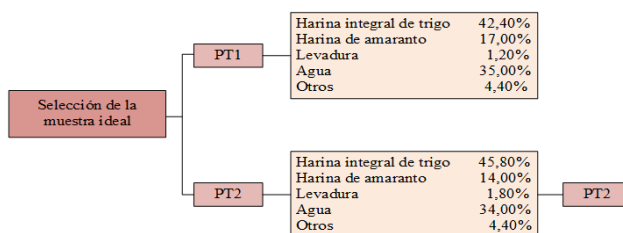
Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que los resultados de las medianas en función de los atributos de las muestras evaluadas: acidez 4,0 (PI6); sabor 4,0 (PI3); textura 4,5 (PI6) y apariencia 4,0 (PI6). Así mismo, realizado el análisis estadístico de varianza si existe diferencia significativa entre los atributos de las muestras evaluadas para un nivel de significancia $\alpha=0,05$.

Selección de la muestra ideal de pan pita

En la Figura 11, se muestran las dos muestras seleccionadas de la prueba preliminar, las cuales se modificaron los porcentajes de harina integral de trigo (42,4 – 45,8) %, harina de amaranto (14 – 17) % y agua (34 – 35) %. Con el fin de obtener la muestra ideal.

Figura 11. Selección de la muestra ideal de pan pita



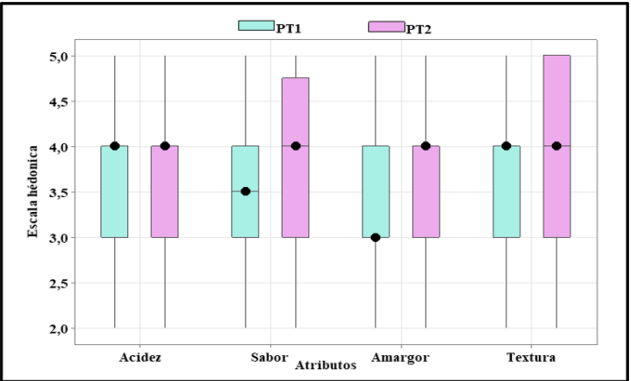
Fuente: Elaboración propia

Según a la Figura 11 las cuales se procedió a realizar una evaluación sensorial con escala hedónica de cinco puntos con veinte jueces no entrenados; donde se valoraron los atributos; acidez, sabor, amargor y textura.

Estadístico de caja y bigote para selección de muestra ideal de pan pita

En la Figura 12, se muestra el estadístico de caja y bigote para la selección de la muestra ideal para los atributos: acidez, sabor, amargor y textura.

Figura 12.Caja y bigote de la selección de la muestra ideal de pan pita.



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 12, se puede observar que los resultados de las medianas en función de los atributos de las muestras evaluadas: acidez 4,0 (PT1 y PT2); sabor 4,0 (PT2); amargor 4,0 (PT2) y textura 4,0 (PT2). Así

mismo, realizado el análisis estadístico de varianza si existe diferencia significativa entre los atributos de las muestras evaluadas para un nivel de significancia $\alpha=0,05$.

Diseño factorial 2³ en la etapa de dosificación para la elaboración de pan pita

En base a la muestra ideal (PPI), se procedió a realizar de manera experimental el diseño factorial 2³ en la etapa de dosificación en las cuales las variables independientes son: harina integral trigo (A), amaran(B) y levadura (C) y como variables respuestas; contenido de humedad, pH, y acidez (ácido láctico).

Variable respuesta de contenido de humedad en la etapa de dosificación del pan pita

La Tabla 5 se muestra el análisis de varianza para la variable respuesta el contenido de humedad.

Tabla 5. Análisis de varianza en función de la variable respuesta contenido de humedad

Fuente de varianza	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	Fcal	Ftab
(FV)	(SC)	(GL)	(CM)		
Factor A	7,3685100	1	7,36851000	40,77*	5,32
Factor B	6,6512400	1	6,65124000	36,80*	5,32
Factor C	0,0254402	1	0,02544020	0,14	5,32
Interacción AB	0,7638760	1	0,76387600	4,23	5,32
Interacción AC	11,720400	1	11,7204000	64,85*	5,32
Interacción BC	0,0888040	1	0,08880400	0,49	5,32
Interacción ABC	3,2833400	1	3,28334000	18,17*	5,32
Error total	1,4458800	8	0,18073600		-
Total	31,347500	15			-

Fuente: Elaboración propia (*) Significativo

Según ANNOVA de la Tabla 5 se puede observar que: los factores A, B y las interacciones AC y ABC, si existe diferencia significativa ya que $F_{cal} > F_{tab}$, por tanto, se rechaza la hipótesis planteada para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

Variable respuesta pH en la etapa de dosificación del pan pita

La Tabla 6 se muestra el análisis de varianza para la variable respuesta el pH

Tabla 6. Análisis de varianza en función de la variable respuesta de pH

Fuente de varianza	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	Fcal	Ftab
(FV)	(SC)	(GL)	(CM)		
Factor A	0,00308025	1	0,00308025	6,08*	5,32
Factor B	0,00025600	1	0,00025600	0,50	5,32
Factor C	2,5E-7	1	2,5E-7	0,00	5,32
Interacción AB	0,00093025	1	0,00093025	1,83	5,32
Interacción AC	0,00476100	1	0,00476100	9,39*	5,32
Interacción BC	0,00024025	1	0,00024025	0,47	5,32
Interacción ABC	0,00002500	1	0,00002500	0,05	5,32
Error total	0,00405600	8	0,00050700		-
Total	0,01334900	15			-

Fuente: Elaboración propia (*) Significativo

Según ANNOVA en la Tabla 6, se puede observar que: los factores A y la interacción AC, si existe diferencia significativa ya que $F_{cal} > F_{tab}$, por tanto, se rechaza la hipótesis planteada para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

Variable respuesta acidez (ácido láctico) en la etapa de dosificación del pan pita

La Tabla 7 se muestra el análisis de varianza para la variable respuesta el contenido acidez (ácido láctico).

Tabla 7. Análisis de varianza en función de la variable respuesta acidez (ácido láctico)

Fuente de varianza	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	Fcal	Ftab
(FV)	(SC)	(GL)	(CM)		
Factor A	0,0001625630	1	0,0001625630	1,15	5,32
Factor B	0,000663062-	1	0,0006630620	4,68	5,32
Factor C	5,625E-7	1	5,625E-7	0,00	5,32
Interacción AB	0,0000950625	1	0,0000950625	0,67	5,32
Interacción AC	0,0001890630	1	0,0001890630	1,33	5,32
Interacción BC	0,0002975620	1	0,0002975620	2,10	5,32
Interacción ABC	0,0004730630	1	0,0004730630	3,34	5,32
Error total	0,0011335000	8	0,0001416880		-
Total	0,0030144400	15			-

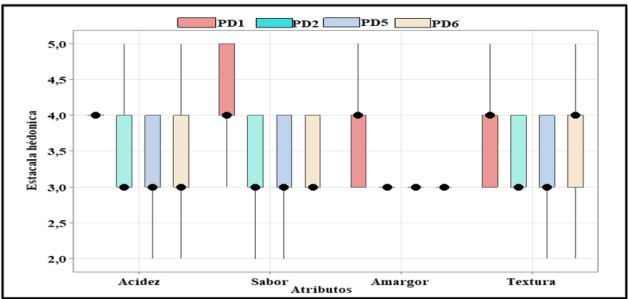
Fuente: Elaboración propia (*) Significativo

Según ANNOVA en la Tabla 7 se puede observar que: los factores A, B, C y las interacciones AB, AC, BC y ABC no existe diferencia significativa ya que $F_{cal} < F_{tab}$, por tanto, se acepta la hipótesis planteada para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

Estadístico caja y bigote para muestras con menor porcentaje de harina de amaranto

En la Figura 12, se muestra el resultado del estadístico de caja y bigote para los atributos: acidez, sabor, amargor y textura para el factor porcentaje de harina de amaranto.

Figura 12. Caja y bigote Estadístico caja y bigote para muestras del menor porcentaje de harina de amaranto



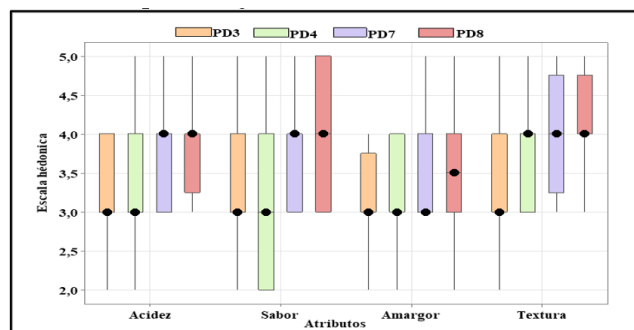
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 12 se puede observar que los resultados de las medianas en función de los atributos de las muestras evaluadas: acidez 4,0 (PD1); sabor 4,0 (PD1); amargor 4,0 (PD1) y textura 4,0 (PD1 y PD4). Así mismo, realizado el análisis estadístico de varianza existe diferencia significativa entre los atributos de las muestras evaluadas para un nivel de significancia $\alpha=0,05$.

Estadístico caja y bigote para muestras con mayor porcentaje de harina de amaranto

En la Figura 13, se muestra el resultado del estadístico de caja y bigote, para los atributos: acidez, sabor, amargor y textura.

Figura 13. Estadístico caja y bigote para muestras con mayor porcentaje de harina de amaranto



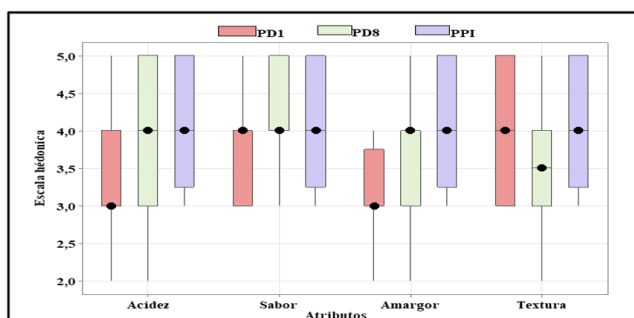
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 13, se puede observar que los resultados de las medianas en función de los atributos de las muestras evaluadas: acidez 4,0 (PD8); sabor 4,0 (PD8); amargor 3,5 (PD8) y textura 4,0 (PD7 y PD8). Así mismo, realizado el análisis estadístico de varianza existe diferencia significativa entre los atributos de las muestras evaluadas para un nivel de significancia $\alpha=0,05$.

Estadístico caja y bigote del porcentaje de harina de amaranto y la muestra ideal

En la Figura 14, se muestra los resultados del estadístico de caja y bigote para los atributos: acidez, sabor, amargor y textura.

Figura 14. Comparación estadístico caja y bigote de las muestras del porcentaje de harina de amaranto y la muestra ideal



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 14, se puede observar que los resultados de las medianas en función de los atributos de las muestras evaluadas: acidez 4,0 (PD8 y PPI); sabor 4,0 (PD8 y PPI); amargor 4,0 (PPI) y textura 4,0 (PPI). Así mismo, realizado el análisis estadístico de varianza existe diferencia significativa entre los atributos de las muestras evaluadas para un nivel de significancia $\alpha=0,05$.

Diseño factorial 2^2 en la etapa de cocción para la elaboración de pan pita

Para aplicar el diseño experimental, se tomaron en cuenta como variables independientes; tiempo de cocción (A) entre un rango (6-7) minutos y temperatura de cocción (B) entre (205-215) °C y como variable respuesta el contenido de humedad final.

Tabla 8. Formulación porcentual de la muestra para diseño experimental

Materias primas / insumos alimentarios	Porcentaje (%)
Harina integral de trigo	45,80
Harina de amaranto	14,00
Levadura	1,80
Agua	34,00

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 9 se muestra el análisis de varianza para la variable respuesta el contenido de humedad.

Tabla 9. Análisis de varianza de la variable respuesta contenido de humedad final

Fuente de varianza	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Fcal	Ftab
(FV)	(SC)	(GL)	(MC)		
Factor A	11,5200	1	11,52000	73,83*	7,71
Factor B	55,8624	1	55,86240	358,04*	7,71
Interacción AB	0,68445	1	0,684450	4,39	7,71
Error	0,62410	4	0,156025	-	-
Total	68,6910	7		-	-

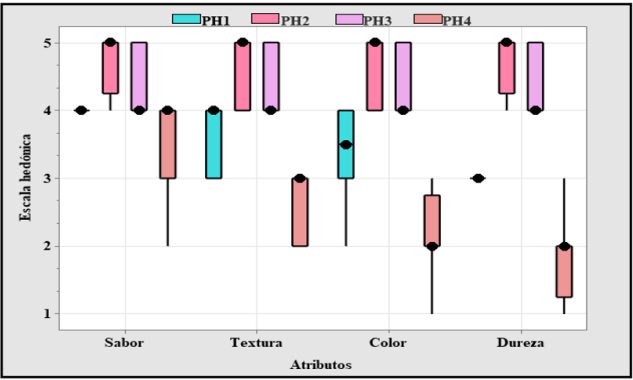
Fuente: Elaboración propia (*) Significativo

Según ANNOVA en la Tabla 9, se puede observar que: los factores A y B existe diferencia significativa; ya que $F_{cal} > F_{tab}$, por tanto, se rechaza la hipótesis planteada, para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

Estadístico caja y bigote para la selección de la muestra final de pan pita/

En la Figura 15, se muestra los resultados del estadístico de caja y bigote, para los atributos: sabor, textura, color y dureza.

Figura 15. Caja y bigote para la selección de la muestra final de pan pita



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 15, se puede observar que los resultados de las medianas en función de los atributos de las muestras evaluadas: sabor 5,0 (PH2); textura 5,0 (PH2); color (PH2) y dureza 5,0 (PH2). Así mismo, realizado el análisis estadístico de varianza existe diferencia significativa entre los atributos de las mues-

tras evaluadas para un nivel de significancia $\alpha=0,05$.

Control de contenido de humedad en el tiempo para la elaboración de pan pita con harina integral y amaranto

En la Tabla 10 se muestran los resultados obtenidos de contenido de humedad de las muestras en el tiempo.

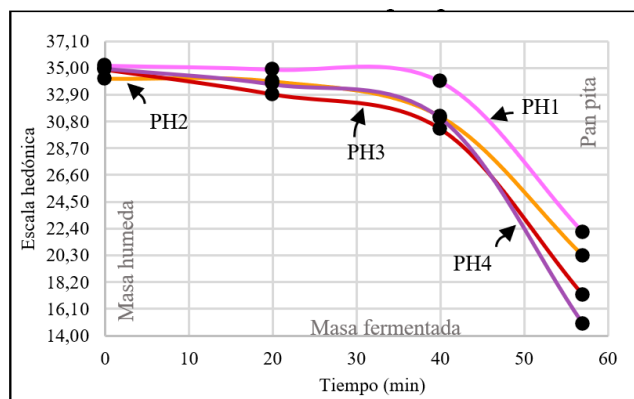
Tabla 10. Variación del contenido de humedad en el tiempo de la elaboración de pan pita

Parámetros de control	Tiempo (min)	Muestras			
		PH1 (%)	PH2 (%)	PH3 (%)	PH4 (%)
Masa humedad	0	35,19	34,14	34,85	34,95
Masa fermentada 1	20	34,88	33,92	32,91	33,73
Masa fermentada 2	40	33,92	31,16	30,19	31,07
Pan pita	57	22,07	20,26	17,17	14,92

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 16, se muestran los resultados del contenido de humedad en masa húmeda, masa fermentada y pan pita de las muestras realizadas en base a la tabla 10.

Figura 16. Control del contenido de humedad en el tiempo de la elaboración de pan pita



Fuente: Elaboración propia

Según la Figura 16 se puede observar que la masa húmeda en la muestra PH1, PH2, PH3 y PH4 inician entre valores (34,14 - 35,19). Transcurrido 20 min de la fermentación 1, las muestras presentan un descenso de su contenido de humedad entre valores (32,91 - 34,88). Pasando los 40 min de fermentación 2 de la masa húmeda las muestras presentan un descenso leve de en su contenido de humedad entre los valores (30,19 - 33,92). Finalmente, en el proceso de cocción del pan pita las muestras presentan un mayor descenso en su contenido de humedad entre valores (14,92 - 22,07)

De acuerdo al análisis estadístico de caja y bigote, en función de su mediana se tomó en cuenta la muestra experimental PH2 como muestra final.

Caracterización del producto terminado pan pita con harina integral de trigo y amaranto

En la caracterización del producto terminado, se tomaron en cuenta los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del pan pita, los cuales se detallan a continuación:

Análisis fisicoquímico y microbiológico del pan pita con harina integral de trigo y harina de amaranto

En las Tablas 11 y 12 se detallan los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico y microbiológico del pan pita con harina integral de trigo y amaranto.

Tabla 11. Análisis fisicoquímico del pan pita

Parámetros	Unidad	Resultados
Calcio	mg/100 g	44,20
Ceniza	g/100 g	2,35
Fibra	g/100 g	1,29
Fosforo	mg/100 g	93,00
Gluten seco	g/100 g	n.d.
Grasa	g/100 g	5,05
Hierro	mg/100 g	4,00
Hidratos de carbono	g/100 g	60,89
Humedad	g/100 g	20,83
Proteína total (Nx6,25)	g/100 g	10,88
Valor energético	Kcal/100 g	333,00
n.d.: no Detectado		

Fuente: CEANID, 2024 (Código: AL 0229/24)

En la Tabla 11, se puede observar los resultados del análisis fisicoquímico del pan pita con harina integral de trigo y amaranto presenta: Calcio 44,20 mg/100 g, Ceniza 2,35 %, Fibra 1,29 %, Fosforo 93,00 mg/100 g, Gluten seco no detectado, Grasa 5,05 %, Hierro mg/100 g, Hidratos de carbono 60,89 %, Humedad 20,83 %, Proteína total (Nx6,25) 10,88 %, y Valor energético 333,00 Kcal/100 g.

Tabla 12. Análisis microbiológico del pan pita

Microorganismos	Unidad	Resultados
Bacterias aerobias mesófilos	UFC/g	$8,0 \times 10^2$
Mohos y levaduras	UFC/g	$<1,0 \times 10^1$

Fuente: CEANID, 2024 (Código: AL 0229/24)

En la Tabla 12, se observa los resultados del análisis microbiológico del pan pita con harina integral de trigo y amaranto presenta: Bacterias aerobias mesófilos $8,0 \times 10^2$ UFC/g, Mohos y levaduras $<1,0 \times 10^1$ UFC/g.

5. CONCLUSIONES

- Según el análisis fisicoquímico de la harina integral de trigo, contiene: Ceniza 1,75%, Fibra bruta 2,83%, Fósforo 94,00 mg/100 g, Gluten seco 18,09%, Grasa 2,51%, Hierro 6,70 mg/100 g, Hidratos de carbono 73,17%, Humedad 10,05%, Proteína total (Nx5, 70) 12,52% y Valor energético 365,35 Kcal/100 g. Comparando los resultados en cuanto se refiere de proteínas es superior frente a los productos elaborados con harina de trigo normal.
- Según el análisis fisicoquímico de la harina de amaranto contiene: Calcio 100,00 mg/100 g, Ceniza 2,13%, Fibra bruta 2,00%, Gluten seco no detectado, Grasa 6,87%, Hierro 7,34 mg/100 g, Hidratos de carbono 70,16%, Humedad 6,15%, Proteína total (Nx6, 25) 14,69% y Valor energético 401,23 Kcal/100 g. Esto ayuda a mejorar las masas, según el tipo de cereal, volviéndose más nutritivo, ya que este tipo de harina aporta con los aminoácidos esenciales para el ser humano.
- Realizado la evaluación sensorial para la prueba preliminar de pan pita con harina integral y amaranto indica que, según el análisis estadístico de varianza que si existe diferencia significativa entre los atributos acidez 4,0 (PI6); sabor 4,0 (PI3); textura 4,5 (PI6) y apariencia 4,0 (PI6). de las muestras evaluadas para un nivel de significancia $\alpha=0,05$. Y tomando en cuenta la preferencia de los jueces, se tomó en cuenta la dosificación y parámetros de proceso de las muestras PI2 y PI6.
- Realizada la evaluación sensorial para las pruebas seleccionadas de pan pita con harina integral y amaranto en el cual se modificó la formulación de dosificación nos indica que, la muestra con mayor aceptación por los jueces es la muestra PT2 en los atributos de acidez 4,0 (PT1 y PT2); sabor 4,0 (PT2); amargor 4,0 (PT2) y textura 4,0 (PT2).

- Aplicado el diseño experimental en la etapa de dosificación para la elaboración de pan pita, se puede establecer que las variables; harina integral de trigo (A), harina de amaranto (B) y levadura (C), existe evidencia estadística significativa debido que $F_{cal} > F_{tab}$, por tanto, se rechaza la hipótesis planteada.
- Aplicado el diseño experimental 22 en la etapa de horneado se pudo concluir que para los factores A (tiempo) y B (temperatura) es estadísticamente significativo para un nivel de confianza $\alpha = 0,05$ ya que $F_{cal} > F_{tab}$, por tanto, se rechaza la hipótesis planteada.
- Realizado el análisis fisicoquímico de pan pita presenta: Calcio 44,20 mg/100 g, Ceniza 2,35 %, Fibra 1,29 %, Fosforo 93,00 mg/100 g, Gluten seco no detectado, Grasa 5,05 %, Hierro mg/100 g, Hidratos de carbono 60,89 %, Humedad 20,83 %, Proteína total (Nx6,25) 10,88 %, y valor energético 333,00 Kcal/100 g.
- Realizado el análisis microbiológico del pan pita presenta: Bacterias aerobias mesófilos $8,0 \times 10^2$ UFC/g, Mohos y levaduras $<1,0 \times 10^1$ UFC/g.
- Realizado el envasado del pan pita en bolsas de polietileno de baja densidad con cierre hermético se pudo evidenciar que el tipo de almacenamiento del pan pita es de doce días.

6. DISCUSIÓN

- Al utilizar la harina de amaranto en la elaboración de panes se puede observar que tiene un contenido alto de calcio y proteínas así aportando una cantidad considerable en la dieta diaria de las personas.
- La combinación de la harina integral de trigo y harina amaranto favorecen en la elaboración de panes, ya que nos aporta un alto contenido en fósforo y proteína, haciendo el consumo de panes más saludables para la salud humana y

por ende favorece su consumo por el aporte en la dieta alimentaria.

- Con elaboración de pan pita a base de harina integral de trigo y amaranto se introduce al mercado local un pan especial exclusivamente para personas celiacas y que padezcan otras enfermedades, como ser la obesidad.

7. BIBLIOGRAFÍA

- 🔖 Álvarez Munárriz, L., & Álvarez De Luis, A. (2009). Estilos de vida y alimentación. Agazeta de Antropología, 5. Recuperado de <http://www.gazetaantropologia.es/?p=1916>
- 🔖 Calderón (2017) Importancia de los granos nativos. Recuperado de: https://biblioteca.uajms.edu.bo/biblioteca/opac_css/doc_num.php?explnum_id=1703
- 🔖 CEANID. (2023). "Análisis fisicoquímico y microbiológico de la materia prima" Recuperado de: Centro de Análisis y Desarrollo (CEANID) de la Universidad Autónoma "Juan Misael Saracho" del departamento de Tarija – Bolivia.
- 🔖 CEANID. (2024). "Análisis fisicoquímico y microbiológico del producto final" Recuperado de: Centro de Análisis y Desarrollo (CEANID) de la Universidad Autónoma "Juan Misael Saracho" del departamento de Tarija – Bolivia.
- 🔖 Flecha, M. (2015). Procesos y técnicas de panificación. Recuperado de https://www.academia.edu/30170096/PROCESOS_Y_TÉCNICAS_DE_PANIFICACIÓN_Manuel_Flecha
- 🔖 Hernandez Alarcon, E. (2005). Evaluación Sensorial. Bogota: Universidad nacional abierta y adistancia – unad. Recuperado de https://www.academia.edu/22625186/EVALUACION_SENSORIAL
- 🔖 Montgomery, D. (2004). Diseño y análisis de experimentos. México: Limusa Wiley. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/402155956/Diseno-y-Analisis-de-Experimentos-Montgomery>
- 🔖 Pérez Vásquez, P., & Flores Gutiérrez, J. (2006). Pan y pastas alimenticias. Perú: Universidad Nacional. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/34072165/Pan-y-Pastas-Alimenticias>
- 🔖 Quiroga Sossa, M. (2013). Efecto de la importación de trigo y sus derivados en la producción nacional durante el periodo 2000 - 2010. La Paz- Bolivia: Universidad Mayor de San Andres. Recuperado de <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/1742/browse?type=author&value=Quiroga+Sosa%2C+Max+Raul>
- 🔖 Ribotta, P., & Tadini, C. (2009). Alternativas tecnológicas para la elaboración y conservación de productos panificados. Argentina: Universidad Nacional de Cordoba. Recuperado de <https://digital.csic.es/bitstream/10261/17843/1/libro%20panificacion-2009.pdf>
- 🔖 Terris. (04 de abril de 2022). Terris 15 años juntos. Obtenido de Terris 15 años juntos Recuperado de <https://turris.es/es/blog/noticias/los-beneficios-y-la-historia-del-pan>
- 🔖 Uday, V. (2017). Conceptos Básicos de Diseño Experimental. Ecuador: Escuela politécnica del ejército. Recuperado de <https://www.calameo.com/books/004398351528bb4858f2d>
- 🔖 Villagaray, Ochoa, A. (2012). Definición del pan. Perú: Scrid. Recuperado e <https://es.scribd.com/doc/88521473/DEFINICION-DEL-PAN>