

Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y tecnofuncionales de harina de tres variedades de papa nativa (*Solanum tuberosum*) cundiboyacense para innovación en productos de panificación

Leidy Angélica Castro Pardo

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e ingeniería ECBTI
Programa de Ingeniería de Alimentos
Bogotá, Colombia

2024

Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y tecno funcionales de harina de tres variedades de papa nativa (*Solanum tuberosum*) cundiboyacense para innovación en productos de panificación

Leidy Angélica Castro Pardo

Proyecto de investigación presentado como requisito para optar al título de:

Ingeniero de Alimentos

Director (a):

MSc. Ruth Mary Benavides Guevara

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e ingeniería ECBTI

Programa de Ingeniería de Alimentos

Bogotá, Colombia

2024

Dedicatoria

Este proyecto de investigación lo dedico primeramente a Dios por regalarme la vida, su misericordia, su amor y también por permitirme llegar hasta este punto en mi formación como profesional.

A mi amado esposo por estar conmigo todo el tiempo y darme ánimos para concluir con cada reto o sueño que me propongo en la vida

A mi querido hijo ya que él es mi fuente de motivación diaria y el motivo por el cual sigo esforzándome cada día

Y a mis queridos padres y hermanos ya que me han enseñado a superar las dificultades que se han presentado cada día y que sin sus oraciones no lo hubiera podido lograr

Agradecimientos

Agradezco a Dios primeramente por haberme ayudado a culminar esta etapa de mi vida con éxito

Agradezco a la tutora MSc. Ruth Mary Benavides Guevara por su invaluable ayuda y guía, ya que, con sus conocimientos, paciencia, y pasión por lo que hace, me han enseñado la importancia de la investigación y así mismo poder terminar con éxito este proyecto.

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia por permitirme hacer uso de sus instalaciones para el correcto desarrollo de esta investigación.

A el gobierno de mi país Colombia por permitirme estudiar con los beneficios de la gratuidad estudiantil ya que sin esa ayuda hubiera sido más complicado terminar con esta etapa profesional.

A mis familiares, esposo, hijo, padres y hermanos por sus consejos y paciencia para conmigo.

A cada uno de ellos gracias y que Dios los bendiga.

Resumen

La papa nativa se destaca por su alto valor nutricional, especialmente por su contenido de antioxidantes. El objetivo de este estudio fue evaluar las propiedades fisicoquímicas y tecnofuncionales de la harina de tres variedades de papa nativa cundiboyacense (*Solanum tuberosum*) para la inclusión en productos de panificación innovadores. Las variedades analizadas fueron Yana Shungo: V1, Alcarrosa: V2 y Quincha: V3. Se evaluaron diversas propiedades de la harina de papa, como la capacidad de absorción de agua, la absorción de aceite, el poder de hinchamiento, la solubilidad en agua y el color. Tras determinar que la variedad V1 presentaba la mayor capacidad de absorción de agua y la V2 la mayor absorción de aceite, se procedió a plantear un diseño experimental con tres formulaciones de harina de papa para elaborar un prototipo de pan tipo baguete. Se realizaron pruebas sensoriales y se evaluaron las propiedades físicas y la estructura macroscópica del producto.

Se encontró que la variedad V1 presentó la mayor capacidad de absorción de agua, mientras que la V3 mostró la menor capacidad. En términos de absorción de aceite, la V2 fue la que mostró mayor capacidad. No se encontraron diferencias significativas en el poder de hinchamiento entre las variedades. En cuanto al color, se observaron diferencias en tonalidades entre las variedades, lo cual podría deberse a la presencia de compuestos coloridos en la papa.

Los resultados del análisis sensorial indicaron que los consumidores prefirieron el tratamiento con prefermento en términos de sabor, color, olor y aroma. En cuanto a la estructura del pan, se observó que el tratamiento con mayor inclusión de harina de papa presentaba una miga más compacta, lo cual podría indicar falta de desarrollo de gluten.

En conclusión, la harina de papa nativa cundiboyacense muestra potencial para ser utilizada en productos de panificación innovadores, aunque se requieren más estudios para optimizar algunas

propiedades. Este proyecto busca promover el uso de ingredientes ancestrales en la alimentación, aprovechando sus beneficios nutricionales.

Palabras clave: Propiedades tecnofuncionales, pan, productos ancestrales, nutricionales, papa nativa.

Abstract

Native potato stands out for its high nutritional value, especially for its antioxidant content. The objective of this study was to evaluate the physicochemical and techno-functional properties of the flour of three varieties of Cundiboyacense native potato (*Solanum tuberosum*) for inclusion in innovative baking products. The varieties analyzed were Yana Shungo: V1, Alcarrosa: V2, and Quincha: V3. Various properties of the potato flour were evaluated, such as water absorption capacity, oil absorption, swelling power, water solubility, and color. After determining that variety V1 had the highest water absorption capacity and V2 had the highest oil absorption, an experimental design was proposed with three formulations of potato flour to make a baguete prototype. Sensory tests were conducted and the physical properties and macroscopic structure of the product were evaluated.

It was found that variety V1 had the highest water absorption capacity, while V3 showed the lowest capacity. In terms of oil absorption, V2 had the highest capacity. There were no significant differences in swelling power between the varieties. As for color, differences in shades were observed between the varieties, which could be due to the presence of colorful compounds in the potato.

The results of the sensory analysis indicated that consumers preferred the treatment with preferment in terms of flavor, color, smell, and aroma. Regarding the bread structure, it was observed that the treatment with higher inclusion of potato flour had a denser crumb, which could indicate a lack of gluten development.

In conclusion, Cundiboyacense native potato flour shows potential to be used in innovative baking products, although further studies are needed to optimize some properties. This project aims to promote the use of ancestral ingredients in food, taking advantage of their nutritional benefits.

Keywords: Technofunctional properties, bread, ancestral products, nutritional, native potato.)

Tabla de Contenido

Introducción	16
Objetivos	19
Objetivo General	19
Objetivos específicos	19
Marco Referencial	20
Generalidades de la papa nativa (<i>Solanum tuberosum</i>)	20
Morfología de la papa nativa	21
Composición de nutricional de la papa nativa	21
Proteína	22
Carbohidratos	23
Fibra dietaría y otros compuestos	23
Lípidos	23
Vitaminas	23
Características funcionales: fenoles totales, beta carotenoides y capacidad antioxidantes	23
Producción de papa	24
Distribución del color en la carne del tubérculo	26
Harina de papa nativa	27
Propiedades tecno funcionales de las harinas	27
Poder de hinchamiento	27

	10
La solubilidad en agua	28
El índice de absorción de agua	28
Importancia de las propiedades tecno funcionales en la harina de papa	28
Antecedentes del aprovechamiento de la harina de papa	30
Levaduras y pre fermentos	32
Consideraciones generales sobre los pre fermentos	32
Según su utilización	33
Masa directa	33
Masa indirecta:	33
Según su obtención	34
Levadura biológica:	34
Levadura química:	34
Prefermentos:	34
a) Prefermentos con levadura comercial:	35
b) Pre fermentos con microorganismos de origen natural	37
c) Prefermentos mixtos	41
Materiales y metodología	42
Materias Primas	42
Extracción de la harina	42
Características fisicoquímicas	43

	11
Determinación de las características tecno funcionales	44
Análisis de color de las tres variedades de papa nativa	45
Elaboración del prefermento sin harina de papa nativa	45
Análisis sensorial de la masa del pan sin harina de papa nativa con prefermento y sin prefermento	45
Diseño experimental	46
Formulación del producto de panificación pan tipo baguete	47
Proceso de la elaboración de pan tipo baguete	48
Descripción Proceso productivo pan tipo baguete	50
Evaluación de las propiedades fisicoquímicas de pan tipo baguete	51
Color	51
Dimensiones físicas	51
Peso	51
Volumen específico	51
Evaluación de la Miga	52
Análisis estadístico	52
Resultados y Discusión	53
Análisis de las características tecno funcionales de las tres muestras de harina de papa nativa	53
Análisis de color de las tres harinas de papa nativa	56
Composición fisicoquímica de harina de trigo y papa Yana Shungo	59
Papa Yana Shungo	59

	12
Harina de trigo	60
Análisis sensorial de la masa del pan con prefermento y sin prefermento	60
Características físicas del producto de panificación (pan tipo baguete)	63
Análisis del color	63
Estructura macroscópica de la miga	66
Análisis de las propiedades físicas: peso, altura y volumen específico	69
Peso	69
Volumen específico	70
Altura	70
Conclusiones	72
Recomendaciones	74
Referencias Bibliográficas	75
Apéndices	81

Lista de tablas

Tabla 1 <i>Propiedades nutricionales de la papa nativa</i>	22
Tabla 2 <i>Producción de papa y papa nativa en Boyacá</i>	25
Tabla 3 <i>Aprovechamiento de la harina de papa nativa en productos de panificación</i>	30
Tabla 4 <i>Escala hedónica</i>	46
Tabla 5 <i>Diseño experimental con la inclusión de harina de papa nativa para los tres tratamientos</i>	47
Tabla 6 <i>Formulación del producto de panificación pan tipo baguete</i>	48
Tabla 7 <i>Capacidad de absorción de agua, capacidad de absorción de aceite, poder de hinchamiento e índice de solubilidad en agua</i>	53
Tabla 8 <i>Color de las tres variedades de harina</i>	56
Tabla 9 <i>Composición de la papa Yana Shungo</i>	59
Tabla 10 <i>Composición de la harina de trigo</i>	60
Tabla 11 <i>Aceptación del consumidor</i>	62
Tabla 12 <i>Color de la miga</i>	63
Tabla 13 <i>Color de la corteza</i>	64
Tabla 14 <i>Color de los tratamientos</i>	66
Tabla 15 <i>Imágenes escaneadas de la miga de pan tipo baguete (T0, T1 y T2) y sus imágenes binarizadas 118 pixeles/cm</i>	67
Tabla 16 <i>Estructura macroscópica de la miga para los tres tratamientos</i>	68
Tabla 17 <i>Resultados de las propiedades físicas de los tratamientos</i>	69

Lista de figuras

Figura 1 <i>Comparación de colores para la papa. Equivalente de RHS color Chart</i>	26
Figura 2 <i>Distribución del color secundario de la carne de la papa nativa</i>	27
Figura 3 <i>Diagrama de proceso de elaboración la harina</i>	43
Figura 4 <i>Proceso productivo de la elaboración de pan tipo baguete</i>	49
Figura 5 <i>Evaluación sensorial de pan tipo baguete con pre fermento y sin pre fermento...</i>	61
Figura 6 <i>Resultados encuesta compraría el pan con prefermento o sin prefermento.....</i>	61

Lista de Apéndices

Apéndice A. <i>Análisis sensorial de formulaciones con o sin pre fermento</i>	81
Apéndice B. <i>Resultados individuales de la evaluación sensorial</i>	83
Apéndice C. <i>Análisis estadístico de las características tecnofuncionales de tres variedades de harina de papa</i>	84
Apéndice D. <i>Resultados de la estructura macroscópica de la miga y análisis estadísticos del área y número de alveolos</i>	88
Apéndice E. <i>Características fisicoquímicas del producto de panificación</i>	92
Apéndice F. <i>Fotos de las variedades de papa nativa trabajadas</i>	99
Apéndice G. <i>Fotos de producto terminado</i>	100

Introducción

Las papas nativas son un valioso recurso energético, adoptado a los diversos ambientes de clima frío del país, representa una riqueza aún desconocida y con posibilidades de incrementar los ingresos de los agricultores de papa en la zona cundiboyacense, y que además pueden contribuir a procesos de mejoramiento debido a sus características nutricionales y agronómicas (Guevara et al., s. f.), por lo general estos cultivos están ubicados en la región Andina entre los 2.000 y los 3.500 metros de altitud, el cual corresponde a los altiplanos fríos y a los páramos (Calderón et al., 2012). Por ser un producto de alto consumo (65 kg per cápita año), la papa tiene un peso importante sobre la canasta familiar, lo que se traduce en un papel importante en la definición del índice general de precios de la economía y en una gran incidencia en el presupuesto de las familias colombianas (Calderón et al., 2012). En el país, se ha incrementado últimamente la demanda por la cocina ‘gourmet’ o refinada compuesta por especies naturales. Para el caso de papa se encuentran las papas de las especies de *Solanum tuberosum spp. andígena* y *Solanum phureja*, con alto contenido de materia seca, con cualidades de sabor, color y textura, con altos contenidos de proteínas y vitaminas, y que son empleados como materia prima de alimentos procesados de alta calidad y valor comercial, como puré y otros. Ahora bien, teniendo en cuenta que muchos de los consumidores han cambiado sus hábitos alimentarios y ahora prefieren productos mínimamente procesados, con altos aportes nutricionales; comprobando que las etiquetas contengan información concreta sobre el aporte nutricional, uso de ingredientes orgánicos y libres de toxinas, además de la trazabilidad del alimento desde la materia prima hasta la entrega del producto final (Martínez Pérez et al., 2021). Teniendo en cuenta esto surge una problemática en la producción de papa en Colombia y más específicamente en Boyacá debido a que representa entre 0,12% y 0,13% de la producción total

del papa. Aplicando estas aproximaciones se obtiene una producción de papa nativa en el departamento que fue de alrededor de 1.057 toneladas para el año 2017, esto equivale a 10.579 cargas de papa como se mide tradicionalmente la producción en la finca, si se considera que anualmente se presentan dos periodos de cosecha, se tiene que cada cosecha de papa nativa en el departamento equivale a 5.280 cargas en finca (De Boyacá, G. 2021). Lo cual es una producción muy baja de papa nativa para el país teniendo en cuenta que este cultivo contiene muchos beneficios para la salud, sin embargo, las comunidades presenta desconocimiento sobre sus propiedades nutricionales, por falta de campesinos que la siembren, o porque simplemente no tiene buena acogida en el mercado, por lo cual se debe tener en cuenta la importancia de fomentar la soberanía en el país y rescatar esos productos que no se conocen pero que son de gran importancia en la salud y bienestar de los consumidores (Martínez Pérez et al., 2021). Se evidenció que existen pocos estudios sobre la caracterización de las papas nativas o el desarrollo de productos, por tanto, falta mayores investigaciones en Colombia.

En este proyecto se propuso el análisis de las características tecnofuncionales y propiedades fisicoquímicas de las harinas de tres variedades de papas nativas cundiboyacenses para el desarrollo de un prototipo de pan tipo baguete, buscando impulsar la producción de este tipo de cultivo, así como el uso de harina en productos de alto consumo para proporcionar compuestos antioxidantes y favorecer la salud de las personas.

Finalmente, este proyecto apoyó los objetivos planteados del proyecto Macro de la convocatoria 11 Cohorte 1 código PSIIN140 ECBTI “Aprovechamiento del potencial agroindustrial de papas nativas (*Solanum tuberosum*) de la región cundiboyacense para

contribuir a la seguridad y soberanía alimentaria”, buscando fortalecer la academia y el sector productivo Cundiboyacense.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar las propiedades fisicoquímicas y tecnofuncionales de harina de tres variedades de papa nativa (*Solanum tuberosum*) cundiboyacense para innovación en productos de panificación.

Objetivos específicos

Evaluar el color y las características tecno funcionales en tres variedades de harina papa nativa para su uso en la industria de panificación.

Estudiar la inclusión de la harina de papa nativa en un producto de panificación a través de la estructura macroscópica de la miga, las propiedades fisicoquímicas como color, miga, volumen específico, altura y peso.

Marco Referencial

Generalidades de la papa nativa (*Solanum tuberosum*)

La papa nativa de origen andino crece sobre los 3.300 metros sobre el nivel del mar, donde es cultivada desde hace 4.000 años antes de Cristo en alturas que no favorecen el cultivo de otros géneros. Se cultivan bajo duras condiciones ambientales gracias a su resistencia a enfermedades y estreses abióticos. De hecho, no necesitan riego y resiste a las polillas, típicas destructoras de este tipo de género, por ende, no es necesario fumigarla, y está lista para la cosecha en tan solo 135 días (tienen un rendimiento de 14.5 toneladas por hectárea y a los 20 días brota, el verde amiento que se produce en los 45 días posteriores). Es un tubérculo que no necesita cuidados especiales, solo abono orgánico, al crecer en el páramo, la tierra óptima para el cultivo es negra y suelta. Las manchas moradas se intensifican con la altura a la que se siembra (a más altura más morada se vuelve). No presentan las características de las papas comunes ya que tienen colores vistosos y originales (morado/lila); además de sabrosos son muy nutritivos debido a su alto contenido energético y características fenotípicas: son ricas en fibras y son muy bajas en grasa, su textura es arenosa (Cadena, 2011). A través de la caracterización de algunas variedades nativas cultivadas en el departamento de Boyacá: *Papa roja*, *Corneta botella*, *Tornillo rojo*, *Quincha*, *Corneta roja* y *Corneta negra*, *Calavera*, *Borrega mora*, *Quinetia*, *Pepina*, *Curritinga* y *Manzana*, determinaron que estas son propicias para su transformación agroindustrial, lo que se presenta como una herramienta para incentivar su cultivo (Martínez Pérez et al., 2021).

Morfología de la papa nativa

La papa es una planta suculenta, herbácea y anual por su parte aérea y perenne por sus tubérculos (tallos subterráneos) que se desarrollan al final de los estolones que nacen del tallo principal, y a veces de varios tallos, según el número de yemas que hayan brotado del tubérculo. Los tallos son de sección angular y en las axilas de las hojas con los tallos se forman ramificaciones secundarias (Ignacio-Cárdenas, et al., 2022; Martínez Alca, 2007). Las hojas son alternas las primeras hojas tienen aspecto simple vienen después de las hojas compuestas imparipinnadas con tres pares de hojuelas laterales y una hojuela terminal entre las hojuelas laterales hay hojuelas en segundo orden. (Martínez Alca, 2007). Las raíces se desarrollan principalmente en el verticilo en los nudos del tallo principal su crecimiento es primero vertical dentro de la capa de suelo arable, luego horizontal de 25 a 50 cm, la planta de papa posee un sistema radicular fibroso y muy ramificado (Martínez Alca, 2007). El tubérculo es un sistema morfológico ramificado, los ojos de los tubérculos tienen una disposición rotada alterna desde el extremo proximal del tubérculo donde va inserto el estolón hasta el extremo distal, donde los ojos son más abundantes (Martínez Alca, 2007; Ccorisoncco Buitrón Froilán, 2021).

Composición de nutricional de la papa nativa

La calidad nutricional de la papa se refiere al contenido de compuestos químicos que tienen relación con el bienestar y la salud humana. La papa es proveedora de una gran cantidad de nutrientes y es buena fuente de energía, por su contenido de almidón, que puede alcanzar aproximadamente un aporte de un 14 % de la energía requerida diariamente. Además, es buena fuente de proteína, que cubre un 17 % de la cantidad requerida por día (Guerrero Aguayza, 2013) Méndez et al., 2020).

Tabla 1*Propiedades nutricionales de la papa nativa*

Componente	Valor
Almidón	16 – 20%
Proteína	2 – 2.5%
Agua	72 – 75%
Fibra	1 – 1.8%
Ácidos grasos	0.15%
Potasio	897 mg
Fosforo	121 mg
Magnesio	49 mg
Hierro	1.6 mg
Vitamina C	42 mg
Niacina	2.2 mg
Vitamina B6	0.62 mg
Tiamina	0.17 mg

Fuente: (Méndez et al., 2020)

Proteína

El contenido de proteína de este tipo de papa es superior a la mayoría de los cereales, tubérculos y raíces, porque tiene un alto contenido de lisina (Villavicencio Vásquez & Zabala Villacís, 2014)

Carbohidratos

Los carbohidratos, se encuentran mayormente en forma de almidón y un pequeño porcentaje como azúcares (Villavicencio Vásquez & Zabala Villacís, 2014).

Fibra dietaria y otros compuestos

En lo que se refiere a los componentes no nutritivos, resaltan la fibra, enzimas, ácidos orgánicos, flavonoides y antocianinas. La papa contiene además una proteína antioxidante llamada patatina, la cual combate los radicales libres. Los ácidos orgánicos tales como cítrico, oxálico, fumárico y málico que, además de regular la acidez de la savia de la papa, contribuyen al aroma y sabor (Villavicencio Vásquez & Zabala Villacís, 2014).

Lípidos

La papa tiene un contenido muy bajo de grasas, esto representa una ventaja para quienes tienen restricciones calóricas (Villavicencio Vásquez & Zabala Villacís, 2014).

Vitaminas

A este tubérculo no se lo considera como fuente de vitaminas, debido a que se encuentran principalmente entre la piel y la cáscara, las cuales se pierden en el pelado o la cocción. En cuanto al contenido de minerales, sobresalen el potasio y fósforo (Villavicencio Vásquez & Zabala Villacís, 2014).

Características funcionales: fenoles totales, beta carotenoides y capacidad antioxidantes

En la literatura se reporta que las papas nativas se caracterizan por su alta concentración de antioxidantes que se atribuyen a los compuestos responsables de la formación de color rosa, rojo, azul y violeta que se deben a la presencia de compuestos fenólicos, entre ellos las antocianinas. De hecho, los colores crema, anaranjados y amarillos son indicativos de la presencia de carotenoides. Tanto los carotenoides como los antioxidantes naturales, tienen la

capacidad de atrapar los radicales libres causantes del estrés oxidativo, beneficiando la salud de las personas (Martínez Pérez et al., 2021; Suárez et al., 2014). Es de resaltar que existen diferentes métodos para la extracción de los compuestos fenólicos, por lo que, dependiendo de la forma de extracción usada puede variar significativamente la concentración de estos (García et al., 2006).

Producción de papa

El departamento de Boyacá se caracteriza por su tradición agropecuaria, la papa es el principal producto cultivado representado un 80% de los cultivos transitorios. Las variedades cultivadas se caracterizan por ser principalmente las consideradas más comerciales en el mercado tales como la papa R12, Betina y Pastusa variedades con altos niveles de productividad y con un ciclo de producción que permite satisfacer las demandas del mercado en tiempo real (De Boyacá, G. 2021). Sin embargo, aunque en menor proporción, la papa nativa cuenta con una cuota de producción que si bien es baja frente al cultivo tradicional, le da un lugar al departamento como guardián de tradiciones.

Tabla 2*Producción de papa y papa nativa en Boyacá*

Año	Área total sembrada (ha)	Producción de papa (ton)	Producción de papa nativa (ton)
2007	38.509	635.432	953.1
2008	42.157	683.676	1025.5
2009	44.786	775.770	1163.7
2010	46.411	816.434	1224.7
2011	44.250	746.304	1044.8
2012	42.451	734.951	1028.9
2013	42.309	733.224	1026.5
2014	45.411	825.323	1072.9
2015	44.155	791.963	1029.6
2016	40724	725425	870.5
2017	42517	881587	1057.9

** Valores aproximados por participaciones Fuente:(Martínez Pérez et al., 2021)

La Tabla 2 presenta los valores históricos de producción de la papa como generalidad, estos datos fueron mediante entrevistas y encuestas aplicadas a productores de papa nativa en Boyacá. Se estima que esta puede representar entre 0.13% de la producción total del papa (Martínez Pérez et al., 2021). Aplicando estas aproximaciones se reporta que la producción de papa nativa en el departamento fue de alrededor de 1.057 toneladas para 2017, esto equivale a 10.579 cargas de papa como se mide tradicionalmente la producción en la finca, si se considera que anualmente se presentan dos periodos de cosecha, se tiene que cada cosecha de papa nativa en el departamento equivale a 5.280 cargas en finca. Este nivel de producción posiciona a

Boyacá como el segundo productor de productos nativos después de Nariño (Martínez Pérez et al., 2021).

Distribución del color en la carne del tubérculo

Las papas nativas pueden presentar varios colores en la pulpa del mismo, siendo habitual la existencia de un color secundario con distintas distribuciones. El Centro Internacional de la Papa-CIP, ha contribuido a registrar datos de 28 descriptores claves en la colección de papas nativas. Ha trabajado en la verificación de tablas de colores e hizo sugerencias para mejorarla (Huamán, 2008). Por comparación, con códigos en la tabla de colores de RHS, los colores de la pulpa pueden variar desde colores básicos, como el 1 (blanco), hasta morado violeta (9), con diferentes intensidades que puede variar desde el claro hasta el oscuro, (1- claro, 2intermedio y 3- oscuro) (Salazar Segura Billy, 2014) tal y como se observa en la figura 1.

Figura 1

Comparación de colores para la papa. Equivalente de RHS color Chart

Color Básico del Tubérculo		Intensidad del Color		
		1	2	3
Blanco-crema	1			
Amarillo	2			
Anaranjado	3			
Marrón	4			
Rosado	5			
Rojo	6			
Morado rojizo	7			
Morado	8			
Morado violeta	9			

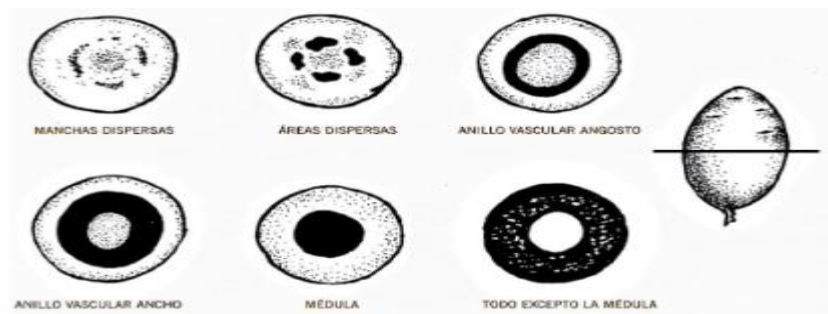
Fuente: (Salazar Segura Billy, 2014)

Nota: RHS, referencia estándar utilizada por horticultores de todo el mundo para registrar los colores de las plantas con precisión.

Es habitual la existencia de un color secundario en la papa, con una distribución que varía desde manchas o áreas dispersas a anillos vasculares de diferentes tamaños, tal como se describe en la Figura 2 (Salazar Segura Billy, 2014).

Figura 2

Distribución del color secundario de la carne de la papa nativa



Fuente: (Salazar Segura Billy, 2014)

Harina de papa nativa

Es el producto obtenido de la molienda de los tubérculos deshidratados crudos o cocidos, es un producto transformado que contiene almidón, gluten, agua, azúcares simples, materias minerales, materias grasas, vitaminas y enzimas (Chaman Illanes, 2022).

Propiedades tecno funcionales de las harinas

Poder de hinchamiento

Se presenta cuando los gránulos de almidón se sumergen en agua, presentado un hinchamiento que además con un aumento de la temperatura, se incrementa el volumen y por tal motivo se presenta una pérdida de cristalinidad (Leguía Hurtado Rosa, 2017).

La solubilidad en agua

Está influenciada por la relación amilosa - amilopectina y por las características de éstas en cuanto peso molecular, grado de ramificación, longitud de las ramificaciones, y conformación de moléculas complejas de lípidos ((Xu et al., 2011; Leguía Hurtado R, 2017).

El índice de absorción de agua

Es un parámetro que da idea de la absorción de agua de una harina y es un indicador de rendimiento de masa fresca y de la consistencia apropiada para la preparación de masas. (Leguía Hurtado R, 2017).

Importancia de las propiedades tecno funcionales en la harina de papa

Las propiedades tecno funcionales de la harina de papa nativa son de gran importancia debido a su impacto en la aplicabilidad de este producto en la industria alimentaria. Estas propiedades funcionales determinan la capacidad de la harina de papa para retener agua, gelatinizarse, retrogradarse, hincharse, gelificar, etc (Chaman Illanes, 2022).

La solubilidad de la harina de papa en agua es limitada debido a las interacciones entre las moléculas de amilosa y amilopectina, las cuales forman enlaces puentes de hidrógeno. Esto crea una estructura compleja y organizada que es estable frente a las interacciones entre estas moléculas. La solubilidad de la harina depende entonces de la concentración de estos polímeros en el medio, así como del peso molecular, grado y longitud de ramificación y conformación de moléculas complejas de lípidos. Las proteínas dentro de los gránulos de almidón también juegan un papel importante en el control del poder de hinchamiento y de la solubilidad de la harina de papa (Chaman Illanes, 2022).

El poder de hinchamiento de la harina de papa se refiere a su capacidad de hincharse y gelificar al ser sumergida en agua. Los gránulos de harina se hinchan, se rompen y liberan al exterior la amilosa, formando un gel. A medida que se incrementa la temperatura, los gránulos pierden su estructura cristalina, lo cual es inhibido por la amilosa y los lípidos presentes en la harina. La relación entre el contenido de amilosa y el poder de hinchamiento es inversamente proporcional, es decir, a menor contenido de amilosa, mayor es el poder de hinchamiento y mayor la fuerza de gel (Chaman Illanes, 2022).

La capacidad de absorción de aceite de una harina de papa es un aspecto clave ya que afecta la textura, la humedad y la palatabilidad. Esta capacidad de absorción se refiere a la habilidad de la harina de papa para retener el aceite durante el proceso de horneado. Químicamente, la capacidad de absorción de aceite en la harina de papa se debe a su contenido de almidón y fibra. El almidón es el principal componente de la harina de papa y actúa como un agente absorbente. Durante el proceso de horneado, el almidón presente en la harina de papa nativa absorbe el aceite, evitando que se escape del producto y contribuyendo a una textura más suave y una mayor retención de humedad. El almidón está formado por moléculas de amilosa y amilopectina. La amilosa es una molécula lineal que tiene una mayor capacidad de absorción de aceite debido a su estructura más compacta y su capacidad para formar complejos con las moléculas de grasa. Por otro lado, la amilopectina es una molécula ramificada que contribuye a la textura y suavidad del producto horneado. Asimismo, la fibra presente en la harina de papa también juega un papel en la capacidad de absorción de aceite. La fibra actúa como un agente de retención de agua, lo que ayuda a mantener la humedad en el producto horneado y evita la pérdida de humedad durante el proceso de cocción (Chaman Illanes, 2022).

La absorción de agua es otro parámetro importante que indica la cantidad de agua que la harina de papa puede absorber hasta alcanzar el equilibrio. Durante este proceso, los gránulos de almidón absorben agua y se hinchan, lo que aumenta su tamaño. Este parámetro es ampliamente utilizado en la industria panificadora para medir el rendimiento y la consistencia de la masa fresca (Chaman Illanes, 2022).

Antecedentes del aprovechamiento de la harina de papa

En la actualidad no existen muchos estudios que hablen sobre el aprovechamiento que tiene la papa nativa en los productos de panificación ya que es un producto ancestral poco usado en esta industria, pero dentro de los pocos estudios que se encuentran sobre el tema se presenta un resumen en la siguiente Tabla 3.

Tabla 3

Aprovechamiento de la harina de papa nativa en productos de panificación

Estudio	Análisis que realizaron	Resultados	Conclusiones
Evaluación de vida útil del pan elaborado con harina de trigo (<i>triticum aestivum</i>) y papa nativa (<i>solanum</i>)	Humedad Acidez Contenido de mohos Y determinación de vida útil	Los resultados del estudio mostraron que el pan envasado en polietileno tuvo una mayor pérdida de humedad en comparación con el pan envasado en papel kraft. Además, se	Se determinó que el tiempo de vida útil del pan elaborado con harina de trigo y papa nativa es de 6 días cuando se envasa en polietileno y de 9

Estudio	Análisis que realizaron	Resultados	Conclusiones
<i>tuberosum</i>) envasado en bolsas de polietileno (EPL) y papel kraft (EPK) ¹		observó un aumento progresivo de la acidez en ambos tipos de pan a medida que pasaba el tiempo de almacenamiento. En cuanto al contenido de mohos, se detectó un crecimiento significativo en el pan envasado en polietileno en comparación con el envasado en papel kraft.	días cuando se envasa en papel kraft. Estos resultados sugieren que el tipo de envase utilizado puede influir en la calidad y durabilidad del producto.
“Obtención de la Harina de Papa como Sustituto Parcial en la Elaboración de Pan Tipo Enrollado” ²	Evaluación sensorial Textura Anchura y altura Volumen específico	En la evaluación sensorial, no se encontraron diferencias significativas entre las formulaciones de pan elaborado con harina de papa como sustituto parcial. En cuanto a la textura, se observó que no hay diferencias significativas en	a harina de papa puede ser un sustituto parcial en la elaboración de pan tipo enrollado, ya que no afecta de manera significativa la textura y la evaluación sensorial,

Estudio	Análisis que realizaron	Resultados	Conclusiones
		<p>dureza y elasticidad, pero sí en masticabilidad. En cuanto a las dimensiones, los panes tienen una longitud de 11.5 cm y una anchura entre 7 y 8 cm. En cuanto al volumen específico, se encontró una diferencia significativa entre las muestras, siendo la proporción 60:40 la que tuvo mayor volumen y la proporción 70:30 la que tuvo menor volumen</p>	<p>aunque sí influye en el volumen del pan.</p>

Fuente: (Ccorisoncco Buitrón Froilán, 2021)¹; (Villavicencio Vásquez & Zabala Villacís, 2014)²

Levaduras y pre fermentos

Consideraciones generales sobre los pre fermentos

Se debe tener en cuenta que la cantidad de pre fermento variará dependiendo del tipo de pre fermento a usar y del pan a producir, pero en general, se aumenta su proporción en la masa final en los siguientes casos (Barriga, 2003):

- Cuando el pre fermento sea “joven” (escaso grado de fermentación).

- Con harinas de escasa fuerza y/o extensibles (valor "L" elevado).
- Con harinas tenaces y poco extensibles (bajo grado de fermentación).
- Cuando la temperatura ambiente sea menor de lo deseado.
- Para elaborar panes de formato grande, para mejor su conservación.
- En panes enriquecidos con grasas y azúcar, que restan fuerza a la masa.
- En aquellos procesos que requieran tiempos de reposo muy largos se deberá

reducir entre 5 y 6% la proporción de pre fermento para evitar un aporte excesivo de fuerza (Hurtado Gonzales, 2016).

Según Barriga (2003), señala que se pueden realizar varias clasificaciones dependiendo de su utilización, obtención u otro parámetro:

Según su utilización

Masa directa

Se añaden levaduras (comerciales y químicas, en cantidades necesarias para fermentar adecuadamente) en el proceso de mezclado o en el amasado. Al realizar esta técnica, se sacrifica el sabor final del pan por el tiempo de fermentación y para compensarlo se requiere incorporar ingredientes que potencien el sabor, tal es el caso del pan blanco enriquecido, panes de molde, entre otros. Este método es el más reciente (desde 1920) debido a que actualmente existe un incremento de producción que debe ser compensado con un menor tiempo de elaboración.

Masa indirecta:

De pre fermentos, en donde una masa es elaborada y fermentada previamente (masa inicial fermentada) para posteriormente incorporarla a la masa final durante el proceso de mezclado o en el amasado. Esta técnica es utilizada para largos procesos de fermentación en

donde se requiera potenciar el sabor y la textura, mejorar la conservación y buena digestión del pan, ya sean panes franceses, integral, de centeno, entre otros (Reinhart, 2006).

Según su obtención

Levadura biológica:

Obtenida por cultivo industrial a partir de cepas seleccionadas de *Saccharomyces cerevisiae*. En función del grado de prensado y secado, se puede obtener levadura en forma de crema semi-líquida (alto poder de fermentación, utilizada en procesos industriales de panificación), en forma de pastillas de levadura prensada (levadura fresca de panadero, utilizada en procesos artesanales) y levadura instantánea en polvo (concentración tres veces mayor que la levadura fresca) (Suas, 2008).

Levadura química:

Se utiliza productos químicos como bicarbonato sódico (baking soda) y levadura para repostería (baking powder) los cuales reaccionan en el medio acuoso de la masa generando instantáneamente gas carbónico, es por eso que se emplean para hacer panes rápidos como el pan de soda irlandés. Su uso es actualmente muy limitado en panadería (Reinhart, 2006).

Prefermentos:

Como anteriormente se había mencionado, los pre fermentos son fracciones de masa que se fermentan anticipadamente a su incorporación a la masa final en el proceso de panificación. Utilizados con el fin de alargar el tiempo de fermentación y así extraer el sabor del cereal, mejorar la corteza del pan, potenciar las propiedades anti-mohos y antibacterianas, y adicionalmente alcanzar un óptimo equilibrio entre las propiedades físicas de la masa: extensibilidad y tenacidad (Barriga, 2003).

Los prefermentos se pueden dividir en tres tipos en función del producto que se desea obtener (Suas, 2008):

a) Prefermentos con levadura comercial:

Son aquellos que se preparan y consumen en las 24 horas anteriores a la producción del pan final. Sus componentes principales son harina, agua, levadura comercial y, en algún caso, sal. Estos prefermentos producen una fermentación poco ácida, con mayor cantidad de ácido láctico que ácido acético (Barriga, 2003). Se presentan los cuatro prefermentos con levadura comercial:

El “poolish” es un método ideal para hacer un pan casero de mayor calidad que el fermentado solo con levadura comercial, y con menos acidez que el fermentado solo con levaduras naturales. Para su elaboración se utiliza harina de fuerza la cual debe estar muy hidratada (100-105%) y poca levadura fresca (0.25-0.50%) fermentando esta mezcla a temperatura de ambiente para luego incorporarla a la masa final. Su adicción a la masa final debe ser cuando alcance el volumen máximo, es decir, la madurez del prefermento (Reinhart, 2006). El tiempo de fermentación, el cual varía entre 3-7 horas, estará con relación a la harina utilizada, cantidad de levadura y temperatura. El pan característico a base de este prefermento es el pan baguete.

Suas (2008) señala que entre sus beneficios encontrados presenta una mejor fijación del agua por parte del almidón y una rápida acción enzimática y fermentativa, mejora la extensibilidad, reduce el tiempo de amasado, aumenta el tamaño del alve

olado y por tanto el volumen final del pan. La característica de la corteza es fina y crujiente (Reinhart, 2006). Por estar hecho a base de levadura comercial debe utilizarse antes de las 24 horas de su elaboración.

El “biga” es originario de Italia, pero actualmente es un término genérico, se debe revisar los porcentajes de calidad de la harina para diferenciarlo de otro prefermento (Reinhart, 2006).

La composición típica de la biga es harina hidratada al 55% (Suas, 2008) o al 66% (Reinhart, 2006). La concentración en levadura fresca también oscila entre el 0.8-1% (Suas, 2008) y un 1.5% (Reinhart, 2006). A diferencia del poolish, el biga es más consistente y puede ser amasado mecánicamente para luego rociar su superficie con aceite y dejar fermentar a temperatura ambiente, con las mismas consideraciones del poolish (Reinhart, 2006). Se recomienda utilizar este pre fermento para productos con harinas muy fuertes (brioche, stollen), o de alta hidratación como el ciabatta.

Para Suas (2008) los beneficios de este pre fermento radican en que, al tener una mayor consistencia, tendrá mayor volumen y en un mejor desarrollo del sabor.

La “esponja” es un pre fermento de originario de Inglaterra actualmente desplazado por métodos de masa directa con acondicionadores de masa para sustituir la acción de la esponja. A pesar de ello, se sigue utilizando en Europa y Estados Unidos para la producción de masas enriquecidas (Barriga, 2003).

Este pre fermento es más consistente (60% de hidratación) y con mayor cantidad de levadura, actuando más rápido que el poolish, permitiendo el desarrollo de un sabor más dulce. Elaborado similarmente al biga, se debe utilizar este pre fermento en su punto óptimo de maduración, aportando el grado de acidez necesaria para una adecuada consistencia de la masa y el desarrollo del buen sabor del pan (Suas, 2008). Utilizado para elaborar pan de molde inglés, algunas masas dulces y el “Pain de campagne” francés.

Una esponja que usa baja cantidad de la levadura y que es fermentada durante la noche ofrece al panadero un rango de tiempo más largo generando mayor acidez, de esta manera el producto final tendrá mejor sabor y una vida útil más larga (Hurtado Gonzales, 2016)

Finalmente, se obtendrá la “masa fermentada” en donde el pre fermentado es la masa ya fermentada de un lote de producción de pan normal (harina, agua, levadura y sal) cuyo tiempo de fermentación de 3-6 horas a temperatura ambiente. Por estos motivos es el único pre fermento que ha tenido un amasado completo antes de ser utilizado y que contiene sal (Suas, 2008). Se adapta muy bien a la producción artesana de pan a nivel comercial. La concentración de masa fermentada en la masa final está relacionada directamente con la receta, en la que normalmente se utiliza una proporción del 20 al 30% (Reinhart, 2006).

Su incorporación genera beneficios cualitativos en cualquier tipo de pan y extrae lo mejor de lo obtenido solo con levaduras naturales (más sabor, pero de fermentación lenta) y el fermentado solo con levadura comercial (levado rápido, pero pan insípido). El beneficio radica en que el cultivo microbiológico se mantiene (y enriquece) de forma ininterrumpida durante años y décadas (Barriga, 2003).

b) Pre fermentos con microorganismos de origen natural:

Se realiza exclusivamente mediante la acción de las levaduras naturales y bacterias presentes en las harinas y en el ambiente (Barriga, 2003). Existen dos tipos:

“Starter” o “barm” es el proceso que consiste en preparar un cultivo a base de estas levaduras y bacterias con harina y agua (Reinhart, 2006). En comparación con los pre fermentos con levadura comercial, el starter es un cultivo que no solo se puede usar para un lote de pan, sino que se va manteniendo y refrescando sucesivamente para que esté siempre disponible para su uso en los próximos lotes de pan (Suas, 2008). Utilizado en panes rústicos de formato grande,

panes de centeno e integrales, y masas de hidratación media y alta. Se resalta que la harina es la fuente principal de energía para los microorganismos debido a que 1 gramo contiene aproximadamente 13.000 células de levaduras y 320 células de bacterias lácticas (Hurtado Gonzales, 2016). La mayoría de las levaduras son de la familia de la *Saccharomyces cerevisiae* la cual fermenta en un entorno ligeramente ácido (pH 5.0-5.5) siendo las responsables de la fermentación alcohólica de los azúcares simples (glucosa y fructosa) provenientes de la harina o de la actividad enzimática (amilasa) que disocia los azúcares más complejos (sacarosa, maltosa, almidón) de la harina en azúcares simples (Hurtado Gonzales, 2016).

Aparte de las levaduras, intervienen las bacterias que pertenecen a la familia de los bacilos y lactobacilos, pudiendo ser homofermentativos (solo producen ácido láctico) o heterofermentativos (producen ácido láctico, ácido acético y dióxido de carbono). Dichas bacterias intervienen de forma importante en la obtención de aroma, sabor y capacidad de conservación en el pan. (Hurtado Gonzales, 2016). El ácido láctico permite la producción de sacaromicetos cuya función es inhibir la aparición de hongos, mejora la elasticidad y extensibilidad, y potenciar el sabor del pan. Al igual que el ácido láctico, el ácido acético actúa como inhibidor de bacterias y moho, pero la diferencia se genera porque aumenta la tenacidad del gluten y vuelve insípido al pan si se genera en concentraciones inadecuadas. (Hurtado Gonzales, 2016). Es importante favorecer un ratio óptimo entre ácido láctico/ácido acético de 3/1 para garantizar la estabilidad del cultivo y la calidad del pan final. Para ello, también se tiene en cuenta que una mayor hidratación y temperatura ambiente favorecen la formación del ácido láctico (Reinhart, 2006).

Al tener un conocimiento de lo que ocurre en el cultivo, el siguiente paso es prepararlo. Para esto, los microorganismos necesitan tres elementos clave para prosperar en el cultivo:

alimento (azúcares de la harina), agua y oxígeno, sumado a la temperatura promedio de producción del cultivo (normalmente de 18°C a 30°C) de 24°C; tener en cuenta que inferior a los 18°C la actividad es nula y superior a los 30°C se producirán reacciones microbiológicas. En 2006, Reinhart propone una receta para la preparación de este cultivo, la cual es simple y se adapta a las condiciones “de panadería casera”; en caso las cantidades indicadas sean muy elevadas se debe proporcionar.

Primer día: mezclar 120g de harina de trigo con 175g de agua a temperatura ambiente en un recipiente de 2 litros, batir correctamente para que la papilla quede aireada. Para enriquecer la preparación del cultivo con mayor cantidad de levaduras naturales se propone poner a remojar pasas orgánicas un día antes y utilizar esta agua para la preparación del cultivo. Dejar reposar a temperatura ambiente. En esta etapa no se debe añadir ningún otro ingrediente como yogur, azúcar, limón, levadura comercial, sal, entre otros.

Segundo día: A las 24 horas, es difícil observa alguna reacción. Se debe adicionar 130g de harina blanca de trigo rica en gluten (harina de fuerza para soportar mejor los procesos de degradación ácida y enzimática) y 120g de agua, y mezclar hasta homogenizar la masa.

Tercer día: a las 48 horas de haber iniciado la masa empieza a fermentar, creciendo aproximadamente un 50% en volumen. Debido a esto se debe descartar la mitad de la masa obtenida y añadir 130g de harina blanca de trigo rica en gluten y 120g de agua, mezclar hasta homogenizar la masa y anotar el volumen.

Cuarto día: El cultivo debería haber crecido cerca del doble del volumen del tercer día. Descartar la mitad de la masa obtenida y añadir 130g de harina y 120g de agua. Si el cultivo funciona adecuadamente deberá doblar su volumen en el intervalo de 4 a 6 horas, caso contrario, prolongar los refrescos con intervalos de 12 horas en vez de 24 horas.

Para preparar el “starter” se tiene que mezclar 450g de harina blanca de trigo rica en gluten, 475g de agua a temperatura ambiente y 200g del cultivo anterior y dejar fermentar hasta doblar su volumen en un recipiente tapado, alrededor de 4 a 6 horas a temperatura ambiente. Según Reinhart (2006) es mejor conservarlo en frigorífico hasta el día siguiente, para que desarrolle su sabor a cambio de reducir ligeramente su vigor fermentativo. Se recomienda que antes de colocar la preparación en la nevera, es conveniente dejar fermentar a temperatura ambiente un número de horas equivalente al número de días en que se prevee volverla a utilizar (Barriga, 2003).

En 2012, Hamelman propone que a partir de este punto se debe proceder al mantenimiento del starter añadiendo harina rica en gluten y agua (50-50%) para doblar, triplicar o cuadruplicar la cantidad inicial de starter. Al aumentar la cantidad de refrescos menos ácida será la masa final debido a que las bacterias (causantes de la acidez) se reproducen más lento que las levaduras; por tanto, a mayor cantidad de alimento, mayor crecimiento proporcional de las levaduras y menor acidez final. Un starter desarrolla completamente a partir de las dos semanas de iniciarse, con un mínimo de tres refrescos en ese periodo; un profundo olor afrutado y ligeramente ácido es un buen indicador.

Para conservar el starter se puede congelar en bolsas de plástico (dejando un cierto espacio libre en la bolsa) o deshidratarse, ya que no todas las cepas de levaduras naturales aguantarían la congelación (Barriga, 2003). Teniendo en cuenta las condiciones de conservación, a temperatura ambiente predomina la producción de ácido láctico sobre el acético y en refrigeración predomina el ácido acético sobre el láctico (Reinhart, 2006).

"Soakers" es un prefermento que, a diferencia del starter, se basa en utilizar granos de cereal o harina integral gruesa (de trigo, avena, centeno, entre otros) como fuente de

microorganismos. Su preparación consiste en remojar los granos o la harina en agua o leche toda la noche, de esta manera se activan las enzimas presentes en los cereales para disociar algunos de los azúcares del almidón (Suas, 2008). El efecto de la fermentación de esta mezcla funciona como potenciador de las propiedades organolépticas de la masa final. A diferencia del starter, este prefermento se prepara cada vez y no se mantiene regularmente (Reinhart, 2006).

c) Prefermentos mixtos:

Consiste en utilizar levadura comercial y pre fermento a fin de alcanzar un punto óptimo entre la aportación a las cualidades organolépticas de los pre fermentos y la productividad de las masas de fermentación directa (Barriga, 2003). Su preparación consiste en amasar harina, agua, sal, levadura y un 20% de masa fermentada del lote anterior y con una fermentación de 6-8 horas. Este proceso se debe realizar al final de la jornada y será utilizado para cultivar la producción del día siguiente (Suas, 2008).

Entre los beneficios de utilizar prefermentos mixtos se tiene mejora del sabor y aroma, extensión de la vida útil, obtención de una corteza gruesa, crujiente e impermeable, mejora del volumen final y del descascarillado de la corteza (Reinhart, 2006). Su utilización es ideal para un entorno de producción diaria de pan en grandes cantidades, debido a que la adición de prefermento (aportación de sabor) y de levadura (fermentación no tan lenta), pueden ser mejor controlados.

Materiales y metodología

Estos análisis se realizaron en los laboratorios de la sede José Celestino Mutis de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

Materias Primas

Las materias primas utilizadas fueron tres variedades de papas nativas cundiboyacenses llamadas Yana Shungo (V1), Alcarrosa (V2) y Quincha (V3), suministradas por la empresa Tesoros Nativos.

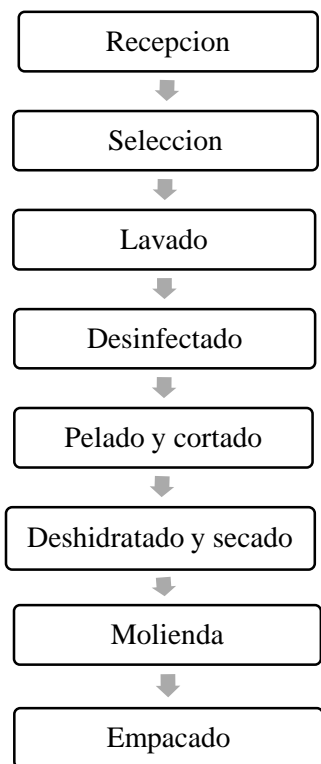
Extracción de la harina

Se realizó el proceso de extracción de harina para los tres variedades evaluados a escala de laboratorio, siguiendo la metodología descrita por (Hernández López, & Rivera Rugama, 2014), con algunas modificaciones.

La obtención de la harina de papa nativa se desarrolló en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, la cual consistió en tomar las papas nativas para selección, pelado lavado, corte en láminas, con el fin de dejarlas en remojo haciendo una dilución de meta bisulfito de sodio al 0.05% (Codex 192) para un litro en agua durante 10 minutos, evitando así el pardeamiento enzimático o crecimiento de microorganismos patógenos, después de este proceso se continua con el secado que se realizó en horno del laboratorio a 50°C por 3 días para reducir el contenido de humedad (Villavicencio Vásquez & Zabala Villacís, 2014) se utiliza esa temperatura para evitar pardeamiento enzimático, posterior se continua con la molienda y empaque de la harina de papa para su posterior utilización. En la Figura 3, se presenta el diagrama de proceso de elaboración de la harina.

Figura 3

Diagrama de proceso de elaboración la harina



Fuente: Elaboración propia

Características fisicoquímicas

Las características fisicoquímicas de la harina de papa dependerán del contenido de almidón presente en su estructura, generalmente el contenido de este polímero es muy variado según el material y de acuerdo con la harina de papa puede ser empleada en la industria alimentaria, industria del papel e industria textil (Córdova et al., 2010). Asimismo, estos almidones presentan en su estructura dos componentes muy diferenciados la amilosa y amilopectina y dependiendo de la organización que presenten las propiedades fisicoquímicas varían. Otra de las características que poseen los almidones es la relacionada con la tecnofuncionalidad en los alimentos como por ejemplo la capacidad de absorber agua durante su

calentamiento lo que se conoce como proceso de gelatinización (Blazek y Copeland, 2007; Chaman Illanes, 2022).

Determinación de las características tecno funcionales

Capacidad de absorción de agua (CCA), Capacidad de absorción de aceite (CAA) Índice de solubilidad en agua (ISA) y poder de hinchamiento (PH)

Para la determinar la CCA, CAA, IS y PH, se adaptó la metodología propuesta por Anderson et al. (1969) y Chaman Illanes, (2022), con algunas modificaciones en los pesos. Se pesaron tubos ensayo, la harina de papa 1g, se considera 20 mL de agua destilada para CCA o aceite vegetal para CAA, estas mezclas se llevan a baño isotérmico durante 30 min con agitación leve, se dejó enfriar a temperatura ambiente y se centrifugo a 4.900 RPM por 15 min, enseguida se extrajo el sobrenadante y se midió el volumen, mientras que el sedimento se llevó a secado a 70°C por 2 h (peso gel). Se tomaron 5 mL del sobrenadante (peso de solubles) en tubo de ensayo y se llevó a secado a 70°C por 24 h, luego se pesó el tubo. Las características tecnofuncionales CCA, CAA, ISA y PH, se determinaron con las siguientes ecuaciones 6, 7, 8 y 9.

$$CCA = \frac{\text{Peso del agua absorbida}(g)}{\text{Peso harina}} * 100 (g) \quad (6)$$

$$CAA = \frac{\text{Peso del aceite absorbido}(g)}{\text{Peso harina}} * 100(g) \quad (7)$$

$$IS = \text{Peso seco} * \frac{100}{\text{muestra}} \quad (8)$$

$$PH = \text{Peso de gel} (g) / \text{Peso muestra} (g) - \text{Peso seco} (g) \quad (9)$$

Análisis de color de las tres variedades de papa nativa

En el análisis de color se realizó 5 mediciones por cada una de las formulaciones en diferentes partes del producto, utilizando la escala CIELAB L*, a* y b* donde L*[luminosidad, de 0 (negro) a 100 (blanco)] donde se hace referencia a la luminosidad del producto, a* determina la variación de 60 (verde) a +60 (rojo), b*[de -60 (azul) a +60 (amarillo)] (Jurado, 2022; Noguera, 2023).

Elaboración del prefermento sin harina de papa nativa

La harina de trigo se mezcla con agua a una temperatura de 25°C en proporción 1:1 y se adiciona un 1% de levadura previamente almacenada durante 24 horas. La mezcla se guarda en la nevera para su posterior utilización, según (Hurtado Gonzales, 2016) El tiempo de fermentación, el cual varía entre 3-7 horas, estará en relación a la harina utilizada, cantidad de levadura y temperatura, estos ensayos preliminares se realizan antes de desarrollar el prototipo de pan tipo baguete.

Análisis sensorial de la masa del pan sin harina de papa nativa con prefermento y sin prefermento

Con el fin de determinar que atributos sensoriales son mejores para la elaboración del pan tipo baguete con inclusión de harina de papa nativa se hizo un análisis sensorial que es la aceptación de consumidores, la evaluación de la aceptación sensorial del pan tipo baguete con o sin pre fermento, en el cual se empleó una prueba de aceptación en función a la escala hedónica estructurada por 10 puntos, donde el puntaje 9 me gusta muchísimo y el puntaje 1 me disgusta muchísimo, ante los siguientes atributos: sabor, color, olor, textura, apariencia y aceptabilidad, (ver anexo 1). El análisis sensorial se llevó a cabo con personas de la comunidad del barrio tesoro en la ciudad de Bogotá no entrenados entre 20 a 60 años, conformando un panel de 40

personas entre hombres y mujeres (Espinoza Manfugás, 2007). A continuación, se presenta en la Tabla 4 la escala hedónica con los 9 puntos evaluados.

Tabla 4

Escala hedónica

Escala	Grado de aceptación
1	Me disgusta muchísimo
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta ligeramente
5	Ni me gusta ni me disgusta
6	Me gusta ligeramente
7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta mucho
9	Me gusta muchísimo

Fuente: (Espinoza Manfugás, 2007)

Para definir la preferencia del producto se realizó una pregunta a los consumidores: ¿Que muestra compraría? ¿Por qué?, (ver anexo 1).

Diseño experimental

El presente proyecto se desarrolló de manera experimental un diseño factorial aleatorio. Se evaluaron diferentes inclusiones de harina de papa nativa de acuerdo con (Ccorisoncco Buitrón Froilán, 2021; Villavicencio Vásquez & Zabala Villacís, 2014) con algunas modificaciones. En este estudio se plantearon dos inclusiones T1: 20% de inclusión de harina de papa y 80% de harina de trigo, T2: 30% de harina de papa y 70% de harina de trigo y control T0:

100% harina de trigo y 0% harina de papa nativa, el diseño experimental se presenta en la Tabla 5.

Tabla 5

Diseño experimental de la inclusión de harina de papa

Tratamientos	Factor			Variables		
	Harina de papa nativa (%)	Altura	Volumen específico	Peso	Color, miga, corteza	Estructura de la miga
T0	0	h	v	x	a	d
T1	20	h	v	x	a	d
T2	30	h	v	x	a	d

Fuente: autoría propia

Formulación del producto de panificación pan tipo baguete

A continuación, se presenta la Tabla 6 las diferentes formulaciones del producto de panificación pan tipo baguete.

Tabla 6*Formulación del producto de panificación pan tipo baguete*

Formulación	T0(%)	T1(%)	T2(%)
Harina trigo	50	40	30
Prefermento	50	40	30
Harina papa	0	20	30
Agua	39.5	39.5	39.5
Aceite de oliva	5	5	5
Levadura	0.75	0.75	0.75
Sal	2	2	2

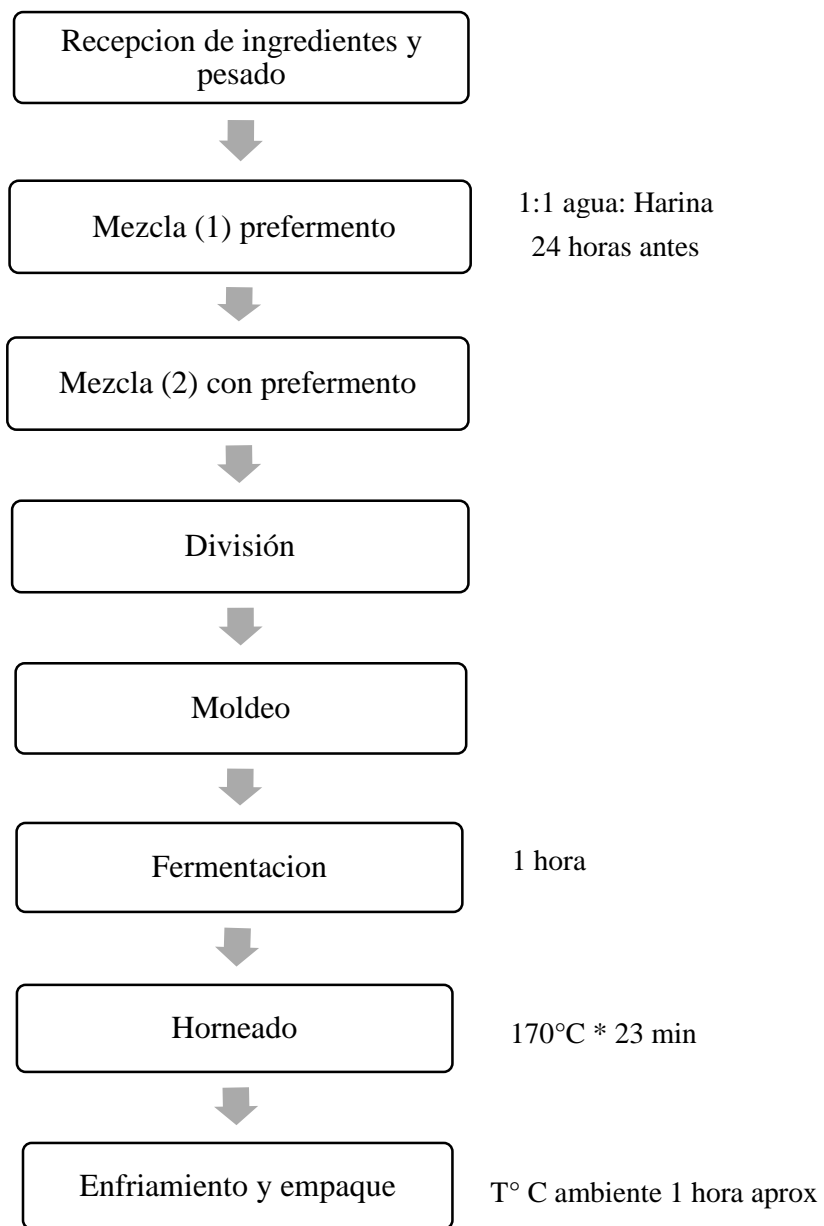
Fuente: elaboración propia

Proceso de la elaboración de pan tipo baguete

A continuación, se relaciona gráficamente el proceso productivo de la elaboración de pan tipo baguete en la figura 4.

Figura 4

Proceso productivo de la elaboración de pan tipo baguete



Fuente: autoría propia

Descripción Proceso productivo pan tipo baguete

Recepción de Materia prima y pesado

Verificación de la calidad de los ingredientes que se encuentren en buenas condiciones con fechas de vencimiento vigentes, y pesado de materias de acuerdo con formulación cada uno de los ingredientes se pesó de manera individual

Mezcla 1 prefermento

Se realiza la misma metodología mencionada anteriormente en la elaboración del prefermento

Mezcla 2

Se mezcló la harina de trigo, aceite de oliva, sal, levadura, agua y el prefermento y se dejó reposar 30 minutos.

División y moldeo de la masa

Corte de la masa en porciones iguales mediante el uso de la cortadora y balanza, se estiro la masa de cada porción en forma de baguete y se acomodó en bandejas

Fermentación

Se pusieron en reposo las baguetes en una cuarto de crecimiento durante 1 hora

Horneado

Colocación de las baguetes en un horno precalentado a una temperatura de 170°C por 23 minutos para que adquiera un color dorado y una textura crujiente.

Enfriamiento y empaque

Retiro del horno y enfriamiento de las baguetes y empaque en bolsas para posteriores análisis

Evaluación de las propiedades fisicoquímicas de pan tipo baguete

Color

Para ello se debe hacer un análisis realizando los siguientes pasos, preparar una muestra representativa del pan tipo baguete. Utilizar un colorímetro para medir los valores de luminosidad (L^*), tonalidad (a^*) y saturación (b^*) del pan. Comparar los valores de color con estándares establecidos para evaluar el color del pan (García-Morales et al., 2015).

Dimensiones físicas

La determinación de los análisis físicos en un pan tipo baguete, como la miga, el color, el volumen específico, el peso y la altura, sirven para evaluar la calidad y características del producto final. Para la determinación de las dimensiones físicas de pan tipo baguete estudiadas se realizaron los siguientes análisis:

Peso

Para ello se debe hacer un análisis realizando los siguientes pasos: Medir el peso del pan tipo baguete antes y después de la cocción utilizando una balanza de precisión. Calcular la pérdida de peso durante el proceso y determinar el porcentaje de humedad (Bernal-Camacho et al., 2020).

Volumen específico

La determinación del volumen específico permite evaluar la capacidad de expansión de la masa y la estructura de la miga del pan (Cáceres, E. J., & Gómez, M. 2016). Según la metodología realizada por Noguera, L. C., (2023). Se debe hacer un análisis realizando los siguientes pasos: El volumen específico se realizó por el método de desplazamiento de semillas de chía, se tomó como referencia el método 10-05,01 de la AACC (2000). Preparar una muestra representativa del pan tipo baguete. En una probeta plástica de 1000 ml con un diámetro de 6.1

cm y 48 cm de alto colocar semillas de chía hasta un volumen de 300 ml, seguidamente desocupar la probeta y colocar la muestra del pan tipo baguete. Nuevamente colocar las semillas midiendo la distancia de desplazamiento de estas partiendo desde los 1000 mL, teniendo en cuenta que la diferencia es estimada como el volumen del producto (pan tipo baguete).

Finalmente, para obtener el volumen específico se deben utilizar las siguientes formulas:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot D$$

donde V corresponde al volumen del producto cm^3 , r^2 es el radio del cilindro en cm y D es la distancia del desplazamiento en cm . Por lo tanto, el volumen específico se determinó $VE = v/m$ donde v es el volumen desplazado en cm^3 , y m es el peso del producto en gramos.

Evaluación de la Miga

El análisis de la miga permite estudiar su textura, densidad, uniformidad y otras propiedades sensoriales. Ronda, F., & Villanueva, M. (2008). Para ello se debe hacer un análisis realizando los siguientes pasos: Preparar una muestra representativa del pan tipo baguete. Cortar una sección transversal de la muestra con un cuchillo afilado. Tomar una imagen digital de alta resolución de la sección transversal de la muestra. Procesar la imagen utilizando el software ImageJ de análisis de imagen para medir los parámetros de la miga, como distribución del tamaño de poros, forma y tamaño de celdas y uniformidad (Rodríguez-García et al., 2018).

Análisis estadístico

Se analizaron los resultados mediante un análisis de varianza ANOVA, entre los diferentes tratamientos con un nivel de confianza del 95%, utilizando el programa estadístico Statgraphics con previa comprobación de los supuestos de normalidad de cada una de las variables. Se evaluaron diferencias significativas mediante la prueba de Tukey.

Resultados y Discusión

Análisis de las características tecno funcionales de las tres muestras de harina de papa nativa

A partir de los tres tipos de harina de papa nativa, se busca analizar sus características tecno funcionales como la capacidad de absorción de agua (CCA%), capacidad de absorción de aceite (CAA%), poder de hinchamiento (PH), índice de solubilidad de agua (IS) y color de las harinas. Las variedades evaluadas fueron V1 (Papa Yana Shungo), V2 (Alcarrosa) y V3 (Quincha), con el objetivo de determinar cuál es la mejor variedad para la elaboración del producto de panificación "pan tipo baguete". Los resultados de esta evaluación se presentan en la siguiente Tabla 7.

Tabla 7

Capacidad de absorción de agua, capacidad de absorción de aceite, poder de hinchamiento e índice de solubilidad en agua

Tratamiento	*CCA (%)	**CAA (%)	***PH (%)	*** IS
V1	414 ^b ± 4.1	224 ^a ± 7.0	454 ^a ± 0.14	673.6 ^a ± 2.88
V2	363 ^{ab} ± 2.4	261 ^b ± 6.4	433 ^a ± 0.30	689 ^a ± 41.3
V3	335 ^a ± 6.6	248 ^{ab} ± 5.0	394 ^a ± 0.34	722.6 ^a ± 11.5

Fuente: elaboración propia

*CCA: capacidad de absorción de agua **CAA: capacidad de absorción de aceite ***Poder de hinchamiento ****IS: Índice de solubilidad en agua. Valores presentados como promedio ± la desviación estándar, letras diferentes indican diferencias significativas $p < 0,05$.

En la Tabla 7 se evidenciaron los resultados obtenidos de las características CCA, CAA, PH y IS. Se encuentra que V1 ($414 \% \pm 4.1$) fue la variedad de harina de papa nativa que presentó mayor CCA, mientras que la V3 ($335 \% \pm 6.6$) expuso menor CCA, respecto a las demás variedades, estadísticamente, se observó diferencias significativas para todos los tratamientos con un nivel de confianza del 95%. Los estudios mencionan que la absorción de agua de una harina es un factor importante en la panificación ya que ella contribuirá a la calidad del producto, su vida útil y el rendimiento del proceso, de hecho, en productos de panificación puede afectar el volumen (Cerdeña-Mejía et al., 2017; Gambarotta, 2005). Al comparar la capacidad de absorción de agua para las variedades de las harinas de papas estudiadas con otro estudio de harina de quinua, se evidencia que es un valor superior (Gutiérrez, S. M. 2022).

Respecto a la propiedad CAA, la formulación V2 ($261 \% \pm 6.4\%$) presentó mayor CAA respecto a las demás variedades, de acuerdo con Granito et al., (2004) CAA es una propiedad que favorece al producto en el atrapamiento físico de las grasas por parte de las proteínas, a través de la formación de estructuras denominadas micelas. La capacidad de absorción de grasa está determinada por la estructura de la matriz proteica, la disposición de los aminoácidos dentro de la estructura proteica, lo cual a su vez determina las interacciones hidrofóbicas proteína-grasa, por el tipo de grasa y por la presencia de almidones. De hecho, cuando las harinas presentan mayor capacidad de absorción de aceite esta genera mejor retención del sabor y favorece las características sensoriales del producto terminado en la boca de los consumidores (Kinsella, 1976). Esta capacidad de absorción de aceite es producida por la interacción de los aminoácidos entre los lípidos y la cadena lateral no polar de los aminoácidos presentes en la harina (Noguera, 2023). Estadísticamente, se observaron diferencias entre el tratamiento V1 y el V2 con un nivel de confianza del 95%.

En el caso de PH no se evidencia diferencia estadística entre tratamientos, de acuerdo con Vegas et al., (2017), el poder de hinchamiento está directamente relacionada con la absorción de agua (Praderes et al., 2009), se considera que puede afectar esta propiedad la cantidad de amilosa y amilopectina, de hecho, depende el grado de interacción de las cadenas de almidón (Fernández Salvador, N., 2017). Se considera que factores como la fuerza iónica, temperatura y conformación de la proteína, influyen sobre la capacidad de ligar agua de las proteínas. Su menor capacidad de hidratación se da en su punto isoeléctrico, donde predominan las interacciones proteína-proteína (Badui, 2006). Según Andrade et al. (2012) y Yusuf et al. (2008) establecen que el poder de hinchamiento de las harinas está relacionado a la presencia de aminoácidos polares en las proteínas, los cuales tienen afinidad por las moléculas de agua.

En cuanto al IS de las tres variedades de papa nativa se puede analizar que no existen diferencias significativas entre tratamientos, se reporta que al no cambiar la solubilidad la consecuencia de la capacidad del solvente (agua) de disolver no se afecta la fracción soluble, se considera que la calidad de la harina para la industria de alimentos se espera una baja solubilidad, pero una alta capacidad de absorción de agua y alto poder de hinchamiento (Peña Carrasco, Fiorela, 2017).

A modo de comparación con otros estudios donde se analizaron las mismas propiedades tecnofuncionales trabajadas en el presente trabajo, según (Chaman Illanes, 2022) los análisis tecnofuncionales como la capacidad de absorción de agua, capacidad de absorción de aceite y poder de hinchamiento afectan en el proceso, puesto que al someter a tratamientos térmomecánicos, las harinas modifican sus propiedades funcionales, como lo es el índice de absorción de agua, puesto que estas están sujetas a la cantidad y disponibilidad del almidón que presenten, ya que estas logran hincharse con la adición del agua, mejorando esta capacidad de

absorción con el aumento de la temperatura, del mismo modo se relajan las fuerzas de atracción intermoleculares de los constituyentes de las harinas, permitiendo así el ingreso de agua a los intersticios intermoleculares en pocas palabras entre mayor sea la capacidad de absorción de agua, algunas variedades de harina tienen una mejor capacidad de absorción y solubilidad debido a sus propiedades intermoleculares más débiles, lo que significa que se pueden mezclar fácilmente con otros ingredientes cuando se hacen recetas, lo cual es beneficioso en la elaboración de pan por lo que en este caso la variedad V1 es la que presenta mayor capacidad de absorción de agua y poder de hinchamiento por esta razón es la escogida en este trabajo para la elaboración de pan tipo baguete.

Análisis de color de las tres harinas de papa nativa

El análisis del color del pan puede indicar el grado de tostado, así como los cambios que ocurren durante el proceso de horneado (Rosell, C. M., Barber, C. B., & Benedito de Barber, C., 2009).

Tabla 8

Color de las tres variedades de harina

Variedad	Color harinas		
	L*	a**	b***
V1	54.11 ^a ± 4.08	3.17 ^a ± 0.99	10.49 ^a ± 2.22
V2	66.41 ^a ± 2.13	4.42 ^a ± 2.13	22.76 ^b ± 2.66
V3	68.17 ^a ± 2.90	9.86 ^b ± 2.90	17.12 ^c ± 2.49

Fuente: elaboración propia

*L: Luminosidad **a: Componente rojo – verde ***b: Componente amarillo - azul Valores presentados como promedio \pm la desviación estándar, letras diferentes indican diferencias significativas $p < 0,05$.

En la Tabla 8 se evidencia que las variedades V1, V2 y V3 no presentaron diferencias para el parámetro L*. La luminosidad del producto fueron valores medios y cercanos entre ellos, lo que significa que no está pálido o quemado (Testa & Pacheco-Delahaye, 2005).

La coordenada a* se refiere al componente de color rojo-verde, donde valores positivos indican tonos de color rojo y valores negativos indican tonos de color verde (Testa & Pacheco-Delahaye, 2005). En este caso, la variedad V1 presenta un menor valor de a* de 3.17 ± 0.99 , mientras V3: 9.86 ± 2.90 se puede observar un alto valor que las otras dos variedades, lo que indica un tono más rojizo en su color.

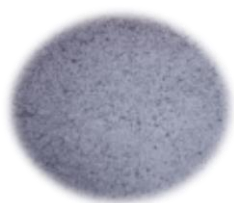
La coordenada b* se refiere al componente de color amarillo-azul, donde los valores positivos indican tonos de color amarillo y valores negativos indican tonos de color azul (Testa & Pacheco-Delahaye, 2005). En este caso, V2 tienen valores altos de b*: 22.76 ± 2.66 en comparación a las otras variedades, sin embargo, se puede concluir que las variedades V2 y V3 indica tonos más amarillos en su color que V1.

A modo de comparación con otros estudios según Chaman Illanes, (2022), el color depende del observador y las condiciones en las cuales se observa un producto, y está acusada debido al contenido de macromoléculas coloreadas como antocianinas, flavonoides, clorofilas y carotenoide, es así que el reflejo indirecto del contenido de estos compuestos dotara a la papa de coloraciones variadas dependiendo de la variedad, condiciones de cultivos y meteorológicas, y

que estas al ser sometidos a diferentes procesos producen cambios debido a reacciones de pardeamiento y reacciones de REDOX, provocando pardeamiento enzimático, que se origina por la polifenol oxidasa, lo que provoca un oscurecimiento. Otra de las razones por la cual se presenta un cambio en la coloración es la fotooxidación de los pigmentos por la acción de la luz, que en combinación con el oxígeno produce una grave decoloración, principalmente por la alteración de la clorofila, y otros compuestos bioactivos de la papa en este estudio se pierde el color luminoso en el momento de transformar la papa fresca a la harina de papa. A continuación, se comparte imagen de las tres variedades de harina de papa nativa estudiadas.

Imagen 1

Variedades de harina papa nativa



V1 (Yana Shungo)



V2 (Alcarrosa)



V3 (Quincha)

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con los resultados obtenidos de las propiedades tecnofuncionales de las tres variedades de harina de papa nativa se decidió trabajar con la variedad V1 (Yana Shungo) ya que presento mayor capacidad de absorción de agua, al poder favorecer la elaboración del producto de panificación (pan tipo baguete) (Ver anexo 2).

Composición fisicoquímica de harina de trigo y papa Yana Shungo

Papa Yana Shungo

Las papas nativas no son similares a las papas comunes ya que tienen colores vistosos y originales (morado/lila), son ricas en fibras y son muy bajas en grasa, su textura es arenosa (Cadena, 2011). A continuación, se presenta la composición fisicoquímica en la Tabla 9.

Tabla 9

Composición de la papa Yana Shungo

Características	Papa Yana Shungo
Azúcares reductores (%)	0.18
Materia seca (%)	21.2
Proteína (%)	10.95
Fibra (%)	2.5
Fosforo(mg)	180
Potasio(mg)	3850
Hierro (mg)	8.6
Zinc (mg)	1.93
Poli fenoles (mg / de ácido gálico)	373

Fuente: (Cadena, 2011)

Datos tomados en campo de agricultores, CONAPAPA, programa de papa, INIAP,

Departamento de nutrición, INIAP - País Ecuador Nota: Datos expresados en 100g de muestra seca.

Harina de trigo

La composición de la harina de trigo puede variar dependiendo de factores como el tipo de trigo utilizado, el proceso de molienda y la región geográfica. Sin embargo, a continuación, se muestra una composición promedio de la harina de trigo según diferentes reportes.

Tabla 10

Composición de la harina de trigo

Proteínas	Carbohidratos	Grasas	Fibra dietética	Vitaminas del complejo B	Minerales
11% al 15%	70% al 75%	1% al 2%	1% al 3%	Especialmente tiamina, riboflavina y niacina	Hierro, zinc, potasio y magnesio

Fuente: (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, 2018)

Nota: Es importante tener en cuenta que estos porcentajes pueden variar dependiendo de la fuente y del tipo de harina de trigo utilizada

Análisis sensorial de la masa del pan con prefermento y sin prefermento

En la Figura 5 se presentan los resultados obtenidos de la evaluación sensorial preliminar que fue realizada a consumidores, evaluando dos tratamientos: con prefermento y sin prefermento. La evaluación sensorial se realizó a 40 consumidores no entrenados individualmente los resultados se pueden observar en el anexo 1. A continuación, se presenta en la Figura 5 los resultados obtenidos de la evaluación sensorial.

Figura 5

Evaluación sensorial de pan tipo baguete con pre fermento y sin pre fermento



Fuente: elaboración propia

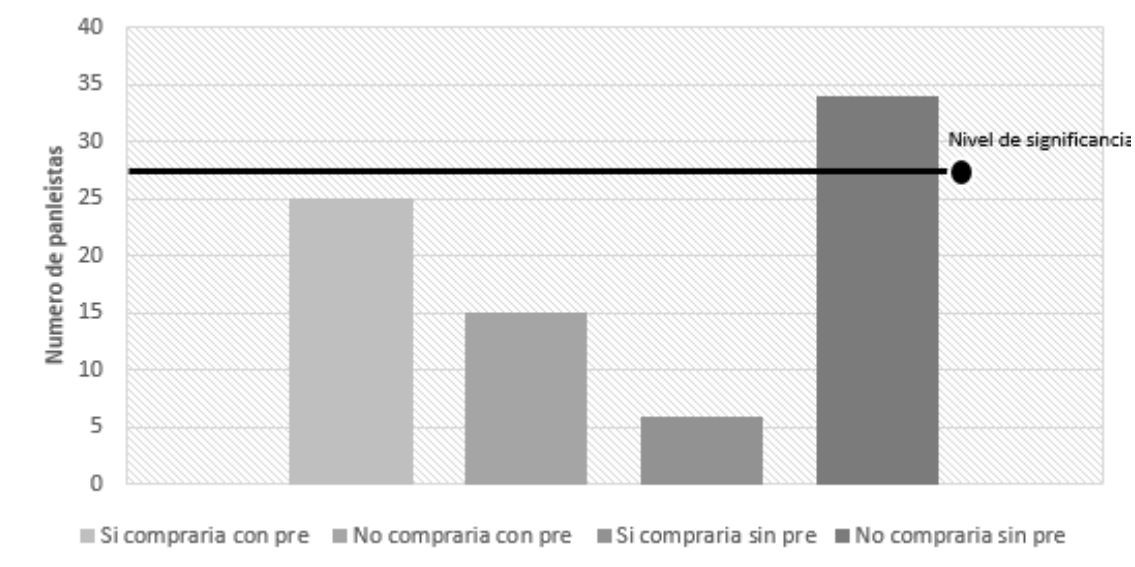
Nota. Valores presentados como mediana a 40 consumidores no entrenados con la escala hedónica de 9 puntos.

En la Figura 5, se muestran los valores de aceptación (Mediana \pm SD) de cada atributo evaluado para los dos tratamientos TO SIN y TOCON. Se evidenció que la masa fermentada y no fermentada para la elaboración del producto, presentó un efecto directo sobre los atributos aroma, olor, color, y sabor al evidenciar valores marcadamente superiores para la masa prefermentada (TOCON), sin embargo, la aceptabilidad fue igual para los dos tratamientos, al considerar la valoración por los consumidores, quienes indican un nivel de agrado fue de 5 (Ni me gusta ni me disgusta). En la encuesta realizada para el análisis sensorial, se preguntó a los consumidores luego de evaluar los atributos sí compraría alguno de los productos evaluados, al encontrar que 25 panelistas respondieron favorablemente que corresponde a 62.5%, como se evidencia en la Tabla 11 a continuación:

Tabla 11*Aceptación del consumidor*

¿Compraría T0 CON?		¿Compraría T0 SIN?	
Sí	No	Sí	No
62.50%	37.50%	15.00%	85.00%

Fuente: elaboración propia

Figura 6*Resultados encuesta compraría el pan con prefermento o sin prefermento*

Fuente: elaboración propia

El nivel de significancia se obtuvo mediante la tabla estadística de niveles de probabilidad, a 2 colas, probabilidad 0.05%.

En la figura 6 se evidencia que, en la población encuestada de 40 jueces afectivos, el valor crítico de aceptación en un producto es de 27 resultados favorables con un nivel de probabilidad de 0.05% de confianza (Espinoza Manfugás, 2007) indicando que si bien la caracterización sensorial no alcanzó el umbral por solo dos puntos, el producto sigue manteniendo una calidad aceptable y fue bien recibido por los consumidores. También se puede resaltar otros aspectos positivos del producto, como su sabor, textura, entre otros.

Con la información obtenida y la aceptación de los consumidores se decide desarrollar el producto con el tratamiento prefermento para la investigación.

Características físicas del producto de panificación (pan tipo baguete)

Análisis del color

En las Tablas 12 y 13 se presenta los resultados obtenidos de los análisis de color tanto de la miga como de la corteza para el pan tipo baguete en la escala CIEL*a*b* de las propiedades de color.

Tabla 12

Color de la miga

Tratamiento	Miga		
	L*	a**	b***
T0	81.47 ^a ±3.36	2.43 ^a ±1.37	13.37 ^a ±0.91
T1	52.13 ^a ±7.34	4.63 ^a ±0.87	15.70 ^{ab} ±1.47
T2	71.27 ^a ±3.53	3.13 ^a ±0.06	10.70 ^b ±0.78

Fuente: elaboración propia

*L: Luminosidad **a: Componente rojo – verde ***b: Componente amarillo - azul Valores presentados como promedio \pm la desviación estándar, letras diferentes indican diferencias significativas $p < 0,05$.

El análisis de los colores encontrados en la miga del pan se presenta en la Tabla 12 en cuanto a las diferencias significativas, en el parámetro L*, no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$) según la prueba de Tukey. Igual en la coordenada a**no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$). En cuanto a la coordenada b***, se encontró diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$). La prueba de Tukey reveló que el tratamiento T0 presenta una coloración más amarilla respecto al tratamiento T2, mientras que los tratamientos T0 y T1 no presentaron diferencias significativas.

Tabla 13

Color de la corteza

Tratamiento	Corteza		
	L*	a**	b***
T0	71.1 ^a \pm 4.78	10 ^{ab} \pm 0.75	32.8 ^a \pm 4.89
T1	71.57 ^a \pm 2.74	11.67 ^b \pm 0.61	30.83 ^a \pm 5.22
T2	76.3 ^a \pm 7.79	8.50 ^a \pm 1.56	28.97 ^a \pm 1.79

Fuente: elaboración propia

*L: Luminosidad **a: Componente rojo – verde ***b: Componente amarillo - azul Valores presentados como promedio \pm la desviación estándar, letras diferentes indican diferencias significativas $p < 0.05$.







En la Tabla 13, se evidencia el análisis de los colores encontrados en la corteza del pan, encontrando en el parámetro L*, que la luminosidad entre tratamientos no presenta diferencias significativas, mientras la coordenada a** presenta diferencias entre tratamiento T1 al tratamiento T2 debido a que presenta el valor más alto de 11.67, lo cual indica que tiene un tono más rojizo en comparación con los otros tratamientos. En cuanto al valor b***, indica el tono de amarillo del producto, se puede apreciar que no existe diferencias significativas entre tratamientos.

A modo de comparación según Vera Rodríguez, (2017) menciona que entre mayor inclusión de harina de papa el pan puede presentar una corteza y miga más oscura y seca. Esto se debería a que la harina de papa tiene una temperatura de gelatinización de 50-60 °C, menor a la de trigo que es de 60-70 °C, lo cual hace que los gránulos de almidón de la papa empiecen a absorber el agua de la masa antes y la pieza de pan se deshidrate en menor tiempo. Por lo cual genera este tipo de corteza.

A continuación, en la siguiente Tabla 14, se comparte las fotografías de los tratamientos

Tabla 14

Color de los tratamientos

Tratamientos		
T0	T1	T2
Miga	Miga	Miga
		
Corteza	Corteza	Corteza
		

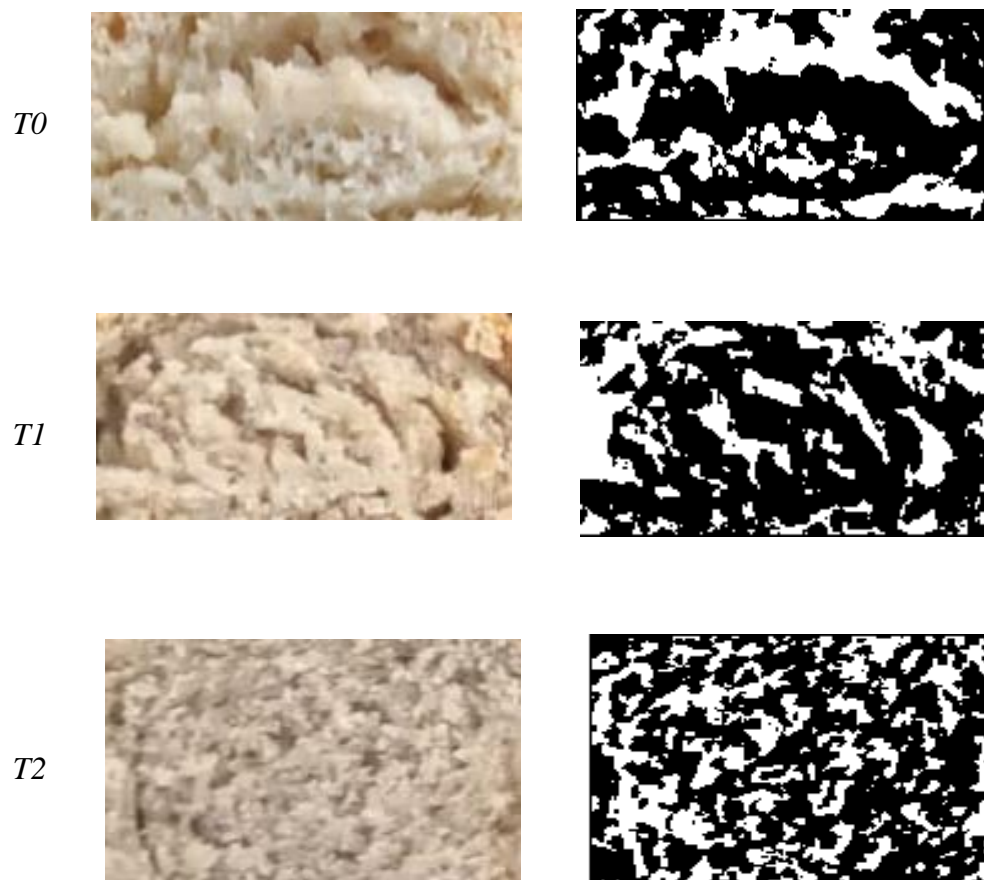
Estructura macroscópica de la miga

En la Tabla 15 se presentan las imágenes de las diferentes formulaciones de pan tipo baguete (T0, T1, T2) escaneadas contrastadas y binarizadas.

Tabla 15

Imágenes escaneadas de la miga de pan tipo baguete (T0, T1 y T2) y sus imágenes binarizadas

118 pixeles/cm



Fuente: elaboración propia

En la Tabla 15 se evidenció que la miga del tratamiento T0 es menos compacta al presentar escasez de alveolos que las otras dos migas evaluadas T1 y T2, este resultado puede suceder por la inclusión de harina de papa nativa, sin embargo, el tratamiento T2 presentó mayor cantidad de alveolos respecto a los otros tratamientos. Reportan que este comportamiento podría

ser el resultado de utilizar una harina sin contenido proteico ya que esto afectaría la formación de gluten y por lo tanto, la estructura de la miga (Coronado Salazar, 2011).

En la Tabla 16 se presentan los resultados obtenidos mediante el uso del software ImageJ para la estructura de la miga (ver anexo 3).

Tabla 16

Estructura macroscópica de la miga para los tres tratamientos

Tratamientos	Área mm²	Numero de alveolos / Cm²
T0	17.32 ^a ±5.87	37.33 ^a ±15.63
T1	17.34 ^a ±6.89	21.33 ^a ±7.94
T2	22.22 ^a ±6.06	46.67 ^a ±8.33

Fuente: elaboración propia

Nota. Valores presentados como promedio ± la desviación estándar, letras diferentes indican diferencias significativas $p < 0.05$.

En la Tabla 16, se muestra el área en mm_2 y el número de alveolos por cm_2 para cada uno de los tratamientos. Se observa que no existen diferencias significativas entre tratamientos. Con base en estos resultados, se podría inducir que la inclusión de la harina de papa no afecto el área promedio de los alveolos, tanto en la expansión o mayor porosidad en la masa (Ver anexo 3), sin embargo, es importante analizar las propiedades físicas de los tratamientos evaluados para poder correlacionar estos resultados con la inclusión de harina de papa en el producto. En el estudio Melo Gutiérrez, (2022) analiza un producto de panificación a base de queso con inclusión de harina y almidón de quinua, donde reportan que a mayor número de alveolos se asocia con una mejor textura y esponjosidad en la miga, por otro lado, en otro estudio reporta

que la inclusión de harinas alternativas como la quinua puede afectar el número de alveolos al disminuir la distribución alveolar (Huánuco, 2020).

Análisis de las propiedades físicas: peso, altura y volumen específico

El análisis del peso del pan es importante para controlar la cantidad de ingredientes utilizados y la uniformidad de los productos (Rosell, C. M., Barber, C. B., & Benedito de Barber, C., 2009).

A continuación, se presentan los demás resultados que se le realizaron a los tres tratamientos de pan tipo baguete considerando la inclusión de harina de papa nativa variedad Yana Shungo. En la Tabla 17 se presentan los resultados obtenidos peso, volumen específico y altura.

Tabla 17

Resultados de las propiedades físicas de los tratamientos

Análisis	T0	T1	T2
Peso (g)	83.37 ^a ±1.22	54.93 ^a ±1.70	86.93 ^b ±1.08
Volumen específico (cm ³ /g)	19.88 ^a ±6.63	19.25 ^a ±5.25	21.89 ^a ±6.18
Altura (cm)	2.40 ^a ±0.10	2.47 ^a ±0.06	2.83 ^b ±0.15

Fuente: elaboración propia

Valores presentados como promedio ± Desviación estándar, letras diferentes indican diferencias significativas $p < 0.05$.

Peso

En la Tabla 17 se puede observar que el peso del tratamiento T2 es significativamente mayor que el peso de los tratamientos T0 y T1 (Ver anexo 4). Esto indica que la inclusión de

harina de papa al 20% es la más similar a la muestra control. De hecho, en un estudio reportan que la inclusión de harina compuesta de papa-trigo con sustitución de 10% fue la muestra más parecida a la muestra control que la harina compuesta trigo-quinua, por otro, lado mencionan que un menor peso se puede generar por la cantidad de azúcares fermentables a partir del almidón, y esto puede ocurrir por la actividad alfa amilasas en las harinas (Rodríguez-Sandoval et al.,2012).

Volumen específico

El volumen específico del pan representa la capacidad que tiene el pan para retener gases durante la fermentación, adicional a esto es la relación entre el volumen y el peso de cada pieza de pan (Parra Pariona & Valencia Urquizo, 2017). En la Tabla 17, se observa que el tratamiento T2 presenta un volumen específico alto de $21.89\text{cm}^3/\text{g} \pm 6.18$ que el tratamiento T0, $19.88\text{cm}^3/\text{g} \pm 6.63$, sin embargo, estadísticamente no se evidencia diferencias significativas entre los tratamientos (Ver anexo 4). Estos resultados permiten concluir que la adición de harina de papa del 20% y 30%, no afecta el volumen del pan. Esto podría deberse a las propiedades estructurales y de retención de agua de las harinas tanto de papa y trigo, al no afectar en la expansión del producto durante la fermentación. Según Rodríguez, (2011) el volumen es el espacio ocupado por la pieza expresado en centímetros cúbicos, por el método de desplazamiento que presenten las semillas al ser directamente proporcional al volumen del pan. Esto significa que los tratamientos no cambiaron el espacio ocupado por la pieza de pan.

Altura

En la Tabla 17 se evidencia que los resultados presentaron una diferencia significativa para el tratamiento T2 en comparación el tratamiento T0 y el tratamiento T1 (Ver anexo 4), al presentar un incremento en la altura del pan ($2.83\text{cm} \pm 0.15$) en comparación con los otros tratamientos. Los resultados encontrados difieren de otro estudio de harina compuesta de trigo-

papa o trigo-quinua sustitución 10% y 20%, resaltando que no encontraron diferencias en la altura (Rodríguez-Sandoval et al.,2012). Según Rodríguez, (2011) la altura está relacionada con la elasticidad que es la que permite a la masa soportar la producción de CO_2 durante la fermentación.

Conclusiones

Al analizar las propiedades tecnofuncionales de las harinas de papa nativa, se observó que la variedad V1 presentó la mayor capacidad de absorción de agua, mientras que V3 mostró menor capacidad. Respecto a la capacidad de absorción de aceite la variedad V2 tuvo la mayor capacidad en comparación con las demás variedades. Respecto al poder de hinchamiento no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las diferentes variedades de papa nativa. Respecto al índice de solubilidad no hubo diferencia significativa entre las tres variedades de papa nativa analizadas. Considerando estos resultados la variedad empleada para el desarrollo del producto fue la papa reconocida como Yana Shungo.

En el estudio, se observó el parámetro luminosidad de las harinas al no presentar diferencias significativas. Respecto a la coordenada a^{**} se encontró un alto valor para la variedad V3 al presentar un tono rojizo en su color en comparación a las otras variedades. Respecto a la coordenada b^{***} se encontró que las variedades V2 y V3 presentan tonos más amarillos en su color que la variedad V1.

Al evaluar las propiedades sensoriales de la masa control y pre fermentada como operación unitaria del proceso, se encontró mayor aceptación de cada atributo evaluado para el prefermento (T0CON) al evidenciar valores marcadamente superiores, a excepción de la aceptabilidad que fue igual para los dos tratamientos. Respecto a la pregunta realizada si compraría alguno de los productos evaluados, se encontró respuesta favorable para el prefermento. Estos resultados permitieron establecer que el mejor tratamiento fue la masa pre fermentada para ser aplicado en el proceso de elaboración del producto.

Se observó en la estructura macroscópica de la miga que los alveolos del tratamiento T2 fue el más compacto respecto al T0 y T1. Sin embargo, estadísticamente, no se observaron diferencias significativas en el área promedio de los alveolos entre los diferentes tratamientos.

Se concluye que las características fisicoquímicas del producto fueron afectadas tanto peso como altura al incluir 30% de harina de papa- tratamiento T2 al encontrar diferencias significativas, respecto al volumen específico no se encontraron diferencias significativas.

Recomendaciones

Se recomienda evaluar otras inclusiones de harina de papa nativa debido a que se puede aprovechar el potencial nutricional y favorecer algunas características fisicoquímicas de los productos propuestos.

Se sugiere explorar la posibilidad de combinar la harina de papa con otras harinas alternativas con el fin de favorecer la textura y otras características fisicoquímicas de la masa.

Se insta a realizar pruebas sensoriales al producto para evaluar diferentes atributos y la aceptabilidad de los consumidores y poder determinar si la inclusión de harina de papa afecta la percepción del producto final.

Se aconseja evaluar la viabilidad económica de incluir harina de papa nativa en la producción de pan, considerando los beneficios en peso, volumen y altura.

Se propone investigar sobre la determinación de amilosa y amilopectina en harina de papa nativa ya que este análisis es crucial para comprender y mejorar las propiedades tecnológicas en la harina de papa nativa

Se sugiere realizar un análisis TPA ya que este sirve para evaluar y caracterizar la textura y la calidad del pan en términos de su dureza, elasticidad, adhesividad, cohesividad, entre otros parámetros.

Referencias Bibliográficas

- Barriga, X. (2003). *Panadería artesana, tecnología y producción*.
- Cadena, G. (2011). No siempre la comida entra por los ojos. “Papa Yana Shungo”, Tesoro desconocido para el paladar de la gastronomía ecuatoriana. *23 de septiembre del 2011*, 1(6), 4.
- Ccorisoncco Buitrón Froilán. (2021). *Evaluación de vida útil del pan elaborado con harina de trigo (*triticum aestivum*) y papa nativa (*solanum tuberosum*) envasado en bolsas de polietileno y papel kraft*. [Tesis para optar título de ingeniero agroindustrial, Universidad Nacional José María Arguedas]. Repositorio Institucional Unajma.
<https://repositorio.unajma.edu.pe/handle/20.500.14168/644>
- Cerda-Mejía, L., Cerda Mejía, V. R., Pilamala Rosales, A., Moreno Miranda, C., & Pérez Martínez, A. (2017). Proteína de harinas de maíz, cebada, quinua, trigo nacional y papa: Características y funcionalidad como sustitutos de la proteína de harina de trigo importado en la producción de pan y fideos. *Revista Amazónica. Ciencia y Tecnología*, 6(3), 201-216. <https://doi.org/10.59410/RACYT-v06n03ep02-0082>
- Chaman Illanes, Y. (2022). *Propiedades funcionales y compuestos bioactivos de la harina de papa nativa (*solanum tuberosum*)* [Tesis para optar maestría en ciencia y tecnología de alimentos, Universidad Nacional de San Antonio ABAD del Cusco]. Repositorio Institucional Unsaac. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/7449>
- Coronado Salazar, M. (2011). *Evaluación de la calidad de mejoradores comerciales en panificación* [Tesis de pregrado para optar por el título de ingeniería de alimentos, Universidad Nacional del Callao]. Repositorio Institucional Unac.

<https://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/435/T.664.S18e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Espinoza Manfugás, J. (2007). *Evaluación Sensorial de los Alimentos* (Dr. C. Raúl G. Torricella Morales). Editorial Universitaria.

Guerrero Aguayza, G. E. (2013). *Efecto del procesamiento en la disminución de compuestos anti nutricionales en once cultivares de papa (solanum tuberosum)*. [Tesis de pregrado para optar por el título de ingeniería de alimentos, Universidad Técnica De Ambato].

Repositorio Institucional Uta.

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6567/1/AL%20526.pdf>

Guevara, R. H., Álzate, G., Devaux, A., Valero, D., & Pérez, O. (s. f.). *Papas nativas colombianas como apoyo a la seguridad y soberanía alimentaria en zonas vulnerables de Boyacá, Colombia*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.

<https://cgspace.cgiar.org/server/api/core/bitstreams/24082985-1b30-4ae3-b2f2-a9b26153a661/content>

Hernández López, L. F., & Rivera Rugama, I. M. (2014). *Diseño del proceso productivo de Harina de papa* [Trabajo monografía para optar al título de Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional De Ingeniería]. <https://core.ac.uk/download/pdf/250145719.pdf>

Hurtado Gonzales, J. A. (2016). *Utilización de prefermentos en la elaboración de pan de molde blanco para extender su tiempo de vida útil* [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial y de Agro negocios, Universidad San Ignacio de Loyola].

Repositorio Institucional Usil.

<https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/ac30f493-561a-4587-acf3-511556470196>

- Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. (2018). *Tabla de composición de alimentos colombianos* (p. 147). Instituto colombiano de bienestar familiar.
https://www.icbf.gov.co/system/files/tcac_web.pdf
- Leguía Hurtado, Rosa. (2017). *Evaluación de las propiedades funcionales, rendimiento de extracción y el color del almidón de cuatro variedades de papa nativa (solanum tuberosum ssp. Andigenum)*. [Tesis doctoral para optar título de ingeniero agroindustrial, Universidad Nacional José María Arguedas]. Repositorio Institucional Unajma.
<https://repositorio.unajma.edu.pe/handle/20.500.14168/309>
- Martínez Pérez, N., Gutiérrez Ayala, J. C., Viancha Sánchez, Z., Dueñas Quintero, D. M., Ruiz Rosas, I. D., Duarte, Y., Muñoz, L., & León, D. (2021). *La papa nativa en Boyacá: Un esfuerzo de cohesión desde la cadena productiva*. Altavoz Editores.
<http://www.crepib.org.co/wp-content/uploads/2021/05/La-papa-nativa-en-Boyaca-Un-esfuerzo-de-cohesion-desde-la-cadena-productiva.pdf>
- Melo Gutiérrez, S. M. (2022). *Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales en un producto colombiano de panificación a base de queso con inclusión parcial de harina y almidón de quinua para fortalecer la cadena productiva en Cundinamarca* [Proyecto de investigación para optar título ingeniería de alimentos, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD]. Repositorio Institucional Unad.
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/51490/smgutierrezm.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Méndez, J. M., Cifuentes, O., & Miranda Castañón, R. (2020). “*Informe final evaluación de cinco mezclas de harina de papa variedad loman (solanum tuberosum l.) Y trigo (triticum aestivum l.), para elaboración de pan, en el municipio de san pedro sacatepéquez, del*

- departamento de San Marcos" (Agro cadena de la papa, p. 96). Cria Occidente.*
<https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Informes%20Finales%20IICA-CRIA%202020/7%20PAPA/Mezclasharinapan-CUSAM-R%20Miranda/Harina%20de%20papa%20CRIA%20ICTA%20Quetzaltenango.pdf>
- Noguera, L. C. (2023). *Evaluación de las propiedades fisicoquímicas en mantecadas artesanales enriquecidas con harina de quinua (Chenopodium quinoa Willd) y garbanzo (Cicer*
[Proyecto de investigación para optar título ingeniería de alimentos, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD]. Repositorio Institucional Unad.
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/55159/lcnogueram.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Parra Pariona, Y., & Valencia Urquizo, H. (2017). *"Efecto de la aplicación de agua ozonizada a diferentes concentraciones en el mejoramiento de masas de panificación y producto terminado"* [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Químico, Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa]. Repositorio Institucional Unsa.
<https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e6c3a852-ea03-4c19-9488-65987f6ab31a/content>
- Peña Carrasco, Elizabeth Fiorela. (2017). *Extracción y caracterización fisicoquímica y funcional de almidones de cinco variedades de papas nativas procedentes de ILAVE(PUNO)* [Tesis de pregrado para optar por el título de Ingeniería de Alimentos, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional lamolina.
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2655>
- Pulloquina Lasluisa, M. M. (2011). *"Estudio del efecto de glucoxidasas y alfa-amilasas en la elaboración de pan con sustitución parcial de harina de papa (solanum tuberosum)*

- nacional*” [Tesis de pregrado para optar por el título de Ingeniería de Alimentos, Universidad Técnica De Ambato]. Repositorio Institucional Uta.
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/836>
- Salazar Segura Billy. (2014). *Cadena de valor de papas nativas (solanum andigenum sp.) En la provincia de jauja, Perú* [Tesis doctoral para optar título de ingeniero agrónomo, Universidad Politécnica De Madrid Escuela Técnica Superior De Ingenieros Agrónomos]. Repositorio Institucional Upm. <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.32188>.
- Testa, G., & Pacheco-Delahaye, E. (2005). *Evaluación nutricional, física y sensorial de panes de trigo y plátano verde*. 30(5), 6.
- Vegas, R., Zavaleta, A., & Vegas, C. (2017). Effect of the pH and sodium chloride on the functional properties of flour of lupinus mutabilis “tarwi” seeds variety criolla. *Agroindustrial science*, 7(1), 49-55. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2017.01.05>
- Vera Rodríguez, D. J. (2017). *Elaboración de pan de molde sin gluten embolsado a base de harina de arroz (oryza sativa) y harina papa (solanum tuberosum) y uso de hidrocoloides* [Tesis de pregrado para optar por el título de Ingeniería de Alimentos, Universidad Nacional del Callao]. Repositorio Institucional Uta.
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/836>
- Villavicencio Vásquez, D. Z., & Zabala Villacís, J. S. (2014). “*Obtención de la Harina de Papa como Sustituto Parcial en la Elaboración de Pan Tipo Enrollado*” [Tesis de pregrado para optar por el título de Ingeniería de Alimentos, Escuela Superior Politécnica Del Litoral]. Repositorio Institucional Espol.
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/30758/1/D-98868.pdf>

Xu, X., Pan, S., Cheng, S., Zhang, B., Mu, D., Ni, P., Zhang, G., Yang, S., Li, R., Wang, J., Orjeda, G., Guzman, F., Torres, M., Lozano, R., Ponce, O., Martinez, D., De La Cruz, G., Chakrabarti, S. K., Patil, V. U., ... Visser, R. G. F. (2011). Genome sequence and analysis of the tuber crop potato. *Nature*, 475(7355), 189-195.
<https://doi.org/10.1038/NATURE10158>

Compraría la opción 445 (Pre) *

Sí

No

Opción 159 (Sin)

	Sabor	Color	Olor	Textura	Apariencia	Aceptabilidad
1. Me disgusta muchísimo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Me disgusta mucho	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Me disgusta moderadamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Me disgusta ligeramente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Ni me gusta ni me disgusta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Me gusta ligeramente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Me gusta moderadamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Me gusta mucho	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Me gusta muchísimo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Compraría la opción 159 (Sin)

Sí

No

*Muchas gracias por su participación
Feliz día...*

Enviar

Borrar formulario

Apéndice B. Resultados individuales de la evaluación sensorial

Nombre	Genero	¿Compraría T0 CON?	T0 (CON)						¿Compraría T0 SIN?	T0 (SIN)					
			Sabor	Color	Olor	Aroma	Aceptabilidad	Apariencia general		Sabor	Color	Olor	Aroma	Aceptabilidad	Apariencia general
1 Leidy Angelica Castro	F	SI	6	5	7	4	3	8	NO	6	5	4	0	3	3
2 Sergio Cruz	M	SI	9	8	7	6	5	4	NO	2	3	4	5	6	7
3 Ivan Edison Villamil Ovalle	M	SI	8	7	6	5	4	3	NO	2	3	4	5	6	1
4 Samuel Villamil	M	SI	8	7	6	5	4	3	NO	1	2	3	4	5	6
5 Ivan Castro	M	NO	8	7	6	5	4	3	NO	1	2	3	4	5	6
6 David Castro	M	NO	1	2	3	4	5	6	NO	1	2	3	4	5	6
7 Patricia Pardo	F	SI	9	8	7	6	5	4	NO	1	2	3	4	5	6
8 Eduardo Castro	M	SI	9	8	7	6	5	4	NO	1	2	3	4	5	6
9 Rosa Tellez	F	NO	7	6	5	4	3	2	NO	1	2	3	4	5	6
10 Jose Luis Pardo	M	NO	1	2	3	4	5	6	NO	1	2	3	4	5	6
11 Paola Duran	F	NO	1	2	3	4	5	6	NO	1	2	3	4	5	6
12 Gloria Avila	F	SI	9	8	7	6	5	6	SI	1	2	3	4	5	6
13 Jennifer Puada	F	NO	6	5	4	3	2	1	NO	1	2	3	4	5	6
14 Judith Pardo	F	NO	3	4	5	6	7	8	NO	7	6	5	4	3	2
15 Marisol Pardo	F	NO	1	2	3	4	5	6	NO	1	2	3	4	5	6
16 Ana Dilia Duarte	F	SI	4	5	6	7	8	9	NO	1	2	3	4	5	6
17 Ayda Jimenez	F	NO	1	2	3	4	5	6	SI	7	6	5	4	3	2
18 Blanca Moreno	F	NO	1	2	3	4	5	5	SI	9	8	7	6	5	4
19 Fideia Peña	F	SI	9	8	7	6	5	4	NO	1	2	3	4	5	6
20 Flor Duran	F	SI	8	7	6	5	4	3	NO	1	2	3	4	5	6
21 Ines Toledo	F	SI	8	7	6	5	4	3	NO	2	3	4	5	6	7
22 Ines Duran	F	SI	9	8	7	6	5	4	NO	2	3	4	5	6	7
23 Marcela Guerrero	F	SI	9	8	7	6	5	4	NO	2	3	4	5	6	7
24 Marina Arevalo	F	SI	9	8	7	6	5	4	NO	1	2	3	4	5	6
25 Martha Guerrero	F	NO	7	6	5	4	3	2	NO	6	5	4	3	2	1
26 Nancy Atrogo	F	NO	7	6	5	4	3	2	NO	1	2	3	4	5	6
27 Paola Mendieta	F	SI	2	3	4	5	6	7	SI	3	4	5	6	7	8
28 Patricia Cortez	F	SI	6	5	4	3	2	1	SI	3	4	5	6	7	8
29 Rosa Paez	F	SI	5	6	7	8	9	9	NO	1	2	3	4	5	6
30 Paola Moreno	F	NO	1	2	3	4	5	6	NO	1	2	3	4	5	6
31 Carolina Mixtajo	F	SI	2	3	4	5	6	7	NO	1	2	3	4	5	6
32 Edith Cangrejo	F	SI	2	3	4	5	6	7	NO	1	2	3	4	5	6
33 Luis Enrique Piomero	M	SI	9	8	7	6	5	4	NO	1	2	3	4	5	6
34 Maria Isabel Uribe	F	SI	8	7	6	5	4	3	NO	1	2	3	4	5	6
35 Nidia Vela	F	NO	1	2	3	4	5	6	SI	7	6	5	4	3	2
36 Majra Benavidez	F	SI	9	8	7	6	5	4	NO	1	2	3	4	5	6
37 Marly Tellez	F	SI	9	8	7	6	5	4	NO	1	2	3	4	5	6
38 Diana Lopez	F	SI	9	8	7	6	5	4	NO	1	2	3	4	5	6
39 Santiago Villamil	M	SI	9	8	7	6	5	4	NO	1	2	3	4	5	6
40 Valentina Cruz	F	NO	2	3	4	5	6	7	NO	2	3	4	5	6	7
MEDIAS			7.00	6.00	6.00	5.00	5.00	4.00		1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00

Numero de panelistas 40

FORMULACIÓN	Sabor	Color	Olor	Aroma	Aceptabilidad	Apariencia general
T0 (CON)	7.00	6.00	6.00	5.00	5.00	4.00
T0 (SIN)	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00

¿Compraría T0 CON?		¿Compraría T0 SIN?	
Sí	No	Sí	No
62.50%	37.50%	15.00%	85.00%

Apéndice B. Análisis estadístico de las características tecnofuncionales de tres variedades de harina de papa

Capacidad de absorción de agua CCA

Tabla ANOVA para CAA (%) por Variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	5606,0	2	2803,0	5,67	0,0415
Intra grupos	2968,0	6	494,667		
Total (Corr.)	8574,0	8			

El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de CAA (%) en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 5,66644, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de CAA (%) entre un nivel de Variedad y otro, con un nivel del 5% de significación. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

Pruebas de Múltiple Rangos para CAA (%) por Variedad

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
V5	3	346,667	x
V4	3	380,667	xx
V1	3	407,667	x

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
V1 - V4		27,0	55,7196
V1 - V5	*	61,0	55,7196
V4 - V5		34,0	55,7196

* indica una diferencia significativa.

El StatAdvisor

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. Se ha colocado un asterisco junto a 1 par, indicando que este par muestra diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 2 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0.

Capacidad de absorción de agua CAA

Tabla ANOVA para valor por Variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	3361,56	2	1680,78	11,70	0,0085
Intra grupos	862,0	6	143,667		
Total (Corr.)	4223,56	8			

El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de valor en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 11,6991, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de valor entre un nivel de Variedad y otro, con un nivel del 5% de significación. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

Pruebas de Múltiple Rangos para valor por Variedad

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
V1	3	224,333	X
V5	3	248,667	XX
V4	3	271,667	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
V1 - V4	*	-47,3333	30,0282
V1 - V5		-24,3333	30,0282
V4 - V5		23,0	30,0282

* indica una diferencia significativa.

El StatAdvisor

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. Se ha colocado un asterisco junto a 1 par, indicando que este par muestra diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 2 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0.

Capacidad de poder de hinchamiento PH

Tabla ANOVA para valor por Variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,570209	2	0,285104	3,76	0,0873
Intra grupos	0,454749	6	0,0757916		
Total (Corr.)	1,02496	8			

El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de valor en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 3,76169, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de valor entre un nivel de Variedad y otro, con un nivel del 5% de significación.

Pruebas de Múltiple Rangos para valor por Variedad

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
V5	3	3,93633	X
V4	3	4,332	X
V1	3	4,54367	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
V1 - V4		0,211667	0,689703
V1 - V5		0,607333	0,689703
V4 - V5		0,395667	0,689703

* indica una diferencia significativa.

El StatAdvisor

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se ha identificado un grupo homogéneo, según la alineación de las X's en columna. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0.

Solubilidad

Tabla ANOVA para valor por Variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	3769,56	2	1884,78	3,05	0,1219
Intra grupos	3707,33	6	617,889		
Total (Corr.)	7476,89	8			

El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de valor en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 3,05035, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de valor entre un nivel de Variedad y otro, con un nivel del 5% de significación.

Pruebas de Múltiple Rangos para valor por Variedad

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
V1	3	673,667	X
V4	3	689,0	X
V5	3	722,667	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
V1 - V4		-15,3333	62,274
V1 - V5		-49,0	62,274
V4 - V5		-33,6667	62,274

* indica una diferencia significativa.

El StatAdvisor

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se ha identificado un grupo homogéneo, según la alineación de las X's en columna. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0.

Prueba de color L*

Tabla ANOVA para L por Variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	143,235	2	71,6176	2,44	0,1295
Intra grupos	352,909	12	29,4091		
Total (Corr.)	496,144	14			

El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de L en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 2,43522, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de L entre un nivel de Variedad y otro, con un nivel del 5% de significación.

Pruebas de Múltiple Rangos para L por Variedad

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
V2	6	60,0398	A
V1	3	60,4622	A
V3	6	66,4805	A

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
V1 - V2		0,422342	10,2584
V1 - V3		-6,01832	10,2584
V2 - V3		-6,44066	8,37598

* indica una diferencia significativa.

El StatAdvisor

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se ha identificado un grupo homogéneo, según la alineación de las A's en columna. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de letras. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0. NOTA: los intervalos no son exactos puesto que el número de observaciones en cada nivel no es el mismo. Podría considerar usar, en su lugar, el procedimiento de Bonferroni.

Prueba de color a*

Tabla ANOVA para a por Variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	152,203	2	76,1013	16,30	0,0002
Intra grupos	70,0294	15	4,66863		
Total (Corr.)	222,232	17			

El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de a en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 16,3006, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de a entre un nivel de Variedad y otro, con un nivel del 5% de significación. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

Pruebas de Múltiple Rangos para a por Variedad

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
V1	6	3,17131	A
V2	6	4,42048	A
V3	6	9,86881	B

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
V1 - V2		-1,24917	3,25405
V1 - V3	*	-6,6975	3,25405
V2 - V3	*	-5,44833	3,25405

* indica una diferencia significativa.

El StatAdvisor

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 2 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 2 grupos homogéneos según la alineación de las letras en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de letras. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0.

Prueba de color b^*

Tabla ANOVA para b por Variedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	452,297	2	226,149	37,16	0,0000
Intra grupos	91,286	15	6,08573		
Total (Corr.)	543,583	17			

El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de b en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 37,1605, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de b entre un nivel de Variedad y otro, con un nivel del 5% de significación. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

Pruebas de Múltiple Rangos para b por Variedad

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Variedad	Casos	Media	Grupos Homogéneos
V1	6	10,4958	A
V3	6	17,1271	B
V2	6	22,7609	C

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
V1 - V2	*	-12,2652	3,71523
V1 - V3	*	-6,63129	3,71523
V2 - V3	*	5,63387	3,71523

* indica una diferencia significativa.

El StatAdvisor

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 3 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 3 grupos homogéneos según la alineación de las letras en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de letras. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0.

Apéndice C. Resultados de la estructura macroscópica de la miga y análisis estadísticos del área y número de alveolos

T0 Replica 1

Slice	Count	Total Area	Average Size	%Area	Mean
10 replica 1.PNG	23	2407	104.652	11.910	255

T0 Replica 2

Slice	Count	Total Area	Average Size	%Area	Mean
t0 replica 2.PNG	54	5078	94.037	23.553	255

T0 Replica 3

Slice	Count	Total Area	Average Size	%Area	Mean
T0 replica 3.PNG	35	3481	99.457	16.486	255

T1 Replica 1

Slice	Count	Total Area	Average Size	%Area	Mean
T1 replica 1.PNG	38	3185	83.816	22.573	255

T1 Replica 2

Slice	Count	Total Area	Average Size	%Area	Mean
T1 replica 2.PNG	26	2612	100.462	19.918	255

T1 Replica 3

A screenshot of a 'Summary' window with a menu bar (File, Edit, Font) and a table. The table has six columns: Slice, Count, Total Area, Average Size, %Area, and Mean. The data row shows 'T1 replica 3.PNG' with a count of 23, total area of 1493, average size of 64.913, %Area of 9.534, and a mean of 255.

Slice	Count	Total Area	Average Size	%Area	Mean
T1 replica 3.PNG	23	1493	64.913	9.534	255

T2 Replica 1

A screenshot of a 'Summary' window with a menu bar (File, Edit, Font) and a table. The table has six columns: Slice, Count, Total Area, Average Size, %Area, and Mean. The data row shows 'T2 replica 1.PNG' with a count of 40, total area of 2230, average size of 55.750, %Area of 15.274, and a mean of 255.

Slice	Count	Total Area	Average Size	%Area	Mean
T2 replica 1.PNG	40	2230	55.750	15.274	255

T2 Replica 2

A screenshot of a 'Summary' window with a menu bar (File, Edit, Font) and a table. The table has six columns: Slice, Count, Total Area, Average Size, %Area, and Mean. The data row shows 'T2 replica 2.PNG' with a count of 56, total area of 4862, average size of 86.821, %Area of 26.470, and a mean of 255.

Slice	Count	Total Area	Average Size	%Area	Mean
T2 replica 2.PNG	56	4862	86.821	26.470	255

T2 replica 3

A screenshot of a 'Summary' window with a menu bar (File, Edit, Font) and a table. The table has six columns: Slice, Count, Total Area, Average Size, %Area, and Mean. The data row shows 'T2 replica 3.PNG' with a count of 44, total area of 4362, average size of 99.136, %Area of 24.904, and a mean of 255.

Slice	Count	Total Area	Average Size	%Area	Mean
T2 replica 3.PNG	44	4362	99.136	24.904	255

Alveolos

Tabla ANOVA para Miga Alveolos por Tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	468,667	2	234,333	1,87	0,2343
Intra grupos	753,333	6	125,556		
Total (Corr.)	1222,0	8			

El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de Miga Alveolos en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 1,86637, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Miga Alveolos entre un nivel de Tratamientos y otro, con un nivel del 5% de significación.

Pruebas de Múltiple Rangos para Miga Alveolos por Tratamientos

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T1	3	29,0	A
T0	3	37,33333	A
T2	3	46,66667	A

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T0 - T1		8,333333	28,0718
T0 - T2		-9,333333	28,0718
T1 - T2		-17,66667	28,0718

* indica una diferencia significativa.

El StatAdvisor

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se ha identificado un grupo homogéneo, según la alineación de las A's en columna. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de letras. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0.

Área

Tabla ANOVA para Miga Area por Tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	47,7924	2	23,8962	0,60	0,5767
Intra grupos	237,288	6	39,5479		
Total (Corr.)	285,08	8			

El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de Miga Area en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 0,604234, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Miga Area entre un nivel de Tratamientos y otro, con un nivel del 5% de significación.

Pruebas de Múltiple Rangos para Miga Area por Tratamientos

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T0	3	17,3133	A
T1	3	17,3367	A
T2	3	22,2133	A

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T0 - T1		-0,0233333	15,7548
T0 - T2		-4,9	15,7548
T1 - T2		-4,87667	15,7548

* indica una diferencia significativa.

El StatAdvisor

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se ha identificado un grupo homogéneo, según la alineación de las A's en columna. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de letras. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0.

Apéndice D. Características físicoquímicas del producto de panificación

Color miga L*

Tabla ANOVA para Color L Miga por Tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	161,18	2	80,59	3,12	0,1180
Intra grupos	155,12	6	25,8533		
Total (Corr.)	316,3	8			

El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de Color L Miga en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 3,1172, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Color L Miga entre un nivel de Tratamientos y otro, con un nivel del 5% de significación.

Pruebas de Múltiple Rangos para Color L Miga por Tratamientos

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T2	3	71,2667	A
T1	3	74,7667	A
T0	3	81,4667	A

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T0 - T1		6,7	12,7383
T0 - T2		10,2	12,7383
T1 - T2		3,5	12,7383

* indica una diferencia significativa.

El StatAdvisor

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se ha identificado un grupo homogéneo, según la alineación de las A's en columna. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de letras. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0.

Color miga a*

Tabla ANOVA para Color a Miga por Tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	7,58	2	3,79	4,32	0,0687
Intra grupos	5,26	6	0,876667		
Total (Corr.)	12,84	8			

El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de Color a Miga en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 4,32319, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Color a Miga entre un nivel de Tratamientos y otro, con un nivel del 5% de significación.

Pruebas de Múltiple Rangos para Color a Miga por Tratamientos

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T0	3	2,43333	A
T2	3	3,13333	A
T1	3	4,63333	A

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T0 - T1		-2,2	2,34568
T0 - T2		-0,7	2,34568
T1 - T2		1,5	2,34568

* indica una diferencia significativa.

El StatAdvisor

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se ha identificado un grupo homogéneo, según la alineación de las A's en columna. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de letras. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0.

Color miga b*

Tabla ANOVA para Color b Miga por Tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	37,5556	2	18,7778	15,63	0,0042
Intra grupos	7,20667	6	1,20111		
Total (Corr.)	44,7622	8			

El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de Color b Miga en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 15,6337, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Color b Miga entre un nivel de Tratamientos y otro, con un nivel del 5% de significación. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

Pruebas de Múltiple Rangos para Color b Miga por Tratamientos

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T2	3	10,7	A
T0	3	13,3667	AB
T1	3	15,7	B

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T0 - T1		-2,33333	2,74564
T0 - T2		2,66667	2,74564
T1 - T2	*	5,0	2,74564

* indica una diferencia significativa.

El StatAdvisor

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. Se ha colocado un asterisco junto a 1 par, indicando que este par muestra diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 2 grupos homogéneos según la alineación de las letras en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de letras. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0.

Color corteza L*

Tabla ANOVA para Color L Corteza por Tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	49,6622	2	24,8311	0,82	0,4855
Intra grupos	182,327	6	30,3878		
Total (Corr.)	231,989	8			

El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de Color L Corteza en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 0,817141, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Color L Corteza entre un nivel de Tratamientos y otro, con un nivel del 5% de significación.

Pruebas de Múltiple Rangos para Color L Corteza por Tratamientos

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T0	3	71,1	A
T1	3	71,5667	A
T2	3	76,3	A

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T0 - T1		-0,466667	13,8102
T0 - T2		-5,2	13,8102
T1 - T2		-4,73333	13,8102

* indica una diferencia significativa.

El StatAdvisor

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se ha identificado un grupo homogéneo, según la alineación de las A's en columna. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de letras. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0.

Color corteza a*

Tabla ANOVA para Color a Corteza por Tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	15,0556	2	7,52778	6,69	0,0296
Intra grupos	6,74667	6	1,12444		
Total (Corr.)	21,8022	8			

El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de Color a Corteza en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 6,69466, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Color a Corteza entre un nivel de Tratamientos y otro, con un nivel del 5% de significación. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

Pruebas de Múltiple Rangos para Color a Corteza por Tratamientos

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T2	3	8,5	A
T0	3	10,0	AB
T1	3	11,6667	B

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T0 - T1		-1,66667	2,65657
T0 - T2		1,5	2,65657
T1 - T2	*	3,16667	2,65657

* indica una diferencia significativa.

El StatAdvisor

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. Se ha colocado un asterisco junto a 1 par, indicando que este par muestra diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 2 grupos homogéneos según la alineación de las letras en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de letras. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0.

Color corteza b*

Tabla ANOVA para Color b Corteza por Tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	22,0467	2	11,0233	0,61	0,5745
Intra grupos	108,633	6	18,1056		
Total (Corr.)	130,68	8			

El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de Color b Corteza en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 0,608837, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Color b Corteza entre un nivel de Tratamientos y otro, con un nivel del 5% de significación.

Pruebas de Múltiple Rangos para Color b Corteza por Tratamientos

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T2	3	28,9667	A
T1	3	30,8333	A
T0	3	32,8	A

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T0 - T1		1,96667	10,66
T0 - T2		3,83333	10,66
T1 - T2		1,86667	10,66

* indica una diferencia significativa.

El StatAdvisor

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se ha identificado un grupo homogéneo, según la alineación de las A's en columna. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de letras. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0.

Peso

Tabla ANOVA para Peso por Tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	34,9489	2	17,4744	9,43	0,0141
Intra grupos	11,12	6	1,85333		
Total (Corr.)	46,0689	8			

El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de Peso en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 9,42866, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Peso entre un nivel de Tratamientos y otro, con un nivel del 5% de significación. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares

Pruebas de Múltiple Rangos para Peso por Tratamientos

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T1	3	82,3333	A
T0	3	83,3667	A
T2	3	86,9333	B

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T0 - T1		1,03333	3,41058
T0 - T2	*	-3,56667	3,41058
T1 - T2	*	-4,6	3,41058

* indica una diferencia significativa.

El StatAdvisor

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 2 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 2 grupos homogéneos según la alineación de las letras en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de letras. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0.

Volumen específico

Tabla ANOVA para Volumen específico por Tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	11,4595	2	5,72973	0,16	0,8582
Intra grupos	219,195	6	36,5325		
Total (Corr.)	230,654	8			

El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de Volumen específico en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 0,15684, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Volumen específico entre un nivel de Tratamientos y otro, con un nivel del 5% de significación.

Pruebas de Múltiple Rangos para Volumen específico por Tratamientos

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T1	3	19,2433	A
T0	3	19,8767	A
T2	3	21,89	A

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T0 - T1		0,633333	15,1423
T0 - T2		-2,01333	15,1423
T1 - T2		-2,64667	15,1423

* indica una diferencia significativa.

El StatAdvisor

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se ha identificado un grupo homogéneo, según la alineación de las A's en columna. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de letras. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0.

Altura

Tabla ANOVA para Altura por Tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,326667	2	0,163333	13,36	0,0062
Intra grupos	0,0733333	6	0,0122222		
Total (Corr.)	0,4	8			

El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de Altura en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 13,3636, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Altura entre un nivel de Tratamientos y otro, con un nivel del 5% de significación. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

Pruebas de Múltiple Rangos para Altura por Tratamientos

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T0	3	2,4	A
T1	3	2,46667	A
T2	3	2,83333	B

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T0 - T1		-0,0666667	0,276966
T0 - T2	*	-0,433333	0,276966
T1 - T2	*	-0,366667	0,276966

* indica una diferencia significativa.

El StatAdvisor

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 2 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 2 grupos homogéneos según la alineación de las letras en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de letras. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0.

Apéndice E. Fotos de las variedades de papa nativa trabajadas

Variedad “Quincha”



Variedad “Alcarrosa”



Variedad “Yana shungo”



Secado de papas



Apéndice F. Fotos de producto terminado***T0******T1******T2***