

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TESIS

Efecto de la adición de cal sobre las características fisicoquímicas, valor nutricional en la mazamorra tradicional de la harina de maíz (*Zea mays* L.)

Presentado por:

Nilda Ñahuinlla Condori

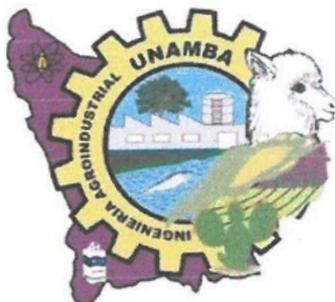
Para optar el Título de Ingeniero Agroindustrial

Abancay, Perú

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TESIS

“EFECTO DE LA ADICIÓN DE CAL SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS
FISICOQUÍMICAS, VALOR NUTRICIONAL EN LA MAZAMORRA
TRADICIONAL DE LA HARINA DE MAÍZ (*Zea mays* L.)”

Presentado por **Nilda Ñahuinlla Condori**, para optar el Título de
Ingeniero Agroindustrial

Presentado

Sustentado y aprobado el 11 de mayo del 2023 ante el jurado evaluador:

Presidente:



Dra. Cándida López Loayza

Primer Miembro:



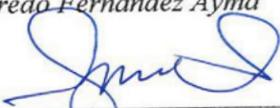
Dr. Joffre Huamán Núñez

Segundo Miembro:



Mg. Alfredo Fernández Ayma

Asesor:



Ph D. Fulgencio Vilcanqui Pérez

Co - Asesor:



M.Sc. Víctor Hugo Sarmiento Casavilca

Agradecimientos

Agradezco a Dios por permitirme cumplir mis objetivos en mi vida. De igual manera a la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac por acogerme durante mi formación profesional.

Así mismo agradezco infinitamente a mis padres y hermanos y mis sobrinos, gracias por su apoyo incondicional, por su amor y sus consejos para seguir cumpliendo mis metas.

Así mismo, muy particularmente agradezco a mi asesor al ph.D Fulgencio Vilcanqui Pérez por su tiempo, su paciencia y sus conocimientos en la asesoría del presente trabajo. De igual al modo agradezco al M.Sc. Víctor Hugo Sarmiento Casavilca, por brindar su experiencia y conocimientos en la asesoría del presente trabajo.

También agradezco a mi hermosa universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac así mismo, agradezco a los docentes de mi Facultad de Ingeniería Agroindustrial por haberme brindado sus conocimientos durante mi formación profesional y que con mucho orgullo y respeto representare.

Gracias por todo.



Dedicatoria

Dedico este trabajo con mucho amor a mi papa Fidel Ñahuinlla Cuipa a mi Madre Angelica Condori Huamani y mis hermanos Giroma, Atilio y Alicia gracias por su apoyo incondicional, por su amor y sus consejos para poder cumplir mis objetivos, sobre todo por darme una profesión.

A mis queridos sobrinos, y por ser mi motivo, orgullo y esperanza.

Se lo dedico a mi ángel que desde el cielo siempre se que guía mis pasos, recordar que un día anhelamos a cumplir



“Efecto de la adición de la cal sobre las características fisicoquímicas y valor nutricional en la mazamorra tradicional de la harina de maíz (*Zea mays* L.)”

Línea de investigación: Caracterización, desarrollo de procesos e innovación en la agroindustria

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ÍNDICE

	Pág.
ÍNDICE	I
INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN	2
ABSTRACT	3
CAPÍTULO I	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1. Descripción del problema	4
1.2. Enunciado del problema	5
1.2.1 Problema general	5
1.2.2 Problemas específicos.....	5
1.3. Justificación de la investigación	6
CAPÍTULO II	7
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	7
2.1 Objetivos de la investigación.....	7
2.1.1 Objetivo general	7
2.1.2 Objetivos específicos	7
2.2 Hipótesis de la investigación	7
2.2.1 Hipótesis general	7
2.2.2 Hipótesis específica	7
2.3 Operacionalización de variables	8
2.3.1 Variables fijas	8
2.3.2 Variables de respuesta	8
CAPÍTULO III	10
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	10
3.1 Antecedentes.....	10
3.2 Marco teórico.....	11
3.2.1 Generalidades del maíz.....	11
3.2.2 Variedades del maíz.....	11
3.2.3 Valor nutricional del maíz	12

3.2.4	Cal.....	14
3.2.5	Obtención de la cal	14
3.2.6	Usos de cal en la agroindustria	14
3.2.7	La mazamorra tradicional	15
3.2.8	Fuentes de calcio en diferentes productos	15
3.2.9	Cantidad recomendada de ingesta de calcio	16
3.2.10	Viscosidad	17
3.2.11	Clasificación de comportamiento de fluido.....	17
3.3	Marco conceptual	20
3.3.1	Viscosidad aparente	20
3.3.2	Capacidad de absorción de agua (CAA).....	20
3.3.3	Sinéresis.....	20
3.3.4	Cal.....	20
3.3.5	Calcio.....	21
CAPÍTULO IV.		22
METODOLOGÍA		22
4.1	Tipo y nivel de investigación.....	22
4.2	Diseño de investigación	22
4.3	Población y muestra.....	22
4.4	Procedimiento	22
4.4.1	Proceso de obtención de cal.....	22
4.4.2	Procesos de obtención de la harina de maíz	23
4.4.3	Proceso de elaboración de mazamorra	24
4.5	Técnicas e instrumento	26
4.5.1	Análisis proximal.....	26
4.5.2	Contenido de calcio	26
4.5.3	Capacidad de absorción de agua.....	26
4.5.4	pH de la solución	26
4.5.5	Viscosidad	27



4.5.6	Sinéresis.....	27
4.5.7	Evaluación de las características sensoriales de la mazamorra de maíz.....	27
4.6	Técnicas estadísticas.....	28
4.7	Análisis estadístico	28
CAPÍTULO V.....		29
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....		29
5.1	Análisis de los resultados	29
5.1.1	Características fisicoquímicas	29
5.1.2	Viscosidad aparente	30
5.1.3	Valor nutricional (análisis proximal y contenido de calcio).....	32
5.1.4	Características sensoriales de la mazamorra de maíz.....	34
5.2	Discusión	36
5.2.1	Características fisicoquímicas de la mazamorra de maíz con la adición de cal .	36
5.2.2	Análisis proximal y contenido de calcio en la mazamorra de maíz	38
5.2.3	Análisis sensorial en la mazamorra de harina de maiz.....	40
CAPÍTULO VI.....		41
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		41
6.1	Conclusiones.....	41
6.2	Recomendaciones	42
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		44
ANEXOS.....		49



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 — Operacionalización de variables	9
Tabla 2 — Composición proximal y contenido de calcio por cada 100 g.....	133
Tabla 3 — Fuentes de calcio en alimentos	16
Tabla 4 — Cantidad recomendada de calcio por edades	17
Tabla 5 — Formulación de la mazamorra de maíz.....	24
Tabla 6 — Características fisicoquímicas de la mazamorra con diferentes niveles de adición de la cal	29
Tabla 7 — Parametros y ecuación reológica de la mazamorra de maíz con adición de la cal.....	31
Tabla 8— Composición proximal de mazamorra de maíz preparado con la inclusión de diferentes niveles de cal.....	33



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 — Esfuerzo cortante versus velocidad de deformación	19
Figura 2 — Diagrama de flujo de obtención de cal	23
Figura 3 — Diagrama de flujo de elaboración de la mazamorra de maíz con adición de cal.....	25
Figura 4 — Curva de comportamiento reológico en función al esfuerzo de corte	31
Figura 5 — Tendencia de la viscosidad de la mazamorra con diferentes niveles de adición de la cal.....	32
Figura 6 — Contenido de calcio en la mazamorra de harina de maiz en función a diferentes concentraciones de cal	34
Figura 7 — Características sensoriales de la mazamorra de harina de maíz a diferentes niveles de adición de cal.....	35
Figura 8 — Pesado de tubos conicos vacios y con muestra	50
Figura 9 — Proceso de centrifugación para el analisis de absorción de agua y peso del tubo con muestra menos el sobrenadante.....	50
Figura 10 — Peso de la placa vacio y con muestra	511
Figura 11— Muestras secadas en la estufa por 100 °C en 20 h.....	511
Figura 12 — Peso de la placa mas la muestra seco	522
Figura 13 — Centrifugación de muestra a 5000 rpm y posterior se peso el sobrenadante.....	522
Figura 14 — Peso de la muestra menos el sobrenadante.....	533
Figura 15 — Viscosidad de la muestra patrón.....	533
Figura 16 — Viscosidad de la Muetra con formulacion 0.2 %	533
Figura 17 — Viscosidad de la muestra con 0.4 %	544
Figura 18 — Viscosidad de la muestra con 0.6 %	544
Figura 19 — Viscosidad de la muestra con 0.8 %	54
Figura 20 — Muestras de mazamorra para su evaluación sensorial.....	555
Figura 21 — Muestras para su analisis sensorial.....	555
Figura 22 — Evaluación sensorial.....	566
Figura 23 — Fotografías mostrando la presentación de la evaluacion de los panelistas.....	56
Figura 24 — Muestra de mazamorra deshidratada para su determinación de analisis proximal.....	57
7	
Figura 25 — Fotografias de las harinas obtenidas de la mazamorra deshidratada.....	577



INTRODUCCIÓN

Maíz (*Zea mays* L.) es un cereal básico en la alimentación de los grandes sectores de la población urbana y rural países de centro y Norte América, así mismo es una fuente muy primordial en la energía de nuestra dieta. El grano de maíz se consume principalmente por su contenido de carbohidrato, son procesados en maíz tostada alimento y transformando el maíz crudo por cocción alcalina en un grano cocido (Acuquaac, 2007).

El efecto de la adición de cal en la mazamorra de la harina de maíz (*Zea mays* L.) sobre sus características fisicoquímicas y su valor nutricional. El tratamiento de cal es una técnica ancestral por los antiguos muy importantes debido que aumenta el valor nutrimental del maíz, principalmente por tener el aporte del calcio de cal. La influencia de hidróxido de calcio de 0 y 0.5% en una solución de agua, en relación a la masa de maíz sometido a un tratamiento alcalino, determina el principal componente por absorción atómica, donde se demuestra que a medida que el tiempo de cocción sea mayor, el almidón de maíz absorbe la concentración de calcio. Así mismo analiza que a medida que aumenta el tiempo de cocción el pH presenta entre 10 y 8 lo cual se ajusta a una solución básica (Coral, 2010).

La preparación tradicional de la mazamorra de harina de maíz, con la adición de la cal ha tenido poca importancia en la región Apurímac y en la sierra peruana debido al desconocimiento de la información respecto a las formulaciones (proporción de agua: cal), la forma de preparación y de su valor nutricional (contenido de Ca, composición proximal), el efecto sobre las características de capacidad de absorción agua y la calidad sensorial que presentan este producto. La mazamorra tradicional preparada a partir de la harina maíz, consiste en formar una mezcla homogénea de la harina de maíz cruda con la adición de cal, en agua a temperatura ambiente, luego se procede a la cocción por un tiempo mínimo de veinte minutos. La mazamorra presenta una mezcla homogénea y a la vez una buena consistencia. Sin embargo, no se sabe cuál es el efecto de la adición de cal en diferentes formulaciones y el contenido de calcio.

Es por ello que el objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de adición de cal en la formulación de mazamorra de harina de maíz (*Zea mays* L.) sobre sus características fisicoquímicas, valores nutricionales y aceptabilidad de la mazamorra tradicional.

RESUMEN

Los objetivos del presente trabajo de investigación fueron evaluar el efecto de la adición de cal sobre las características fisicoquímicas, sensorial y el valor nutricional de la mazamorra de harina de maíz (*Zea mays* L.)". Para la elaboración de este producto, se formularon cinco tratamientos con adición de 0, 0.20, 0.40, 0.60 y 0.80 g de cal denominado como $\text{Ca}(\text{OH})_2$ sobre una base constante de 25 g de harina de maíz, 22.50 g de azúcar y 500 ml de agua. Se realizaron el análisis fisicoquímico (pH de la solución y la mazamorra, capacidad de absorción de agua (CAA), sinéresis y la viscosidad), análisis proximal (métodos AOAC) y análisis sensorial del producto con 25 panelistas, utilizando un diseño completamente aleatorizado (DCA). La adición progresiva de cal incrementa los valores del pH de la mazamorra desde 7.19 (sin cal) hasta 10.49, 11.03, 11.41 y 11.61 respectivamente al igual que la CAA; en cambio, la sinéresis del producto disminuye. Por otro lado, la viscosidad de la mazamorra presenta un fluido no newtoniano de tipo plástico real, observándose un incremento en la viscosidad (desde 16.46 hasta 22.43 cP). En la composición proximal de la mazamorra, hubo un incremento significativo en el contenido de ceniza y calcio, siendo en este último de 30, 47, 400, 630 y 683 mg/100 g (b.s.) para las formulaciones con 0, 0.20, 0.40, 0.60 y 0.80 g de cal respectivamente. Los productos con la adición de 0 y 0.20 g de cal/100 g, tuvo mejor preferencia en los atributos de sabor, olor y aceptabilidad global. La adición de cal en la formulación de la mazamorra de maíz, tienen efectos sobre las características fisicoquímicas principalmente en la viscosidad; además, mejora el contenido de calcio y formulaciones con 0 y 0.20 g de cal/100 g presentan la mejor aceptabilidad global.

Palabras clave: cal, calcio, harina de maíz, mazamorra, viscosidad.

ABSTRACT

The objectives of this research work were to evaluate the effect of the addition of lime on the physicochemical, sensory and nutritional value of maize flour porridge (*Zea mays L.*)". For the elaboration of this product, 5 treatments were formulated with the addition of 0, 0.20, 0.40, 0.60 and 0.80 g of lime ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) on a constant base of 25 g of corn flour, 22.50 g of sugar and 500 ml of water. Physicochemical analysis (pH of the solution and porridge, water absorption capacity (CAA), syneresis and viscosity), proximal analysis (AOAC methods) and sensory analysis of the product were carried out with 25 panelists. The progressive addition of lime increases the pH values of the mazamorra from 7.19 (without lime) to 10.49, 11.03, 11.41 and 11.61 respectively, the same as the CAA; instead, the syneresis of the product decreases. On the other hand, the viscosity of the porridge presents a non-Newtonian fluid of a real plastic type, observing an increase in viscosity (from 16.46 to 22.43 cP). In the proximal composition of the mazamorra, there was a significant increase in the content of ash and calcium, being in the latter 30, 47, 400, 630 and 683 mg/100 g (b.s.) for the formulations with 0, 0.20, 0.40, 0.60 and 0.80 g of lime respectively. The products with the addition of 0 and 0.20 g of lime/100 g, had a better preference in the attributes of taste, smell and overall acceptability. The addition of lime in the mazamorra formulation has effects on the physicochemical characteristics, mainly on viscosity; In addition, it improves the calcium content, however, formulations with 0 and 0.20 g of lime/100 g present the best overall acceptability.

Key words: *lime, calcium, flour corn, porridge, viscosity.*

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

La ingesta recomendada de calcio para la población durante la infancia es de 800 mg/ día (niños), para la población de adolescentes es de 1300 mg/día y para la población adulta de 1100 mg/día (Rodríguez, 2010). Sin embargo, el déficit en el consumo de este micronutriente es un problema mundial, nacional y local. Por ejemplo, en el 2006 el promedio de consumo de calcio en la población adultas de Australia y Nueva Zelanda fue de 850 mg/día y en el año 2001 en la población adulta de España fue de 991 mg/día. En el Perú, para el año 2006, el reporte de consumo de calcio fue por debajo de lo recomendado, siendo así, el 90% de la población consumía 150 mg/día o menos. Este problema se acentúa en la sierra rural del Perú, donde el consumo promedio alcanza solamente el 78.58 mg/día, en la sierra urbana 21.07 mg/día y el en la costa con 18.07 mg/día (Burgos *et al.* 2020).

Existen diversas causas relacionadas al déficit en el consumo de calcio, entre ellos el desconocimiento de alimento vegetales con contenidos importantes de este mineral, tales como la espinaca, albaca, acelgas y brócoli, legumbres (frijoles y lentejas) y otras fuentes; de igual forma los alimentos de origen animal como los productos lácteos (Burgos *et al.* 2020). Por otro lado, se han dejado de lado las costumbres tradicionales ancestrales tales como la preparación de alimentos con la incorporación de cal como fuente de calcio en ciertos alimentos preparados, tales como mazamoras, tamales, humitas, el tratamiento de maíz por nixtamalización; técnicas que permiten elevar el contenido de calcio en los alimentos. El déficit del consumo de calcio, tiene consecuencias negativas en el futuro, por ejemplo, la osteoporosis o disminución de la densidad mineral ósea; además, se relaciona con otras patologías tales como el cáncer, la hipertensión arterial, disfunciones neuromusculares y las enfermedades cardiovasculares (Peterlink *et al.* 2013).

La preparación tradicional de la mazamorra de maíz molido con la adición de cal ha tenido poca importancia en la región Apurímac y en la sierra peruana debido al desconocimiento de la información respecto a las formulaciones (proporción de agua: cal), la forma de preparación y de su valor nutricional (contenido de calcio, composición proximal), el efecto sobre las características de interacción con el agua y la calidad sensorial que presentan este producto.

1.2. Enunciado del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál será el efecto de adición de cal sobre las características fisicoquímicas y valor nutricional en la mazamorra tradicional de harina de maíz (*Zea mays* L.)?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál será el efecto de la adición de diferentes niveles de cal sobre las características fisicoquímicas (interacción con el agua, pH, capacidad de absorción de agua, sinéresis y viscosidad) de la mazamorra de harina de maíz (*Zea mays* L.)?
- ¿Cuál será el valor nutricional (análisis proximal y el contenido de calcio) de la mazamorra de harina de maíz (*Zea mays* L.) preparada con adición de diferentes niveles de cal?
- ¿Qué características sensoriales tendrá la mazamorra de harina de maíz (*Zea mays* L.) preparada con adición de diferentes niveles de cal?

1.3. Justificación de la investigación

El propósito de este trabajo en investigación es evaluar su efecto en el contenido de calcio en la formulación de mazamorra de maíz molida con adición de cal en diferentes niveles. La cal, cuya fórmula química es $\text{Ca}(\text{OH})_2$, se trata de un producto utilizado como aditivo en la elaboración de alimentos para la nixtamalización y la elaboración de tortillas, papillas finas, sémolas de maíz y otros. La adición de cal, regula el pH, inhibe al microorganismo tales como los hongos o levaduras y lo más importantes es la mejora de la calidad nutricional del producto tal como el contenido de calcio y en el aspecto sensorial mejora la consistencia, el sabor y el color (Brenda, 2014)

Por otro lado, se ha demostrado que el efecto en la cocción con cal aumenta la biodisponibilidad de calcio en productos derivados, esto con efectos favorables para la salud de las personas. En la región Apurímac, existe la tradición ancestral de la preparación platos como la mazamorra de maíz con la incorporación de cal, a fin de mejorar las características sensoriales de sabor, el color y otros aspectos; sobre todo el incremento en el contenido de calcio.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos de la investigación

2.1.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de adición de cal sobre las características fisicoquímicas y valor nutricional en la mazamorra tradicional de harina de maíz (*Zea mays* L.) sobre sus características del producto y aceptabilidad.

2.1.2 Objetivos específicos

- Analizar el efecto de la adición de diferentes niveles de la cal sobre las características fisicoquímicas (interacción con el agua, pH, capacidad de absorción de agua, sinéresis y viscosidad) de la mazamorra de harina de maíz (*Zea mays* L.)
- Determinar el valor nutricional (análisis proximal y contenido de calcio) de mazamorra de harina de maíz (*Zea mays* L.) preparada con diferentes niveles de adición de la cal.
- Evaluar las características sensoriales de la mazamorra de harina de maíz (*Zea mays* L.) preparada con la adición de diferentes niveles de cal.

2.2 Hipótesis de la investigación

2.2.1 Hipótesis general

La inclusión de cal en la formulación de la mazamorra de harina de maíz (*Zea mays* L.) mejora las características fisicoquímicas e incrementa el valor nutricional.

2.2.2 Hipótesis específica

- La incorporación de cal en la formulación de mazamorra de harina de maíz (*Zea mays* L.) tiene efectos sobre las características fisicoquímicas (interacción con el agua y el pH).
- La inclusión de cal en la preparación de mazamorra de harina de maíz (*Zea mays* L.) incrementa el valor nutricional (análisis proximal, y contenido de Ca) del producto.

- La inclusión de diferentes niveles de cal en la formulación de mazamorra de harina de maíz (*Zea mays* L.) influye en la característica sensoriales del producto.

2.3 Operacionalización de variables

2.3.1 Variables fijas

Niveles de adición de cal (0, 0.20, 0.40, 0.60 y 0.80 g/100g) en formulación de mazamorra de harina de maíz (*Zea mays* L.).

2.3.2 Variables de respuesta

- Características fisicoquímicas de la mazamorra de harina de maíz: pH, capacidad de absorción de agua, viscosidad y sinéresis.
- Valores nutricionales de la mazamorra: composición proximal (proteína, humedad, grasa, ceniza, fibra cruda, carbohidratos) y contenido de calcio.
- Características sensoriales de la mazamorra de harina de maíz: color, sabor, olor, textura y aceptabilidad global.

Tabla 1 — Operacionalización de variables

Variable	Indicador	Índice
Variable independiente		
Niveles de cal en la mazamorra	Niveles de la inclusión de Cal (0.20, 0.40, 0.60 y 0.80 g/100g)	g/100 g
Variables dependientes		
Características fisicoquímicas de la mazamorra	<ul style="list-style-type: none"> • pH del producto • Capacidad de absorción de agua • Viscosidad/viscosidad aparente • Sinéresis 	Adimensional g H ₂ O/g.m.s. cP (centipoise) %
Valor Nutricional	<ul style="list-style-type: none"> • Humedad • Proteína • Grasa • Ceniza • Fibra cruda • Carbohidratos • Calcio 	g/100 g g/100 g g/100 g g/100 g g/100 g g/100 g mg/100 g
Características sensoriales	<ul style="list-style-type: none"> • Olor • Color • Sabor • Textura • Aceptabilidad global 	Escala hedónica

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes

- a) **Castillo (2009)**, en el trabajo de investigación denominado “El efecto de la concentración de hidróxido de calcio y tiempo de cocción del grano de maíz (*Zea mays* L.) nixtamalizado, sobre las características fisicoquímicas y reología del nixtamal”, se identificó que el aumento de hidróxido de calcio y mayor tiempo de cocción de los granos de maíz, el grado de gelatinización incrementa significativamente. El maíz nixtamalizado con 2 g/100 g de hidróxido de calcio (cal) a una cocción de 60 °C incrementó significativamente la absorción de Ca de 0.152 g/100 g hasta 500 g/100 g de calcio. Por otro lado, señala que la viscosidad aparente en el maíz nixtamalizado disminuye a temperaturas altas; además, la capacidad de retención de agua tuvo una disminución con el incremento de la temperatura

- b) **Choquehuayta (2017)**, en el trabajo de investigación denominado “Evaluación de la calidad de la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) para su elaboración de la mazamorra”, tuvo como objetivo evaluar sus propiedades reológicas de la mazamorra y sus características físicas. Para ello, realizaron formulaciones de 5, 15 y 25 % de harina de quinua de cinco variedades con la adición de 0.07 % de cal y 0.02 % de sal yodada. Además, en la segunda etapa, evaluaron las características físicas, contenido de amilosa, amilopectina y sus propiedades reológicas de almidones extraídos. La mazamorra formulada con 25 % de quinua y sometido a una cocción por 11.04 min, la temperatura de empaste estuvo en el rango de 67.5 a 69.5 °C y tuvo una viscosidad pico en el rango de 70271.00 a 142383.70 cP; a su vez, la viscosidad de la mazamorra tuvo diferencias significativas entre los tratamientos.

- c) **Lobato (2015)**, en el trabajo de investigación estudiado “Efecto de la concentración de cal sobre las propiedades de dispersión de almidón del maíz gelatinizado”, siendo el objetivo efectuar la cocción del almidón de maíz con la

adición de cal a diferentes concentraciones de cal (0.00 %, 0.05 %, 0.10 %, 0.15 %, 0.20 %, 0.25 %, 0.30 %, 0.35 %, 0.40 %) y medir las propiedades morfológicas, granulométricas, de cristalinidad, reológicas y eléctricas. Los resultados reportaron que los cambios más significativos en la viscosidad se presentaron en concentraciones de 0.20 a 0.25 % de cal, es decir valores altos de la viscosidad, y concentraciones superiores, hubo una reducción en este parámetro. Por otro lado, en función al esfuerzo de corte identificaron un comportamiento no newtoniano de tipo pseudoplástico y en función al tiempo de tipo tixotrópico.

- d) **Brenda (2014)**, En el trabajo de investigación denominado “Efecto del tiempo de maceración y la concentración de hidróxido de calcio en la absorción de agua y el perfil de pegajosidad de la sémola de maíz” tuvo como objetivo evaluar el efecto de remojo de sémola de maíz a temperatura ambiente en una solución con y sin adición de hidróxido de calcio sobre las propiedades de hidratación y pastosidad. Se identificó la sémola de maíz macerada sin hidróxido de calcio obtuvo menor absorción de agua con un valor de 35 g /100 g, con 1 g de Ca(OH)_2 /100 g presento un valor de 38 g /100 g, finalmente con 2 g de Ca(OH)_2 /100 g tuvo 40 g/100 g. La viscosidad en maíz macerada en 16 h en 2 g de Ca(OH)_2 /100 g es de 25 cP, a las 5 h de maceración presenta 18 cP, lo cual señalo que hubo una disminución de viscosidad.

3.2 Marco teórico

3.2.1 Generalidades del maíz

El grano de maíz (*Zea mays* L.) se originó por primera vez en el continente americano. Es un alimento muy importante debido a que contribuye la principal fuente de la dieta en diferentes áreas. Actualmente es un cereal con mayor volumen de producción a nivel mundial superado a los diferentes cereales como como al arroz y el trigo (Madrid, 2013).

3.2.2 Variedades del maíz

La clasificación del maíz se analizó según la estructura del endospermo y consideró siete tipos (Sturtevant, 1899), aún vigentes en la actualidad:

- **Maíz tunicado:** (*Zea mays tunicata St.*), es denominado como el más originario, a su vez se caracteriza por presentar los granos envueltos en sus propias hojas que nace del pedúnculo.
- **Maíz reventón:** (*Zea mays everta St.*), son granos que se caracteriza por su endospermo duro y forma pequeño. Tiene la capacidad de reventar cuando se somete a temperaturas altas.
- **Maíz cristalino:** (*Zea mays indurata St.*), este tipo de grano presenta el endospermo duro y se caracteriza por ser brillante.
- **Maíz amiláceo:** (*Zea mays amylacea St.*), son granos que presentan endospermo suave y amiláceo, es admirado por su gran tamaño y de mejor rendimiento. Se conoce como el maíz Blanco Gigante del Cuzco.
- **Maíz dentado:** (*Zea mays indentata*), tiene la forma característica de diente, son granos con endospermo suave coronadas en la parte superior del almidón, a medida que madura los granos de maíz genera una mayor depresión, debido a la hidratación.
- **Maíz dulce:** (*Zea mays saccharata St.*), esta variedad de maíz se caracteriza por su contenido de azúcar en el almidón, con un aspecto translucido y presenta completamente arrugado en su estado de madurez.
- **Maíz ceroso:** (*Zea mays ceratina Kul.*), este grano se caracteriza por ser rico en carbohidratos y el almidón tiene el contenido de amilopectina, su harina al mezclar con agua origina geles gomosa similar a la de la yuca.

3.2.3 Valor nutricional del maíz

El valor nutricional del maíz y sus derivados, se presentan en la Tabla 2.

a) Proteína

El contenido de proteína de la harina de maíz es de 8.70 g/100 g, en el subproducto de maíz maicena tiene una diferencia por tener un valor mínimo de 0.26 g. Así mismo algunos autores han demostrado que la cal es importante en incremento de la bioutilización de niacina (Kodicek, 1959).

Tabla 2 — Composición proximal y contenido de calcio por cada 100 g

Alimento	Energía (kcal)	Agua (g)	Proteínas (g)	Grasa (g)	Carbohidrato (g)	Fibra (g)	Cenizas (g)	Calcio (mg)
Harina de maíz	325	11.90	8.70	6.50	71.20	3.90	1.70	64.00
Maíz maicena	363	8.30	0.26	0.10	91.30	0.00	0.10	2.00
Maíz blanco	349	12.60	5.90	2.10	78.30	2.30	1.10	5.00

Extraído de la Tablas peruanas de composición de alimentos (Reyes *et al.* 2017)

b) Carbohidratos

Los carbohidratos en el maíz maicena tiene un valor alto de 91.30 g/100 g. Por otro lado, es considerable la energía de 55-60 % para provenir de los carbohidratos, para lo cual es importante el consumo de los cereales ya que estos alimentos están considerados con 70 % de peso seco, y mejor por las reservas de glucógeno presentes en el cuerpo (Colindres, 2014).

c) Grasa

La concentración de grasa en la harina de maíz es de 6.50 g/100 g a diferencia de maíz maicena tiene un valor mínimo de 0.10 g/100 g. Los granos de maíz contienen 4.41 g/100 g de grasa a diferencia de los alimentos fortificados con la cal presenta 2.67 g/100 g, lo cual tiene una variación en cantidades mínimas en su valor nutricional (Pappa *et al.* 2010).

d) Fibra

En cuanto a su contenido de fibra, en la harina de maíz presenta un valor de 3.90 g/100 g y en el maíz blanco es de 2.30 g/100 g. La fibra es un principal componente en la dieta se dividen en solubles e insoluble ambas tienen la capacidad de limpiar el sistema digestivo, de tal manera previene la diabetes (Coriazaca, 2019). La fibra cruda se basa en el tratamiento secuencial con ácidos y álcalis a condiciones estandarizadas donde disuelve gran parte de la hemicelulosa y lignina, en determinadas cantidades de celulosa como también la fibra soluble. Las características de la fibra cruda son diferentes con el valor de la fibra dietaría (FD) en los alimentos. Los estudios realizados en alimentos llevado a un tratamiento alcalino presentan 2.50 g/100 g de fibra (Pappa *et al.* 2010).

e) Calcio

El calcio en la harina de maíz se encuentra un 64.00 mg/100 g. Los alimentos con incorporación de cal, presentan un alto contenido en los minerales como Ca, Mg, Fe y Zn, alrededor de 71 % (Pappa *et al.* 2010). El calcio elemental adicional en tortillas y otros productos nixtamalizados proviene de la adición de cal (en forma de CaO o Ca(OH)₂) durante el proceso de nixtamalización. (Galván, 2007).

3.2.4 Cal

La cal es uno de los ingredientes utilizados para el proceso de nixtamalización del maíz, la misma que contribuye en el incremento de calcio y una mejor asimilación de nutrientes en la tortilla (Dugla, 2021). Este producto juega un papel importante en la industria (Oate,200).

3.2.5 Obtención de la cal

La piedra caliza natural se tritura en piedras de varios centímetros y se somete a un proceso de calcinación proporcionando calor a temperatura nuperior a 9008 °C temperaturas que produce óxido de calcio (cal) y dióxido de carbono. (Wang *et al.* 2007). Durante el proceso de obtención de cal, las piedras se deben selección y hacer la limpieza cuidadosamente y pasa a la etapa de calcinación a 1000°C; para este proceso se utiliza gas natural como combustible, el cual no deja ningún tipo de residuos tóxicos en el producto. Cuando la cal sale del horno se le denomina “cal viva” y se encuentra estéril y libre de agentes patógenos. Luego se hidrata con agua potable para convertir en “cal apagada”. Una vez enfriado, termina con el envasado del producto final (Dugla, 2021).

3.2.6 Usos de cal en la agroindustria

La cal es utilizada en nuevas tecnologías y como en los procesos de producción de la industria (Palacios, 2021).

a) En la industria química

Se utiliza en proceso de producción de jabón, en la fabricación del caucho, industria petrolífera, industria del papel y a su vez es aprovechado en los productos cosméticos.

b) En la industria alimenticia



La cal se utiliza como aditivo esencial en la elaboración de azúcar, cerveza, y gelatinas. Además, se hace uso en el tratamiento del trigo y del maíz como la nixtamalización para procesar tortillas y tamales mexicanas. Ayuda en la conservación de alimentos a largo plazo, retardando la proliferación de microorganismos patógenos (Palacios, 2021). El uso de cal en el proceso de nixtamalización aumenta el valor de pH de 7 a 12, lo que permite la eliminación del pericarpio y aumenta el contenido de calcio del producto final (Gálvez 2007).

c) En la industria agrícola

La aplicación de cal en esta industria es mayor, tales como fertilizante, compost en abonos orgánicos, tratamientos fitosanitarios, biocida para las plantas y alimentación animal.

3.2.7 La mazamorra tradicional

Es un producto procesado considerado en la gastronomía como un postre consumido en diferentes países latinoamericanos. Esta denominación proviene de la culinaria española, se toma en cuenta en varias tradiciones y costumbres del arte de las culturas indígenas precolombinas en las regiones donde se consume. La mazamorra es preparada de diferentes maneras y con distintos ingredientes o aditivos, dependiendo del país o región en el que se consume (Arteaga, 2015).

3.2.8 Fuentes de calcio en diferentes productos

La mejor fuente de calcio son los alimentos lácteos, asimismo, en los alimentos con la adición de cal en productos nixtamalizados relacionados como tortillas, botana, tamales y snack, han contribuido la ingesta de calcio a la población de los países en vías de desarrollo, como México y América Central (Galván, 2007).

En los estudios realizados, los productos más reconocidos que aportan los nutrientes como el calcio son los productos lácteos tales como la leche y el queso (Tabla 3). Así mismo, los cereales tienen un menor contenido de calcio y su biodisponibilidad (Burgos *et al.* 2020).



Tabla 3 — Fuentes de calcio en alimentos por 100 g (b.h.)

Alimentos	Contenido de calcio (mg)
Leche	151.84
Queso	611.11
Yogurt	120.80
Helado de crema	120.00
Comida con ¼ taza leche	162.16
Lentejas frijoles	68.00
Maíz grano fresco	8.00
Maíz mote	14.00
Quinua	56.00
Trigo	36.00

Extraído de la tabla de contenido de calcio de los alimentos (Burgos *et al.* 2020).

3.2.9 Cantidad recomendada de ingesta de calcio

La ingesta de calcio al igual que la vitamina D son minerales esenciales, por lo cual se recomienda durante la infancia y la adolescencia para el crecimiento y mantenimiento de un hueso sano y prevenir la influencia de diferentes enfermedades sobre el tejido esquelético y enfermedades crónicas. La ingesta de calcio es un componente nutricional en el contenido mineral óseo (CMO) (Burgos *et al.* 2020).

La ingesta óptima de calcio recomendada se puede consumir de 400 a 1500 mg/día. El calcio se puede consumir de forma segura hasta 2.000 mg/día (Galván, 2007).

Tabla 4 — Cantidad recomendada de calcio por edades

Niños	mg/día
1 - 5 años	210
6 - 10 años	270 – 800
Adolescentes y jóvenes	
11 – 24 años	800-1200
Varones	
25 – 65 años	200-1500
Mayores de 65 años	1000
Mujeres	
25 – 50 años	1500
Embarazadas y lactancia	1000
Mayores 65 años	1200-1500

Extraído de la tabla de recomendaciones de ingesta de calcio (Burgos *et al.* 2020).

3.2.10 Viscosidad

Es la ciencia que estudia la deformación y flujo de la materia, así mismo identifica variables principales involucradas en el comportamiento que presenta la materia cuando es sometida a un esfuerzo de cizalla o a una velocidad de deformación de cizalla (Martínez, 2021).

La viscosidad cuenta la cantidad de movimiento a través de un fluido. La viscosidad también se denomina como la resistencia que tiene los fluidos al ser producido por una fuerza originada (Ramírez, 2006).

3.2.11 Clasificación de comportamiento de fluido

- **Fluido Newtoniano**

Se denomina cuando las partículas realizan una acción sobre la superficie a una proporcionalidad de esfuerzo corte (cizalla), y la velocidad de deformación es constante (gradiente de velocidad), en relación a la ley de Newton, a través de una viscosidad dinámica, es decir la viscosidad es constante, aplicando la siguiente ecuación (Ramírez, 2006).

$$\mu = \frac{\tau}{\gamma} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde: μ , es la viscosidad [Pa.s]; τ , es el esfuerzo de cortante [Pa] y γ , es la velocidad de deformación [s^{-1}].

- **Fluido no Newtoniano**

Es aquello que no existe proporcionalidad, donde la viscosidad aparente, el esfuerzo cortante dividido por la velocidad de corte, no es constante a una temperatura y presión determinada, sino que depende de las condiciones de flujo tales como la geometría del flujo, la velocidad de corte, etc., frente al esfuerzo cortante y la velocidad de deformación, no es lineal por lo tanto no pasa por el origen (Chhabra *et al.* 2011).

En su gran parte los fluidos no newtonianos son aquellos que no tiene viscosidad determinada. Por ejemplo, en los alimentos como yogurt, miel y salsas, lo cual se puede aplicar con la ley de la potencia denominado también Ostwald de Waele (Ramirez, 2006).



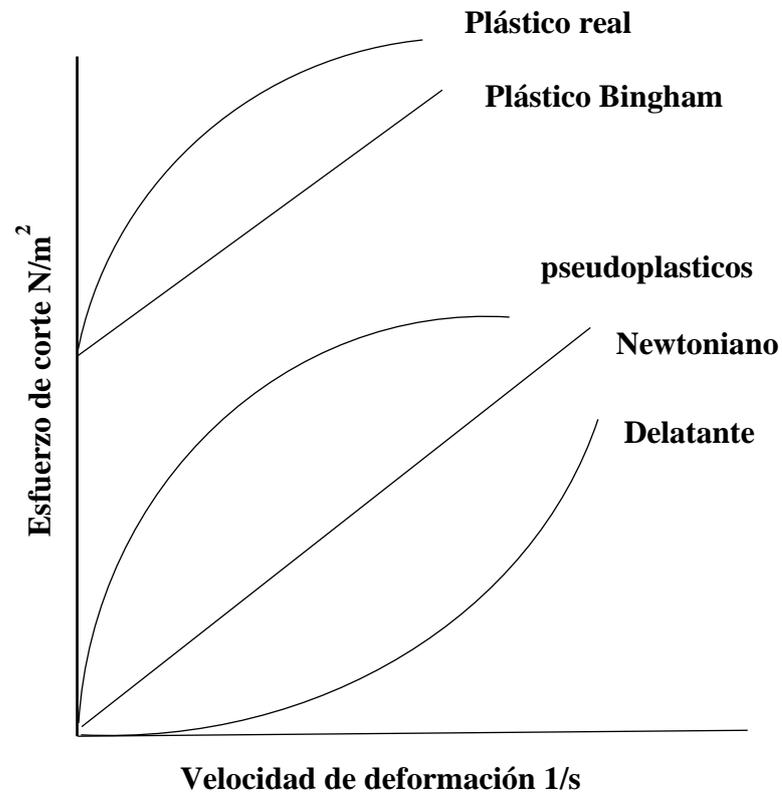


Figura 1— Esfuerzo cortante versus velocidad de deformación (Ramirez, 2006)

- Ley de potencia

$$\tau = k(\dot{\gamma})^n \quad \text{Ecuación 2}$$

Dónde: τ , es el esfuerzo de corte [Pa]; k , es el índice de consistencia del producto [Pa, sⁿ]; $\dot{\gamma}$, es la velocidad de corte o tasa de deformación (s⁻¹) y n , es el índice del comportamiento al flujo (adimensional).

- La viscosidad aparente

$$\mu_{ap} = k\left(\frac{\dot{\gamma}^n}{\dot{\gamma}}\right) \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde: μ_{ap} , es la viscosidad aparente; k , es el índice de consistencia de flujo; γ , velocidad de deformación y n , es el índice de comportamiento al flujo.

3.3 Marco conceptual

3.3.1 Viscosidad aparente

Viscosidad aparente también llamado como viscosidad para fluidos no newtonianos. La viscosidad es la propiedad de un fluido que da lugar a fuerzas que se oponen al movimiento relativo de capas adyacentes en el fluido, la curva de fluides se representa entre esfuerzo cortante y velocidad de deformación (Ramirez, 2006).

3.3.2 Capacidad de absorción de agua (CAA)

Se mantienen los gránulos de almidón a una temperatura de 37 °C, donde indica que absorbe aproximadamente a un 30 % de agua sin hinchamiento. Por lo cual, en el proceso térmico, las muestras de almidón absorben alta cantidad de agua y produce hinchamiento. La solubilización del almidón y el hinchamiento presentan cambios estructurales más relevantes, después de que los gránulos de almidón se gelatinicen (Hoover, 2001).

3.3.3 Sinéresis

Una estimación de la sinéresis del gel es en función en función de hidróxido de calcio. La concentración se obtuvo mediante el escurrimiento del agua lixiviada de la dispersión de almidón gelatinizado en un tiempo de 24 h a temperatura ambiente. (Lobato, 2015). En las pastas de almidón de maíz analiza el agua libre y el agua absorbida utilizado el método de Zheng y Sosulski (1998) con modificaciones. Las pastas frías se llevan a ser centrifugadas a un 160 rpm por 8 min. La sinéresis neta se calculó como el agua absorbida menos el agua libre (Matalanis *et al.* 2009).

3.3.4 Cal

Cal es decir, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, este insumo es utilizado ampliamente para mejorar las propiedades de los productos elaborados a partir de granos de maíz. Diferentes estudios han demostrado que la cocción con cal mejora la calidad nutricional

del maíz al aumentar la disponibilidad de lisina en la fracción de glutelina de la proteína (Lobato, 2015).

3.3.5 Calcio

El calcio es considerado también como un macromineral, ya que necesitamos consumir más de 100 mg/día. Asimismo, el calcio cumple las principales funciones en el cuerpo humano como: constitución de fluidos y tejidos, regulación cardíaca, componente de los sistemas enzimáticos, conducción nerviosa, proliferación celular, estimulante de la secreción hormonal, contracción muscular, coagulación sanguínea y, la más importante, el mantenimiento de la estructura y calidad de la masa ósea (Valencia *et al.* 2011). Asimismo, se denomina que el calcio es el mineral más abundante en el cuerpo humano (Galván, 2007).



CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1 Tipo y nivel de investigación

El presente trabajo de investigación de acuerdo al interés del estudio es de tipo aplicada y por el alcance de investigación corresponde al nivel explicativo.

4.2 Diseño de investigación

El presente trabajo de investigación es de tipo experimental, debido a que se busca medir el efecto del factor de inclusión de los diferentes niveles de cal y medir las variables de respuesta en las características de la mazamorra.

4.3 Población y muestra

La población está compuesta por la materia prima (maíz blanco) adquirida en el mercado central de la ciudad de Abancay. El muestreo se ha realizado por el método no probabilístico y por conveniencia, representando por 2 kg de harina de maíz.

4.4 Procedimiento

4.4.1 Proceso de obtención de cal

Tal como se en la Figura 2, la cal o cal viva se produce por la descomposición térmica de la piedra caliza. La piedra caliza es una materia prima esencial para muchas industrias, incluida la producción de cal, estos mismos se llevan a ser calcinadas a temperaturas superiores, seguido pasa a ser enfriado a temperatura ambiente, luego se le rosea agua potable en las piedras calcinadas convirtiéndose en polvo seco (denominado cal hidratada), este producto juega un papel importante en la industria.

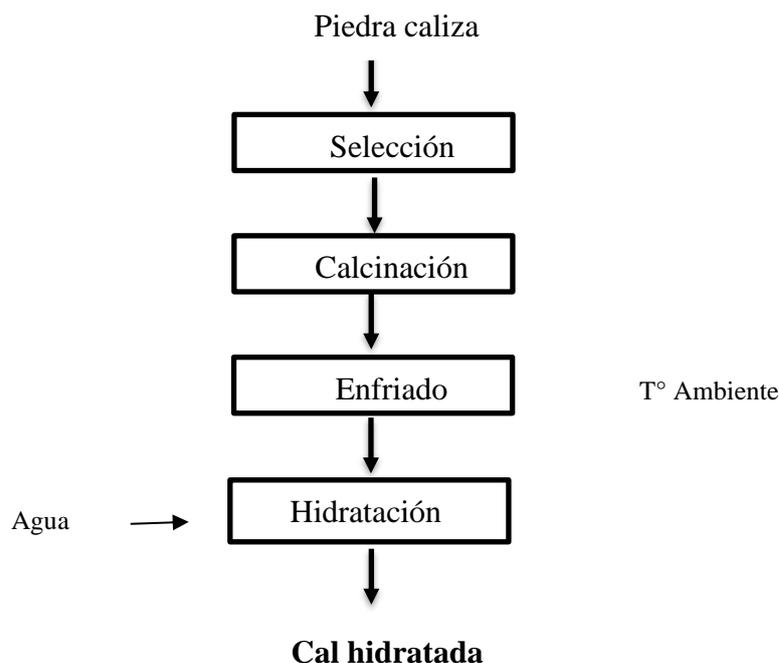


Figura 2 — Diagrama de flujo de obtención de cal

4.4.2 Procesos de obtención de la harina de maíz

El proceso de la obtención de la harina de maíz fue realizado de acuerdo a las siguientes etapas:

a) Recepción, selección y almacenamiento

Sobre los granos de maíz, se realizó la selección y la evaluación de la calidad e inocuidad del producto para evitar la presencia de gorgojos, materias extrañas y daños físicos; seguidamente se almacenó temporalmente en condiciones adecuadas (temperatura: 15 °C y humedad relativa: < 50 %).

b) Molienda y tamizado

La molienda se realizó mediante el uso del molino industrial para granos. Posteriormente, la harina de maíz fue tamizado mediante el uso de juego de tamices ELE International, con agitador eléctrico usando el tamiz N° 35 por 10 min.

4.4.3 Proceso de elaboración de mazamorra

a) Preparación de la solución de agua con la cal

En esta etapa se disolvió 0.20 g, 0.40 g, 0.60 g y 0.80 g de cal en 25 ml de agua y se agitó brevemente para su homogenización.

b) Formulación de la mazamorra

Se peso las cantidades requeridas de 25.00 g de harina de maíz, 22.50 g de azúcar, usando una balanza de precisión, conforme a la Tabla 5.

Tabla 5 — Formulación de la mazamorra de maíz

Ingredientes	Formulación (g)				
	Patrón	F1	F2	F3	F4
Cal	0.00	0.20	0.40	0.60	0.80
Harina de maíz	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
Azúcar	22.50	22.50	22.50	22.50	22.50
Agua	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00

c) Homogenizado

En esta operación se mezcló la harina de maíz en un recipiente con agua, etapa en la que se remueve constantemente para evitar los grumos y obtener una mezcla homogénea.

d) Cocción

En esta etapa, la mezcla de harina de maíz y agua fueron sometidos a un tratamiento térmico hasta llegar a una temperatura de ebullición (90 °C por 20 min). Durante esta etapa, se fueron agregando los demás ingredientes tales como la solución de cal y azúcar.

e) Producto final (mazamorra de maíz)

La mazamorra de harina de maíz fue utilizada inmediatamente para la degustación de los panelistas. Para sus análisis fisicoquímicos (pH, CAA, sinéresis y viscosidad). Así mismo el producto final fue deshidratado, molido y envasado, para su evaluación de sus valores nutricionales (análisis proximal). Algunos casos se realizaron durante el proceso de preparación y en otros casos después de la cocción y deshidratación.

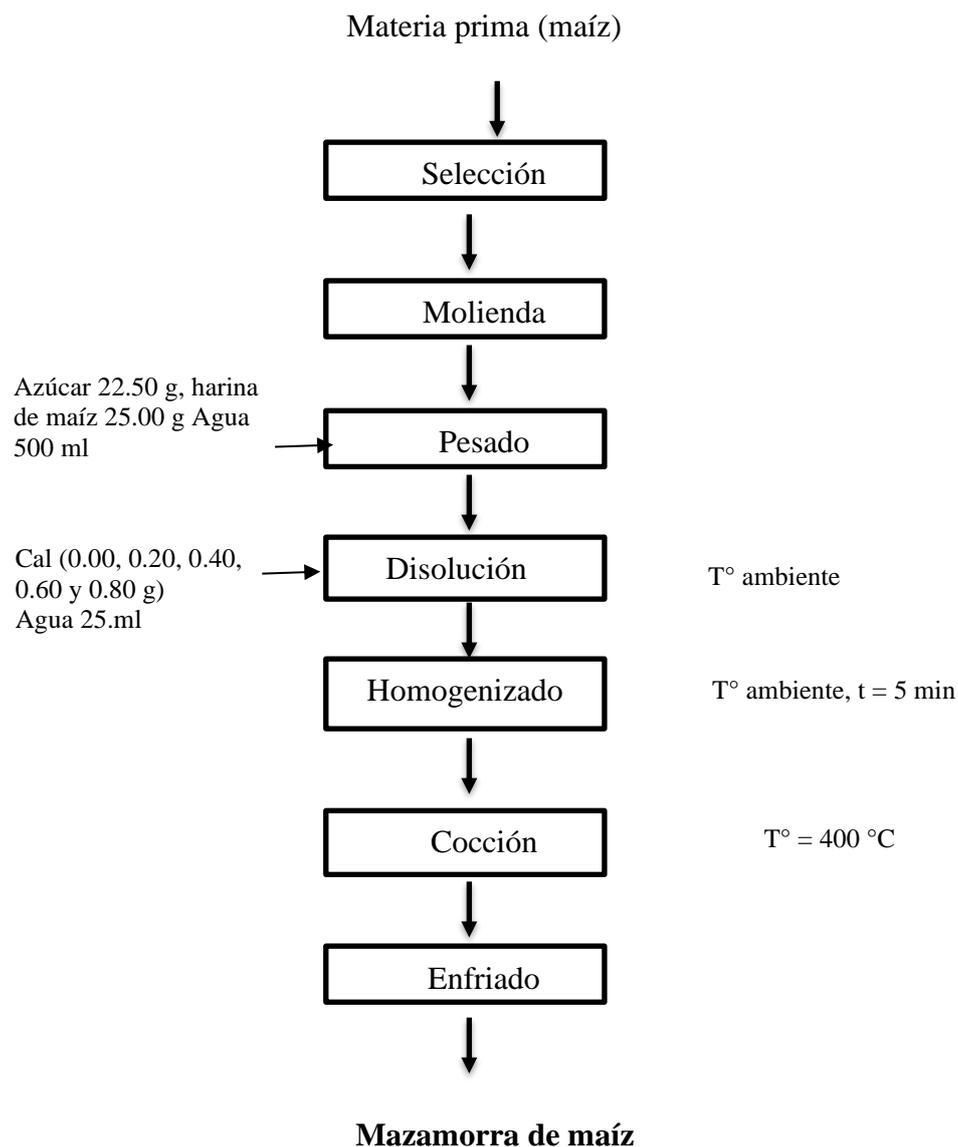


Figura 3 — Diagrama de flujo de elaboración de la mazamorra de maíz con adición de cal

4.5 Técnicas e instrumento

4.5.1 Análisis proximal

El contenido proximal de la mazamorra de harina de maíz fue determinado mediante el uso del método AOAC (humedad: AOAC (2005), 950.46; proteína total: AOAC (2005), 984.13; grasa: AOAC (2005), 2003.05; fibra cruda: AOAC (2005), 962.09; ceniza: AOAC (2005), 942.05 y carbohidrato se desarrollarán por diferencia. Estos ensayos son realizados como servicio en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM).

4.5.2 Contenido de calcio

La concentración de calcio en la mazamorra de maíz en base seca fue determinada mediante el uso del método AOAC (2005), 927.02. Este análisis se realizó en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM).

4.5.3 Capacidad de absorción de agua

La CAA se calculó de acuerdo al método descrito por Vilcanqui *et al.* (2018), con algunas modificaciones. Se pesó 10 mg de cada muestra de mazamorra contenidos en tubos cónicos, para luego ser agitado con la ayuda de un agitador vortex, hasta conseguir una mezcla uniforme. Para la CAA, las muestras hidratadas se mantienen a una temperatura ambiente aproximadamente por 1 h. Al finalizar los tiempos, las muestras pasan a ser centrifugadas a 3000 rpm por 10 min y a continuación se eliminó el sobrenadante. Cuyo resultado se calculó aplicando la siguiente ecuación expresados en (g).

$$CAA = \frac{(m_2 - m_1)}{m_1} \quad \text{Ecuación}$$

Donde: m_1 , peso seco de la muestra (g) y m_2 , es el peso húmedo de la muestra (g).

4.5.4 pH de la solución

El pH de la muestra se analizó utilizando el pH-metro digital, debidamente calibrados los electrodos con soluciones buffer de 4 a 7 a una temperatura de 25 °C, seguidamente las muestras de cocción fueron tomadas en un vaso

precipitado, se analizaron introduciendo el electrodo por 15 segundos luego se tomó lectura (Pineda, 2011).

4.5.5 Viscosidad

Se determinó el comportamiento reológico a través del método descrito por De la Cruz (2018), con algunas modificaciones, se utilizaron el viscosímetro de BROOKFIELD spindle N° 0 (ULA). Las muestras se prepararon con agua destilada, luego se llevó a centrifugar a 3000 rpm, por 10 min con la finalidad de obtener una mezcla uniforme. La mezcla de la muestra es llevada al vaso precipitado, en seguida se sumerge el spindle. Una vez listo se enciende luego se procedió la programación, el número de revoluciones fue en el rango de 10 a 40 rpm en un tiempo de 5 s cada uno. Para estimar la viscosidad aparente se utilizó la siguiente ecuación.

$$\mu_{ap} = k\left(\frac{\dot{\gamma}^n}{\gamma}\right) \quad \text{Ecuación 5}$$

5

Donde: μ_{ap} , es la viscosidad aparente; k , es el índice de consistencia de flujo; $\dot{\gamma}$, es la velocidad de deformación y n , índice de comportamiento al flujo.

4.5.6 Sinéresis

Este análisis se determinó después de 24 horas mediante el método de Benites *et al.* (2015), donde se pesó 10 g de muestra en tubos cónicos, luego se llevó a centrifugar a 5000 rpm por 20 minutos. Lo cual se obtuvo el sobrenadante, seguido pasa a ser pesado, para poder determinar el % de sinéresis a través de la siguiente formula:

$$\text{Sinéresis \%} = \frac{\text{peso del sobrenadante}}{\text{peso inicial de la muestra}} * 100$$

Ecuación 6

4.5.7 Evaluación de las características sensoriales de la mazamorra de maíz

En este proceso se realizó la prueba de aceptabilidad que tiene como finalidad de evaluar la calidad del producto en estudio, las características evaluadas fueron: olor, sabor, color, textura, aceptabilidad global; empleando una escala hedónica en función a la intensidad de descriptores de 9 puntos (desde me gusta mucho hasta me disgusta mucho). Estos análisis de evaluación de la aceptabilidad de la mazamorra de harina de maíz con adición de cal se



realizaron en el Laboratorio de Análisis Sensorial y Control de Calidad de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac (UNAMBA). Las muestras de la mazamorra de maíz fueron evaluadas con la participación de 25 panelistas semi entrenados lo cual a este grupo de panelistas se le explicó con una ficha de presentación de escala hedónica con el objetivo de describir la calidad del producto.

4.6 Técnicas estadísticas

Para el presente trabajo, se realizó un diseño completamente aleatorizado (DCA) con el único factor en estudio a los niveles de adición de cal en la mazamorra. Para medir el efecto de los factores en estudio sobre las medias de las variables de respuesta, se efectuaron el análisis de varianza (ANOVA) y la comparación múltiple de medias de Tukey. Se utilizó el programa estadístico SPSS Versión 20.

4.7 Análisis estadístico

a) Hipótesis nula y alterna

H_0 : No existen diferencias significativas entre las medias de los tratamientos ($\mu_1 = \mu_n$)

H_a : Por lo menos la media de uno de los tratamientos es diferente a los demás ($\mu_1 \neq \mu_k$)

b) Estadístico

Se utilizó el estadístico de Fisher (F).

c) Nivel de significancia

El nivel de significancia fue de $p = 0.05$.

d) Región crítica o regla de decisión

Si $p > 0.05$: entonces no existe el efecto de los factores en estudio sobre las medias de las variables de respuesta; entonces se acepta la hipótesis nula.

Si $p < 0.05$: entonces sí existe el efecto de los factores en estudio sobre las medias de las variables de respuesta; entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Después de haber realizado los procedimientos de acuerdo a la metodología descrita de la información recopilada descrita, presentada en el capítulo anterior, se llegó a obtener los siguientes resultados.

5.1 Análisis de los resultados

5.1.1 Características fisicoquímicas

En la Tabla 6, se presentan los resultados de las características fisicoquímica durante el proceso de elaboración de la mazamorra de harina de maíz con: 0.20, 0.40, 0.60 y 0.80 g de $\text{Ca}(\text{OH})_2/100$ g. Todas las muestras presentan el pH de líquido de solvente, pH del producto final, capacidad de absorción de agua y sinéresis.

Tabla 6 — Características fisicoquímicas de la mazamorra con diferentes niveles de adición de cal

Niveles de adición de cal (g/100g)	pH de líquido solvente	pH de la mazamorra	CAA (g de agua/g m.s.)	Sinéresis (%)
0.00	8.57±0.33 ^a	7.19±0.16 ^a	9.42±0.72 ^a	31.62±1.04 ^a
0.20	12.77±0.21 ^b	10.49±0.51 ^b	9.60±0.89 ^a	28.96±4.76 ^a
0.40	12.84±0.18 ^b	11.03±0.09 ^{bc}	9.71±1.09 ^a	28.60±4.64 ^a
0.60	12.85±0.18 ^b	11.41±0.11 ^c	8.97±0.94 ^a	28.63±6.71 ^a
0.80	12.87±0.18 ^b	11.61±0.13 ^c	8.76±0.47 ^a	29.07±4.66 ^a

Promedio ± desviación estándar (n = 3), super índices (a, b, bc); superíndice con letras diferentes en columnas representan diferencias significativas (p < 0,05). CAA, capacidad de absorción de agua y sinéresis.

El pH del líquido solvente varía en función a los niveles de adición de cal. En ese sentido, cuando se adiciona 0.20 g de $\text{Ca}(\text{OH})_2/100$ g, el pH de la solución es de 12.77 (valor más bajo), y conforme incrementa la adición de cal, el pH llega hasta 12.87 (valor más alto); sin embargo, estas variaciones no son significativas (p > 0.05).

En seguida, se evaluó el pH del producto final, cuyos resultados fueron diferentes en forma significativa ($p < 0.05$). La mazamorra de maíz preparada sin la adición de cal fue de 7.19, seguido de 10.49 con la adición de 0.20 g de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ /100 g y llegando al pH máximo de 11.61 cuando se adiciona 0.80 g de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ /100 g.

Los resultados de la capacidad de absorción de agua (CAA) de la mazamorra de harina de maíz con diferentes concentraciones fueron de 9.42 g de agua/g m.s. (sin la adición de cal), 9.71 g de agua/g m s. (0.40 de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ /100 g) y 8.76 g de agua/g m s. (0.80 de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ /100 g). La variación del valor de esta propiedad, no tuvo diferencias significativas ($p > 0.05$). En este caso, no se observó un comportamiento línea de la capacidad de absorción de agua.

Los resultados de sinéresis en las mazamoras de harina de maíz a diferentes concentraciones de cal respectivamente, se observó que el producto elaborado sin cal presenta mayor valor de sinéresis con 31.72 % y conforme se adiciona la cal, este valor disminuye hasta cierto punto (26.60 %) cuando se adiciona el 0.40 g de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ /100 g y finalmente recupera su valor hasta 29.07 % cuando se adiciona 0.80 g de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ /100. Todos estos resultados no difieren significativamente entre los tratamientos ($p > 0.05$).

5.1.2 Viscosidad aparente

Las características de la viscosidad en la mazamorra de harina de maíz elaboradas sin la adición de cal y con la adición de cal a diferentes concentraciones se describen en la Figura 4 y la Tabla 7.

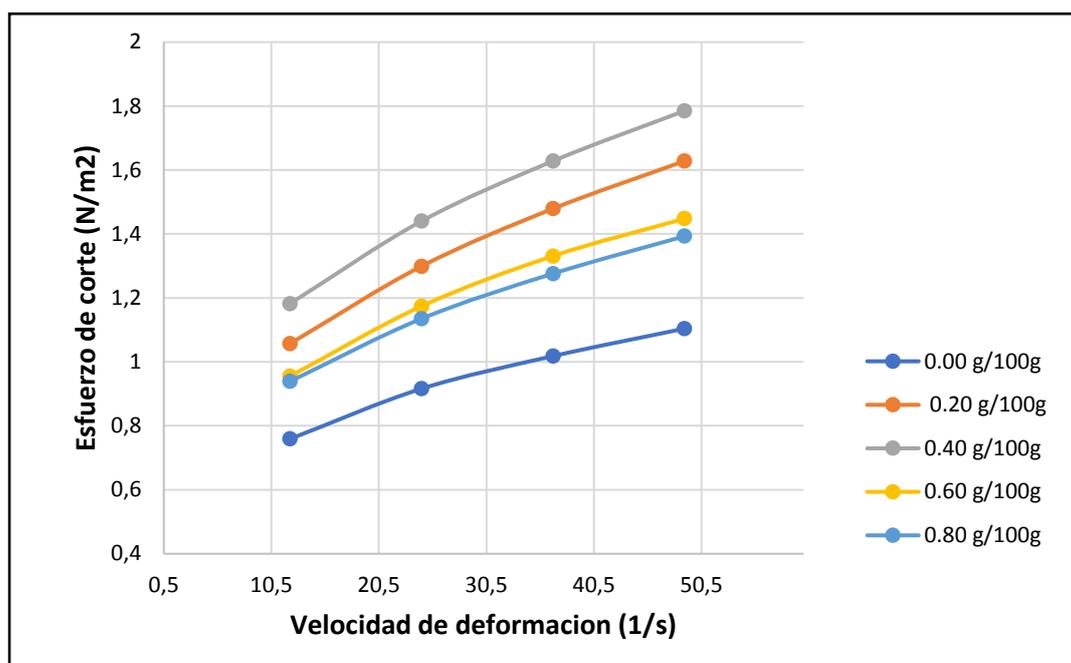


Figura 4 — Curva de comportamiento reológico en función al esfuerzo de corte

Tal como se observa, todas las muestras de mazamorra de maíz, presentan una curva que pertenece a la ecuación de potencia con un esfuerzo de corte inicial ($\tau = \tau_c + k\dot{\gamma}^n$) y comparado con la Figura 2, se puede deducir que tiene un comportamiento no Newtoniano de tipo plástico real. Es decir, el producto elaborado tiene infinitas viscosidades y reduce con el incremento del esfuerzo de corte.

Tabla 7 — Parametros y ecuación reológica de la mazamorra de maíz con adición de cal

Concentración de cal	Parámetros reológicos			R^2	Ecuación reológica	μ_a (cP) a 10 rpm
	τ_c (N/m ²)	n	k (Pa.s ⁿ)			
0.00	0.5762	0.768	0.210	0.99	$\tau = 0.5762 + 0.210\dot{\gamma}^{0.768}$	16.46
0.20	0.7762	0.805	0.242	0.99	$\tau = 0.7762 + 0.242\dot{\gamma}^{0.2805}$	21.23
0.40	0.8832	0.801	0.250	0.99	$\tau = 0.8832 + 0.250\dot{\gamma}^{0.801}$	22.43
0.60	0.6905	0.766	0.247	0.99	$\tau = 0.6905 + 0.247\dot{\gamma}^{0.766}$	19.39
0.80	0.7113	0.795	0.224	0.99	$\tau = 0.7113 + 0.224\dot{\gamma}^{0.795}$	19.22

n , índice de comportamiento; k , índice de consistencia (Pa.sⁿ); R^2 , coeficiente de determinación; μ_a (cP), viscosidad aparente tomada en forma arbitraria a 10 rpm, esfuerzo de corte (τ_c).

Los valores del índice de comportamiento (n), varían de 0.766 a 0.805, el valor de índice de consistencia en el rango de 0.210 a 0.250 Pa.sⁿ y el valor de esfuerzo de



corte inicial de 0.5762 a 0.8832 N/m². Todas las ecuaciones tienen un coeficiente de determinación (R²) igual a 0.99.

A continuación, en la Figura 5, se presenta la viscosidad en la mazamorra de harina de maíz a diferentes niveles de adición de cal.

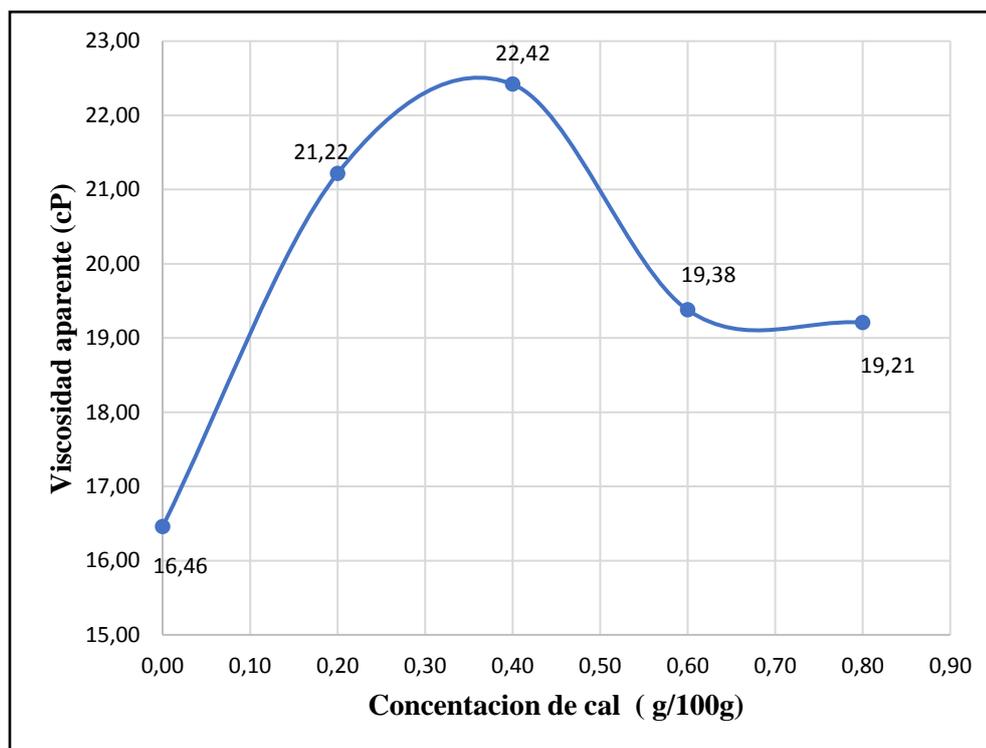


Figura 5 — Tendencia de la viscosidad de la mazamorra con diferentes niveles de adición de la cal

La viscosidad en los productos elaborados presenta en base al nivel de adición de la cal. Se observa que la muestra sin la adición de cal presentó el valor mínimo de 16.46 cP. Con 0.40 g de cal reportó como pico máximo de viscosidad hasta 22.42 cP, luego se observa una disminución de viscosidad al adicionar 0.80 g de cal la cual presento un valor de 19.22 cP.

5.1.3 Valor nutricional (análisis proximal y contenido de calcio)

En la Tabla 8, indica los resultados del valor nutricional de la mazamorra de harina de maíz en base seca a diferentes niveles concentración de cal.

Tabla 8 — Composición proximal de mazamorra de maíz preparado con la inclusión de diferentes niveles de cal

Niveles de inclusión (%)	Humedad g/100g, (b.h.)	Proteína g/100g, (b.s.)	Grasa g/100g, (b.s.)	Fibra cruda g/100g, (b.s.)	Ceniza g/100g, (b.s.)	ELN* g/100g, (b.s.)
0.00	91.28	2.71±0.22 a	0.39±0.05 ^b	0.00±0.00 a	0.37±0.04 ^a	96.53±0.26 ^b
0.20	91.52	2.60±0.09 a	0.33±0.07 ^a b	0.00±0.00 a	0.75±0.07 ^a b	96.31±0.12 ^b
0.40	91.49	2.59±0.04 a	0.24±0.08 ^a	0.30±0.02 b	1.07±0.03 ^a b	95.79±0.13 ^b
0.60	91.08	2.70±0.27 a	0.29±0.02 ^a b	0.47±0.02 c	1.45±0.21 ^b	95.09±0.48 ^a b
0.80	91.31	3.31±0.54 a	0.27±0.02 ^a b	0.43±0.07 c	2.29±0.58 ^c	93.70±1.19 ^a

*ELN: extracto libre de nitrógeno 1.17

Índices distintos evidencian diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$)

b.h.: base húmeda

b.s.: base seca

El contenido de humedad fue mayor en la muestra con la adición de 0.20 g de cal, cuyo valor es 91.52 g/100g. Por otro lado, la proteína (b.s) de las muestras estudiadas reportó los valores de 2.71, 2.60, 2.59, 2.70 y 3.31 g/100 g, además no hubo diferencia significativa entre ellos. Los valores del contenido de grasa oscilaron entre 0.24 y 0.39 g/100g, y en algunos de los tratamientos presentaron diferencias significativas. La fibra cruda (b.s) en la mazamorra de harina de maíz, se identificó valores en el rango de 0.00 a 0.47 g/100 g, mostrando una variación significativa con el incremento de la cal ($p < 0.05$). Los valores del contenido de ceniza (b.s) varían en un rango de 0.37 a 2.29 g/100g, cuyos resultados son significativos ($p < 0.05$).

Los resultados del contenido de calcio en la mazamorra con harina de maíz se presentan en la Figura 6. La mazamorra preparada sin la adición cal tuvo un valor de 30 mg/100 g de calcio; este valor fue incrementando progresivamente (47, 400, 630 y 683 mg/100 g de

calcio respectivamente), a medida que se fue adicionando mayores cantidades de cal en el producto.

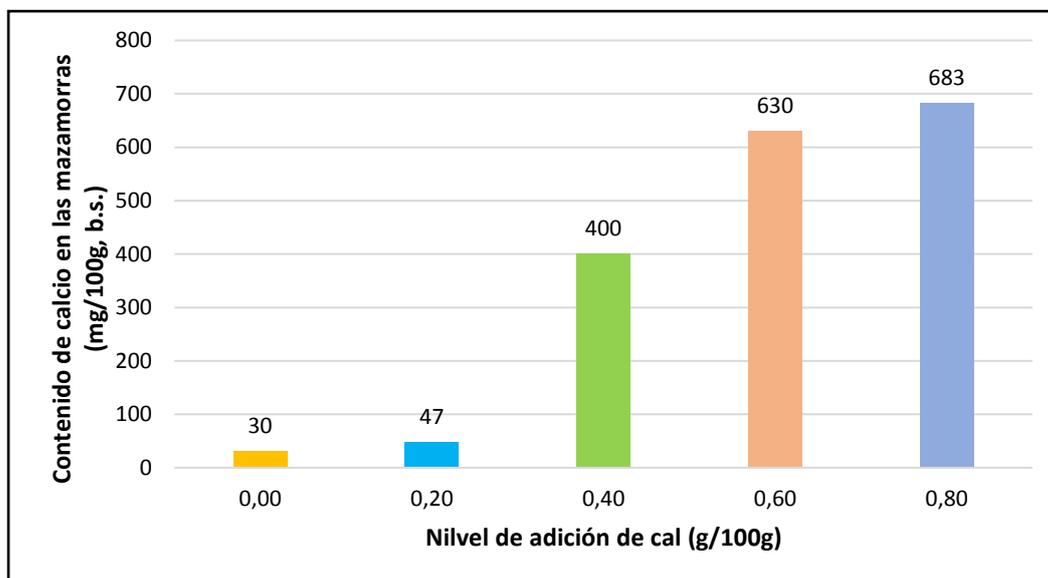


Figura 6 — Contenido de calcio en la mazamorra de harina de maíz en función a diferentes concentraciones de cal

5.1.4 Características sensoriales de la mazamorra de maíz

En la Figura 7, se presentan los resultados por grafico tela de araña de las características sensoriales de la mazamorra de harina de maíz expresado en sus atributos de color, olor, sabor, textura y aceptabilidad global.

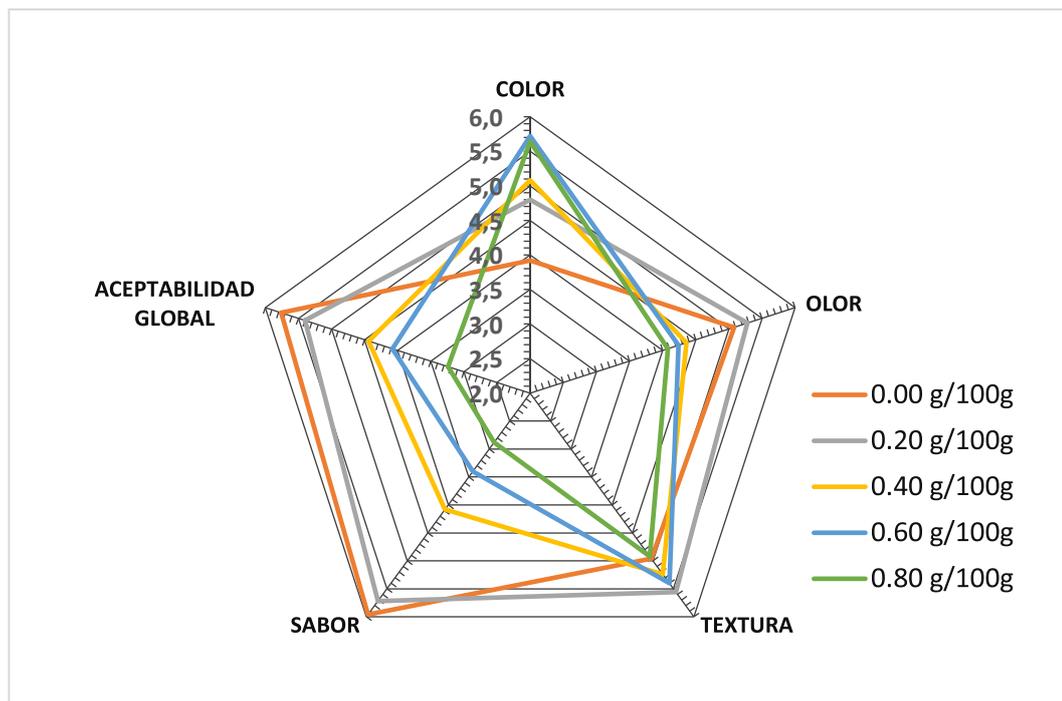


Figura 7 — Características sensoriales de la mazamorra de harina de maíz a diferentes niveles de adición de cal

Los tratamientos (mazamorra preparada con la adición de cal) con la adición de 0.00 y 0.20 g/100 g de cal, mostró una mayor preferencia en los atributos de sabor, olor y aceptabilidad global, los valores sabor están en un rango de 5.7 a 6.0, del olor varia en 5.1 a 5.3 y aceptabilidad global están en un rango de 5.2- 5.6, respecto a los tratamientos con 0.40 hasta 0.80 g/100 g de cal. Respecto al atributo de color, de acuerdo a la gráfica, los panelistas determinaron que el producto elaborado con un nivel de adición de 0.60 y 0.80 g/100 g de cal presentaron mayor preferencia el valor oscila de 5.6 a 5.7 , debido a una coloración amarilla. Por otro lado, en el atributo de textura se pudo observar que la mazamorra de harina de maíz con la adición de 0.20 g/100 g de cal tuvo mayor preferencia por los panelistas presentando un valor de 5.6 a diferencia de los tratamientos elaborados con 0.00, 0.40, 0.60 y 0.80 g/100 g de cal, respectivamente.

5.2 Discusión

5.2.1 Características fisicoquímicas de la mazamorra de maíz con la adición de cal

Según Pappa *et al.* (2010), realizó un estudio de nixtamalización en el cual se sometieron a cocción una cantidad de 200 g de maíz en diferentes recipientes con 0.4, 0.8 y 1.2 % de cal. El valor del pH de líquido de solución utilizado para tratar el maíz, fueron aumentando progresivamente en 11.8, 12.0 y 12.1, respectivamente. Estos datos son similares con los resultados del presente trabajo (Tabla 7), en donde se observó en el rango de 8.57 a 12.87. Por consiguiente, la adición de cal en la solución de tratamiento con fines de nixtamalización o preparación del líquido para adicionar en la preparación de mazamorra, presenta una mayor alcalinidad; de la misma que se espera un efecto en el producto final.

Según la investigación realizado por Pérez (2002), se han determinado el pH en las muestras de harina de maíz nixtamalizado (HMN), cuyos valores obtenidos fueron de 6.6 a 7.3 cuando se utilizaron 1 % de cal y en algunas masas comerciales reportaron valores de 5 y 5.7 de pH. En la presente investigación, los valores de pH de la mazamorra estuvieron en el rango de 7.19 a 11.61. El pH de la solución y del producto juega un rol importante en la capacidad de absorción del agua y en una difusión simultanea del agua y calcio y su posterior acumulación en el producto final, tal como señala Pappa *et al.* (2010). Por consiguiente, del producto (mazamorra de maíz) con la adición de 0.80 g/100 g de cal se espera un mayor contenido de Ca.

En la mazamorra de maíz, se pudo observar que el producto sin la adición de cal tuvo una mayor capacidad de absorción de agua (9.42 g/100 g de agua) y conforme se ha incrementado los niveles de la adición de cal, el valor de esta propiedad fue reduciendo hasta 8.76 g/100 g de agua. Al respecto, Pappa *et al.* (2010), señala que productos con alto contenido de ceniza tiene una menor capacidad de absorción de agua, afirmación que coincide con el presente trabajo de investigación. En ese sentido, la mazamorra que contiene 0.37 g ceniza/100 g, tiene 9.42 g de agua/g m.s. y en cambio, la mazamorra con 2.29 g de ceniza/100 g, tiene 8.76 g de agua/g m.s. Sin embargo, estas variaciones no fueron significativas.



Según Matalanis *et al.* (2009), indica que la sinéresis para pastas de almidón fue almacenados y refrigerado a 4 °C. El almidón recién preparado perdió diferentes cantidades de agua después de la centrifugación. Los valores de sinéresis neta, se analizaron después de 1 y 2 semanas, el almidón del maíz dentado reporto 6.4 % y 20.6% de sinéresis respectivamente. el caso de almidón de maíz comercial los valores reporto 4.5% y 13.3%, la cual se observa que hay un aumento de sinéresis después de 7 días de almacenamiento, porque las moléculas de almidón gelatinizado tienden a reasociarse, provocando liberación de agua. Los estudios han demostrado que presenta un incremento de sinéresis debido a la retrogradación de las moléculas de almidón gelatinizado. Estos valores son similares con los resultados encontrado en el estudio, donde el producto de la mazamorra sin adición de cal, el valor de sinéresis es de 31.72 %. A continuación, se aumentó las concentraciones de 0.20, 0.40, 0.60 y 0.08 g de cal, reporto que tiene mínimo variación entre muestras, los valores que presenta son: 28.96, 28.60, 28.63 y 29.07 % de sinéresis respectivamente como indica en la Tabla 7.

Según Pérez (2002). El perfil reológico se determinó en pastas elaboradas a partir de una concentración de harina de maíz nixtamalizada, obteniendo las muestras con 5 y 15 % de solidos totales. Las pastas se elaboraron adicionando la muestra en base seca respectiva en 100 mL de agua, llevando a una temperatura de 80°C. Los resultados de la viscosidad de la muestra con 15 % de solidos totales, se han identificado un comportamiento no-newtoniano de tipo pseudoplástico. Para la concentración de 5 % de sólidos la tendencia es hacia un comportamiento newtoniano. La presente investigación también demostró el valor de la viscosidad del producto elaborado a una concentración desde 0.00 a 0.40 g de cal, aumentó progresivamente la viscosidad, mostrando los siguientes valores de 16.46 a 22.43 cP. Según Lobato (2015), indica el comportamiento reológico de los productos elaborados a diferentes concentraciones de cal, tiene una interacción importante en las propiedades viscoelásticas del almidón de maíz. Así mismo, se ha identificado que la mazamorra de harina de maíz elaborado a una concentración de 0.60 y 0.80 g de cal, presenta una disminución de viscosidad, los valores son 19.39 y 19.22

cP. Estos valores de viscosidad se pueden relacionar al tratamiento alcalino que se utiliza en producto.

5.2.2 Análisis proximal y contenido de calcio en la mazamorra de maíz

Según la investigación realizada por Gutierrez (2008), las propiedades tecnológicas y nutricionales de harina y tortilla de maíz nixtamalizado y extruidos de calidad proteica (*zea mays* L.). Realizo un tratamiento alcalino con 0.21 g de cal/100 g en 1kg de maíz, seguido se elaboró las tortillas. Lo cual señala el contenido de proteína de la harina de maíz cruda presenta un valor de 10.7 %, el maíz después de ser nixtamalizado disminuyo a 10.1 %. El contenido de proteína del maíz representa alrededor del 7,8% (Zhang, 2021). El maíz con tratamiento alcalino se vio afectado en un grado menor de proteína, estos efectos son debido al contenido de complejos aminoácidos que son resistentes a la hidrolisis enzimática. Los resultados obtenidos en la mazamorra de harina de maíz, el contenido de proteína oscila de 2.71 a 3.31 g/100 g. Gutierrez (2008), señala el contenido de grasa en harina crudo es de 5.1 %, en el proceso de nixtamalización disminuye a 4.8 % de grasa.

En el contenido de fibra cruda nuestros resultados mostraron que hay un incremento desde 0.0 hasta 0.47 g/100 g en base seca. El valor de la fibra aumenta en el maíz al ser sometido a un tratamiento con cal debido a la formación de compuestos insolubles como resultado de la reacción de maillard (Martinez *et al.* 2002).

Al respecto Moreano, (2015) indico en las tortillas tradicionales de maíz nixtamalizado con 1.0 % de hidróxido de calcio, el contenido de ceniza fue 1.30 %. En otro trabajo de investigación sobre las tortillas de maíz a partir de la masa por procesos de Nixtamalización de (Martinez *et al.* 2002), señala el contenido de ceniza en las tortillas elaboradas a partir de masa fresca extrusionada con 0,25 % de cal y la tortilla elaborada con el método tradicional de nixtamalización, presento el valor de 12.24 % y 14.28 % mayor, respectivamente, que, de la harina de maíz cruda, debido a la incorporación de hidróxido de calcio durante la elaboración de las tortillas. Los resultados mostraron en la mazamorra de maíz con adición de cal en cuanto al contenido de ceniza presenta un valor de 16.15%.

El contenido total de carbohidratos de las tortillas de proceso tradicional oscila entre 44.08 y 87.56%, en este caso influye el tipo de maíz utilizado y las



condiciones de nixtamalización. En el proceso de la transformación de maíz crudo a tortilla, identifica el contenido de carbohidratos totales, en la muestra se presenta un comportamiento complejo; puede aumentar, permanecer constante o disminuir, debido a la presencia de polisacárido no amiláceos del pericarpio los cuales no hidrolizan y permanecen en la masa y harina (Escalante, 2020). Los carbohidratos (extracto libre de nitrógeno) en la mazamorra de maíz presenta una variación de 93.9 a 96.53 g/100 g.

Según la investigación realizada por Coral (2010), señala que el tratamiento alcalino en una solución con agua a una concentración de hidróxido de calcio de 0, 0.1, 0.3, 0.4 y 0.5 %. El maíz blanco sin procesar presenta 29.99 mg/kg de calcio incorporado. Los granos cocidos por 30 min a una concentración de hidróxido de calcio 0 - 0.4 % obtuvo un incremento de contenido de calcio, luego presenta una disminución de contenido de calcio al someter a un tratamiento alcalino con 0.5 % de hidróxido de calcio, así mismo presenta el comportamiento similar cocidas por 60 min, en estas etapas desarrolladas la absorción de calcio por parte de la harina incrementa conforme se aumenta el contenido de hidróxido de calcio. Según Rosado (2005), la harina de maíz sin tratamiento con cal, resulto una menor cantidad de calcio absorbido (8.6 mg/180mg de tortillas), a comparación con la tortilla de la harina de maíz comercial que contenía una solución de hidróxido de calcio al 1 %, demostró que tiene mayor cantidad de calcio (181.67 mg /100 g de tortilla). Respecto a (Lobato, 2015) Se ha demostrado que la cocción con cal aumenta la biodisponibilidad del calcio al hacer que los iones de calcio se unan químicamente a las moléculas de almidón a través de la desprotonación del hidroxilo primario de los anillos de glucosa. De acuerdo con los resultados de la presente investigación en estudio, las mazamorras formuladas sin tratamiento con cal y a diferentes concentraciones de cal (0.00, 0.20, 0.40, 0.60 y 0.80 %), cada tratamiento tuvo un contenido de calcio respectivamente diferentes (30, 47, 400, 630 y 683 mg/100 g b.s).

La tabla peruana de composición de alimentos (2017) indica que el contenido de calcio de la leche de vaca en polvo entera es de 848 mg/100 g, lo cual es un valor que se asemeja prácticamente a los resultados obtenido en el presente estudio, básicamente en la formulación de la mazamorra de harina de maíz con adición de 0.80 g cal Figura 6.



5.2.3 Análisis sensorial en la mazamorra de harina de maiz

Según Pappa, *et al* (2010), describe en las tortillas elaboradas con un nivel de adición de 0.8 % de cal y ceniza. Se realizaron la prueba de evaluación sensorial en dos productos como tortilla nixtamalizada con cal y tortilla nixtamalizada con ceniza de madera, con la participación de 20 personas entregando un formulario para evaluar de acuerdo a los atributos como color, aroma, apariencia, textura manual, textura al morder y sabor; los resultados se han identificado en cuanto al aroma y color tuvieron mejor presentación en las muestras de tortilla nixtamalizada con cal identificando un color amarillo. En cuanto al sabor obtuvo una mejor aceptabilidad en la muestra de tortilla nixtamalizada con cal, de igual forma se evaluó los atributos como: aroma, apariencia, textura manual, textura al morder lo cual se identificó que tienen similar aceptabilidad en las dos pruebas en estudio. En la presente investigación se identificó los resultados de la evaluación sensorial con diferentes atributos. Las mazamoras hechas con 0.00 y 0.20 g de cal se determinó una mayor preferencia respecto a los atributos de sabor, olor y aceptabilidad global a diferencia con 0.40 a 0.80 g de cal en la mazamorra de maiz reportaron menor preferencia por los panelistas. Con respecto al atributo de textura en la muestra con 0.20 g de cal se identificó mejor preferencia por los panelistas a diferencia de los tratamientos procesados con 0.00, 0.40, 0.60 y 0.80 g de cal no presentó mejor textura. Con respecto al atributo del color, la muestra con 0.60 g de cal tiene mejor presentación así mismo se identificó que presenta un color amarillento sin embargo las muestras con 0.00, 0.20 y 0.40 tuvieron menor preferencia.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

De los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se tiene las siguientes conclusiones:

- En la formulación de la mazamorra con la adición de cal (0 a 0.80 g cal / 100 g), incrementan los valores del pH desde 7.19 hasta 11.61 en la medida que se adiciona mayores concentraciones de cal. Los valores de la capacidad de absorción de agua y la sinéresis no tienen influencia, asimismo, las variaciones de estos últimos no son significativos. Además, se ha identificado que la mazamorra presenta un tipo de fluido no newtoniano (plástico real) y la viscosidad aparente tienen un valor máximo (22.43 cP) a una concentración de 0.4 g de cal/100g (con la más alta aceptación en la textura), pasado esta concentración, estos disminuyen.
- La adición de cal en la formulación de la mazamorra de harina de maíz tiene efectos principalmente en los contenidos de los carbohidratos (ELN) y ceniza, este último se traduce en un mayor contenido de calcio (683 mg/100 g con una adición de 0.8 g de cal), por lo que se considera un producto con alto contenido en este mineral.
- Las características sensoriales de la mazamorra de maíz con adición de cal influyen en los parámetros sensoriales como color, olor, sabor, textura y aceptabilidad global. Presentando mejor aceptabilidad en la formulación de la mazamorra con 0.20 g/100g de cal.

6.2 Recomendaciones

- Realizar el estudio de cal en diferentes alimentos, teniendo en cuenta los factores de tiempo de cocción y temperatura para obtener un producto más eficaz en el efecto microbiano.
- Estudiar el efecto de cal a diferentes concentraciones en productos alimenticios, distinto al presente trabajo en estudio.
- Estudiar la vida útil en la mazamorra tradicional de la harina de maíz (*Zea mays* L.) envasada para el consumo humano utilizando métodos de conservación sin afectar su composición nutricional.
- Realizar estudios de análisis microbiológico en la mazamorra tradicional de la harina de maíz (*Zea mays* L.)
- Usar como insumo la harina de maiz (*Zea mays* L.) por sus propiedades nutricionales y beneficioso para la salud humana, innovando en productos como: hojuelas, pastas, , esnack , panes, galletas.
- Se recomienda encontrar las mejores fuentes y forma de adicionar en este tipo de alimentos, para que no se pierdan en procesos de elaboración y lograr incorporarlo sin que se vea afectado el sabor del producto.
- Estudio de biodisponibilidad de calcio en la alimentación k, de la ratas



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACUQUAAC, George. (2007). Principles of plant genetics and breeding. s.l. : Blackwell Publishing, 2007.
- ALCÁZAR, Rosario Tovar y CHÁVEZ, José Roberto García. La cal y la calidad en la vivienda bioclimática. Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Azcapotzalco, México DF. s.n.
- ANDERSON, R A. (1969). Gelatinización de sémola de maíz por cocción con rodillo y extrusión. La ciencia de los cereales,s.l. : vol. 14, pág. 4-12., 1969.
- ARTEAGA, Margarita R. (2015). Proceso de Elaboración de Mazamorra de Plátano. s.l. : Información tecnológica, 2015. Vol. 26. pag. 45-52.
- ASCHERI, José Luis Ramírez, et al. (2013). Caracterización físico-química de pellets extruídos de torta de higuierilla (*Ricinus comunis L*) visando su uso en alimentos balanceados. En Embrapa Agroindústria de Alimentos - Artigo en anais de congreso (ALICE). In: congreso interamericanode residuos solidos, Lima. Trabajos técnicos y posters.
- BENITES, Robert Vera y ZEVALLOS, Antonio Rodríguez. (2015). efecto de la adición de caseinato de sodio y gelatina sobre la viscosidad, sinéresis y tiempo de fermentación en yogurt batido. pueblo continente, , . 2015. vol. 24, N° 1, p. 133-141.
- BRENDA, Contreras-Jiménez, et al. 2014. Effect of steeping time and calcium hydroxide concentration on the water absorption and pasting profile of corn grits. Journal of Food Engineering,. s.l. : vol. 122, p. 72-77.
- BRYANT, Cory M. y HAMAKER, Bruce R. (1997) . Effect of lime on gelatinization of corn flour and starch. s.l. : Cereal chemistry vol 74 N°2.
- BURGOS, FARFÁN Giannina y ZAVALA BARRIENTOS, María Fernanda. (2020). Biodisponibilidad, aporte y costo por porción de consumo de calcio en Alimentos de la Tabla Peruana de Alimentos. lima : s.n.
- CASTILLO, V.K.C. (2009). Efecto de concentracion de hidroxido de calcio y tiempo de coccion del grano de maiz (*Zea mays L.*) nixtamalizado, sobre las características fisicoquímicas y reológicas de nixtamal. s.l. : Archivos Latinoamericanos de Nutricion, 2009. Vol. 59. p. 425-432.



CHHABRA, Raj P. y RICHARDSON, Juan Francisco. (2011). Flujo no newtoniano y reología aplicada: aplicaciones de ingeniería . Butterworth-Heinemann, : s.n.

CHOQUEHUAYTA, HUAMANSAYRE, Deylith Haidee. (2017). Análisis reológico de harinas y almidones aislados de cinco variedades de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) para su utilización en la elaboración de mazamorra. s.l.

COLINDRES, L. J. (2014). Valor nutritivo y evaluación de aceptabilidad de una galleta formulada a base de trigo, amaranto y ajonjolí en niños escolares.

CORAL, Diego Fernando. (2010). Influencia del hidróxido de calcio en las propiedades físico químicas del almidón de maíz. Departamento de Física y Química.

CORIAZACA, S. (2019). Digestibilidad gastrointestinal in vitro de almidón y proteína en harina de cañihua (*Chenopodium pallidicaule Aellen*) variedad Cupi (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería e. 2019.

DE LA CRUZ PIHUE, Sandra. (2018). Determinacion de la capacidad antioxidantes, propiedades fisicoquimicas y comportamiento reologico del jugo de puro puro (*Passiflora pinnatistipula Cav*).

DUGLA, Alejandro. (2021). Importancia de una cal de graso alimenticio de la nixtamalizacion.

ESCALANTE-ABURTO, Anayansi. (2020). An update of different nixtamalization technologies, and its effects on chemical composition and nutritional value of corn tortillas. s.l. : Food Reviews International, 2020. vol. 36, no 5, p. 456-498.

FARÍAS RIVELINO, FLORES. (2002). Caracterización de harinas comerciales de maíz nixtamalizado. , : Agrociencia, 2002. vol. 36, N° 5, p. 557-567.

GALVAN-RUIZ, Miguel; BANOS, Leticia; RODRIGUEZ-GARCIA, Mario E. Lime characterization as a food additive. *Sensing and Instrumentation for Food Quality and Safety*, 2007, vol. 1, p. 169-175.

GUTIÉRREZ-DORADO, R.(2008). Propiedades tecnológicas y nutricionales de harinas y tortillas de maíz de calidad proteica nixtamalizado y extrusionado (*Zea mays L.*) . s.l. : Química de cereales, 2008. vol. 85, n° 6, pág. 808-816.

HOOVER, Ratnajothi. (2001). Composición, estructura molecular y propiedades fisicoquímicas de los almidones de tubérculos y raíces. s.l. : una revisión:Polímeros de carbohidratos, 2001. vol. 45, n° 3, pág. 253-267.



HSU, H. W., et al. A. (1977). Multienzyme technique for estimating protein digestibility., s.l. : Journal of Food Science, 1977. vol. 42, N°5, pag. 1269-1273.

HURTADO, HERRERA Janer Guillermo, et al. (2019). Caracterización fisicoquímica funcional del Almidón extraído de la papa china (*Colocasia Esculenta*) cultivada en el pacífico colombiano. Tesis Doctoral. Universidad Santiago de Cali.

INOUE, M. y LEPOUTRE, P. (1989). Cambio en la reología del adhesivo de almidón durante la gelatinización. . s.l. : Starch-Stärke , 1989. vol. 41, n° 8, pág. 287-289..

KODICEK, E., et al. (1959). Disponibilidad para cerdos de ácido nicotínico en tortilla horneada a partir de maíz tratado con agua de cal. Diario Británico de Nutrición. vol. 13, N° 3, pág. 363-384.

LOBATO, CABALLEROS, C. (2015). Effect of lime concentration on gelatinized maize starch dispersions properties. s.l. : Food Chemistry, 2015, vol. 172, p. 353-360, 2015.

MADRID, VICENTE Antonio et al. (2013). Ciencia y Tecnología de los alimentos - Tomo 2. España : AMV, 2013. 192-196.

MARTINEZ-PADILLA, Laura Patricia. (2021) Tratamiento de datos de alimentos fluidos para la determinación experimental de viscosidad. *Educación Química*, vol. 33, no 3, p. 21-32.

MATALANIS, A. M., CAMPANELLA, O. H. y HAMAKER, B. R. (2009). Storage retrogradation behavior of sorghum, maize and rice starch pastes related to amylopectin fine structure. Journal of Cereal Science. s.l. : vol. 50, N° 1, p. 74-81.

MILÁN-CARRILLO, Jorge. (2006). The optimization of the extrusion process when using maize flour with a modified amino acid profile for making tortillas. International journal of food science & technology. 2006. vol. 41, no 7, p. 727-736..

MORENO, Rosa María Mariscal, et al. (2015). MORENO, Rosa María Mariscal, et al. The effect of different nixtamalisation processes on some physicochemical properties, nutritional composition and glycemic index. Journal of Cereal Science, . 2015. vol. 65, p. 140-146.

OATE, Tony. Cal y piedra caliza. *Enciclopedia de tecnología química de Kirk-Othmer* , 2000.

PALACIOS, CANO Sergio Samuel. (2021). Evaluación de la cinética de reacción de conversión de piedra caliza a cal viva, por efecto de tres tamaños de partícula, utilizando



una temperatura y un tiempo determinado a 640 mm Hg de presión barométrica a nivel laborator. Guatemala : s.n., 2021.

PAPPA, María Renée, DE PALOMO, Patricia Palacios y BRESSANI, Ricardo. (2010). Effect of lime and wood ash on the nixtamalization of maize and tortilla chemical and nutritional characteristics. s.l. : Plant foods for human nutrition, 2010. vol. 65, N° 2, p. 130-135..

PÉREZ, Luis Arturo Bello. (2002). Propiedades químicas, fisicoquímicas y reológicas de masas y harinas de maíz nixtamalizado. s.l. : Agrociencia, vol. 36, N° 3, p. 319-328..

PETERLIK, Meinrad, KÁLLAY, Enikoe y CROSS, Heide S. (2013). Nutrición de calcio y detección de calcio extracelular: relevancia para la patogénesis de la osteoporosis, el cáncer y las enfermedades cardiovasculares. Nutrientes . vol. 5, N° 1, pág. 302-327..

PINEDA, GÓMEZ, P., et al. (2011). Estudio das propiedades térmicas de farinha de milho, produzido por tratamento térmico-alcálico. Ingeniería y Ciencia. 2011. vol. 7, N°14, pag. 119-142.

RAMÍREZ, NAVAS, Juan Sebastián. (2006). Introducción a la reología de los alimentos. s.l. : Revista ReCiTeIA.

REYES GARCÍA, María, SÁNCHEZ PRIETO, Iván y ESPINOZA BARRIENTOS, Cecilia. (2017). Tablas peruanas de composición de alimentos. Lima : Instituto Nacional de Salud.

RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ E, NAVIA B, LOPEZ AM, ORTEGA RM (2010). Revision y perspectivas futuras sobre la ingesta recomendadas de calcio. s.l. : Nutricion Hospitalaria.

ROSADO, Jorge L. (2005). La absorción de calcio de la tortilla de maíz es relativamente alta y depende del contenido de calcio y del encalado de las mujeres mexicanas. 2005. vol. 135, n° 11, pág. 2578-2581.

ZHENG, GH, SOSULSKI, FW, 1998. Determinación de la separación de agua de cocido pastas de almidón y harina después de la refrigeración y congelación-descongelación. Revista de Ciencias de la Alimentación 63, 134–139.

SÁNCHEZ, Diana Patricia. 2011. El calcio en el desarrollo de alimentos funcionales. s.l. : Revista Lasallista de Investigación, 2011. 2011, vol. 8, no 1, p. 104-116..



STURTEVANT, A. J. (1899). Varieties of corn. USDA Office of Exp. Stn. Bull. 57. . 1899.

VACLAVIK, Vickie A., et al. (2002). Fundamentos de Ciencia de los Alimentos. 2002.

VALENCIA GARCÍA, Francia Elena, ROMÁN MORALES, María Orfilia y CARDONA

VILCANQUI, Fulgencio, VILLANUEVA, María Elena y VÍLCHEZ, Carlos. (2018). Propiedades funcionales in-vitro y efectos fisiológicos in-vivo sobre ratas Holtzman de dietas con nuevas fuentes de fibra. s.l. : Revista chilena de nutrición.

WANG, Yin; LIN, Shiyang; SUZUKI, Yoshizo. Study of limestone calcination with CO2 capture: decomposition behavior in a CO2 atmosphere. *Energy & Fuels*, 2007, vol. 21, N° 6, p. 3317-3321.

ZHANG, Runyang, et al. Comprehensive utilization of corn starch processing by-products: A review. *Grain & Oil Science and Technology*, 2021, vol. 4, no 3, p. 89-107.



ANEXOS



Panel fotográfico

Análisis de capacidad de absorción de agua



Figura 8 — Pesado de tubos conicos vacios y con muestra

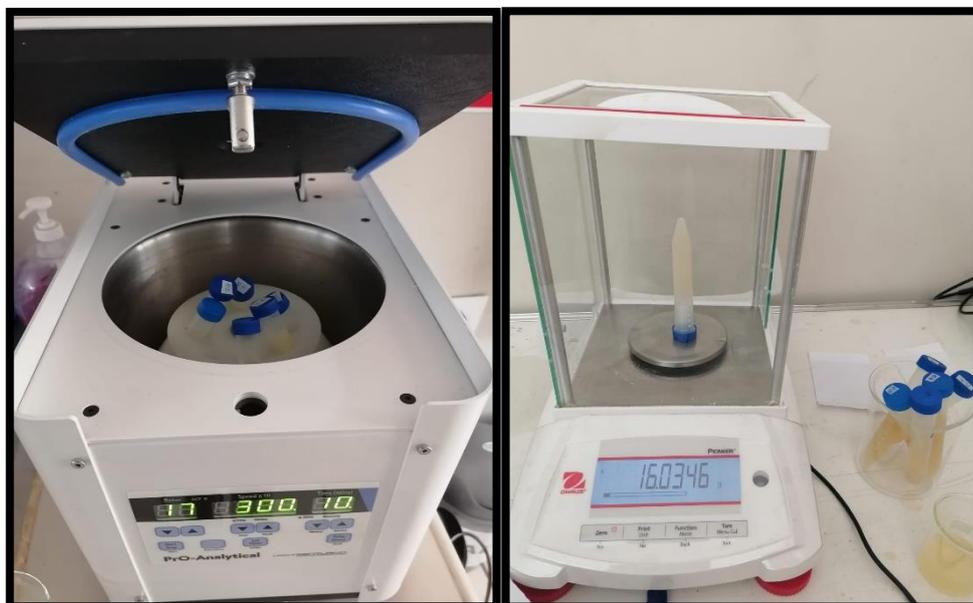


Figura 9 — Proceso de centrifugación para el analisis de absorción de agua y peso del tubo con muestra menos el sobrenadante

Determinación de humedad



Figura 10 — Peso de la placa vacío y con muestra



Figura 21 — Muestras secadas en la estufa por 100 °C en 20 h

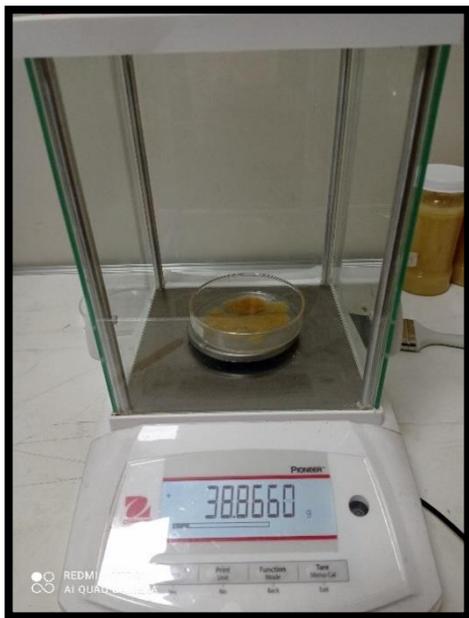


Figura 32 — Peso de la placa mas la muestra seco
Panel fotográfico de la evaluación de sinéresis



Figura 43 — Centrifucación de muestra a 5000 rpm y posterior se peso el sobrenadante

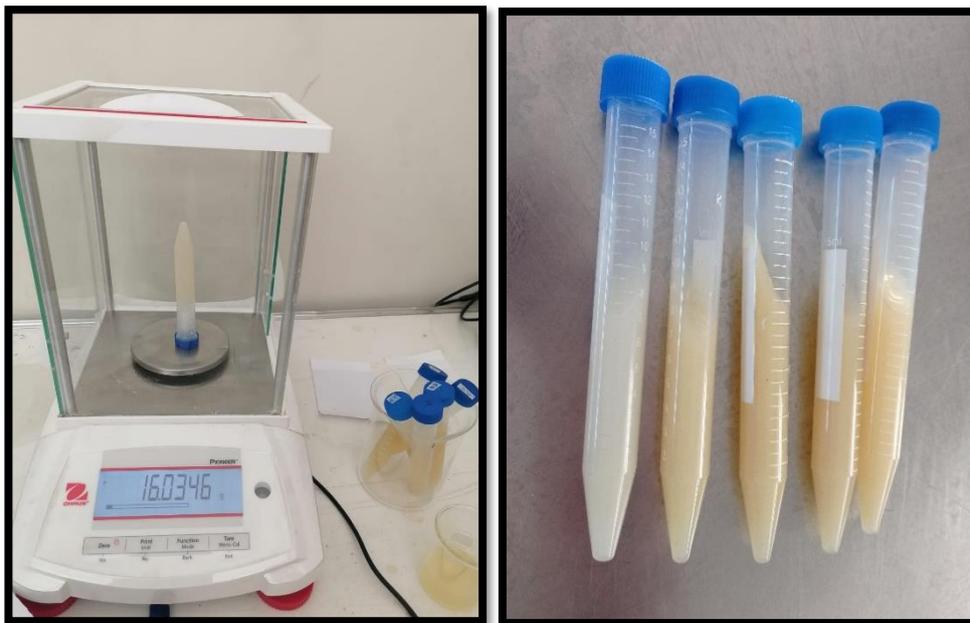


Figura 54 — Peso de la muestra menos el sobrenadante

Evaluación de viscosidad



Figura 75 — Viscosidad de la muestra patrón



Figura 66 — Viscosidad de la muestra con formulacion 0.2 %



Figura 17 — Viscosidad de la muestra con 0.4 %

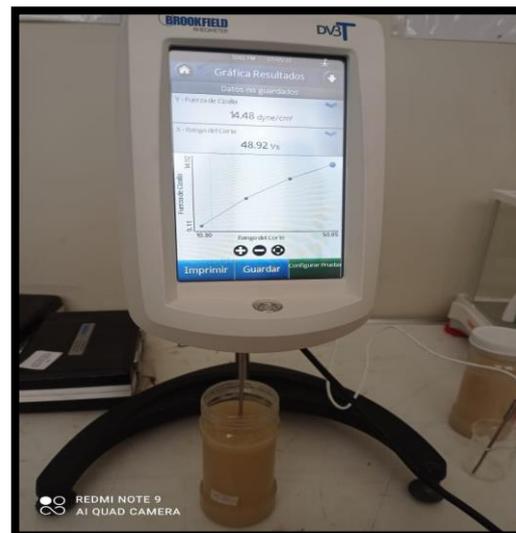


Figura 18 — Viscosidad de la muestra con 0.6 %

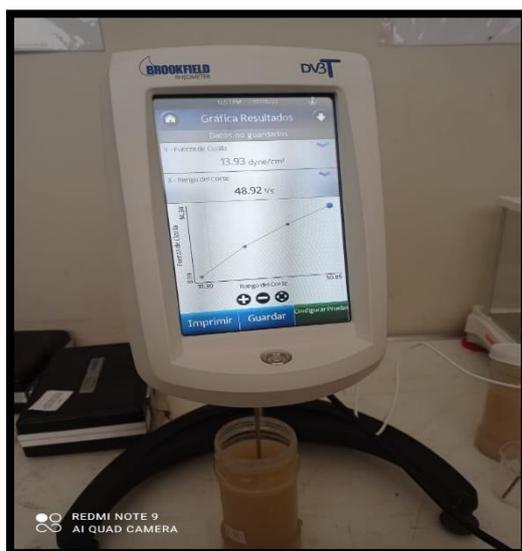


Figura 89 — Viscosidad de la muestra con 0.8 %

Análisis sensorial

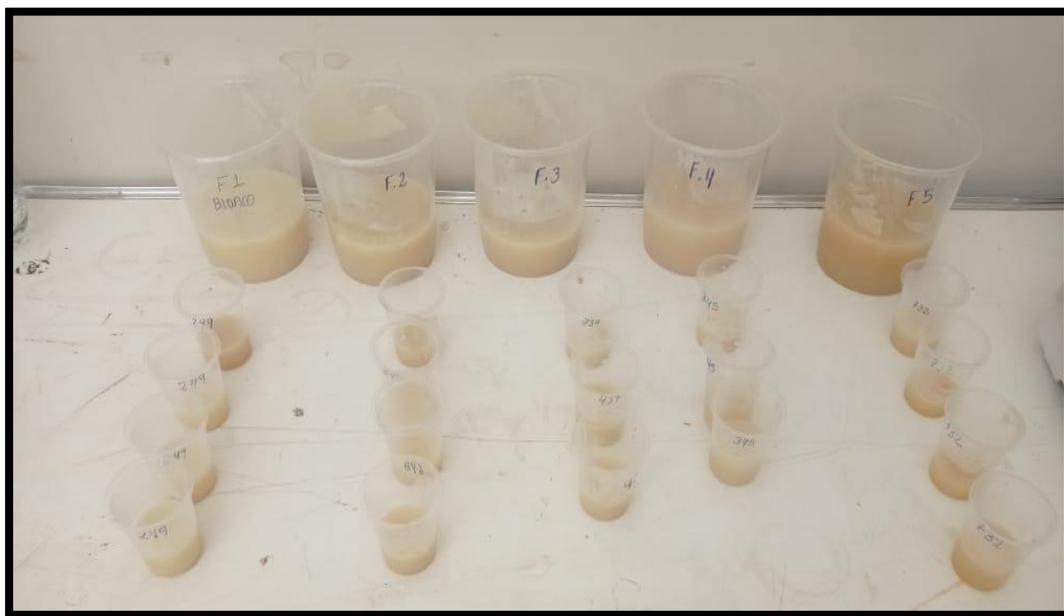


Figura 209 — Muestras de mazamorra para su evaluación sensorial



Figura 21 — Muestras para su analisis sensorial



Figura 102 — Evaluación sensorial

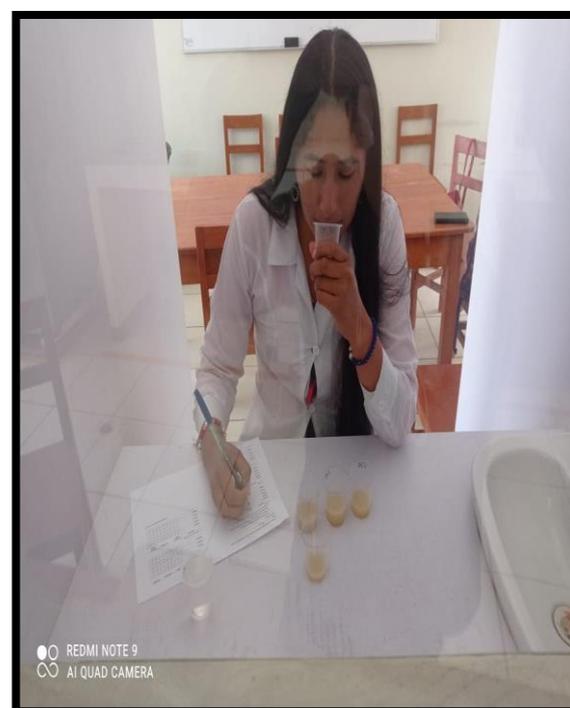


Figura 113 — Fotografías mostrando la presentación de la evaluación de los panelistas.

Obtención de mazamorras de harina de maíz en base seca



Figura 124 — Muestra de mazamorra deshidratada para su determinación de análisis proximal



Figura 135 — Fotografías de las harinas obtenidas de la mazamorra deshidratada

ANEXO 1

Metodologías utilizadas para la Evaluación sensorial de la Mazamorra de maíz

FORMATO DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS MUESTRAS EN MAZAMORRA DE MAÍZ

Edad:..... Fecha:.....

INSTRUCCIONES:

- Usted recibirá cinco muestras debidamente codificadas
- En función a los atributos sírvase a marcar con una (x) el casillero, según su apreciación que presenta 9 escalas.
- Recuerde tomar un poco de agua después de probar cada muestra

I) COLOR

MUESTRAS	Poco Atractivo	intermedio	muy Atractivo
Muestra:	1 2 3 4 5 6 7 8 9		
Muestra:	1 2 3 4 5 6 7 8 9		
Muestra:	1 2 3 4 5 6 7 8 9		
Muestra:	1 2 3 4 5 6 7 8 9		
Muestra:	1 2 3 4 5 6 7 8 9		

II) OLOR

MUESTRAS	Poco Aceptable	intermedio	mejor Aceptabilidad
Muestra:	1 2 3 4 5 6 7 8 9		
Muestra:	1 2 3 4 5 6 7 8 9		
Muestra:	1 2 3 4 5 6 7 8 9		
Muestra:	1 2 3 4 5 6 7 8 9		
Muestra:	1 2 3 4 5 6 7 8 9		

III) TEXTURA

MUESTRAS	muy Grioso	intermedio	Muy suave
Muestra:	1 2 3 4 5 6 7 8 9		
Muestra:	1 2 3 4 5 6 7 8 9		
Muestra:	1 2 3 4 5 6 7 8 9		
Muestra:	1 2 3 4 5 6 7 8 9		
Muestra:	1 2 3 4 5 6 7 8 9		

D) SABOR

MUESTRAS	Desagradable	Intermedio	Agradable
Muestra:	1 2 3 4 5 6 7 8 9		
Muestra:	1 2 3 4 5 6 7 8 9		
Muestra:	1 2 3 4 5 6 7 8 9		
Muestra:	1 2 3 4 5 6 7 8 9		
Muestra:	1 2 3 4 5 6 7 8 9		

E) ACEPTABILIDAD GLOBAL

MUESTRAS	Me disgusta mucho	intermedio	Me gusta Mucho
Muestra:	1 2 3 4 5 6 7 8 9		
Muestra:	1 2 3 4 5 6 7 8 9		
Muestra:	1 2 3 4 5 6 7 8 9		
Muestra:	1 2 3 4 5 6 7 8 9		
Muestra:	1 2 3 4 5 6 7 8 9		

¡Muchas Gracias por su participación!

ANEXO 2

Metodologías utilizadas para la Evaluación nutricional de la Mazamorra de Maíz



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADEMICO DE NUTRICION
LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

INFORME DE ENSAYO LENA N.º 0823/2022

CLIENTE : UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
RUC : 20527056579
NOMBRE DEL PRODUCTO : 24 muestras de alimentos.
(Denominación responsabilidad del cliente)
MUESTRA : PROPORCIONADA POR EL CLIENTE
NUMERO DE MUESTRAS : Veinticuatro
FORMA DE PRESENTACION: A granel en bolsa plástica con preservante incluido.
ENSAYOS SOLICITADOS : FISICO-QUIMICO
IDENTIFICACION : AQ22-0823/01-24

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO

INFORME DE ENSAYO LENA N.º 0823/2022

ELN: Extracto libre de nitrógeno

Métodos utilizados:

- a.- Humedad: AOAC (2005), 950.46
- b.- Proteína total: AOAC (2005), 984.13
- c.- Grasa: AOAC (2005), 2013.05
- d.- Fibra cruda: AOAC (2005), 962.09
- e.- Cenizas: AOAC (2005), 942.05



Atentamente,

Ing. MgSc. Alejandrina Setelo Méndez
Jefe del Laboratorio de Evaluación
Nutricional de Alimentos.

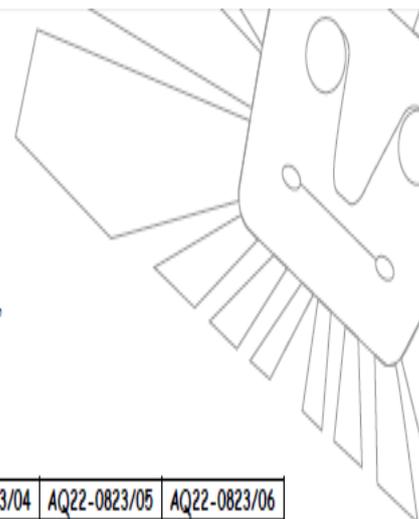


La Molina, 20 de Setiembre del 2022

Av. La Molina s/n Lima 12. E-mail: lena@lamolina.edu.pe
Teléfonos: 614-7800 Anexo: 266 / Directo 348-0830



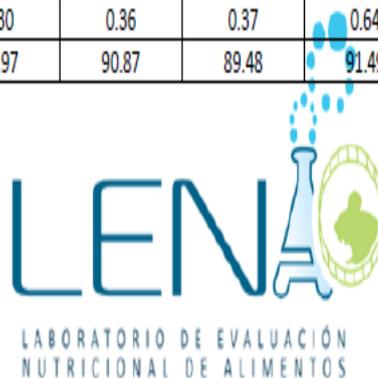
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADEMICO DE NUTRICION
LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE ALIMENTOS



“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO

CÓDIGO	AQ22-0823/01	AQ22-0823/02	AQ22-0823/03	AQ22-0823/04	AQ22-0823/05	AQ22-0823/06
MUESTRA	F.1.1	F.1.2	F.1.3	F.2.1	F.2.2	F.2.3
a.- HUMEDAD, %	5.82	6.08	7.03	5.13	5.57	5.77
b.- PROTEINA TOTAL (N x 6.25),%	2.58	2.32	2.71	2.49	2.53	2.36
c.- GRASA, %	0.33	0.37	0.41	0.25	0.32	0.38
d.- FIBRA CRUDA, %	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
e.- CENIZA, %	0.30	0.36	0.37	0.64	0.73	0.76
f.- ELN ¹ , %	90.97	90.87	89.48	91.49	90.85	90.73



INFORME DE ENSAYO LENA N.º 0823/2022

Av. La Molina s/n Lima 12. E-mail: lena@lamolina.edu.pe
Teléfonos: 614-7800 Anexo: 266 / Directo 348-0830





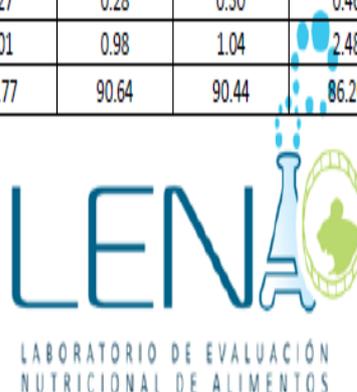
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADEMICO DE NUTRICION
LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE ALIMENTOS



“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO

CÓDIGO	AQ22-0823/07	AQ22-0823/08	AQ22-0823/09	AQ22-0823/10	AQ22-0823/11	AQ22-0823/12
MUESTRA	F.3.1	F.3.2	F.3.3	F.5.1	F.5.2	F.5.3
a.- HUMEDAD, %	6.42	5.35	5.48	7.08	4.99	6.39
b.- PROTEINA TOTAL (N x 6.25), %	2.40	2.49	2.45	3.50	2.58	3.23
c.- GRASA, %	0.13	0.26	0.29	0.28	0.25	0.24
d.- FIBRA CRUDA, %	0.27	0.28	0.30	0.46	0.34	0.39
e.- CENIZA, %	1.01	0.98	1.04	2.48	1.54	2.41
f.- ELN ¹ , %	89.77	90.64	90.44	86.20	90.30	87.34



INFORME DE ENSAYO LENA N.º 0823/2022



Av. La Molina s/n Lima 12. E-mail: lena@lamolina.edu.pe
Teléfonos: 614-7800 Anexo: 266 / Directo 348-0830





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADEMICO DE NUTRICION
LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE ALIMENTOS



“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO

CÓDIGO	AQ22-0823/13	AQ22-0823/14	AQ22-0823/15	AQ22-0823/16	AQ22-0823/17	AQ22-0823/18
MUESTRA	F.4.1	F.4.2	F.4.3	HARINA DE MAIZ	HARINA DE QUINUA	HARINA DE HABA
a.- HUMEDAD, %	6.57	6.59	6.01	10.06	8.69	9.21
b.- PROTEINA TOTAL (N x 6.25),%	2.54	2.76	2.27	7.69	15.65	26.02
c.- GRASA, %	0.26	0.30	0.26	3.92	5.60	1.78
d.- FIBRA CRUDA, %	0.46	0.42	0.43	1.26	2.71	1.89
e.- CENIZA, %	1.24	1.59	1.25	1.28	2.00	2.56
f.- ELN ¹ , %	88.93	88.34	89.78	75.79	65.35	58.54



INFORME DE ENSAYO LENA N.º 0823/2022



Av. La Molina s/n Lima 12. E-mail: lena@lamolina.edu.pe
Teléfonos: 614-7800 Anexo: 266 / Directo 348-0830

ANEXO 3



Metodologías utilizadas para la Determinación de Calcio de la Mazamorra de Maíz



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADEMICO DE NUTRICION
LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

INFORME DE ENSAYO LENA N.° 0924/2022

CLIENTE : NILDA ÑAHUINILLA CONDORI
 NOMBRE DEL PRODUCTO : CODIFICADO POR CLIENTE
 MUESTRA : 15 MUESTRAS
 FECHA DE RECEPCIÓN : 30-09-2022
 FECHA DE ANÁLISIS : Del 30/09/22 al 14/04/22
 PRESENTACION : Muestra en bolsa de plástico.
 IDENTIFICACION : AQ22-0924

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO

CÓDIGO	AQ22-0924/01	AQ22-0924/02	AQ22-0924/03	AQ22-0924/04	AQ22-0924/05
MUESTRA	F.1.1	F.1.2	F.1.3	F.2.1	F.2.2
a- CALCIO, %	0.03	0.02	0.04	0.03	0.02

CÓDIGO	AQ22-0924/06	AQ22-0924/07	AQ22-0924/08	AQ22-0924/09	AQ22-0924/10
MUESTRA	F.2.3	F.3.1	F.3.2	F.3.3	F.4.1
a- CALCIO, %	0.09	0.40	0.42	0.38	0.64

CÓDIGO	AQ22-0924/11	AQ22-0924/12	AQ22-0924/13	AQ22-0924/14	AQ22-0924/15
MUESTRA	F.4.2	F.4.3	F.5.1	F.5.2	F.5.3
a- CALCIO, %	0.57	0.68	0.71	0.69	0.66

Método utilizado:

a- Calcio: AOAC (2005), 927.02

Atentamente,



Alejandrina Sotelo Méndez

Ing. MgSc. Alejandrina Sotelo Méndez
 Jefe del Laboratorio de Evaluación
 Nutricional de Alimentos

La Molina, 14 de Octubre del 2022

Av. La Molina s/n Lima 12. E-mail: lena@lamolina.edu.pe
 Teléfonos: 614-7800 Anexo: 266 / Directo 348-0830



