

**ESTUDIO DE LA VIDA ÚTIL DE TORTILLAS DE PAPA TIPO LAPINGACHO
ELABORADAS A PARTIR DE UNA VARIEDAD DE PAPA NATIVA
(*Solanum tuberosum*).**

**JOSÉ LUIS BETANCOURTH LAGOS
MARÍA JOSÉ RAMÍREZ OBANDO**

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

SAN JUAN DE PASTO

2019

**ESTUDIO DE LA VIDA ÚTIL DE TORTILLAS DE PAPA TIPO LAPINGACHO
ELABORADA A PARTIR DE UNA VARIEDAD DE PAPA NATIVA
(*Solanum tuberosum*).**

**JOSÉ LUIS BETANCOURTH LAGOS
MARÍA JOSÉ RAMÍREZ OBANDO**

**Trabajo de grado modalidad investigación presentado como requisito para optar al título
de Ingeniero Agroindustrial**

Asesor:

M.Sc. DIEGO FERNANDO MEJÍA ESPAÑA

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

SAN JUAN DE PASTO

2019

NOTA DE RESPONSABILIDAD

“Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo son responsabilidad exclusiva del autor”.

Artículo 1ro del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

NOTA DE ACEPTACIÓN

M.Sc. VERÓNICA JARRÍN JARRÍN

Jurado

IAI. AMPARO GUEVARA MELO

Jurado

M.Sc. DIEGO FERNANDO MEJÍA ESPAÑA

Asesor

San Juan de Pasto, 5 de septiembre de 2019.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus sinceros agradecimientos a:

La Universidad de Nariño por brindar los conocimiento y formación como profesionales.

La Vicerrectoría de Investigaciones, Posgrados y Relaciones Internacionales (Vipri) de la Universidad de Nariño por la financiación de este trabajo, a través del proyecto “*Evaluación del efecto de la tecnología de precocción y congelación rápida sobre la vida útil de tortillas de papa tipo llapingacho obtenidas a partir de variedades de papa nativa (Solanum phureja)*”.

El grupo de investigación de Biotecnología Agroindustrial y Ambiental BIOTA por permitir y apoyar el desarrollo de esta investigación.

El Grupo de apoyo a la investigación y desarrollo agroalimentario GAIDA por facilitar la utilización de los equipos del laboratorio de investigación en conservación y calidad de alimentos.

La Planta Piloto de La Facultad de Ingeniería Agroindustrial por la prestación de los equipos y materiales necesarios para la realización de este trabajo.

M.Sc. Diego Fernando Mejía España, director de tesis, por sus recomendaciones, correcciones y asesoría brindada.

M.Sc. Verónica Jarrin Jarrin e Ing. Amparo Guevara Melo. Jurados de este trabajo de investigación, por sus valiosos aportes para desarrollo del presente trabajo.

A las personas que de una u otra manera colaboraron en la realización y culminación de este trabajo de grado.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo que representa la culminación de una etapa a Dios por permitirme cumplir una meta más, por su amor infinito que me ha bendecido a lo largo de mi vida.

A la Virgen María por su protección y bendición, gracias a ella he encontrado la manera de salir victorioso-airoso de los problemas y dificultades que se me han presentado.

A mis padres Luis Antonio Betancourth y Blanca Lidia Lagos Rosero, quienes se esfuerzan día a día para que sus hijos salgan adelante y cumplan sus objetivos.

A mi madre por su amor, consejos y su apoyo incondicional, que permitieron terminar este ciclo de la mejor manera.

A mis hermanos Dayra Marcela y Edison Evelio que cada día me han llenado de fuerza y confianza además de su apoyo.

A aquellas personas que de una u otra forma me apoyaron en esta etapa universitaria y contribuyeron a cumplir esta meta.

*“Pues bien, mis queridos viejos,
ya la capital me llama
con su alegre campanada
y sus puertas de color.
Mañana será otro día
cuando yo vuelva a esta casa
en avión y no en gualdrapa
con diploma de doctor.”*

Jose Luis Betancourth Lagos.

DEDICATORIA

Hoy quiero agradecer a Dios por la vida y permitirme la culminación de este sueño,
mi carrera profesional.

A mi madre Carmen Obando por su amor incondicional, por la fuerza que me da
cada día para salir adelante y por todo el esfuerzo que hizo para que pueda estar en
esta instancia de mi vida, cumpliendo uno de mis sueños.

A mi padre Edgar Ramírez, quien cuida de mí y guía desde el cielo.

A mis hermanas Juliana y Sofía por su cariño, compañía y apoyo durante todo este
tiempo.

A mi familia, quien siempre se preocupa por mi bienestar y me llenan de aliento
para seguir adelante.

A mis amigos por su tiempo, sus consejos y cariño.

A mis profesores y asesor por sus enseñanzas.

A todas aquellas personas que hicieron este sueño realidad, mil gracias.

María José Ramírez Obando

RESUMEN

Antecedentes. La diversidad en papas nativas ha ido disminuyendo debido a que la demanda nacional está centrada en el cultivo de variedades comerciales, a raíz de la falta de conocimiento existente acerca de las características y bondades tecnológicas y nutricionales de estos materiales. **Objetivo.** Estudiar el tiempo vida útil de tortillas de papa tipo lapingacho elaborada a partir de una variedad de papa nativa (*Solanum tuberosum*). **Métodos.** Se determinaron propiedades fisicoquímicas (gravedad específica y humedad) de cinco variedades de papa, sensoriales (color, olor, sabor y textura) de lapingachos elaborados a partir de las cinco variedades; se seleccionó la mejor variedad que cumplía con lo especificado. Se estandarizó la formulación mediante pruebas sensoriales, se determinaron las mejores condiciones de post-cocción, (asado y horneado) congelación (rápida y lenta) y Reconstitución (asado y horneado en microondas) de lapingachos congelados a través de pruebas sensoriales (olor color sabor y textura) y fisicoquímicas (humedad y firmeza). Se evaluó cambios a través del tiempo mediante análisis proximal, fisicoquímico, microbiológico y sensorial, además de su estimación de tiempo de vida útil en condiciones de almacenamiento a 4°C y -18°C. **Resultados.** La variedad que presentó mejor resultado fue la Roja Huila con la que se trabajó toda la experimentación. La mejor formulación fue: 1000 g de papa, 25 g de sal, 3 g de ajo, 4 g de cebolla y 8 g de color. El mejor método de post-cocción correspondió a horneado a 200°C por 10 minutos con mejor promedio sensorial respecto a demás tratamientos, y con $72,7925 \pm 0,996$ de porcentaje de humedad y $3,15605 \pm 0,184$ N de firmeza. El mejor método de congelación y Reconstitución fue: congelación rápida (-18°C) y Reconstitución por medio de asado con una humedad de 61,08% y 2,61 N de firmeza y un promedio mayor a 4 en todos los parámetros sensoriales. Para los lapingachos almacenados a 4°C el parámetro de calidad determinante fue el microbiológico

obteniéndose una vida útil de 13 días al superar lo exigido, con un alto recuento de mesófilos (ufc/g); los almacenados a -18°C de acuerdo al parámetro microbiológico (mesófilos (ufc/g)) resultaron con una vida útil de 189 días aproximadamente, sin embargo, según la evaluación sensorial el tiempo de vida útil fue 95 días por su cambio en el sabor respecto al día cero.

Conclusión. Los factores determinantes para la estimación de vida útil de lapingacho fueron los parámetros microbiológicos y sensoriales influenciado por la temperatura de almacenamiento.

Palabras clave: Almacenamiento, mesófilos, post-cocción, Reconstitución, tiempo.

ABSTRACT

Background. The diversity in native potatoes has been decreasing due to the fact that the national demand is centered on the cultivation of commercial varieties, a root of the lack of knowledge about the characteristics and the technological and nutritional benefits of these materials. **Objective.** Study the useful time of the potato tortillas type lapingacho elaborated from a variety of native potato (*Solanum tuberosum*). **Methods.** The physicochemical properties (sensoriality and humidity) of five potato varieties, sensory (smell of color and texture) of lapingachos made from the five varieties were determined; the best variety that complied with what was specified was selected. The formulation was standardized by sensory tests, the best post-cooking conditions were determined, (roasting and baking), freezing (fast and slow) and restitution (roasting and microwave baking) of frozen lapingachos through sensory tests (flavor-colored odor) and texture) and physicochemical (humidity and firmness). The changes were evaluated over time by means of proximal, physicochemical, microbiological and sensory analysis, in addition to their shelf life under storage conditions at 4°C and -18°C. **Results.** The variety that presented the best result was the Red one. The best formulation was: 1000 g of potato, 25 g of salt, 3 g of garlic, 4 g of onion and 8 g of color. The best post-cooking method corresponded to baking at 200°C for 10 minutes with better sensory average compared to other treatments, and with 72.7925 ± 0.996 of moisture percentage and 3.15605 ± 0.184 N of firmness. The best method of freezing and restitution was: rapid freezing (-18°C) and restitution in the roast medium with a humidity of 61.08% and 2.61 N of firmness and an average higher than 4 in all sensory parameters. For the lapingachos stored at 4°C the parameter of the determining quality was the microbiological one obtaining a useful life of 13 days when exceeding what was required, with a high count of mesophiles (cfu / g); those stored at -18°C according to the

microbiological parameter (mesophiles (cfu / g)) resulted with a shelf life of 180 days, however, according to the sensory evaluation the shelf life was 95 days due to its change in taste regarding the zero day. **Conclusion.** The determining factors for estimating the shelf life were microbiological and sensory parameters influenced by storage temperature.

Key words: Storage, mesophiles, post-cooking, restitution, time.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	21
1. SELECCIÓN DE VARIEDAD DE PAPA NATIVA PARA LA ELABORACIÓN DE LAPINGACHOS, BASADO EN PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA.....	23
1.1. INTRODUCCIÓN	23
1.2. METODOLOGÍA	25
1.2.1. Localización	25
1.2.2. Material vegetal experimental	26
1.2.3. Determinación de parámetros fisicoquímicos	27
1.2.3.1 Humedad.....	27
1.2.3.2. Gravedad específica.....	27
1.2.4. Evaluación del comportamiento de masa	28
1.2.5. Elaboración de lapingachos	28
1.2.5.1. Estandarización de la formulación de lapingachos	31
1.2.5.2. Análisis sensorial para la estandarización de la formulación.	32
1.2.6. Análisis sensorial para la selección de la variedad.....	33
1.2.6.1. Diseño experimental	34
1.2.7. Análisis proximal	34
1.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
1.3.1. Parámetros fisicoquímicos	34
1.3.2. Evaluación del comportamiento de la masa	36

2.3.1.2. Análisis fisicoquímico	50
2.3.1.3. Análisis sensorial.....	53
2.3.2. Condiciones adecuadas para los procesos de congelación: rápida y lenta	55
2.3.3. Reconstitución.....	57
2.3.3.1. Parámetros fisicoquímicos.....	57
2.3.3.2. Análisis sensorial.....	60
3. EVALUACIÓN DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS, FISICOQUÍMICOS, SENSORIALES Y COMPOSICIONALES EN CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO SELECCIONADO.....	63
3.1. INTRODUCCIÓN.....	63
3.2. METODOLOGÍA	65
3.2.1. Análisis fisicoquímico de lapingachos.....	66
3.2.1.1. Color	66
3.2.1.2. Dureza	67
3.2.1.3. Humedad.....	67
3.2.1.4. pH	67
3.2.1.5. Actividad de agua	67
3.2.2. Determinación de parámetros microbiológicos	67
3.2.3. Determinación de parámetros químico proximales	68
3.2.4. Determinación de vida útil en función del atributo de calidad.....	69
3.2.4.1. Análisis sensorial	70
3.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	71
3.3.1. Análisis fisicoquímico.....	71

	3.3.1.1. Color	71
	3.3.1.2. Dureza	72
	3.3.1.3. Humedad.....	74
	3.3.1.4. pH.....	75
	3.3.1.5. Actividad de Agua (AW).....	77
	3.3.2. Análisis microbiológico	78
	3.3.3. Análisis químico proximal	83
	3.3.4. Estimación de vida útil	87
	3.3.4.1. Parámetros microbiológicos	88
	3.3.4.2. Evaluación Sensorial	92
4.	CONCLUSIONES.....	96
5.	RECOMENDACIONES	97
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
7.	ANEXOS.....	110

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1. Formulación base para la elaboración de lapingachos.	31
Tabla 1.2. Matriz de diseño experimental para la formulación de lapingachos.	32
Tabla 1.3. Resultado del porcentaje de humedad y gravedad específica (MEDIA \pm SD) para las cinco variedades estudiadas.	35
Tabla 1.4. Resultados de la evaluación sensorial (MEDIA \pm SD) para la formulación de lapingachos.	37
Tabla 1.5. Resultados de la evaluación sensorial (MEDIA \pm SD) para lapingachos elaborados a partir de las cinco variedades.	38
Tabla 1.6. Análisis proximal de la variedad Roja Huila	40
Tabla 2.1. Matriz de diseño experimental para la determinación del mejor método de preparación	47
Tabla 2.2. Resumen estadístico para las variables de respuesta porcentaje de humedad y dureza	51
Tabla 2.3. Resumen estadístico para las variables de respuesta olor, color, sabor y textura.....	53
Tabla 2.4. Tiempo de cada periodo de la cinética de congelación por el método rápido y lento.....	55
Tabla 2.5. Análisis de varianza para variable de respuesta humedad	57
Tabla 2.6. Análisis de varianza para variable de respuesta dureza	58
Tabla 2.7. Datos promedio de parámetros dureza y humedad	59
Tabla 2.8. Resumen estadístico para las variables de respuesta olor, color, sabor y textura.....	60
Tabla 2.9. Preferencia de los jueces respecto al método de Reconstitución	61
Tabla 3.1. Parámetros microbiológicos evaluados para lapingachos elaborados a partir de papa nativa, variedad Roja Huila.....	68
Tabla 3.2. Parámetros proximales evaluados para lapingachos elaborados a partir de papa nativa, variedad Roja Huila.....	69
Tabla 3.3. Presencia de microorganismos en los días de almacenamiento a temperatura de 4°C	78
Tabla 3.4. Presencia de microorganismos en los días de almacenamiento a temperatura de -18°C.....	79

Tabla 3.5. Requisitos microbiológicos que debe cumplir la papa (patata) prefrita congelada según NTC 4481.....	81
Tabla 3.6. Análisis proximal de lapingacho almacenado a 4°C, expresados en g/100 g de muestra	84
Tabla 3.7. Análisis proximal de lapingacho almacenado a -18°C.....	84
Tabla 3.8. Determinación de orden de reacción para el almacenamiento a 4°C	88
Tabla 3.9. Datos de parámetros de segundo orden y bondad de ajuste para la ecuación mesófilos (ufc/g).	89
Tabla 3.10. Determinación de orden de reacción para el almacenamiento a -18°C.....	91
Tabla 3.11. Datos de parámetros de orden cero y bondad de ajuste para la ecuación mesófilos (ufc/g) ..	91

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1. Gráfico de medias y LSD de Fischer al 95% de confianza para la variable humedad.	51
Figura 2.2. Gráfico de medias y LSD de Fischer al 95% de confianza para la variable dureza.....	52
Figura 2.3. Curva de congelación de lapingacho por el método rápido y lento.....	55
Figura 2.4. Diagrama de pareto para variable humedad.	58
Figura 2.5. Diagrama de pareto para variable dureza	59
Figura 3.1. a) Variación de color (δe^*) de lapingacho almacenado a temperatura de 4°C. b) Variación de color (δe^*) de lapingacho almacenado a temperatura de -18°C.....	71
Figura 3.2. a) Comportamiento de la dureza de lapingacho almacenado a temperatura de 4°C. b) Comportamiento del porcentaje humedad de lapingacho almacenado a temperatura de -18°C	72
Figura 3.3. a) Comportamiento del porcentaje de humedad de lapingacho almacenado a temperatura de 4°C. b) Comportamiento del porcentaje humedad de lapingacho almacenado a temperatura de -18°C	74
Figura 3.4. a) Comportamiento del ph de lapingacho almacenado a temperatura de 4°C. b) Comportamiento del ph de lapingacho almacenado a temperatura de -18°C.....	75
Figura 3.5. Comportamiento de la actividad de agua de lapingacho almacenado a temperatura de -18°C	77
Figura 3.6. Gráfico de barras para el análisis sensorial de los 8 días de almacenamiento a 4°C	92
Figura 3.7. Gráfico de barras para el análisis sensorial de los 30, 45 y 60 días de almacenamiento a -18°C.....	93

LISTA DE IMÁGENES

	Pág.
Imagen 1.1. a) Planta Piloto de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad de Nariño. b) Laboratorio de Investigación en Conservación y Calidad de Alimentos	25
Imagen 1.2. a) Variedad Ratona morada. b) Variedad Leona. c) Variedad Jardinera. d) Variedad Criolla. e) Variedad Roja Huila	26
Imagen 1.3. Balanza de humedad KERN MLB_N Versión 2.1.	27
Imagen 1.4. a) Balanza de precisión marca ADAM DUNE DCT 5000. b) Probeta de 1000ml	28
Imagen 1.5. Diagrama de flujo de proceso de preparación de lapingachos a partir de papa.....	29
Imagen 1.6. Evaluación por parte de los jueces de las formulaciones de lapingachos.	33
Imagen 2.1. a) Lapingacho en proceso de asado en plancha. b) Lapingacho en proceso de horneado en horno convencional.....	44
Imagen 2.2. Asado de lapingachos.....	45
Imagen 2.3. Horneado de lapingachos.	46
Imagen 2.4. Texturómetro LLOYD SL1SH-115V	46
Imagen 2.5. Reconstitución de lapingachos mediante horno microondas	49
Imagen 2.6. Resultado de los lapingachos mediante las pruebas preliminares de asado. a) Asado a llama baja por 5,5 minutos por cada lado. b) Asado a llama media por 1,5 minutos por cada lado.	50
Imagen 2.7. Resultado de los lapingachos mediante las pruebas preliminares de horneado. a) Horneado a 180°C por 12 minutos. b) Horneado a 200°C por 10 minutos	50
Imagen 3.1. Equipo CM5-Konica Minolta	66
Imagen 3.2. Equipo HygroLab C1 ROTRONIC.....	67

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Formato de evaluación sensorial pruebas afectivas de acuerdo a la medición del grado de satisfacción.....	110
Anexo 2. Análisis proximal de la variedad Roja Huila.....	111
Anexo 3. Formato de evaluación sensorial (prueba de comparación apareada)	112
Anexo 4. Análisis microbiológicos para lapingacho almacenado a 4°C.....	113
Anexo 5. Análisis microbiológicos par a lapingacho almacenado a -18°C	118
Anexo 6. Análisis proximal para lapingacho almacenados a 4°C.....	121
Anexo 7. Análisis proximal para lapingacho almacenados a -18°C	125

INTRODUCCIÓN

El lapingacho es un plato típico originario de la región andina de los países de Colombia y Ecuador. En Colombia el consumo de este producto se enfatiza en la zona sur del país, el cual corresponde al Departamento de Nariño. Este producto se elabora a partir de puré de papa, posteriormente moldeada y asada. A pesar de que es un plato que se comercializa desde mucho tiempo atrás, no se ha investigado a fondo buscando estandarizar su método de preparación, formulación, además de innovar en la industria con lapingachos que conserven sus cualidades nutricionales y sensoriales por más tiempo, utilizando técnicas de conservación.

La materia prima para estas tortillas es la papa nativa (*Solanum tuberosum*), la cual proporciona energía debido a su alto contenido en carbohidratos, fibra y proteínas; contiene minerales, predominando el Potasio, el Hierro y el Zinc. Las papas nativas pueden poseer hasta 14,50 mg/Kg y 5,20 mg/Kg de Hierro y Zinc respectivamente (Calliope, Lobo, & Sammán, 2017), además, tienen un alto contenido de antocianinas, que se relacionan directamente con las propiedades antioxidantes (Tierno, Hornero, Gallardo, López, & de Galarreta, 2015).

Una alternativa para hacer más disponibles los nutrientes de las papas nativas es fabricar productos que favorezcan las nuevas tendencias de consumo, las cuales buscan disminuir el uso de conservantes en alimentos utilizando técnicas de conservación al tiempo como tratamientos térmicos y almacenamiento a bajas temperaturas, consiguiendo prolongar su tiempo de vida útil. Por lo anterior el uso de técnicas como la congelación rápida es una buena opción para preservar el producto nutricionalmente y sensorialmente por un lapso mayor de tiempo (Restrepo Flórez, Montes Álvarez, Gómez Álvarez, & Cano Salazar, 2013).

Bajo esta perspectiva la presente investigación tuvo como objetivo la estimación de vida útil de tortilla de papa tipo lapingacho elaborado a partir de una variedad de papa nativa (*Solanum*

tuberosum).

Se espera que los lectores interesados y con posibilidades de incursionar en la producción de lapingacho elaborado a partir de papa nativa, o quienes solo necesiten información sobre el tema, puedan acceder a un recurso bibliográfico que los pueda orientar y resuelva sus dudas como conocer cuál variedad seleccionar para preparar este producto, su método de preparación y el cambio en los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos, proximales, y sensoriales a través del tiempo.

1. SELECCIÓN DE VARIEDAD DE PAPA NATIVA PARA LA ELABORACIÓN DE LAPINGACHOS, BASADO EN PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA.

1.1. INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es una especie de planta herbácea perteneciente al género *Solanum* de la familia de las solanáceas, originaria del Perú (Martinez & Ligarreto, 2005), además, es un cultivo de polinización cruzada altamente heterocigoto. Este tubérculo ha sido consumido por la humanidad desde hace miles de años y se produce en todos los continentes excepto en la Antártida (Moreno, Cerón, & Zapata, 2005); presenta alta versatilidad y adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales, y ocupa un lugar importante en la agricultura, economía, seguridad alimentaria e industria, considerándose un cultivo primario básico. Actualmente es el tercer cultivo de mayor consumo en el mundo después del maíz y el trigo (Birch et al., 2012).

Colombia reporta una producción de 2'751.837toneladas/año (Fedepapa, 2018) que generalmente se comercializa en estado fresco (Rivera, Herrera, & Rodríguez, 2003), siendo muy baja la participación de la industria de procesamiento. Entre los mayores productores de papa se encuentra Nariño con una participación del 20% de la producción nacional, con un área sembrada de 26.394 Ha(Fedepapa, 2018). En el departamento, las variedades de papa de mayor producción son: Pastusa Suprema, Diacol Capiro, Parda Pastusa, Superior, Criolla que tiene un rendimiento promedio de 20 Ton/Ha, y en un menor porcentaje, variedades de papa nativa, con un rendimiento promedio de 11,2 Ton/Ha (Ministerio de Agricultura, 2016). Este es uno de los cultivos con mayor diversidad genética concentrada principalmente en la zona Andina de América del Sur (Martínez, 2015). Segura (2014), afirma que las variedades nativas han sido

cultivadas por agricultores precolombinos a partir de especies que crecían en estado silvestre, las primeras señales de cultivo de papa nativa fueron a partir de 1560. El mismo autor menciona que en la zona andina existen numerosas papas nativas no comerciales, las cuales se han cultivado para autoconsumo con bajas áreas de siembra y muchas de ellas en peligro de extinción, estas han sido el alimento principal de muchas generaciones por su alto valor nutricional, agradable sabor y elevado contenido de sustancias antioxidantes naturales. En Nariño se siembra papa de las especies *Solanum tuberosum* ssp. *andígena* que corresponden a las conocidas como “guatas” y papas de la especie *Solanum phureja* conocidas como "chauchas o criollas" (Porras, 2005). Estos recursos han estado expuestos a la degradación genética por la introducción de variedades mejoradas, sin embargo, algunos agricultores del departamento mantienen colecciones valiosas entre las cuales se encuentran variedades nativas que no han sido estudiadas.

Según Moreno & Valbuena (2006), para una eficiente utilización industrial de papa es necesario tener un conocimiento claro de su potencial en cuanto a variabilidad genética, física y química, lo cual se logra través de su caracterización. Ligarreto & Suárez (2003), evaluó 50 accesiones de papa criolla especie *Solanum phureja* por parámetros que requiere la industria de procesados. Se evaluaron 17 variables: 10 variables cualitativas y 7 variables cuantitativas. Las variables cualitativas permitieron evaluar morfológicamente el tubérculo y las cuantitativas determinaron el comportamiento agronómico de los cultivares en el ambiente. Se encontró que las características más importantes fueron: diámetro ecuatorial 1, diámetro ecuatorial 2, diámetro longitudinal, gravedad específica y contenido de azúcares reductores. Los genotipos que presentaron mejores características para el procesamiento industrial y que ameritan su evaluación en otros ambientes fueron: yema de huevo, algodona, chaucha negra, chaucha ojona y chaucha coloreada redonda.

Hasbún, Esquivel, Brenes, & Alfaro (2009), evaluaron las propiedades físicas y químicas de papa para uso industrial. Se comparó el contenido de sólidos totales, almidón, azúcares reductores y la gravedad específica de 3 variedades promisorias de papa, se encontró que existe una correlación ($R^2=0,97$) del contenido de sólidos totales con la gravedad específica de los materiales; de igual manera las características fisicoquímicas se ven afectadas por los métodos de almacenamiento que se le den al tubérculo (Romero, Trinidad, García, & Ferrera, 2000).

Con base en lo anterior, el objetivo del presente capítulo se enfocó en la selección de una variedad de papa nativa para elaboración de lapingachos, basado en parámetros fisicoquímicos y evaluación organoléptica.

1.2. METODOLOGÍA

1.2.1. Localización

La investigación se realizó en la Planta Piloto y el laboratorio de Investigación en Conservación y Calidad de alimentos de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad de Nariño sede Torobajo, Pasto, Nariño, localizada a 2527 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 14 °C y una humedad relativa de 70%.



Imagen 1.1. a) Planta Piloto de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad de Nariño. b) Laboratorio de Investigación en Conservación y Calidad de Alimentos

Fuente: Esta investigación

1.2.2. Material vegetal experimental

Se utilizaron tubérculos frescos de papa nativa (*Solanum tuberosum*) de las variedades Ratona morada, Leona, Jardinera, Criolla y Roja Huila obtenidos en el mercado municipal de Ipiales, Nariño, como también de las parcelas experimentales del proyecto “Mejoramiento tecnológico y productivo del sistema papa en el departamento de Nariño”.

Se partió de cinco variedades de papa nativa (Ratona morada, Leona, Jardinera, Criolla y Roja Huila) a las que se les realizó pruebas fisicoquímicas, y también con las cuales se elaboraron lapingachos para la realización de pruebas organolépticas y evaluación del comportamiento de masa durante el proceso.

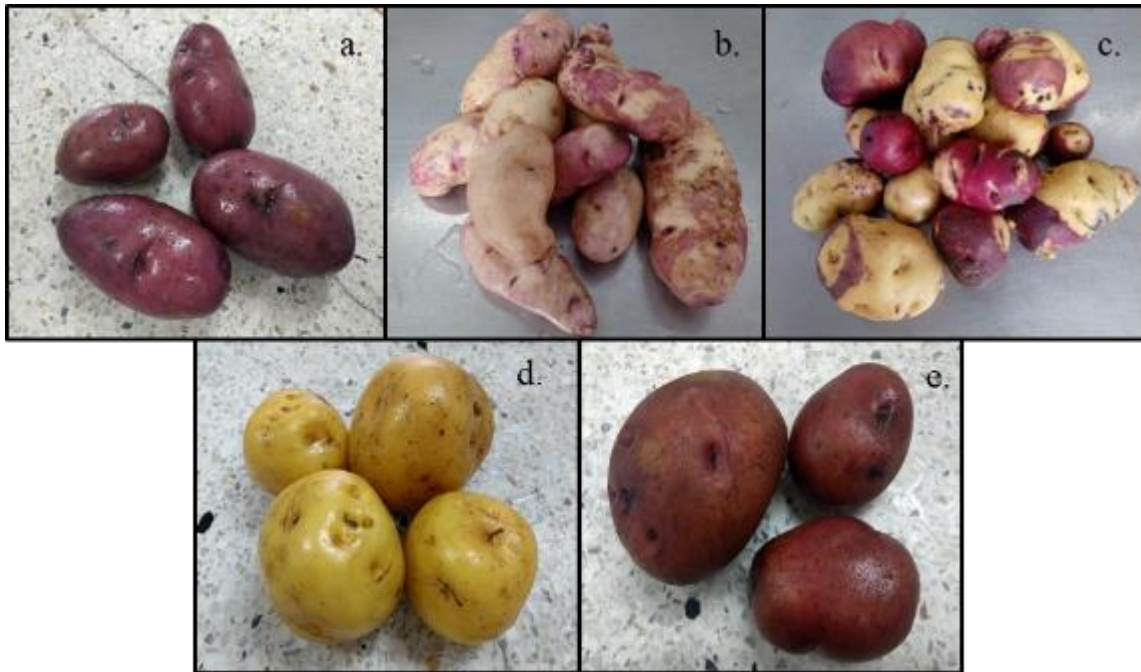


Imagen 1.2. a) Variedad Ratona morada. b) Variedad Leona. c) Variedad Jardinera. d) Variedad Criolla. e) Variedad Roja Huila.

Fuente: Esta investigación

1.2.3. Determinación de parámetros fisicoquímicos.

1.2.3.1 Humedad.

Se utilizó el método termo-gravimétrico mediante una balanza determinadora de humedad marca Kern DBS-60-3 (Imagen 1.3), con una muestra de 1 g de acuerdo al método rápido el cual trabaja hasta 200°C.

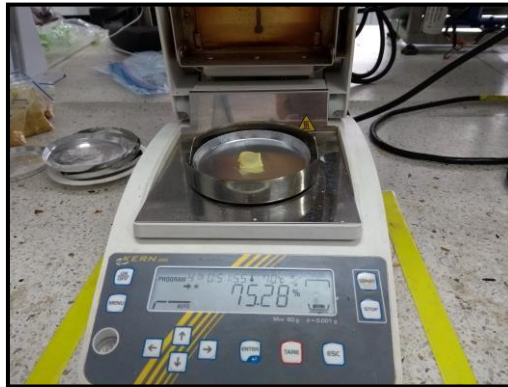


Imagen 1.3. Balanza de humedad KERN MLB_N Versión 2.1.

Fuente: Esta investigación

1.2.3.2. Gravedad específica.

Se hizo siguiendo la metodología planteado por García, Salcedo & Alvis (2018), teniendo en cuenta la siguiente formula:

$$GE = \frac{\rho \text{ de la sustancia}}{\rho H_2O}$$

La densidad de la sustancia se calculó con la relación del peso de la papa, utilizando para la determinación del peso la balanza de precisión marca ADAM DUNE DCT 5000 (Imagen 1.4) y para determinación del volumen se utilizó el método desplazamiento en agua en una probeta de 1000 ml.

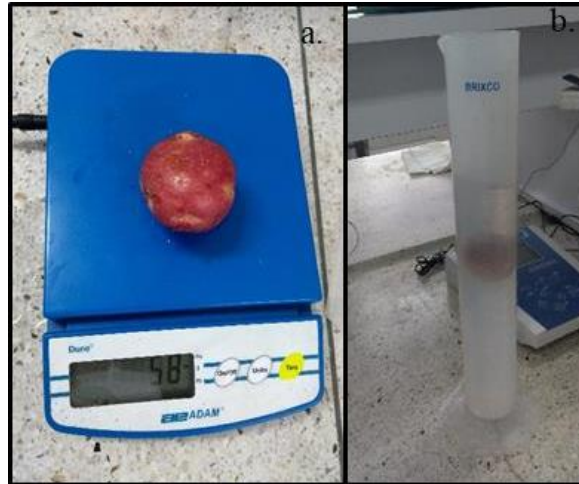


Imagen 1.4. a) Balanza de precisión marca ADAM DUNE DCT 5000. b) Probeta de 1000ml.

Fuente: Esta investigación

Se realizaron 4 repeticiones para obtener una gravedad específica y humedad más confiable, se seleccionó una variedad de papa nativa que cumplió con una gravedad específica mayor a 1 y materia seca de mínimo 15%. Estos valores son relevantes en la obtención de productos como las tortillas propuestas, puesto que existe una relación directa con el rendimiento y textura interna (Valdez, 2011).

1.2.4. Evaluación del comportamiento de masa.

El comportamiento de la masa se midió de manera sensorial mediante el tacto, al no realizarse este procedimiento con equipo instrumental, se realizó de modo preferencial e intentando ser lo más objetivo posible, evaluando su elasticidad, y facilidad de moldeo. De acuerdo al comportamiento de la masa de papa, se prefirió escoger aquella que sea fácil de moldear y manejar al momento de la post-cocción, sea horneado o asado en plancha.

1.2.5. Elaboración de lapingachos.

El proceso de elaboración de los lapingachos se basa en las operaciones tradicionales realizadas en el departamento de Nariño, como lo describe el siguiente diagrama de flujo.

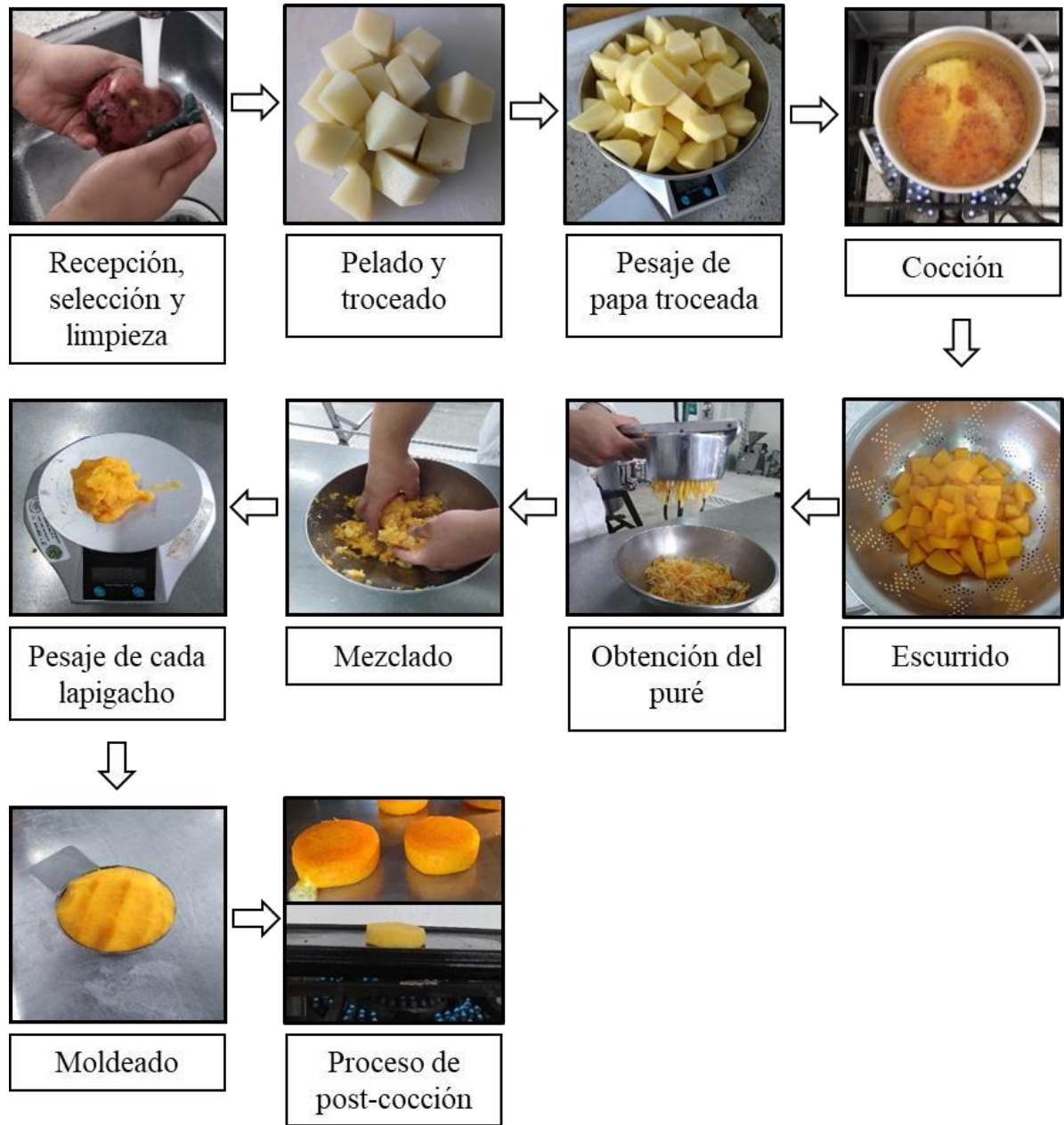


Imagen 1.5. Diagrama de flujo de proceso de preparación de lapigachos a partir de papa.

Fuente: Esta investigación

✓ **Recepción, selección y limpieza.** El material vegetal fue lavado con agua potable con la ayuda de esponjillas y separando el material que presentó magulladuras o daños por plagas.

✓ ***Pelado y troceado.*** Se realizó un pelado manual para la obtención de la cáscara y pulpa por separado. El troceado de la pulpa se hizo en cubos de tamaño similar buscando asegurar una rápida y uniforme penetración de calor durante la cocción.

✓ ***Pesaje de papa troceada.*** Se pesó la papa troceada en una gramera electrónica–digital Badecol EK-4150, para posterior determinación de sal y color.

✓ ***Cocción.*** Los trozos de papa fueron introducidos en una olla con agua hirviendo, sal y color hasta su ablandamiento.

✓ ***Escurreo.*** Se realizó con ayuda de un escurridor y esperando por 5-10 minutos para eliminar el agua sobrante

✓ ***Obtención del puré y pesaje.*** Se realizó con ayuda de una prensa puré. Posteriormente se pesó el puré en una gramera electrónica–digital Badecol EK-4150, para posterior determinación de ajo y cebolla.

✓ ***Mezclado.*** Se realizó el mezclado de forma manual, con los demás ingredientes (ajo y cebolla) hasta lograr una masa homogénea.

✓ ***Pesaje de cada lapingacho.*** Se pesó cada porción (65g) mediante gramera electrónica–digital Badecol EK-4150

✓ ***Moldeado.*** Se realizó con ayuda de un molde de acero inoxidable con medias de 6 cm de diámetro y 2 cm de ancho. Se moldeó lapingachos de 70g, de los cuales 65 g fueron de puré de papa y 5g de queso doble crema previamente pesados.

✓ ***Proceso de post-cocción.*** Para este objetivo se utilizó el asado en plancha, el cual se realizó en una plancha de cocina de dimensiones de 48 cm por 26 cm, a la cual se le calor mediante una estufa industrial a gas. Cabe mencionar que para el siguiente objetivo se utilizó el proceso de horneado que se menciona en la sección 2.2.1.3.

1.2.5.1. Estandarización de la formulación de lapingachos.

Se partió de la formulación planteada por Jami (2014), la cual se basa en 1000 g de papa sin cáscara.

Tabla 1.1.***Formulación base para la elaboración de lapingachos.***

Ingrediente	Cantidad
1000 g	Papa
40 g	Sal
40 g	Cebolla fresca
50 g	Refrito a base de achiote
80 g	Queso fresco

Fuente: (Jami, 2014)

De la formulación base se plantearon 3 formulaciones distintas, teniendo en cuenta algunos cambios como la presentación de la cebolla, pasando de ser en fresco a presentación en polvo, el refrito a base de achiote por colorante en polvo y el queso fresco por queso doble crema. Los cambios planteados se los hizo pensando en el prolongar la vida del producto, debido a que ingredientes frescos pueden enranciar y degradar en un menor tiempo. En la siguiente tabla se muestra las formulaciones planteadas.

Tabla 1.2.*Matriz de diseño experimental para la formulación de lapingachos.*

Ingrediente	F1	F2	F3
Sal	25 g	25 g	25 g
Cebolla	4 g	4 g	5 g
Ajo	3 g	0 g	3 g
Pimienta	0 g	3 g	3 g
Color	8 g	4 g	0 g
Queso doble crema	75 g	75 g	75 g

***la cantidad de queso doble crema es para cada lapingacho es de 5g**

Fuente: Esta investigación

De acuerdo con la tabla anterior se debe tener en cuenta que la cantidad de sal y color se calculó con base a 1000g de papa pelada, debido a que estos ingredientes fueron incorporados en la etapa de cocción. Las cantidades de ajo, pimienta y cebolla se calcularon con base a 1000g de puré de papa.

1.2.5.2. Análisis sensorial para la estandarización de la formulación.

Se realizaron pruebas afectivas de acuerdo a la medición del grado de satisfacción con 30 jueces no entrenados por medio del método de escala hedónica verbal de 5 puntos (me gusta mucho 5, me gusta 4, me es indiferente 3, me disgusta 2 y me disgusta mucho 1). Se evaluaron parámetros como color, olor, sabor y textura para las muestras, ofreciendo al panel sensorial tres muestras que corresponden a cada formulación planteada. Los resultados se expresaron como la

media más o menos la desviación estándar y fueron analizados estadísticamente con el programa STATGRAPHICS CENTURION XVIII. Se determinó la mejor formulación mediante los promedios más altos para cada parámetro.

Este se realizó en el laboratorio de análisis sensorial de la Planta Piloto de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad de Nariño. Se evaluaron cinco grupos, de seis jueces cada uno. El área de prueba fue adecuada con seis escritorios con las muestras respectivas y sus formatos de evaluación, además, se intentó en un ambiente con buena fuente de luz natural, temperatura de 18°C y cercano al lugar de trabajo de los jueces.



Imagen 1.6. Evaluación por parte de los jueces de las formulaciones de lapingachos.

Fuente: Esta investigación

En el Anexo 1 se muestra el formato que se utilizó en las pruebas afectivas a los panelistas.

1.2.6. Análisis sensorial para la selección de la variedad.

El análisis sensorial se realizó siguiendo la misma metodología mencionada anteriormente. A los jueces se les brindó cinco muestras que correspondían a lapingachos elaborados a partir de cada variedad (Ratona morada, Leona, Jardinera, Criolla y Roja Huila. Se tuvo en cuenta los promedios más altos de las variables de respuesta (color, olor, sabor y textura) para escoger la mejor.

1.2.6.1. Diseño experimental

Para la evaluación de los parámetros sensoriales se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), teniendo para la estandarización de formulación como único factor las diferentes formulaciones planteadas, mientras que, para la selección de variedad, se tuvo en cuenta como único factor, la variedad de papa, Ratona morada, Leona, Jardinera, Criolla y Roja Huila; como variables de respuesta se tuvo los parámetros de color, olor sabor y textura evaluados por panel sensorial. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza (ANOVA) teniendo en cuenta la media para cada variable de respuesta, y a prueba de comparación la Prueba de LSD al 95% de nivel de confianza. Los análisis se llevaron a cabo usando el software estadístico, STATGRAPHICS CENTURION XVIII.

1.2.7. Análisis proximal.

A la variedad seleccionada se le realizó un análisis proximal en Laboratorios Especializados de la Universidad de Nariño según técnicas de la AOAC (AOAC International, 2016) y las metodologías de análisis de alimentos propuestas por Bernal (1998).

1.3.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.3.1. Parámetros fisicoquímicos

Los resultados promedio y desviación estándar, de las pruebas fisicoquímicas de porcentaje de humedad y gravedad específica realizadas a las 5 variedades iniciales se muestran en la tabla 1.3.

Tabla 1.3.

Resultado del porcentaje de humedad y gravedad específica (MEDIA \pm SD) para las cinco variedades estudiadas.

Variedad	Gravedad específica	% de Humedad
Ratona morada	1,192 \pm 0,015	68,254 \pm 0,457
Leona	1,041 \pm 0,006	77,494 \pm 0,985
Jardinera	1,055 \pm 0,022	72,973 \pm 0,771
Criolla	1,101 \pm 0,015	73,724 \pm 0,939
Roja Huila	1,100 \pm 0,011	83,069 \pm 0,846

Fuente: Esta investigación

Los resultados obtenidos son similares a los reportados por Tinjacá & Rodríguez (2015) donde se caracterizaron estas variedades de papa nativa.

De acuerdo con los requisitos expuestos de cumplimiento de una gravedad específica mayor a 1 y mínimo 15% de materia seca todas las variedades que cumplen con estos requisitos y cualquiera puede ser elegible acorde con ello. Cabe destacar que se toman estos parámetros, ya que están relacionados con el rendimiento en la obtención final del producto, lo cual es importante al seleccionar materias primas para producción industrial. Además, según Alvarado (2010), la gravedad específica tiene relación con el contenido de Materia seca y de almidón. Variaciones en la composición fisicoquímica de la papa pueden deberse a la variedad cultivada, la zona de crecimiento, la fertilización y el estado del ciclo de crecimiento de la planta (Madroñero et al., 2013), la fertilización y los micronutrientes disponibles en el cultivo de la planta pueden afectar la gravedad específica y el contenido de materia seca, la aplicación de manganeso en el cultivo está relacionada con incrementos en el contenido de materia seca, se

debe a que plantas con contenidos adecuados de este elemento tienden a presentar una mayor fotosíntesis neta (Palacios, Jaramillo, & González, 2008), de igual manera el contenido adecuado de Fósforo, Potasio y Magnesio están relacionados con valores altos de gravedad específica (Rivera et al., 2003).

1.3.2. Evaluación del comportamiento de la masa.

La elasticidad fue muy baja en las masas elaboradas a partir de papa de variedades Ratona Morada, Criolla y Jardinera. Se obtuvo una masa quebradiza, harinosa, difícil de moldear y manejar, variables que dificultan la obtención de una masa con textura homogénea. Estos resultados fueron acordes con lo reportado por Tinjacá & Rodríguez (2015), donde mencionan que para usos culinarios estas variedades poseen una consistencia harinosa y un tiempo de cocción corto; igualmente Ramos et al. (2016), en su estudio obtiene resultados similares con harina de papa, donde menciona que la matriz de almidón y las interacciones almidón-proteína influyen en las propiedades visco elásticas de la masa. Escobar & Varela (2008), concluyen que el contenido de proteína de papa es menor a la de trigo, y por lo general la elasticidad de masas elaboradas a partir de papa son bajas; también, la absorción de agua durante la cocción es un parámetro importante en la elasticidad de un producto con contenido de almidón.

El mezclado y amasado se realizó por poco tiempo, para que no se vean modificadas las propiedades termomecánicas del almidón, ya que al realizar el amasado por más tiempo puede producir la modificación del almidón, obteniendo una masa muy viscosa y gelatinosa. Esto debido a la relación de amilosa/amilopectina, contenido de fósforo, características moleculares de la amilosa y la amilopectina en términos de peso/distribución, grado de ramificación y conformación del almidón (Kaur, Singh, McCarthy, & Singh, 2007).

La masa elaborada a partir de las variedades de papa Leona y Roja Huila presentó una mejor

elasticidad y mayor facilidad de moldeo para obtener una textura homogénea y más firme; esto puede deberse al contenido de humedad, las cuales fueron altas en comparación de las otras variedades trabajadas. Además Tinjacá & Rodríguez, (2015) reportan que estas variedades poseen una consistencia firme y un tiempo de cocción alto.

1.3.3. Estandarización de formulación de lapingachos

Tabla 1.4.

Resultados de la evaluación sensorial (MEDIA \pm SD) para la formulación de lapingachos.

	Color	Olor	Sabor	Textura
Formulación 1	4.000 \pm 0,520 ^a	3,430 \pm 0,500 ^a	4,170 \pm 0,640 ^a	4,066 \pm 0,784 ^a
Formulación 2	3,770 \pm 0,720 ^a	3,530 \pm 0,500 ^a	3,700 \pm 0,740 ^b	4,030 \pm 0,760 ^a
Formulación 3	3,070 \pm 0,690 ^b	3,460 \pm 0,500 ^a	3,730 \pm 0,690 ^b	4,000 \pm 0,780 ^a

*Valores promedio (n=30) \pm Desviación estándar. Letras diferentes indican diferencias entre promedios para una misma columna (valor-P < 0,05)

Fuente: Esta investigación

Teniendo en cuenta los resultados de la Tabla 1.4. los valores promedio de la calificación de los jueces se inclinan con mayor puntaje para la formulación número uno. De acuerdo al color, un tono más fuerte atrajo más al panel sensorial, siendo la formulación uno la de mayor preferencia. Para el parámetro olor la puntuación no fue muy alta, no hubo diferencias significativas entre las formulaciones, el olor no varió demasiado con o sin la adición de ingredientes, por lo cual no fue una variable determinante al momento de seleccionar la mejor formulación. Respecto a la textura la diferencia entre formulación no es alta ya que se partió del mismo puré, además, se buscaba principalmente evaluar el parámetro sabor, del cual la

formulación uno sobresale, a diferencia de la dos y tres, las cuales contenían pimienta y no fue de agrado para los jueces y pudo ser un ingrediente determinante para la elección de la formulación. Finalmente, la formulación seleccionada fue la número 1.

1.3.4. Análisis sensorial para la selección de la variedad.

Tabla 1.5.

Resultados de la evaluación sensorial (MEDIA \pm SD) para lapingachos elaborados a partir de las cinco variedades.

Variedad	Color	Olor	Sabor	Textura
Criolla	3,500 \pm 0,731 ^b	3,660 \pm 0,660 ^b	3,970 \pm 0,764 ^b	2,930 \pm 0,691 ^a
Leona	3,800 \pm 0,846 ^{bc}	3,460 \pm 0,507 ^b	3,730 \pm 0,739 ^{ab}	3,760 \pm 0,727 ^b
Jardinera	2,300 \pm 0,615 ^a	3,030 \pm 0,614 ^a	3,130 \pm 0,681 ^a	2,960 \pm 0,614 ^a
Ratona morada	2,500 \pm 0,820 ^a	3,000 \pm 0,582 ^a	3,460 \pm 0,571 ^{ab}	3,100 \pm 0,607 ^a
Roja Huila	4,070 \pm 0,784 ^c	3,600 \pm 0,894 ^b	4,030 \pm 0,718 ^b	3,960 \pm 0,718 ^b

*Valores promedio (n=30) \pm Desviación estándar. Letras diferentes indican diferencias entre promedios para una misma columna (valor-P < 0,05)

Fuente: Esta investigación

De acuerdo con los resultados reportado en la tabla 1.5; para algunas características sensoriales si hay diferencias significativas de acuerdo a la variedad empleada para la elaboración de lapingachos, los lapingachos elaborados a partir de las variedades Criolla, Leona y Roja Huila, presentaron mayor preferencia, en cuanto a su color tuvo una tonalidad clara-amarillenta lo cual hace atractivo este producto, a diferencia de los lapingachos elaborados por las variedades Jardinera y Ratona morada, que tuvieron menor preferencia debido a que la masa

elaborada con la papa jardinera tomó un color verde no muy agradable y de la variedad Ratona morada una masa lila que con el proceso de asado en plancha no tuvo gran aceptación, cabe mencionar que para esta prueba no se realizó adición de colorante artificial. Para el atributo olor para todos los promedios de todas las variedades variaron entre 3 y 3,67, los panelistas no encontraron que el olor alterara de acuerdo a la variedad de papa, sin embargo, los lapingachos elaborados a partir de la variedad criolla tuvieron mejor promedio.

En cuanto a la textura, según los resultados obtenidos, se evidencia que hubo mayor preferencia por los lapingachos elaborados a partir de las variedades Leona y Roja Huila, resultado que está acorde con lo obtenido en la evaluación del comportamiento de la masa y facilidad de moldeo. En esta prueba según comentarios del panel sensorial, estas variedades presentan un lapingacho firme y menos quebradizo evitando que se desmoronen fácilmente como lo hacían las variedades restantes.

Para la variable sabor, el mejor puntaje se presenta para la variedad Roja Huila, atribuyendo un buen sabor, teniendo en cuenta que con esta variedad generalmente se realizan los lapingachos tradicionales en el departamento de Nariño. Las variedades Jardinera y Ratona morada, obtuvieron los promedios más bajos; aunque el sabor no era desagradable, el panel sensorial asignó una baja calificación posiblemente por el fuerte impacto del color, lo que pudo influenciar la respuesta frente a otras características.

De acuerdo con los resultados obtenidos anteriormente se decidió seguir el trabajo de investigación seleccionando la variedad Roja Huila ya que cumple con lo estipulado en los parámetros de gravedad específica y humedad, además de buena valoración por parte de los jueces en la evaluación sensorial.

1.3.5. Análisis proximal de variedad de papa nativa seleccionada.

En la Tabla 1.6. se muestran los resultados de los parámetros bromatológicos, expresados en base húmeda, que fueron analizados de forma completa (cáscara y pulpa) de la variedad seleccionada, Roja Huila.

Tabla 1.6.

Análisis proximal de la variedad Roja Huila.

Parámetro	Unidad de medida (g/100g)
Humedad	80,64
Materia Seca	19,36
Cenizas	0,93
Extracto etéreo	0,17
Fibra cruda	0,28
Proteína	1,64
Extracto no nitrogenado	16,34

Fuente: Esta investigación

Se puede destacar el elevado contenido nutricional de las papas nativas, llegando a duplicar en algunos componentes fibra cruda, proteína y calcio a las variedades de papa comercial como la variedad Diacol Capiro (Peña, 2015).

Los resultados obtenidos para los parámetros son similares a los reportados por Benavides & Revelo (2017), quienes estudiaron los mismos parámetros para papas nativas como son Ratona Morada y Curiquingua, en su trabajo obtuvieron valores de 81% y 82% de humedad respectivamente.

El contenido de proteína está dentro de lo reportado para 20 variedades (*S. tuberosum* ssp

tuberosum y *S. tuberosum* ssp *andigenum*) de papa cruda de 0,9 g/100 g a 4,2 g/100 g (Jiménez, Rossi, & Sammán, 2009). Es de resaltar que la papa presenta valores mayores que otros alimentos de origen vegetal, como la yuca (Gabriel, Botello, Angulo, Velasco, & Vera, 2015), de igual manera el contenido de proteínas en papa y la calidad de la mismas está probablemente influenciado principalmente por el genotipo (Palacios et al., 2008).

En cuanto a cenizas y extracto etéreo, los resultados se encuentran dentro de los rangos reportados por Peña, (2015) para el grupo de cultivares nativos (Roja Ayacuchana, Criolla Galeras, Criolla Guaneña). El extracto no nitrogenado, el cual representa la fracción de los carbohidratos solubles de los alimentos como azúcares simples y almidón, estuvo dentro del rango reportado por Jiménez et al., (2009) de 12,2 a 22,6 g/100 g.

El contenido de fibra cruda es similar a lo reportado por Espitia (2017), donde el contenido fue de 0,32 g/ 100 g. La fibra cruda tiene efectos positivos para la salud como por ejemplo, reducción de los niveles de colesterol en la sangre, retarda la absorción de glucosa (Peña, 2015) y controla el metabolismo de lípidos (Espinal, Parada, & Restrepo, 2014), y la fibra dietaria insoluble tiene capacidad de absorción de agua y propiedades en la regulación intestinal como reducción de la presión en el colon y del tiempo de tránsito intestinal (Daou & Zhang, 2013).

Las diferencias en cuanto a la composición proximal están influenciadas por la variedad cultivada, la zona de crecimiento, la fertilización y el estado del ciclo de crecimiento de la planta (Madroño et al., 2013), condiciones de cultivo (calidad de la semilla, tipo de suelo, fertilizantes, temperatura, humedad, luz) y almacenamiento (Guerreo & Rivera, 2006).

2. DETERMINACIÓN DE CONDICIONES ADECUADAS DE POST-COCCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LAPINGACHOS ELABORADOS A PARTIR DE PAPA VARIEDAD ROJA HUILA

2.1. INTRODUCCIÓN

Actualmente el comportamiento de la cadena de la papa, que se concentra principalmente en el comercio de la papa en fresco, está fuertemente determinado por la dinámica del mercado mundial, donde la producción se concentra en los países asiáticos como China, India y Rusia, con un 50% de la producción mundial (Devaux, Ordinola, Hibon, & Flores, 2010).

En Colombia, se comercializa en estado fresco, siendo muy baja la participación de la industria de procesamiento. Según el Ministerio de Agricultura (2016), el 95% se consume en fresco, mientras que solamente un 5% se destina a la industria, el 80% de ésta se elabora en forma de “chips”, y el 20% en bastones (congelada a la francesa) y que se han convertido en la industria más dinámica, y donde existe mayor competencia. Sin embargo, estos presentan, generalmente, un perfil nutricional poco adecuado dentro de una alimentación saludable. El departamento de Nariño no es la excepción, pues solo el 3% de su producción lo destina a la industria, y con pequeñas empresas que se dedican a la transformación de papa en “chips”. De las distintas posibilidades de transformación de la papa además de las ya mencionadas se encuentran: papa horneada, hervida, gratinada, en sopas, ensaladas, como puré, croquetas, hojuelas crocantes o bolas de masa, elaboración de harina y almidón, este último usado para hacer tortas, pasteles, helados y galletas (FAO, 2008).

Los lapingachos, también son una posibilidad de transformación de papa, estos son un producto tradicional del departamento de Nariño, consisten en unas tortillas elaboradas a partir de puré de papa y adicionalmente asadas. Debido a que los lapingachos son consumidos de

forma inmediata después de elaborarlos, no se ha buscado una alternativa donde estos puedan consumirse de otra manera y no necesariamente en un restaurante que los ofrezca. Mediante esta investigación se indagó esa alternativa, buscando las mejores condiciones para la elaboración de un producto que guste al consumidor y resalte la tradición, como también que sea industrialmente viable, usando como método de conservación la congelación rápida.

La conservación por congelación se consigue por un efecto combinado de las bajas temperaturas logrando la inmovilización del agua en forma de hielo y el aumento de la concentración de los solutos en el agua no congelada reduciendo la actividad microbiológica en el alimento. Cuando la congelación y el almacenamiento se realizan adecuadamente, las características organolépticas y el valor nutritivo del alimento apenas si resultan afectados.

Mendoza (2011), estandarizó los procesos de precocción y congelación de tres presentaciones de papa criolla (*Solanum tuberosum* grupo phureja), usando presentaciones de tubérculos enteros de 2,7 cm de diámetro, semiesferas a partir de tubérculos de 3,5 cm de diámetro y bastones (prismas rectangulares de 0,7 cm x 0,8 cm x 2,8 cm). Encontraron que tiempos entre 6 y 8 minutos de escaldado con vapor, son adecuados para inactivar la enzima peroxidasa y que la congelación a -40°C con velocidades de aire de 20 km h^{-1} conservan la textura de las presentaciones.

Villacrés, Coba, Monteros, & Lucero (2011), evaluaron varios genotipos, parámetros de proceso y condiciones de almacenamiento para la obtención de papas precocidas, prefritas y fritas en bastón, de características similares a las importadas, y la búsqueda de un tratamiento y condiciones que permitan prolongar la vida útil de los productos mencionados. De los genotipos de papa estudiados (Fripapa, Papa Aan, Superchola, cultivar Semiuvilla, clon 97-1-8), se determinó que la variedad Fripapa, reúne las especificaciones de calidad para proceso de fritura.

Sin embargo, la variedad Superchola, no presecada y frita durante 6 minutos, alcanzó el mayor puntaje en la evaluación del nivel de aceptabilidad. La atmósfera modificada con anhídrido carbónico al 10% contribuyó a reforzar el efecto de la refrigeración, permitiendo extender la vida útil de los bastones prefritos y almacenados bajo estas condiciones, hasta 12 días. Los productos almacenados en congelación, presentaron una vida útil superior a los 2 meses.

Finalmente, de acuerdo con lo anterior el objetivo de este capítulo es determinar las condiciones adecuadas de post-cocción y almacenamiento de lapingachos elaborados a partir de papa variedad Roja Huila

2.2. METODOLOGÍA

2.2.1. Estandarización del método de preparación o post-cocción de lapingachos.

2.2.1.1. Pruebas preliminares para el método de post-cocción.

Se realizaron a partir de lapingachos frescos, elaborados con la variedad seleccionada y la formulación anteriormente estandarizada. Se hizo inicialmente pruebas de asado en plancha, determinando la llama adecuada y el tiempo que se necesita para la obtención del producto característico; también se hizo pruebas de horneado variando la temperatura y el tiempo.

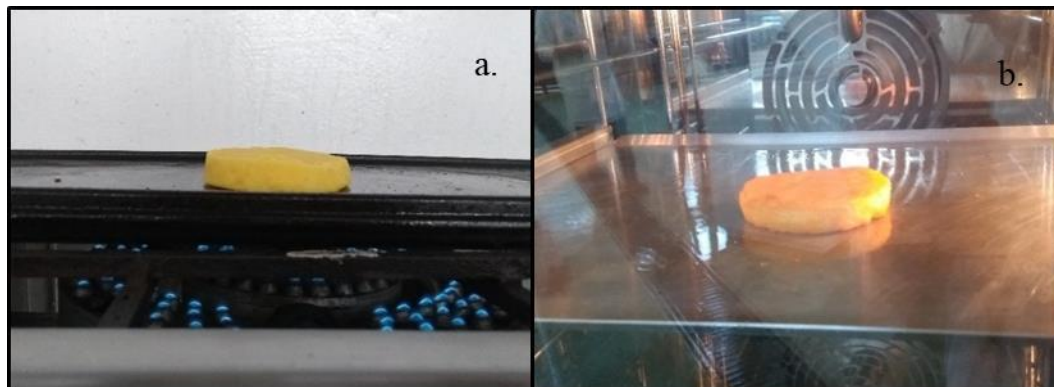


Imagen 2.1. a) Lapingacho en proceso de asado en plancha. b) Lapingacho en proceso de horneado en horno de convección forzada.

Fuente: Esta investigación

2.2.1.2. Asado.

Este proceso se realizó en una plancha de cocina de dimensiones de 48 cm por 26 cm, a la cual se le proporcionó calor mediante una estufa industrial a gas. Mediante las pruebas preliminares resultaron dos tratamientos de asado los cuales fueron: asado a llama baja por once minutos (5,5 minutos por cada lado del lapingacho) y a llama media por tres minutos (1,5 minutos por cada lado). Se precalentó la plancha y se adicionó aceite de girasol para evitar que el producto se adhiera a la superficie y pierda su forma.



Imagen 2.2. Asado de lapingachos.

Fuente: Esta investigación

2.2.1.3. Horneado.

Se realizó en un horno convector digital marca Piron PFG004D (Imagen 2.3). De acuerdo con las pruebas preliminares se determinaron dos tratamientos de horneado, los cuales fueron: a 180°C por doce minutos (6 minutos por cada lado) y a 200°C por diez minutos (5 minutos por cada lado). Antes de hornear los lapingachos se precalentó el horno a la temperatura de trabajo y se prelistaron las bandejas con un poco de aceite de girasol esparcido con una brocha.



Imagen 2.3. Horneado de lapingachos.

Fuente: Esta investigación

2.2.1.4. Determinación de parámetros fisicoquímicos a lapingachos.

✓ *Dureza.* Se realizó en el equipo TEXTURÓMETRO LLOYD SL1SH-115V, acoplado al software NEXIGEN PLUS (Imagen 2.4), según la metodología descrita por Cruz (2008). Se trabajó con una punta redondeada de 5 mm de diámetro, dirección de compresión, precarga de 0,98 Newton (N) y velocidad de precarga de 5 mm/s.

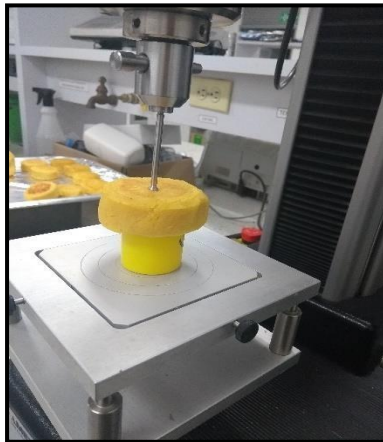


Imagen 2.4. Texturómetro LLOYD SL1SH-115V

Fuente: Esta investigación

✓ *Humedad.* Se determinó la humedad de los lapingachos utilizando el método descrito en la sección 1.2.3.1

2.2.1.5. Análisis sensorial.

Se realizó de la misma manera que se refirió en la sección 1.2.6.2, brindando a los jueces los cuatro tratamientos: Asado en plancha a llama baja (5,5 min por lado), asado en plancha a llama media (1,5 min por lado), horneado a 180°C (6 minutos por lado) y horneado a 200°C (5 minutos por lado).

2.2.1.6. Diseño experimental.

Para la evaluación de los parámetros fisicoquímicos y sensoriales se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), teniendo como único factor el método de preparación o post-cocción con sus cuatro tratamientos como lo muestra la Tabla 2.1. Las variables de respuesta cambian para los dos análisis, para el fisicoquímico las variables fueron el % de humedad y dureza, mientras que, para el sensorial, las variables fueron el color, olor, sabor y textura. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza (ANOVA) y en pruebas de comparación la Prueba de LSD al 95% de nivel de confianza. Todos los análisis se llevaron a cabo usando el software estadístico, STATGRAPHICS CENTURION XVIII.

Tabla 2.1.

Matriz de diseño experimental para la determinación del mejor método de preparación.

Tratamiento	Descripción
1	Asado en plancha a llama baja (5,5 min por lado)
2	Asado en plancha a llama media (1,5 min por lado)
3	Horneado a 180°C (6 min por lado)
4	Horneado a 200°C (5 min por lado)

Fuente: Esta investigación

2.2.2. Identificación de las condiciones adecuadas para los procesos de congelación: rápida y lenta, y Reconstitución por medio de microondas y asado.

2.2.2.1. Congelación lenta y rápida.

Terminado el proceso de preparación los lapingachos se empacaron con film plástico y fueron sometidos a congelación lenta y rápida, la primera se realizó en un congelador horizontal ELECTROLUX EC 406NBWB a -22°C , y la segunda, mediante un abatidor de temperatura ensamblado por la empresa Dártico (Cali, Valle) configurado a -18°C .

La cinética de congelación se realizó mediante la información obtenida a partir de un datalogger inalámbrico CP 23000-76 acoplado con el software MadgeTech, el cual registró el cambio de temperatura en el centro del producto con respecto al tiempo.

2.2.2.2. Reconstitución.

Se realizó mediante dos métodos, los cuales fueron: asado en plancha de cocina (T1) y horno microondas (T2).

Al igual que con el proceso de post-cocción, se hizo pruebas con los lapingachos congelados para determinar el tiempo y potencia en el horno microondas, como el nivel de llama y el tiempo en el asado para conseguir la reconstitución total del producto.

✓ *Horno microondas.* Mediante las pruebas preliminares se estableció que el tiempo necesario para restituir un lapingacho es de seis minutos a una potencia de 700W, el horno microondas utilizado de marca Haceb Arezzo HM-0.7.



Imagen 2.5. Reconstitución de lapingachos mediante horno microondas

Fuente: Esta investigación

✓ *Asado.* Se siguió la misma metodología mencionada anteriormente en la sección 2.2.1.2 por doce minutos (6 minutos por lado)

Para los dos procesos de Reconstitución se determinaron los mismos parámetros fisicoquímicos mencionados en la sección 2.2.1.4.

2.2.2.3. Diseño experimental para el proceso de congelación y Reconstitución.

Se aplicó un diseño multinivel factorial con cuatro repeticiones. Los factores y niveles a evaluar fueron: tipo de congelación (lenta y rápida) y el método de Reconstitución (horno microondas y asado). Las variables de respuesta fueron porcentaje de humedad y dureza. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza (ANOVA) y Prueba de LSD al 95% de nivel de confianza. Todos los análisis se llevaron a cabo usando el software estadístico, STATGRAPHICS CENTURION XVIII.

La evaluación sensorial para el método de Reconstitución siguió la metodología mencionada en la sección 1.2.6.2. Además, se entregó a los jueces un formato preguntando: Cuál de las dos muestras prefieren de acuerdo a lo que anteriormente evaluaron (color, olor, sabor y textura).

2.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.3.1. Estandarización del método de preparación o post-cocción de lapingachos.

2.3.1.1. Pruebas preliminares.

✓ Asado a llama baja por once minutos (5,5 minutos por cada lado), tratamiento uno y asado a llama media por tres minutos (1,30 minutos por cada lado), tratamiento dos.

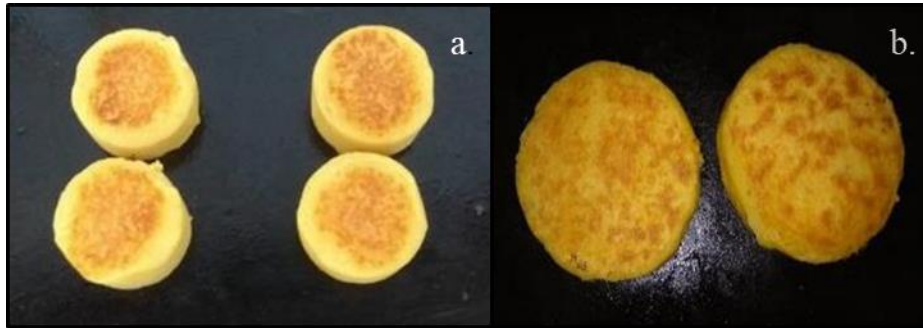


Imagen 2.6. Resultado de los lapingachos mediante las pruebas preliminares de asado. a) Asado a llama baja por 5,5 minutos por cada lado. b) Asado a llama media por 1,5 minutos por cada lado.

Fuente: Esta investigación

✓ Horneado a 180°C por doce minutos (6 minutos por cada lado), tratamiento tres y horneado a 200°C por diez (5 minutos por cada lado), tratamiento cuatro.

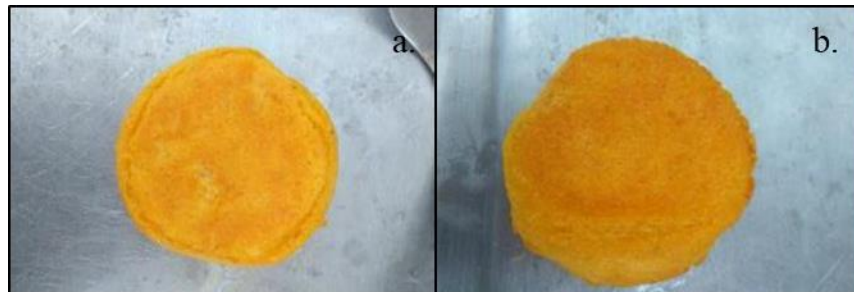


Imagen 2.7. Resultado de los lapingachos mediante las pruebas preliminares de horneado. a) Horneado a 180°C por 12 minutos. b) Horneado a 200°C por 10 minutos.

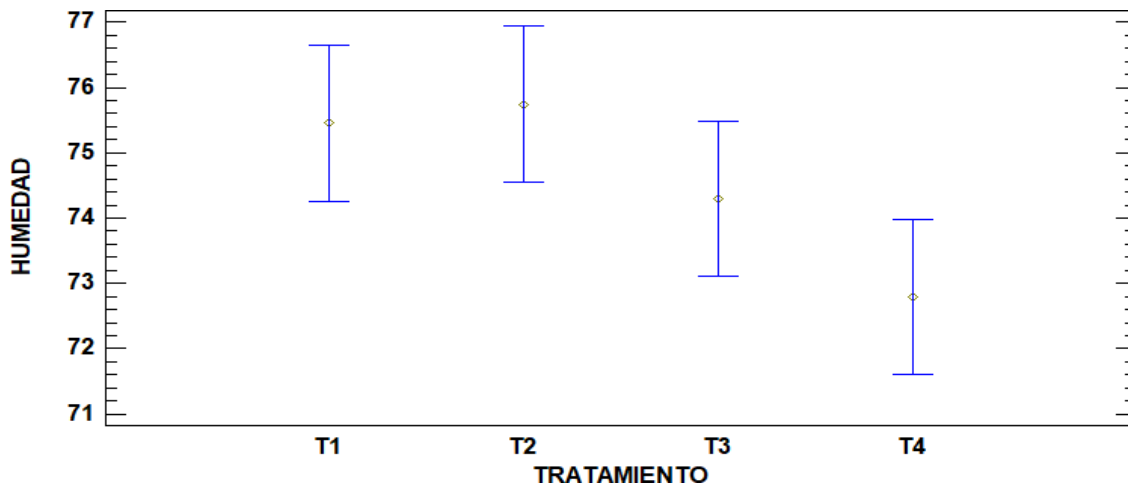
Fuente: Esta investigación

2.3.1.2. Análisis fisicoquímico

Tabla 2.2.*Resumen estadístico para las variables de respuesta porcentaje de humedad y dureza.*

T	Humedad (%)	Coefficiente de Variación (%)	Dureza (N)	Coefficiente de Variación (%)
T1	75,455±2,178 ^b	2,886	2,578±0,086 ^b	3,352
T2	75,745±1,329 ^b	1,754	1,950±0,146 ^a	7,496
T3	74,297±1,443 ^{ab}	1,942	2,470±0,189 ^b	7,641
T4	72,792±0,996 ^a	1,367	3,156±0,184 ^c	5,838

Fuente: Esta investigación

✓ *Humedad***Figura 2.1.** Gráfico de medias y LSD de Fischer al 95% de confianza para la variable humedad.

Fuente: Esta investigación

De acuerdo con la Figura 2.1, entre los tratamientos uno y dos no existen diferencias significativas, pero si al compararlos con el tratamiento número cuatro. Aunque los dos primeros tratamientos se asemejen respecto a su promedio, el tratamiento dos presenta menor valor que el uno, es decir el método de asado a llama media por tres minutos, presenta el porcentaje de

humedad más alto, el lapingacho sometido a este tratamiento llegaba a dorarse muy rápidamente en las superficies por lo que se retiraba el producto de la plancha en un tiempo muy corto y no alcanzaba a perder gran cantidad de humedad, mientras que el tratamiento uno si pierde un poco más de humedad debido al tiempo de exposición del lapingacho en la plancha. El tratamiento cuatro es estadísticamente significativo respecto a los dos primeros, teniendo en cuenta que es aquel que trabaja con la temperatura más alta y el cual al ser el método de post-cocción de horneado se ve expuesto a una mayor penetración de calor, y por lo que pierde más humedad.

✓ *Dureza*

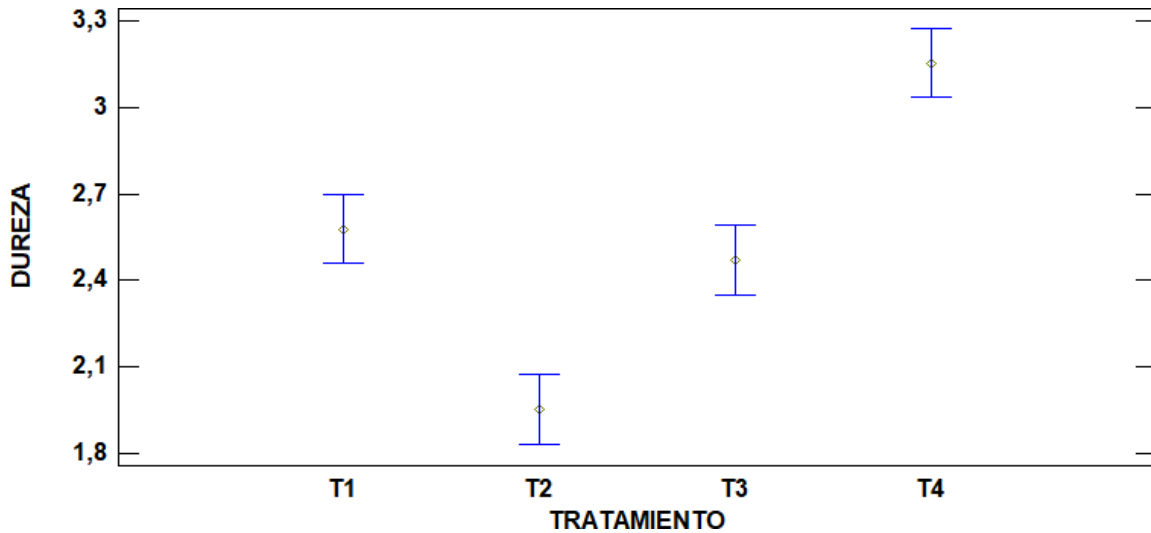


Figura 2.2. Gráfico de medias y LSD de Fischer al 95% de confianza para la variable dureza.

Fuente: Esta investigación

Según la Figura 2.2, se identifican las diferencias estadísticamente significativas, excepto entre los tratamientos uno y tres. El tratamiento cuatro es el que presenta el promedio de dureza más alto ($3,15605 \pm 0,184$), que se explica porque es el método más drástico entre los cuatro, pues alcanza una temperatura de 200°C y visualmente se nota que la corteza o capa superior que se forma en los lapingachos es mucho más gruesa que la que resulta de los demás tratamientos; respecto al tratamiento dos, el cual presenta el promedio más bajo, se explica por su corto tiempo

de exposición en la plancha de asado, el cual no permitía la formación de una cubierta tan firme como la que se da en el tratamiento cuatro.

2.3.1.3. Análisis sensorial.

A continuación, se presentan las tablas de resumen estadístico de los parámetros que se evaluaron mediante las pruebas sensoriales (color, olor, sabor y textura).

Tabla 2.3.

Resumen estadístico para las variables de respuesta olor, color, sabor y textura.

T	Color	CV (%)	Olor	CV (%)	Sabor	CV (%)	Textura	CV (%)
T1	4,238±0,76 8 ^a	18,131	3,523±1 ,078 ^{ab}	30,589	4,047±0,7 40 ^a	18,282	3,761±0,831 ^a	22,088
T2	3,904±0,94 4 ^a	24,166	3,619±0 ,921 ^{ab}	25,439	3,761±0,9 43 ^a	25,084	3,761±0,944 ^a	25,084
T3	3,904±1,04 4 ^a	26,743	3,428±0 ,978 ^a	28,534	3,714±0,9 02 ^a	24,294	3,571±0,978 ^a	27,393
T4	3,857±0,10 8 ^a	28,736	4,095±0 ,831 ^b	20,290	4,619±0,4 98 ^b	10,773	4,142±1,153 ^a	27,822

*Valores promedio (n=30) ± Desviación estándar. Letras diferentes indican diferencias entre promedios para una misma columna (valor-P < 0,05)

Fuente: Esta investigación

De acuerdo al parámetro color se encontró que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los cuatro tratamientos, pero si resalta el promedio del tratamiento uno (4,23810±0,768), el cual se refiere a un asado a llama baja por once minutos, recibiendo comentarios de los jueces donde responden satisfactoriamente, debido a que el color que este tratamiento le da al lapingacho lo caracterizan como tostado, llamativo y tradicional del departamento.

Para el parámetro olor, existen diferencias significativas para los tratamientos tres y cuatro, los cuales se refieren al método de post-cocción de horneado, donde la temperatura es una gran influyente en la respuesta de los jueces, y se resalta el tratamiento 4, el cual trabaja a 200°C por 5 minutos por cada lado con un promedio de $4,09524 \pm 0,83$; en este, el lapingacho se cocinó mejor y desprende mejores olores que los jueces reconocieron, comentando que se percibe mejor el olor de la papa y es más agradable que los demás tratamientos. Al igual que los resultados que reporta Pazmiño (2010), para papas prefritas congeladas el olor no es un parámetro que varíe mucho, el panel calificó las papas entre 3 y 4 en la escala hedónica.

El sabor de acuerdo a los resultados presentados en la Tabla 2.3, resultó que el tratamiento cuatro es estadísticamente significativo, con un promedio muy alto ($4,61905 \pm 0,498$) sobre los 5 puntos que tiene la escala, donde lo ubica dentro de los puntos de me gusta y me gusta mucho. Los jueces reconocen un sabor tradicional, atribuyen la calificación a la variedad de la papa (Roja Huila) que también se utilizó en el proyecto, y aunque los lapingachos no fueron asados como tradicionalmente se realizan, el panel calificó satisfactoriamente.

El parámetro de textura no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, pero el tratamiento cuatro sigue sobresaliendo entre los demás por su promedio ($4,14286 \pm 1,153$). Los jueces resaltaron que la textura que le brinda el método de post-cocción, que para este caso es el horneado a 200°C por diez minutos, es suave, homogénea y con una superficie crocante, y que, en comparación con los demás tratamientos se siente mejor en el paladar.

2.3.2. Condiciones adecuadas para los procesos de congelación: rápida y lenta.

Tabla 2.4.

Tiempo de cada periodo de la cinética de congelación por el método rápido y lento.

Periodo	Congelación rápida	Congelación lenta
Preenfriamiento	28,5 min	31,5 min
Zona critica o Cambio de fase	149 min	273 min
Liberación de calor latente	12 min	41 min
Post-enfriamiento	29 min	25 min
Total	218,5 min	370,5 min

Fuente: Esta investigación

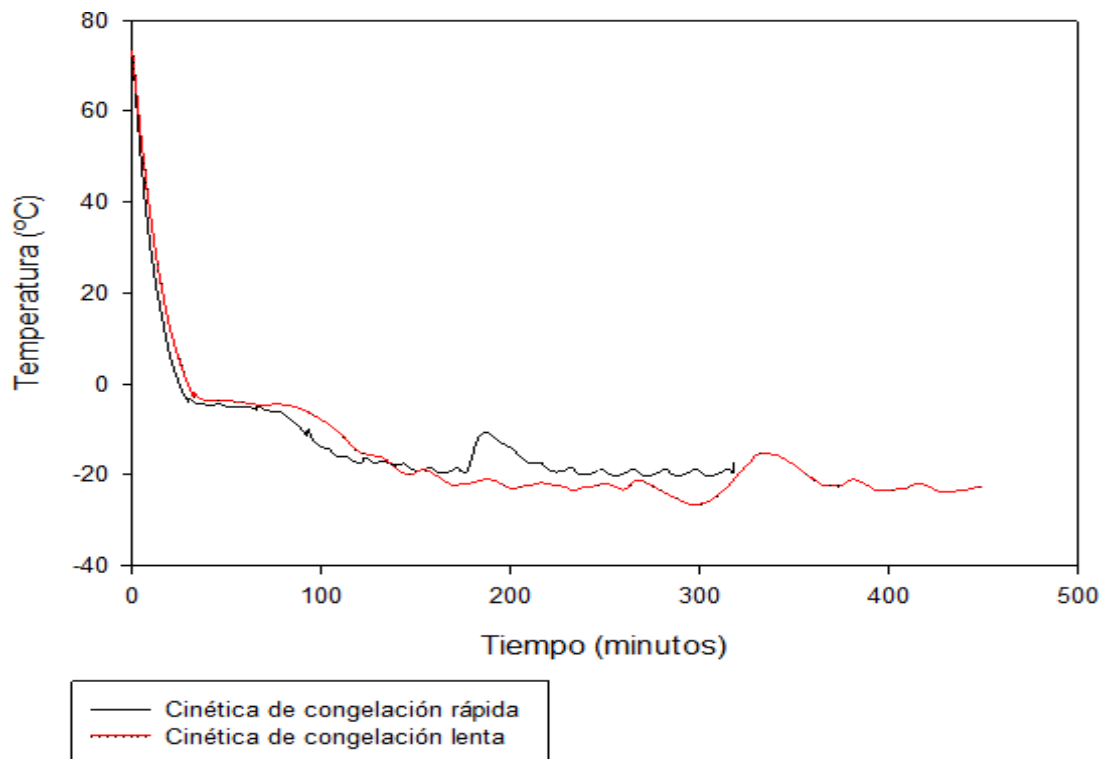


Figura 2.3. Curva de congelación de lapingacho por el método rápido y lento.

Fuente: Esta investigación

Las cinéticas que se presentan en la Figura 2.3, cumplen con la tipicidad de las cinéticas de congelación, es decir, no existió alguna alteración o datos anormales de los que se pueda concluir. Esta toma de datos se realizó para determinar el tiempo de congelación de los lapingachos. Para la congelación rápida, la cual se hizo mediante un abatidor de temperatura configurado a -18°C se obtuvo un tiempo efectivo de congelación del lapingacho de 218,5 min (3,65 h) aproximadamente. Respecto a la congelación lenta, la cual se llevó a cabo en un congelador convencional que trabaja a -22°C resulta congelar el lapingacho en 370,5 min (6.17h) aproximadamente.

En los dos tratamientos de congelación rápida y lenta, el periodo de pre-enfriamiento y Post-enfriamiento no varía demasiado de acuerdo al método empleado, sin embargo, en el 2do y 3er periodo es donde se nota la mayor diferencia de tiempo entre los métodos, según Bellocq (2012), el tiempo que tarda un alimento en atravesar la zona crítica, determina tanto el número como el tamaño de los cristales de hielo. De igual manera la duración de este periodo depende del tipo de alimento y de la velocidad a la que el calor se disipa (Ojeda et al., 2018).

La etapa de zona crítica o cambio de fase presenta una mayor pendiente a medida que avanza el tiempo. Garnica, Prieto, Álvarez, & Cerón (2015), afirman que este comportamiento puede deberse a que el tejido del alimento se puede considerar como una solución diluida de varios solutos, la solución se concentra en solutos y, por consiguiente, disminuyen los puntos de congelación de dichas soluciones para cada tiempo, entonces, la curva pierde la forma de meseta y aumenta su pendiente (Gomez, Cerón, Rodríguez, & Vázquez, 2007).

2.3.3. Reconstitución.

2.3.3.1. Parámetros fisicoquímicos.

✓ *Humedad*

Tabla 2.5.

Análisis de varianza para variable de respuesta humedad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: TIPO DE CONGELACIÓN	103,683	1	103,683	15,40	0,0035
B: MÉTODO DE RECONSTITUCIÓN	13,2678	1	13,2678	1,97	0,1940
AB	0,228006	1	0,228006	0,03	0,8581
bloques	7,10342	3	2,36781	0,35	0,7892
Error total	60,6034	9	6,73371		
Total (corr.)	184,886	15			

*Valores promedio (n=30) ± Desviación estándar. Letras diferentes indican diferencias entre promedios para una misma columna (valor-P < 0,05)

Fuente: Esta investigación

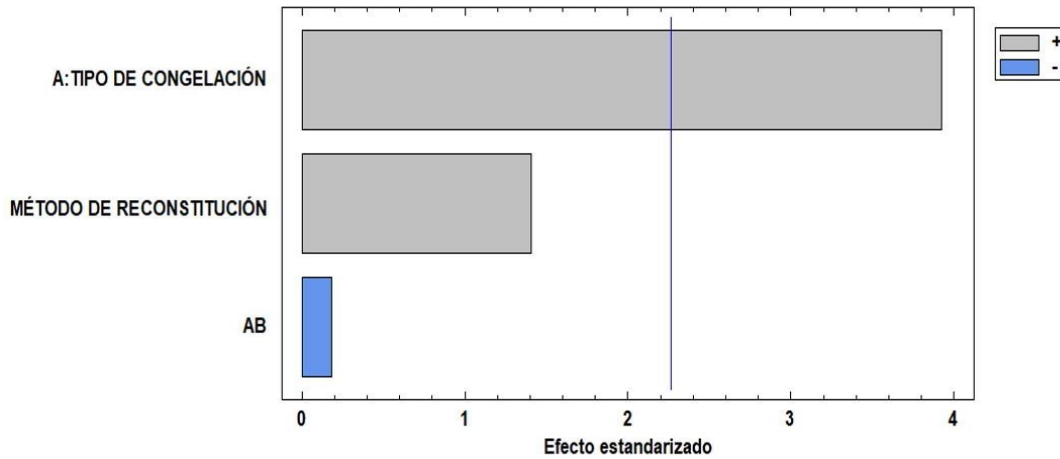


Figura 2.4. Diagrama de Pareto para variable humedad.

Fuente: Esta investigación

✓ Dureza

Tabla 2.6.

Análisis de varianza para variable de respuesta dureza.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: TIPO DE CONGELACIÓN	0,314567	1	0,314567	10,24	0,0108
B: MÉTODO DE RECONSTITUCIÓN	0,0724942	1	0,0724942	2,36	0,1589
AB	0,0347776	1	0,0347776	1,13	0,3151
Bloques	0,131675	3	0,0438915	1,43	0,2975
Error total	0,276513	9	0,0307237		
Total (corr.)	0,830026	15			

*Valores promedio (n=30) ± Desviación estándar. Letras diferentes indican diferencias entre promedios para una misma columna (valor-P < 0,05)

Fuente: Esta investigación

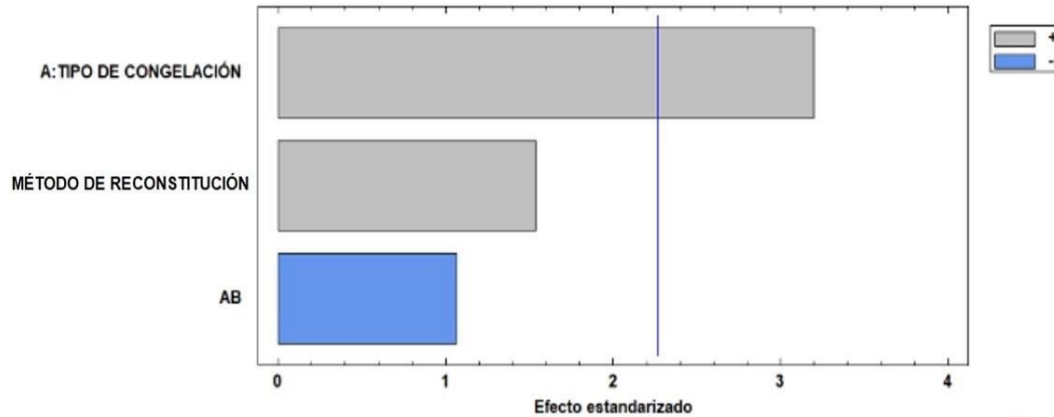


Figura 2.5. Diagrama de Pareto para variable dureza.

Fuente: Esta investigación

De acuerdo con la Tabla 2.5 y 2.6 se puede evidenciar que el tipo de congelación es estadísticamente significativo para las variables de respuesta de humedad y dureza (valor $p < 0,05$), se confirma al observar las figuras 2.4 y 2.5. que indican que afecta positivamente en las dos variables evaluadas en el lapingacho. Mientras que el método de reconstitución, aunque no fue significativo, si afecta de manera positiva en el porcentaje de humedad y dureza del lapingacho, no obstante, la interacción del tipo de congelación y el método reconstitución no fue significativo y afectó de manera negativa las variables.

Tabla 2.7.

Datos promedio de parámetros dureza y humedad

Tipo de congelación	Método de Reconstitución	Humedad (%)	Dureza (N)
Rápida	Asado	61,080	2,613
Rápida	Microondas	59,497	2,590
Lenta	Asado	56,227	2,421
Lenta	Microondas	54,167	2,132

Fuente: Esta investigación

De acuerdo con la Tabla 2.7 el porcentaje de humedad con promedio más alto se refiere a la combinación de congelación rápida y reconstitución por asado, debido a que el tipo de congelación forma cristales más pequeños que evitan ruptura de tejidos y mayor pérdida de agua al descongelar o restituir. Referente al método de reconstitución, el asado, es menos drástico que el uso del horno microondas, pues el horno penetra el calor por todos sus lados y conlleva a la evaporación de agua en mayor cantidad que el asado. El caso contrario ocurre con el tratamiento de congelación lenta y reconstitución mediante microondas, donde las dos formas favorecen la mayor pérdida de agua.

Para el caso de la dureza ocurre que el mayor promedio lo tiene el tratamiento con congelación rápida y reconstitución en asado, esto ocurre debido a que al no perder tanta humedad el producto mantiene una textura firme y más dura, y el método de reconstitución aporta en que la cubierta que forma es más gruesa que la que genera el horno microondas.

2.3.3.2. Análisis sensorial.

Tabla 2.8.

Resumen estadístico para las variables de respuesta olor, color, sabor y textura.

T	Color	CV (%)	Olor	CV (%)	Sabor	CV (%)	Textura	CV (%)
T1	4,076±0 ,796 ^a	19,528	4,192±0 ,801 ^a	19,105	4,115±0 ,952 ^a	23,130	4,0±0,7 48 ^a	18,708
T2	4,269±0 ,667 ^a	15,618	3,807±0 ,939 ^a	24,658	3,923±0 ,796 ^a	20,293	3,615±0 ,852 ^a	23,570

*Valores promedio (n=30) ± Desviación estándar. Letras diferentes indican diferencias entre promedios para una misma columna (valor-P < 0,05)

Fuente: Esta investigación

Según la Tabla 2.8. Se aprecia que no existen diferencias estadísticamente significativas para

ningún caso de los parámetros evaluados en el análisis sensorial, pero puede resaltarse que de acuerdo a los parámetros de olor, sabor y textura el mejor método de Reconstitución es el de asado; los jueces atribuyen a este tratamiento un olor más pronunciado a papa que el T2, un buen sabor que le atribuye la plancha y la grasa que se adiciona a este método y, finalmente una superficie crocante y textura tradicional. Sin embargo, para el parámetro de color el mejor método fue reconstitución a través de horno microondas, ya que este método no modifica el color inicial del lapingacho, en cambio el método de asado sí, porque inicialmente se le hace un horneado y al someterse nuevamente a una cocción en plancha el lapingacho toma una tonalidad muy oscura que no gusta al juez; debe mencionarse que el color depende de la composición química de la papa, así los azúcares reductores participan en las reacciones de oscurecimiento, adicionalmente se encuentran aminoácidos y otros componentes orgánicos que producen la formación de color durante el asado (Pazmiño, 2010): no obstante, la calificación no es baja, por lo que finalmente se decidió como mejor método el de asado en plancha.

Tabla 2.9.

Preferencia de los jueces respecto al método de reconstitución

Método de reconstitución	Puntaje
Asado	20
Horno microondas	10

Fuente: Esta investigación

Además del formato respectivo de la prueba, a los jueces se les entregó un formato donde marcaban cuál de las dos muestras les gusto más respecto a su apariencia general y su respuesta se muestra en la Tabla 2.9. Confirmando con lo que se dijo anteriormente, el método de asado es el preferido. Los jueces comentaron su gusto debido a que la grasa con los que se lleva a cabo el

asado influye en los parámetros y que en general gusto bastante.

3. EVALUACIÓN DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS, FÍSICOQUÍMICOS, SENSORIALES Y COMPOSICIONALES EN CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO SELECCIONADO

3.1. INTRODUCCIÓN

El uso mundial de la papa está trasladando el mercado de papas frescas y como alimento para ganado, hacia los productos procesados tales como papas fritas (hojuelas), papas prefritas (a la francesa) y papas congeladas y deshidratadas. El procesamiento de la papa es el sector de más rápido crecimiento dentro de la economía mundial de este tubérculo, tendencia que puede ser vista en países como Argentina, China, Colombia y Egipto (Porras, 2005), la tendencia reciente en el procesamiento de la papa se concentra en productos deshidratados (harinas, hojuelas, gránulos, y otros productos congelados derivados de la papa), papa pelada, almidón, alcohol y papa precocida (Fedepapa, 2017).

La tendencia del consumidor es comprar productos con buen sabor, nutritivos, listos para comer o de poco tiempo de preparación (Tierno et al., 2015). Todo esto va de la mano, ya que el poco tiempo que se dispone en los hogares para la preparación de la comida, requiere que el producto comprado sea fácil de preparar y que posea todos los nutrientes necesarios para una dieta balanceada (Gabriela Burgos et al., 2012). La utilización de productos procesados está influenciada por varios factores, entre estos: la concentración de la población en las grandes ciudades, la dedicación de menos tiempo a las labores del hogar y el elevado costo de la energía para la preparación de alimentos (Silveira, Oyarzún, Sepúlveda, & Escalona, 2017). Estas variaciones en los patrones de alimentación han generado una nueva área de desarrollo en las ciencias de los alimentos y de la nutrición que corresponde a la de los alimentos listos para consumo (Garnica, Prieto, Álvarez, & Cerón, 2015).

De igual manera uno de los desafíos de la ingeniería es garantizar la calidad e inocuidad del alimento y que no representen un riesgo para la salud del consumidor (Baldizón, Valle, & Córdoba, 2011). Una herramienta para predecir los cambios que inducen al deterioro y determinan la vida de anaquel es la aplicación de modelos cinéticos de deterioro (González & Pirovani, 2016), basados en la cinética de las reacciones químicas (Salinas & Pirovani, 2009). Hay que considerar que un alimento es un sistema complejo en el que ocurren diferentes tipos de reacciones, por ello la modelación en este caso se aplica, no a un reactante o componente particular del alimento, sino a una característica de calidad que refleja dichas reacciones (González, Mesa, & Quintero, 2014)

Se han realizado investigaciones de vida útil sobre productos fáciles de preparar a partir de papa nativa, como Guillín (2013), quien evaluó el valor nutricional y calidad de tortillas de papas nativas precocidas y refrigeradas en base a papas nativas (Chaucha Roja, Leona Negra y Yema de Huevo), pasta de quinua y conservantes para alargar su tiempo de vida útil. Se realizaron análisis fisicoquímico (vitamina C, pH y acidez) y sensoriales (color, olor, sabor, textura y aceptabilidad). El mejor tratamiento resulta el de la papa Yema de Huevo enriquecida con el 25% de pasta de quinua, debido a que presentó buena aceptabilidad (4.3). El tiempo de vida útil del producto fue de 10 días a 4°C. La textura, junto con el color y el sabor, son las propiedades físicas y organolépticas de mayor importancia en este tipo de producto, que se ven afectadas por las condiciones de procesado durante la elaboración y de cocción y/o fritura antes de su consumo (Gabriela Burgos et al., 2012).

Chasi (2012), evaluó la calidad nutricional y sensorial de tortillas precocidas elaboradas con papa nativa (*Solanum andigena*) de tres variedades (Yema de huevo, Leona negra y Chaucha roja) enriquecidas con pasta de chocho. Los factores de estudio fueron las variedades de papa y

el % de pasta de chocho y se realizaron análisis fisicoquímicos (Vitamina C, pH y acidez) microbiológicos (aerobios mesófilos, mohos y levaduras, *S. aureus*, coliformes y *E. coli*) y sensoriales (color, olor, sabor, textura y aceptabilidad). Los resultados de los análisis permitieron determinar estadísticamente que el mejor tratamiento correspondió a la papa yema de huevo y 20% de pasta de chocho debido a que presentó mayor contenido de Vitamina C y baja contaminación microbiana y buena aceptabilidad (4.20) calificada por parte de los catadores. El tiempo de vida útil en almacenamiento a 4°C fue de 11 días, el análisis proximal de la muestra del mejor tratamiento y patrón señala que existen diferencias en el contenido de proteína y grasa, por lo que se concluye que la concentración de pasta (20%) incrementa el valor nutricional de la tortilla de papa nativa.

Rojas, Arteaga, Barraza, Jáuregui, & Méndez (2010), en su estudio concluyen que, para productos listos fáciles de preparar, se busca la obtención de productos con una textura que resulte similar a los productos caseros y por ello se han realizado ensayos sensoriales de preferencia para establecer el grado de aceptación de los productos elaborados por parte de los consumidores.

En este sentido y teniendo en cuenta estos aspectos el objetivo del capítulo es evaluar parámetros de calidad en alimentos como son microbiológicos, fisicoquímicos, sensoriales y composiciones durante el almacenamiento del producto con el fin de estimar su vida útil.

3.2. METODOLOGÍA

Para elegir los parámetros determinantes en la vida útil de los lapingachos se realizaron pruebas fisicoquímicas como color, textura, pH, actividad de agua, y % de humedad; organolépticos como como color, olor, sabor y textura; microbiológicos como Coliformes Totales, Coliformes Fecales, Mesófilos, Recuento de Mohos y Levaduras y Salmonella;

bromatológicos como humedad, ceniza, extracto etéreo, fibra cruda, proteína, energía bruta y determinación de Potasio, Hierro y Zinc. Las pruebas mencionadas se realizaron a los lapingachos refrigerados y congelados. Para el diseño de figuras se utilizó el programa Sigma Plot 12.0

3.2.1. Análisis fisicoquímico de lapingachos

3.2.1.1. Color

Se midió el color del lapingacho con el espectrofotómetro CM5 Konica Minolta (Imagen 3.1), acoplado al software SpectraMagic NX teniendo en cuenta un área de medición de 30 mm, ángulo observador de 10°, iluminante D 65. Los resultados de la medición se obtienen con base a los parámetros L*, a*, b* correspondientes al sistema de color CIELAB, se calculó la variación de color (ΔE^*) mediante la fórmula propuesta por (Rhim & Hong, 2011).

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta a^{*2} + \Delta b^{*2} + \Delta L^{*2}}$$

$$\Delta a^* = a^*_{1} - a^*_{0}$$

$$\Delta b^* = b^*_{1} - b^*_{0}$$

$$\Delta L^* = L^*_{1} - L^*_{0}$$

Donde:

L* = Luminosidad

a* = Intensidad del color entre rojo y verde

b* = Intensidad del color entre amarillo y azul



Imagen 3.1. Equipo CM5-Konica Minolta

Fuente: Esta investigación

3.2.1.2. *Dureza*

Se siguió la misma metodología nombrada en la sección 2.2.1.4 con la diferencia en la punta utilizada, la cual tenía un diámetro de 2cm.

3.2.1.3. *Humedad*

Se determinó la humedad de los lapingachos utilizando el método descrito en la sección 1.2.3.1.

3.2.1.4. *pH*

Se tomó 1 g de muestra y se aforó a 10 ml con agua destilada. La lectura se realizó con un pH-metro calibrado.

3.2.1.5. *Actividad de agua*

Se midió la actividad de agua con el equipo HygroLab C1 ROTRONIC (Imagen 3.2). Las muestras de lapingacho se introdujeron en cápsula de acrílico diseñada para ese fin, los datos fueron leídos en la pantalla digital del equipo.



Imagen 3.2. Equipo HygroLab C1 ROTRONIC

Fuente: Esta investigación

3.2.2. **Determinación de parámetros microbiológicos**

Los análisis microbiológicos se realizaron mediante métodos descritos para el análisis

químico de alimentos del laboratorio de microbiología de la Universidad de Nariño, basado en las técnicas descritas por la AOAC (AOAC International, 2016). Los parámetros determinados, su método y técnica se muestran en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1.

Parámetros microbiológicos evaluados para lapingachos elaborados a partir de papa nativa, variedad Roja Huila.

Parámetro	Método	Técnica
Coliformes totales	NMP	Tubos múltiples
Coliformes fecales	NMP	Tubos múltiples
Mesófilos	Recuento en placa	Siembra en profundidad
Recuento de Mohos y Levaduras	Recuento en placa	Siembra en profundidad
Salmonella	Presencia o ausencia	Aislamiento e identificación

Fuente: Esta investigación

3.2.3. Determinación de parámetros químico proximales

La caracterización proximal se realizó mediante métodos descritos para el análisis químico de alimentos del laboratorio de bromatología de la Universidad de Nariño, basado en las técnicas de la AOAC (AOAC International, 2016) y las metodologías de análisis de alimentos propuestas por Bernal (1998). Los parámetros determinados y su método se muestran en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2.

Parámetros proximales evaluados para lapingachos elaborados a partir de papa nativa, variedad Roja Huila.

Parámetro	Método
Humedad	Termogravimétrico
Ceniza	Termogravimétrico
Extracto etéreo	Soxhlet
Fibra cruda	Digestión ácido-base
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)
Energía bruta	Calorimetría de bomba
Potasio	Digestión vía húmeda, EAA
Hierro	Digestión vía húmeda, EAA
Zinc	Digestión vía húmeda, EAA

Fuente: Esta investigación

3.2.4. Determinación de vida útil en función del atributo de calidad.

Para la determinación de vida útil, se tomó los valores de un atributo que puede ser fisicoquímico, microbiológico o sensorial más relevante medido en el tiempo de análisis en el periodo definido. Para los cálculos de estimación de vida útil, se utilizó la metodología descrita por Rojas et al. (2010). Para datos numéricos continuos una vez realizada la regresión lineal, se escogió el orden respecto al mayor coeficiente de determinación (R^2), obtenido de la linealización de los datos (Carrillo & Reyes, 2013).

La bondad de ajuste de este modelo se evaluó con los parámetros R^2 (coeficiente de determinación), RMSE (raíz cuadrada del error medio cuadrático) y E % (error porcentual promedio) dado por las ecuaciones:

Ecuación 1. Raíz cuadrada del error medio cuadrático.

$$RMSE = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (Ccal - Cexp)^2}{n} \right]^{0,5}$$

Ecuación 2. Error porcentual promedio

$$E\% = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{|(Ccal - Cexp)_n|}{Cexp}}{n} \times 100$$

Donde: Ccal: valor calculado, Cexp: valor experimental y n: número de determinaciones.

3.2.4.1. Análisis sensorial

Se realizó para determinar el tiempo límite de aceptación del producto por jueces. Se tuvo en cuenta la metodología utilizada por Anzaldúa (1994) con pruebas discriminativas, de acuerdo a la prueba de comparación apareada simple con 30 jueces no entrenados conocedores del producto. Esta prueba consistió en brindarle al juez dos muestras codificadas, las cuales fueron: un lapingacho fresco, es decir, elaborado el mismo día, y el otro, almacenado el tiempo determinado nombrado anteriormente para su evaluación. El juez debe escoger una de las dos muestras de acuerdo a su apariencia general. La interpretación de resultados se realizó conforme a la respuesta de los jueces, contabilizando a cuantos gustó la una u otra muestra, además de tener en cuenta lo descrito por Anzaldúa (1994) en el Apéndice II, para evidenciar que haya diferencias significativas entre las dos muestras con un 95% de confianza.

3.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.3.1. Análisis fisicoquímico.

3.3.1.1. Color.

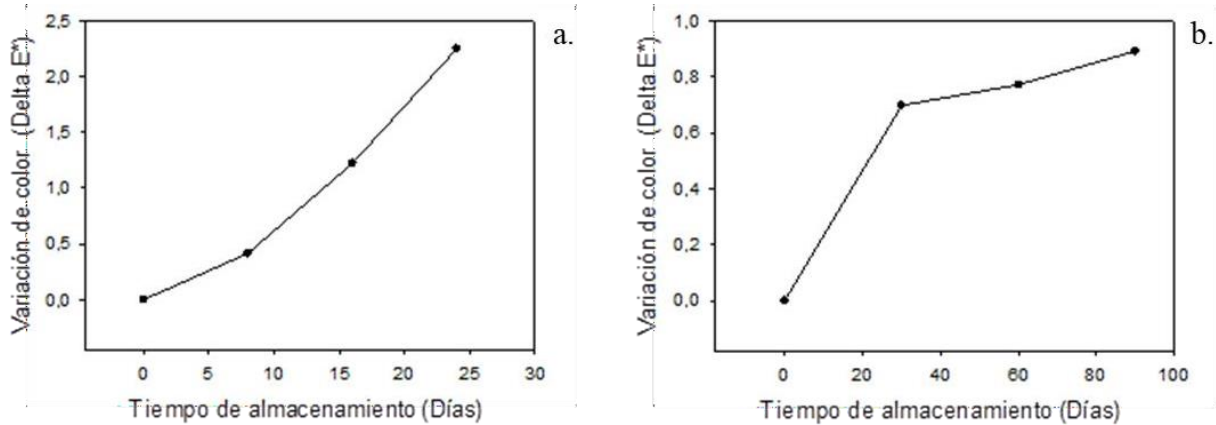


Figura 3.1. a) Variación de color (ΔE^*) de lapingacho almacenado a temperatura de 4°C.

b) Variación de color (ΔE^*) de lapingacho almacenado a temperatura de -18°C

Fuente: Esta investigación

La variación de color indica la magnitud de la diferencia de color entre muestras almacenadas y muestras control (Patras, Brunton, Tiwari, & Butler, 2011), los valores de ΔE^* obtenidos están analíticamente clasificados como muy distintos ($\Delta E^* > 3$), distintos ($1.5 < \Delta E^* < 3$) y pequeña diferencia ($1.5 < \Delta E^*$) (Adekunte, Tiwari, Cullen, Scannell, & O'Donnell, 2010). De acuerdo con lo anterior no hay diferencias significativas en el parámetro color para lapingacho almacenado a -18°C, durante el tiempo de estudio. Sin embargo, para el lapingacho almacenado a 4°C se presenta mayor variación de color, teniendo en cuenta que el color inicial del lapingacho es de tonalidad amarilla (IC = 4,45) y su color final un amarillo más pálido (IC= 3,70). Al día 24, se obtiene un valor de $\Delta E^* > 1.5$ y menor de 3, por lo cual la muestra almacenada analíticamente es distinta a la muestra control, de igual manera visualmente se evidenciaron manchas de color verde en la superficie del lapingacho. El cambio de color se puede deber al aumento en la

presencia de microorganismos especialmente de mohos y levaduras, resultado acorde con lo obtenido en la evaluación microbiológica sección 3.3.1. Por la presencia de colonias las cuales pueden presentar colores de tonalidad verde (Carrillo & Reyes, 2013). De acuerdo a esto, el color es una variable que depende especialmente de la presencia o no de mohos y levaduras.

Según lo reportado por Campuzano et al. (2015), un pequeño porcentaje de levaduras aproximadamente un 25% del límite permitido pueden alterar los alimentos causando su deterioro debido a la utilización de carbohidratos, ácidos orgánicos originando un mal olor alterando el sabor y color en la superficie de los productos contaminados además permiten el crecimiento de bacterias patógenas.

Para los lapingachos almacenados a -18°C la variación de color fue menor, de igual manera las pequeñas variaciones no fueron significativas según Corpas & Tapasco (2012), siempre se presenta variación en algunos parámetros como el color y textura para productos preparados como son las arepas o tortillas, igualmente el propio almacenamiento puede originar algunos cambios en el alimento (Millán, Restrepo, & Narváez, 2007).

3.3.1.2. Dureza

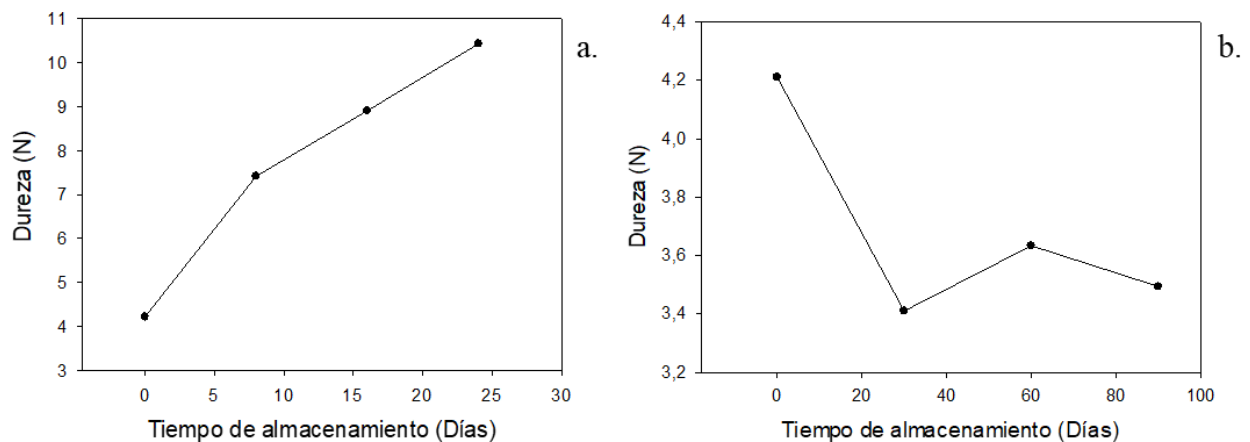


Figura 3.2. a) Comportamiento de la dureza de lapingacho almacenado a temperatura de 4°C.

b) Comportamiento de la dureza de lapingacho almacenado a temperatura de -18°C

Fuente: Esta investigación.

La dureza tuvo un aumento en el tiempo de análisis de almacenamiento a 4°C, los resultados permiten afirmar que a temperatura de refrigeración hay una pérdida de agua por transpiración y por lo tanto existe concentración de solutos o cambios en la microestructura dentro del producto aumentando la firmeza del mismo (Cáceres, Mulkay, & Rodriguez, 2000). No existe un estándar o un valor establecido para este parámetro, por lo cual es difícil establecer un valor en cual el producto ha perdido su vida útil teniendo en cuenta este parámetro de forma analítica.

Se realizó una evaluación sensorial al día 8 de almacenamiento a 4°C, por parte del jurado evaluador el producto mantenía una textura agradable y similar a la del producto en fresco, no se realizó más pruebas sensoriales debido a que conforme avanzó el tiempo de almacenamiento se presentó crecimiento de mohos y levaduras, por lo cual era un riesgo para la salud del consumidor.

Para el lapingacho almacenado a -18°C se presentó una disminución de la dureza esto puede ser influenciado por el crecimiento de cristales que es fuertemente afectado por variables termodinámicas (propiedades de transferencia de calor), variables cinéticas (propiedades de transferencia de masa) y variables propias del alimento (ej., composición y tamaño). La modificación de estas variables puede conducir a grandes cambios en la distribución del hielo y por consecuencia en la calidad del producto (Aguado & Rodríguez, 1999). Por la principal consecuencia de la rotura de las fibras y paredes celulares perdiendo el alimento parte de sus propiedades como la textura (Berk, 2018), de igual forma Fregapane, Reina, & Salvador (2012), mencionan que en el paso de agua a hielo hay un incremento del volumen cercano al 9% debido a este fenómeno los alimentos más ricos en agua se expanden más que aquellos cuyo contenido es menor, esto puede dar lugar a fracturas o agrietamientos en cuya composición se encuentran fibras débiles.

3.3.1.3. *Humedad*

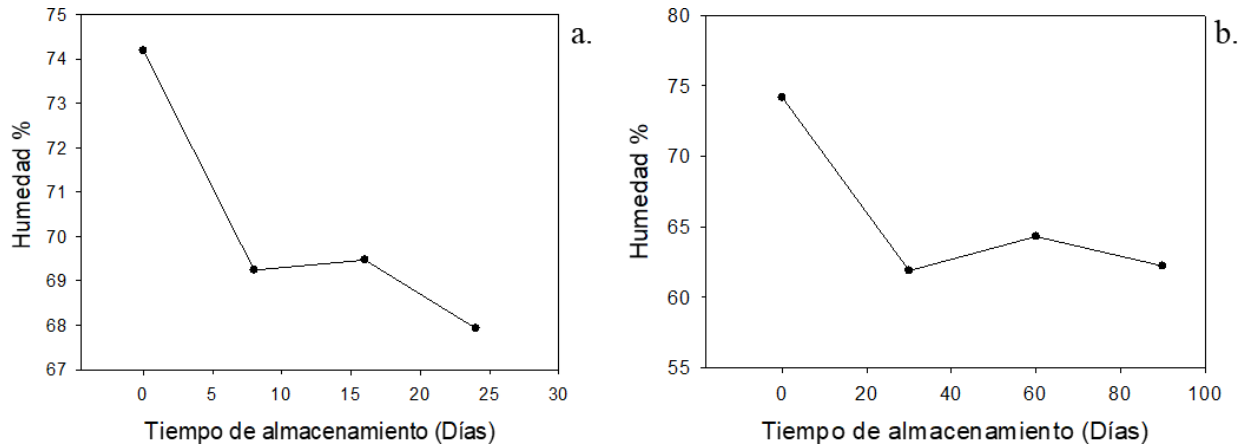


Figura 3.3. a) Comportamiento del porcentaje de humedad de lapingacho almacenado a temperatura de 4°C.

b) Comportamiento del porcentaje humedad de lapingacho almacenado a temperatura de -18°C.

Fuente: Esta investigación.

Se observa una disminución en el porcentaje de humedad a lo largo del tiempo de estudio en ambos tratamientos, según Meza (2009), establece que este fenómeno se presenta debido a que el agua existente como fase líquida se pierde simultáneamente a través de transpiración que involucra la transferencia de la humedad a través de la piel del alimento, la evaporación, y el transporte convectivo conducida por una diferencia en la presión del vapor de agua entre la superficie del producto y el ambiente influenciado por el manejo de la temperatura de almacenamiento.

Según Torres, Torres, Acevedo, & Gallo (2015), el porcentaje de humedad está directamente relacionado con la dureza de un producto, ya que las moléculas de agua al estar presentes en dicha matriz alimentaria posiblemente provoquen un ablandamiento y suavidad en dicha estructura. De acuerdo con esto los datos obtenidos son acordes, ya que en el transcurso del tiempo de estudio a una temperatura de 4°C el porcentaje de humedad a medida que disminuía la dureza aumentó.

Igualmente puede haber modificaciones por la entrada de aire a temperatura ambiente (rotura de cadena de frío) dando lugar a un gradiente de temperatura, en estas circunstancias el aire toma la humedad superficial de los alimentos protegidos deficientemente, desecándolos por lo que pueden aparecer en la superficie del producto manchas de color oscuro al ir concentrándose y oxidándose los pigmentos de las capas más superficiales (Vallejo & Velasco, 2015).

Los resultados obtenidos en el almacenamiento a 4°C están directamente relacionados con los análisis microbiológicos, ya que la humedad favorece la proliferación principalmente de hongos (Corpas & Tapasco, 2012).

Para el lapingacho almacenado a -18°C el proceso de Reconstitución o descongelación a través de asado en plancha puede ser un factor importante, por lo que se pueden presentar evaporaciones y por consiguiente una disminución en el contenido de humedad.

3.3.1.4. pH

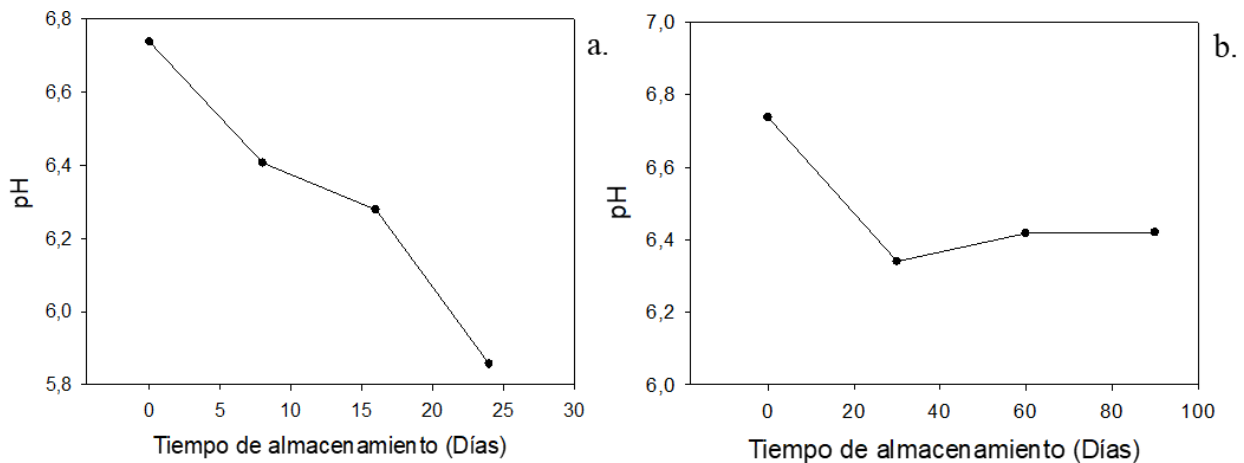


Figura 3.4. a) Comportamiento del pH de lapingacho almacenado a temperatura de 4°C.

b) Comportamiento del pH de lapingacho almacenado a temperatura de -18°C.

Fuente: Esta investigación.

De acuerdo con las Figuras 3,4 a y 3,4 b, se obtuvieron valores descendientes de pH, Pereira,

Herrera, Machuca, & Sánchez (2007) manifiesta que a intervalo de pH de 5,8 a 6,8 se logra el desarrollo de cepas de mohos, estos datos tienen relación con lo obtenido en las pruebas microbiológicas donde se puede evidenciar que a partir del día 8 de almacenamiento a 4°C hubo presencia de mohos y levaduras al mismo tiempo que el pH ha disminuido a un valor de 6,4 lográndose un punto óptimo para el desarrollo de los microorganismos.

Según lo mencionado por Carrillo & Reyes (2013) los microorganismos son capaces de crecer en ambientes con diferente pH razón por la cual pueden encontrar en un alimento condiciones favorables para su desarrollo y descomponerlo, igualmente los componentes del alimento dependiendo de los factores que lo afecten en su almacenamiento, se ven deteriorados como son la humedad, proteínas, grasa, vitaminas y minerales las cuales pueden generar el aumento de ácidos grasos o enranciamiento en el alimento y por ende la modificación de su pH (Carrillo & Reyes, 2013).

Para el tratamiento de almacenamiento a -18°C hay una disminución de pH sin embargo este se mantiene constante a lo largo del tiempo de estudio durante los 90 días. Según Decareau (1993), uno de los efectos de la congelación es la deshidratación y el aumento de la concentración de solutos en los espacios líquidos de los alimentos, y se pueden presentar reacciones químicas como oxidación e hidrólisis y como consecuencia se pueden presentar variaciones de pH.

3.3.1.5. Actividad de Agua (AW)

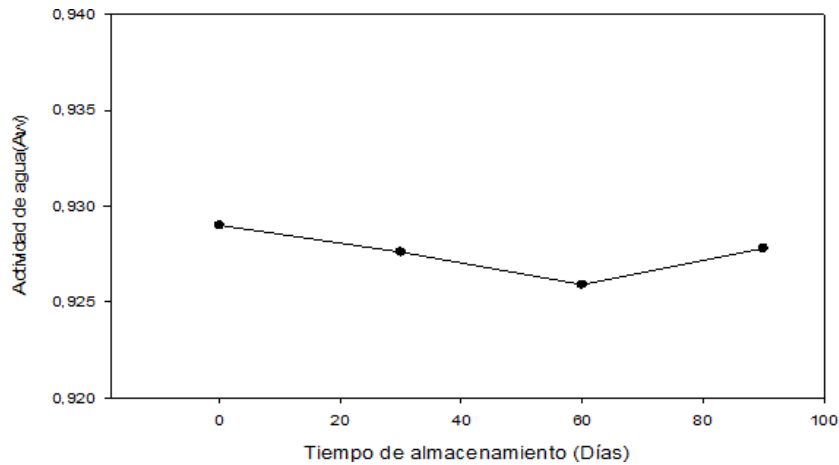


Figura 3.5. Comportamiento de la actividad de agua de lapingacho almacenado a temperatura de -18°C

Fuente: Esta investigación.

No se presentaron cambios o variaciones significativas en la actividad de agua a lo largo del tiempo de estudio a -18°C manteniéndose en un valor aproximado de 0,92. Según Berk (2018), la eficiencia de la congelación como método de conservación es en gran medida la disminución de la actividad acuosa. De igual manera Badui (2006), afirma que la congelación disminuye el contenido de agua libre y por ende la proliferación de microorganismos.

La actividad de agua se midió una vez el lapingacho fue reconstituido por tal motivo se tienen valores altos (alrededor de 0,92), sin embargo Badui (2006), menciona que el abatimiento de la temperatura de congelamiento, ΔT , causa una reducción de la presión de vapor y, en consecuencia, en la actividad del agua, por lo que se obtienen valores inferiores a 0,85. En concordancia con los resultados de Garza (1998), consideran que la mayoría de los microorganismos se sitúa entre 0,92 y 0,99. Así, las bacterias entre las que se incluyen las patógenas, prácticamente no pueden crecer cuando los valores de la aw están por debajo de 0,85-0,90.

Resultados similares fueron obtenidos en esta investigación donde no se presentó aumento en la población microbiana, en el tratamiento de almacenamiento a -18°C , de acuerdo a lo

mencionado anteriormente, no se evaluó la actividad de agua en el almacenamiento a 4°C ya que la refrigeración no afecta considerablemente este parámetro (Vallejo & Velasco, 2015).

3.3.2. Análisis microbiológico.

El análisis microbiológico realizado en los laboratorios especializados de la Universidad de Nariño a los 0, 8, 16, 24 y 32 días de almacenamiento a 4°C, se muestra en la tabla 3.3, y a los 0, 30, 90 y 120 días de almacenamiento a -18°C, se muestra en la tabla 3.4

Tabla 3.3.

Presencia de microorganismos en los días de almacenamiento a temperatura de 4°C.

Tiempo de almacenamiento (días)	Mesófilos (ufc /g)	Recuento de hongos y levaduras (ufc/g)	Coliformes Totales (N.º Bacterias/g)
0	3.500	<10	<3
8	5.000	<10	<3
16	12.600	100	<3
24	16.000.000	110	<3
32	36.000.000	110	19

***No hubo presencia de salmonella ni de coliformes fecales en el tiempo de estudio.**

Fuente: Esta investigación

Tabla 3.4.*Presencia de microorganismos en los días de almacenamiento a temperatura de -18°C.*

Tiempo de almacenamiento (días)	Mesófilos (ufc /g)	Recuento de hongos y levaduras (ufc/g)	Coliformes Totales (N.º Bacterias/g)
0	3.500	<10	<3
30	1.000	<10	<3
90	5.500	<10	<3
120	6.000	<10	<3

***No hubo presencia de salmonella ni coliformes fecales en el tiempo de estudio.**

Fuente: Esta investigación

Se presentó desarrollo de mesófilos, mohos y levaduras debido a que en las condiciones de almacenamiento el producto contiene los factores de desarrollo internos y externos para estos microorganismos como son: nutrientes, humedad, oxígeno y tiempo. Aunque la temperatura de almacenamiento a 4°C no es la óptima para su desarrollo este puede crecer de acuerdo a lo mencionado por Fregapane, Reina, & Salvador (2012), que en temperaturas de refrigeración los mesófilos pueden reducir su metabolismo, pero no inhibirse. Igualmente, ciertos microorganismos permanecen adheridos entre los poros del material aun después de realizar una desinfección (Villalobos, Patel, Orsat, Singh, & Lefsrud, 2013), resulta acorde la presencia de mesófilos aerobios ya que para el almacenamiento del producto no se empleó un empaque especial y/o empacado al vacío que limite la cantidad de oxígeno presente.

De acuerdo con Canovas (2014), los mesófilos aerobios no implican la presencia de flora patógena, sin embargo, valores altos pueden mostrar una contaminación de la materia prima en la manipulación del producto o en su elaboración. En alimentos perecederos manipulados

correctamente pueden desarrollar recuentos elevados y perder calidad si son almacenados por un tiempo prolongado, en este caso el recuento no se encontraría elevado por la condición de higiene del producto, sino por la vida útil del mismo. Igualmente, los mesófilos pueden ser un indicador del ambiente donde se desarrolló el producto inicialmente (Campuzano et al., 2015).

Según la NTC 4481 de productos prefritos y congelados a base de papa, en la tabla 3.5 se encuentran los requisitos microbiológicos que debe cumplir, en comparación con lo obtenido experimentalmente, en almacenamiento a 4°C. Hasta los 8 días de almacenamiento las tortillas de papa mantienen sus parámetros en una categoría de excelente calidad, en las siguientes muestras excede la cantidad que los parámetros exigen. Igualmente, los datos obtenidos son similares a los obtenidos por Fregapane et al. (2012), donde reporta valores menores a 30000 mesófilos aerobios, para papa almacenada en refrigeración a los 10 días, los cuales se encuentran dentro de la legislación española (RD 3483/2000 y Reglamento CE1441/2007).

Para el tratamiento de almacenamiento a -18°C la cantidad de mesófilos no aumentó considerablemente; se puede decir que se mantuvo con el tiempo, debido a que en esta temperatura se disminuye drásticamente la actividad fisicoquímica y bioquímica del alimento, la disminución de reacciones enzimáticas y no enzimáticas, además de que a temperaturas por debajo de los -18°C el crecimiento microbiano se ve detenido (Gomez et al., 2007). Sin embargo Aguado & Rodríguez (1999) mencionan que al reducir la temperatura se alcanza un punto en el que agua restante conjuntamente con los solutos que han ido concentrándose se solidifican juntos en un punto de saturación llamando punto eutéctico, este punto es muchas veces inferior al que son capaces de alcanzar muchos congeladores comerciales, lo que permite que queden pequeñas cantidades de agua no congelada que permite sobrevivir algunos microorganismos, aunque no es posible su crecimiento y reproducción, esta puede ser la razón por el cual se presentó un leve

incremento en la cantidad de mesófilos aerobios a lo largo del tiempo de estudio. De igual forma United States Department of Agriculture (2016), afirma que tras la congelación los microorganismos supervivientes pueden desarrollarse en un ambiente en el que la rotura de la integridad estructural del alimento como consecuencia de la congelación puede producir un ambiente favorable para el deterioro microbiano. De acuerdo a lo expuesto es razonable que la congelación no haya detenido completamente el metabolismo de los microorganismos.

Se presentó una disminución de la carga microbiana a los 30 días de almacenamiento esto puede deberse a que cuando se enfría rápidamente un alimento (abatimiento rápido) muchas de las bacterias mesófilas que normalmente resistirían la temperatura de refrigeración mueren como consecuencia del choque de frío esto es más frecuente en gram negativas que en gram positivas (González et al., 2014).

Tabla 3.5.

Requisitos microbiológicos que debe cumplir la papa (patata) prefrita congelada según NTC 4481.

Requisito	n	m	M	c
Recuento de microorganismos mesófilos, ufc/g	3	10.000	100.000	1
Recuento de coliformes, ufc/g	3	10	100	1
Recuento de E. Coli, ufc/g	3	<10		1
Recuento de mohos y levaduras, ufc/g	3	50	500	1

Fuente: NTC 4481

La ausencia de coliformes totales y fecales en el tratamiento de congelación y en el día 0, 8, 16 y 24 para el tratamiento de refrigeración, indica que el producto se realizó bajo las exigencias sanitarias de limpieza y desinfección de acuerdo con Campuzano et al. (2015), son un indicador

de contaminación por parte del manipulador además evidencia la calidad del agua utilizada en el proceso, igualmente menciona que los coliformes totales son considerados como un indicador de calidad higiénica de los alimentos y son particularmente indicadores de contaminación post proceso térmico, pues estos microorganismos se eliminan fácilmente por tratamiento térmico (Campuzano et al., 2015).

De acuerdo a lo planteado anteriormente, se puede dar la contaminación del producto en el proceso de obtención del puré, amasado, moldeo y formado del lapingacho, por causa del ambiente o la excesiva manipulación del producto, que son operaciones posteriores al proceso de cocción donde es un punto crítico de control del proceso, además, se evidencia presencia de coliformes totales a los 30 días de almacenamiento a 4°C, donde el producto ya contiene alta carga microbiana según lo comparado con la NTC 4481. Por lo que se puede decir que ha entrado en un proceso de descomposición.

En cuanto a mohos y levaduras se desarrollan en ambientes húmedos a temperatura de mesófilos y en A_w entre 0,62-0,94 (Invima, 2016). La presencia de hongos y levaduras en este estudio se dio a los 16 días de almacenamiento a 4°C, para el almacenamiento a -18°C no se detectó presencia, esto es acorde a lo reportado por United States Department of Agriculture (2016), donde menciona que los hongos, levaduras y helmintos son más sensibles a temperaturas de congelación que las bacterias y mueren.

Según lo explica Arias & Piñeros (2008) los hongos presentan un crecimiento aparente la cual tiene dos componentes: una fase anterior a la germinación de esporas y una fase en que el crecimiento se presenta, pero no se evidencia. Se plantea que en la primera fase el efecto del almacenamiento en refrigeración actúa en el producto reduciendo los procesos metabólicos como se había explicado anteriormente para los mesófilos y por consiguiente evitando generar

condiciones donde las esporas puedan desarrollarse adecuadamente, aumentando con esto el tiempo que el hongo tarda en presentarse. Igualmente, a partir de la segunda semana se evidenció el deterioro por la aparición de mohos visualmente apreciable.

Es importante resaltar el efecto de la utilización de atmósferas modificadas o empaques especiales, las cuales según Vallejo & Velasco (2015) a concentraciones de CO₂ superiores al 5 %, inhiben el crecimiento de bacterias responsables del deterioro en alimentos, de igual manera Mullan (2002) describe que el CO₂ ejerce un efecto inhibitorio sobre el crecimiento fúngico. El efecto del CO₂ se fundamenta en que desplaza el O₂ gas vital para muchos microorganismos y cambia las condiciones de pH en la superficie del alimento.

Además, se puede contemplar el uso de conservantes para ampliar la vida útil de este producto. Corpas & Tapasco (2013) describe que el uso de ácido sórbico a una cantidad de 1g/kg puede inhibir el crecimiento de mohos hasta por 30 días en productos preparados almacenados en refrigeración igualmente Corpas & Tapasco (2012) menciona que el propionato de sodio también ejerce un poder inhibitorio para mohos además de actuar en microorganismos como mesófilos.

No se detectó presencia de salmonella la cual es común por contaminación cruzada igualmente estos microorganismos son indicadores de calidad mayormente en carnes y cereales (Suárez Mahecha, Diego, & Carrasquilla, 2011).

3.3.3. Análisis químico proximal

El análisis químico proximal realizado en los laboratorios especializados de la Universidad de Nariño a los 0, 8, 16 y 24 días de almacenamiento a 4°C, se muestra en la tabla 3.6, y a los 0, 30, 60, 90 y 120 días de almacenamiento a -18°C, se muestra en la tabla 3.7.

Tabla 3.6.*Análisis proximal de lapingacho almacenado a 4°C, expresados en g/100 g de muestra.*

Parámetro	Tiempo de almacenamiento (Días)			
	0	8	16	24
Humedad	72,21	74,13	76,58	72,45
Materia seca	27,79	25,87	23,42	27,55
Ceniza	2,03	1,61	1,1	1,88
Extracto etéreo	2,52	2,41	2,45	2,23
Fibra cruda	0,36	0,37	0,37	0,4
Proteína	3,63	4	3,98	3,76
Extracto no nitrogenado	19,25	17,48	15,54	19,28

Fuente: Esta investigación

Tabla 3.7.*Análisis proximal de lapingacho almacenado a -18°C.*

Parámetro	Unidad de medida	Tiempo de almacenamiento (Días)				
		0	30	60	90	120
Humedad	g/100g	72,21	76,37	74,98	74,6	71,74
Materia seca	g/100g	27,79	23,63	25,02	25,4	28,26
Ceniza	g/100g	2,03	2,36	1,66	1,71	2,83
Extracto etéreo	g/100g	2,52	2,58	1,24	2,11	1,87
Fibra cruda	g/100g	0,36	0,36	0,32	0,4	0,41
Proteína	g/100g	3,63	3,97	3,12	3,05	3,36

Parámetro	Unidad de medida	Tiempo de almacenamiento (Días)				
		0	30	60	90	120
Extracto no nitrogenado	g/100g	19,25	14,35	18,67	18,14	19,8
Energía	Kcal/100g	123	-	-	-	116
Potasio	mg/100g	365	249	438	381	439
Hierro	mg/100g	0,55	0,82	0,52	0,86	0,67
Zinc	mg/100g	0,66	0,71	0,49	0,54	0,72

Fuente: Esta investigación

No se observa grandes cambios en los parámetros proximales, energía y contenido mineral del lapingacho almacenado en los dos tratamientos, de igual manera los resultados de los parámetros no tienen un comportamiento directo o evidente de disminución o aumento en su contenido, presentándose altibajos en los resultados. De acuerdo con Mogollón, Regno, & Sarria (2010) si no se presenta una tendencia en los resultados en difícil aplicar modelos de regresión lineal y estimar vida útil.

El contenido de humedad y materia seca es similar a lo reportado en investigaciones de tortillas de papa nativa, (Chasi, 2012), menciona que las tortillas obtuvieron una humedad de 75,21% y (Coloma, 2012) de 74,93%

El parámetro de ceniza es inferior a lo reportado en investigaciones de tortillas de papa nativa, 2.55 (g./100 g.) (Coloma, 2012), el autor menciona que el parámetro de ceniza esta relaciona con el contenido de sales minerales.

La cantidad de ceniza, extracto etéreo y extracto no nitrogenado presente en lapingacho aumento en comparación a lo obtenido en el análisis proximal de la variedad Roja Huila sección 1.3.4. esto puede deberse a que el queso presenta gran contenido de materia grasa, minerales

(calcio, sodio, fósforo y potasio) y en menor cantidad carbohidratos (Parra & Fonseca, 2012). El contenido de fibra cruda del lapingacho no presentó gran variación respecto a la papa cruda.

El contenido de proteína del lapingacho se encuentra en el rango de 1,2 g/100 g a 3,5 g/100g para papa cocida reportado por Peña (2015). La cantidad de queso empleado (5 g) aporta una cantidad de 1,06 g de proteína de acuerdo a la información nutricional relacionada en la etiqueta, por tal motivo el lapingacho presenta mayor contenido proteico que la papa cocida. Los resultados son comparables con Chasi (2012) donde obtiene valores de 4,1 g/100g de proteína para tortillas de papa nativa enriquecida con pasta de chocho 20%. Sin embargo, es menor que el de otros alimentos como arepa de maíz 8,5g /100g (Castañeda et al., 2018) y tortilla de trigo 12,2 g/100g (Carballo, 2011). Esto puede deberse a que los cereales presentan mayor contenido de proteína que la papa (Castañeda et al., 2018).

El contenido de Potasio de este estudio se encuentra en el rango reportado por Peña (2015) de 239,5 a 1010,4 mg/100g para papa cocida. Igualmente fue el macro mineral con mayor concentración en todos los tubérculos evaluados por este autor. Además, la papa es uno de los productos que mayormente contribuye al aporte de potasio de los valores diarios recomendados (Calliope et al., 2017). El rango del contenido de Hierro encontrado en el estudio actual es menor a lo reportado en doce papas andinas cocidas entre 1,0 y 2,2 mg/100 g (Burgos, Amoros, Morote, Stangoulis, & Bonierbale, 2007) y en dos variedades de papa nativa cruda 0,89 mg/100 g (Benavides & Revelo, 2017), sin embargo los resultados están dentro del rango reportado por Peña (2015), en cultivares nativos 0,5 a 2,7 mg/100g de papa cocida. Por su parte el contenido de zinc encontrado en el estudio es mayor al encontrado en variedades de papa nativa en Bolivia 0,52 mg/100 g (Gabriel et al., 2015). Y dentro del rango reportado por Peña (2015), en cultivares nativos 0,2 a 1,6 mg/100g de papa cocida. Las papas nativas presentan buen contenido de

Hierro y Zinc, lo que hace que sea una excelente alternativa para incluirla en la dieta de personas que poseen deficiencia de estos minerales (Gabriel et al., 2015). De igual manera las concentraciones de minerales en los tejidos de las plantas de papa cambian con la edad y varía dentro del tubérculo de papa. Algunos elementos tales como K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn y Cu se concentran en mayor concentración en la cáscara de la papa que en la pulpa (Palacios et al., 2008).

Por tal motivo los lapingachos formulados en el presente estudio tienen potencial para contribuir a la solución de problemas de seguridad alimentaria, en programas de alimentación escolar, ya que los niños en edad preescolar son la población con mayor prevalencia de anemia por deficiencia de Hierro y Zinc (Ministerio de la Protección Social, 2010).

La energía bruta que aporta el lapingacho es de 123 Kcal/100g resultado mayor a 94,5 Kcal/100g obtenido por Chasi (2012) y 88,6 de Kcal/100g por Coloma (2012). Según estudio de (T. Romero & Velez, 2011), se ha calculado que las necesidades energéticas diarias de una persona en edad escolar son de 50 Kcal/Kg. de peso. Se puede concluir que el lapingacho puede aportar en gran cantidad a esta necesidad energética.

3.3.4. Estimación de vida útil.

Para estimar el tiempo de vida útil, es necesario definir qué atributo de calidad presenta mayor relevancia. Para el tratamiento en refrigeración la cantidad de microorganismos como mesófilos (ufc/g) y mohos y levaduras (ufc/g) son el atributo más importante, ya que como se ha mencionado los demás parámetros fisicoquímicos tienen una relación con este parámetro. De igual manera los tratamientos térmicos buscan atacar o reducir el crecimiento de microorganismos (Aguado & Rodríguez, 1999).

Además del parámetro microbiológico, es importante tener en cuenta la respuesta del

producto que da el consumidor. Por lo anterior, se hizo también una estimación mediante pruebas organolépticas.

3.3.4.1. Parámetros microbiológicos

Se tomó como límite aceptable de calidad (Q) el Valor de 10.000 ufc/g para mesófilos y de 50 ufc/g para mohos y levaduras de acuerdo con la NTC 4481.

✓ *Almacenamiento en refrigeración (4°C)*

Tabla 3.8.

Determinación de orden de reacción para el almacenamiento a 4°C.

Orden de reacción	R ² Mohos y levaduras (ufc/g)	R ² Mesófilos (ufc/g)
Orden cero	0,7937	0,7659
Primer orden	0,7601	0,8421
Segundo orden	0,6988	0,9282

Fuente: Esta investigación.

De acuerdo al R² obtenido la reacción de segundo orden es la que mejor se ajusta en el caso de mesófilos (ufc/g) según los datos obtenidos, resultado que concuerda según Berk (2018) una reacción de segundo orden se utiliza cuando hay cambios bruscos del parámetro de calidad en corto tiempo. Sin embargo, para el caso de mohos y levaduras el mejor R² se obtiene para una reacción de orden cero. Teniendo como ecuación de la gráfica:

$$y = -1,00E-05x - 0,0003$$

Ecuación de segundo grado:

$$\frac{1}{Q} = kt + \frac{1}{Q_0}$$

Donde: Q : valor del atributo al tiempo t ; K : constante de velocidad de segundo orden; Q_0 valor del atributo de calidad al inicio del estudio.

De acuerdo a los datos obtenidos, la ecuación de segundo orden para mesófilos (ufc/g) presenta un buen ajuste y el cual es aceptable, Según Vega, Lara, & Lemus (2006) y Park, Vohnikova, & Reis (2002) un buen ajuste es indicado por valores pequeños de RMSE y $R^2 > 0,85$ y $E \% < 10$. Sin embargo, para determinar la vida útil teniendo en cuenta los mohos y levaduras (ufc/g) el mejor R^2 es de 0,7937 de acuerdo a lo planteado no presenta buen ajuste y por lo tanto los datos no tienen una relación entre sí, por tal motivo solo se continua con los datos de mesófilos (ufc/g) valores indicados en la tabla 3.9.

Tabla 3.9.

Datos de parámetros de segundo orden y bondad de ajuste para la ecuación mesófilos (ufc/g).

Orden	K	B	R²	RMSE	E%
Segundo orden	-1,00E-05	0,0003	0,928	280,0949	2,8%

Fuente: Esta investigación.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente se calcula el tiempo estimado de vida útil para el lapingacho almacenado a temperatura de refrigeración, dando como resultado una vida útil máxima de 13,86 días. Los resultados son acordes con los reportados por Fregapane et al., (2012) donde obtiene una vida útil de papa fresca de 16 días almacenadas en un empaque al vacío, donde el factor determinante fue la cantidad de microorganismos.

Resultado similar fue encontrado por Guillín (2013), en su investigación concluye que el tiempo de vida útil de tortillas de papa nativa fue de 10 días almacenadas a 4°C. Chasi (2012),

determinó el tiempo de vida útil de tortillas de papa enriquecidas con pasta de chocho, en almacenamiento a 4°C mediante recuento de mohos y levaduras obteniendo como resultado 11 días de almacenamiento donde el producto conserva sus características.

✓ *Almacenamiento en congelación (-18°C)*

Como se nota en la tabla 3.4, existe un decrecimiento microbiano de dos mil ufc/g de mesófilos para el día treinta respecto al cero. Como lo reporta Augustin, Rosso, & Carlier (2000) cuando la población microbiana se encuentra en la fase de adaptación en el momento de la inoculación la duración de la fase de adaptación decrece linealmente, el mismo autor obtuvo resultados similares con una población de *Listeria monocytogenes*.

Teniendo en cuenta lo anterior para la estimación de útil de acuerdo al recuento de mesófilos el punto cero no se lo tuvo en cuenta, debido a que al graficar este dato no se ajusta correctamente; Garre, Egea, & Fernández (2016) lo justifican teniendo en cuenta que esta fase es aquella en la que los microorganismos están adaptándose en el medio de crecimiento, y algunos mueren; aquellos que se adaptan inician su fase de crecimiento exponencial. En este caso, los lapingachos sufren un cambio brusco de temperatura, pasando de una temperatura de alrededor de 70°C a una de -18°C, donde un número de microorganismos muere por el choque térmico, y aquellos que sobreviven se adaptan y comienzan su fase de crecimiento a la temperatura trabajada.

Tabla 3.10.*Determinación de orden de reacción para el almacenamiento a -18°C.*

Mesófilos (ufc/g)	
Orden de reacción	R²
Orden cero	0,9423
Primer orden	0,918
Segundo orden	0,9025

Fuente: Esta investigación

De acuerdo al R² obtenido la reacción de orden cero es la que mejor se ajusta respecto a mesófilos (ufc/g). Teniendo como ecuación de la gráfica:

$$Y = 58,333x - 500$$

Ecuación de orden cero:

$$Q = Q_0 - K t$$

Donde: Q: valor del atributo al tiempo t; K: constante de velocidad de orden cero; Q₀ valor del atributo de calidad al inicio del estudio.

Tabla 3.11.*Datos de parámetros de orden cero y bondad de ajuste para la ecuación mesófilos (ufc/g).*

Orden	K	B	R²	RMSE	E%
Cero	58,333	-500	0,9423	375,28	9,74%

Fuente: Esta investigación.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente se calcula el tiempo estimado de vida útil para el lapingacho almacenado a temperatura de congelación (-18°C), dando como resultado una vida útil máxima de 189 días aproximadamente (6,3 meses).

Resultado similar se encontró por Villacrés, Quilca, Reinoso, Monteros, & Muñoz (2011), donde para papas prefritas en bastones y congeladas se estimó un tiempo de vida útil de más de 6 meses, y al igual que Pazmiño (2010) determinó tiempo de vida útil de papa congelada en bastones con tecnología de acondicionamiento variedades I-Fripapa y Única y resultó 6,685 meses.

3.3.4.2. Evaluación Sensorial

✓ Almacenamiento en refrigeración (4°C)

La muestra almacenada por ocho días en refrigeración se toma como T1 y aquella que se elaboró al día cero T2.

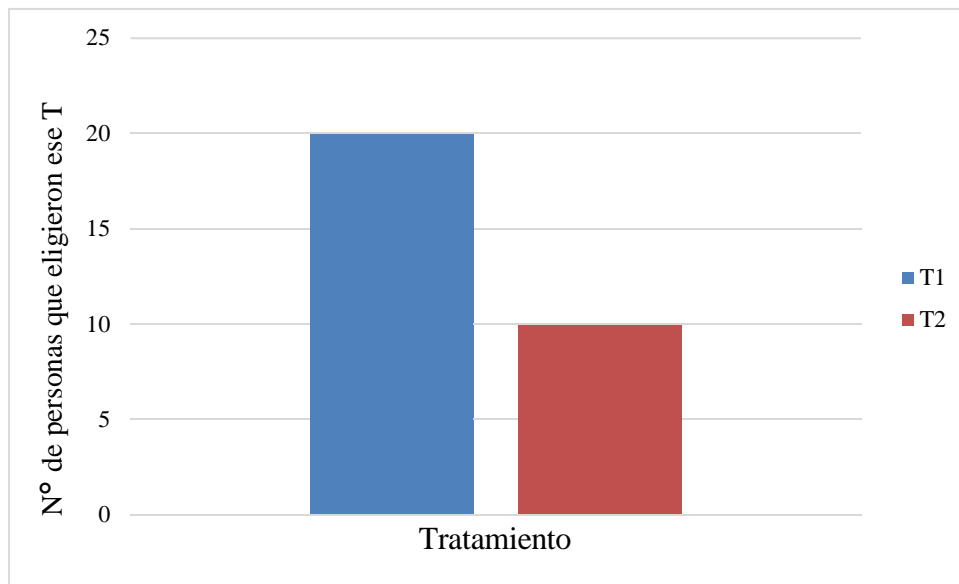


Figura 3.6. Gráfico de barras para el análisis sensorial de los 8 días de almacenamiento a 4°C.

Fuente: Esta investigación

En la Figura 3.6. se observa que el T1, es el que cuenta con más número de personas que lo eligieron (20) y que más gustó respecto a su apariencia general, lo cual es favorable, debido a que es el que tenía los ocho días de almacenamiento. Los jueces no percibieron características negativas y lo prefirieron respecto al que se elaboró el mismo día. De acuerdo con el Apéndice II

descrito por Anzaldúa (1994), el número mínimo de jueces coincidentes necesarios para establecer diferencia significativa es de 20, respecto a 30 jueces evaluadores con 95% de confianza, es decir, que a los ocho días de almacenamiento en refrigeración existen diferencias significativas entre las dos muestras.

Esta prueba no se realizó para los días dieciséis y veinticuatro debido a que se obtuvo presencia de mohos y levaduras y mesófilos por encima de la norma, es decir, ya no eran aptos para el consumo.

✓ *Almacenamiento en congelación (-18°C)*

La muestra almacenada los días evaluados en congelación se tomó como T1 y aquella que se elaboró al día T2.

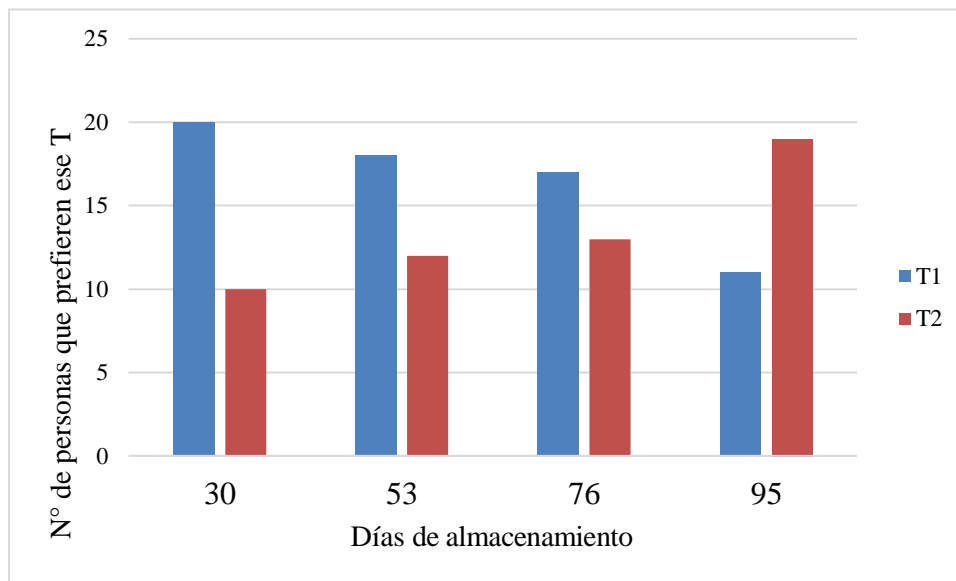


Figura 3.7. Gráfico de barras para el análisis sensorial de los 30, 53, 76 y 95 días de almacenamiento a -18°C.

Fuente: esta investigación

Como se observa en la Figura 3.7. Para los días 30, 53 y 76 los jueces prefirieron los lapingachos congelados y reconstituidos respecto a los realizados el mismo día, es decir, las

propiedades sensoriales por esos lapsos de tiempo se conservaron de la mejor manera. Además, el método de reconstitución, que viene a ser un tratamiento térmico adicional favorece y genera buenas características que los jueces calificaron como buen sabor, al cual se asocian los componentes volátiles que se presentan en productos cocidos con aceite como el formaldehído, acetaldehído, acetona, metilacetona, metilsopropilacetona (Banda, Liu, Castañeda, & Morales, 1998); crocancia, la cual depende del contenido de materia seca del tubérculo crudo y del tiempo y temperatura de cocción o fritura (Trincherro, Monti, & Ceroli, 2016), en este caso el asado en plancha por 12 minutos; y olor agradable que se atribuye al olor de la papa, pero también al aceite de fritura. Sin embargo, aunque a los sesenta días siguen prefiriendo el tratamiento congelado, se nota que el número de jueces que lo eligieron fue menor. Finalmente, a los 95 días de congelación los jueces ya no prefirieron el tratamiento congelado, en sus comentarios reflejaron su disgusto por este, enfatizando en el parámetro de textura que se relaciona con el contenido de almidón y la estructura celular que se puede ver afectado por la temperatura de almacenamiento y su formación de cristales que destruyen la misma estructura y sabor, donde ya no les pareció un producto condimentado, lo caracterizaron como insípido. Teniendo en cuenta el Apéndice II descrito por Anzaldúa (1994), el número mínimo de jueces coincidentes necesarios para establecer diferencia significativa es de 20, respecto a 30 jueces evaluadores con 95% de confianza, es decir, que para el día 30 existen diferencias significativas entre las muestras, debido a que 20 jueces prefirieron los lapingachos congelados. De acuerdo con los días 53 y 76 no existen diferencias significativas notorias, por la elección de los jueces por el lapingacho congelado, evidenciando que durante este tiempo las características organolépticas se conservaron. Para el día 95 no existen diferencias estadísticamente significativas, se aprecia que hay preferencia por el lapingacho fresco; para determinarse

diferencias estadísticamente significativas a 95% de confianza tan solo haría falta un juez, es decir que a 95 días de almacenamiento en congelación los lapingachos conservan parte de sus características iniciales. Finalmente, por lo mencionado anteriormente, se determinó que el tiempo de vida útil teniendo en cuenta el análisis sensorial estadístico es de 95 días.

4. CONCLUSIONES

Las variedades estudiadas en la presente investigación cumplen con los requisitos fisicoquímicos para la elaboración de lapingachos, sin embargo, los factores determinantes son el comportamiento de la masa y la evaluación sensorial, donde la variedad Roja Huila es la que mejor se adecua a todos los parámetros.

La variedad Roja Huila exhibe potencial nutricional en minerales y fibra cruda, probablemente sea por diferentes factores durante el cultivo como la fertilización, localización y edad. Además, presenta una textura firme para operaciones de amasado y moldeo por lo que podría ser empleada para elaboración de otros productos.

La variación en el tiempo de parámetros de calidad fisicoquímicos estuvo altamente influenciada por la carga microbiana en aumento para el almacenamiento a 4°C, para el almacenamiento a -18°C no se presentó gran variación en parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

El lapingacho presenta gran contenido de minerales como hierro, zinc y potasio, 0,55 mg/100g; 0,66 mg/100g y 365 mg/100g respectivamente. Además, su contenido de proteína, carbohidratos y grasas lo hacen un alimento con potencial para cubrir problemas de seguridad alimentaria principalmente en niños, de igual forma aporta gran contenido energético 123 Kcal/100 g, por lo que podría ser incluido en programas de alimentación escolar.

El lapingacho almacenado a 4°C presentó un tiempo de vida útil de 13 días mediante análisis microbiológicos y sensoriales, por su parte el lapingacho almacenado a -18°C presentó un tiempo de vida microbiológicamente de 189 días, pero de acuerdo al análisis sensorial 95 días.

5. RECOMENDACIONES

Evaluar el tiempo de cocción y su influencia en la consistencia del puré de las diferentes variedades de papa, complementado con pruebas instrumentales para mayor confianza en los resultados obtenidos.

Realizar mediciones más frecuentes en los diferentes parámetros de calidad con el fin de obtener mayor número de datos y realizar una estimación de vida útil más exacta.

Evaluar el efecto de conservantes y empaques en el almacenamiento de lapingachos, para alargar su tiempo de vida útil y conservar sus características sensoriales.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adekunte, A., Tiwari, B., Cullen, P., Scannell, A., & O'Donnell, C. (2010). Effect of sonication on colour, ascorbic acid and yeast inactivation in tomato juice. *Food Chemistry*, 122(3), 500–507 pp.
- Aguado, A., & Rodríguez, F. (1999). *Ingeniería de la industria alimentaria* /. Madrid.
- Alvarado, J. (2010). Desarrollo y validación de modelos matemáticos que relacionan a la gravedad específica con el contenido de materia seca y de almidón en tubérculos cultivados en Ecuador. *Revista Tecnológica - ESPOL*, 23(3).
- AOAC International. (2016). *Official methods of analysis of AOAC International*. (G. Latimer, Ed.) (20th ed.). Rockville: AOAC International.
- Arias, E., & Piñeros, P. (2008). *Aislamiento e identificación de hongos filamentosos de muestras de suelo de los páramos de guasca y cruz verde* (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Augustin, J., Rosso, L., & Carlier, V. (2000). A model describing the effect of temperature history on lag time for *Listeria monocytogenes*. *International Journal of Food Microbiology*, 57(3), 169–181.
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos*. (E. Quintanar, Ed.). México: Pearson educación de México, S.A de C.V.
- Baldizón, C., Valle, G., & Córdoba, M. (2011). Evaluación De La Vida Útil De Una Pasta De Tomate Mediante Pruebas Aceleradas Por Temperatura. *Ingeniería*, 21(2), 31–38.
- Banda, C., Liu, S., Castañeda, O., & Morales, P. (1998). *Estudio de pre factibilidad para la instalación de una planta procesadora de papa prefritas para el mercado de pollerías y*

- restaurantes de Lima Metropolitana* (tesis pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Belloq, E. (2012). *Deshidrocongelación de Zapallo Anco* (Tesis de maestría). Universidad Tecnológica Nacional de Argentina.
- Benavides, R., & Revelo, Y. (2017). *Extracción asistida por ultrasonido de compuestos fenólicos y evaluación de su capacidad antioxidante en dos variedades de papa nativa cultivada en el departamento de nariño* (Tesis pregrado). Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, Colombia.
- Berk, Z. (2018). *Food process engineering and technology* (3rd ed.). Israel: Academic press.
- Bernal, I. (1998). Análisis de Alimentos. *Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 316.
- Birch, P., Bryan, G., Fenton, B., Gilroy, E., Hein, I., Jones, J., Toth, I. (2012). Crops that feed the world 8: Potato: are the trends of increased global production sustainable *Food Security*, 4(4), 477–508.
- Burgos, G., Amoros, W., Morote, M., Stangoulis, J., & Bonierbale, M. (2007). Iron and zinc concentration of native Andean potato cultivars from a human nutrition perspective. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(4), 668–675. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2765>
- Burgos, G., Amoros, W., Salas, E., Muñoa, L., Sosa, P., Díaz, C., & Bonierbale, M. (2012). Carotenoid concentrations of native Andean potatoes as affected by cooking. *Food Chemistry*, 133(4), 1131–1137. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2011.09.002>
- Cáceres, I., Mulkay, T., & Rodriguez, J. (2000). *Conservación de productos hortofrutícolas*. Instituto de Investigaciones en Froticultura tropical. La Habana. Cuba.

- Calliope, S. R., Lobo, M. O., & Sammán, N. C. (2017). Biodiversity of Andean potatoes: Morphological, nutritional and functional characterization. *Food Chemistry*, 238, 42–50. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.12.074>
- Campuzano, S., Mejía, D., Madero, C., & Pabón, P. (2015). Determinación de la calidad microbiológica y sanitaria de alimentos preparados vendidos en la vía pública de la ciudad de Bogotá D.C. *NOVA*, 13(23), 81–92.
- Canovas, S. (2014). *Análisis microbiológico de los alimentos*. (Fernando T). Red Nacional de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos.
- Carballo, Y. (2011). *Análisis del contenido proteico en tortillas de harina de trigo adicionada con harina de lombriz californiana (Eisenia foetida)*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México.
- Carrillo, M., & Reyes, A. (2013). Vida útil de los alimentos. *Revista Iberoamericana de Las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 2(3).
- Castañeda, D., Hernández, M., Olvera, D., Ramírez, M., Cerón, M., Sosa-Morales, C., & Mares, E. (2018). Formulación y caracterización fisicoquímica, bromatológica y microbiológica de tortillas elaboradas con maíz y cacahuete. *Investigación y Desarrollo En Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 3(554–559).
- Charfuelan, M. L., & Rincon, E. R. (2014). *Propuesta de unidad de planificación rural del centro corregimental de Obonuco y su área de influencia, municipio de Pasto-departamento de Nariño* (Tesis pregrado). Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, Colombia.
- Chasi, C. (2012). *Evaluación de la calidad nutricional y sensorial de tortillas precocidas elaboradas con papa nativa (Solanum andígena) de tres variedades (Yema de huevo, Leona*

- negra y Chaucha roja) y enriquecidas con pasta de chocho (Lupinus mutabilis)* (Tesis pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- Coloma, D. (2012). *“Evaluación de la calidad nutricional y sensorial de tortillas precocidas elaboradas con papas (Solanum) nativas (Yema de huevo, Chaucha roja y Leona negra) enriquecidas con pasta de amaranto blanco (Amaranthus albus)*(Tesis pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- Corpas, E., & Tapasco, O. (2012). Evaluación de conservantes para limitar el recuento de mohos en arepas bajo dos condiciones ambientales. *Bioteología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10(2), 249–256.
- Corpas, E., & Tapasco, O. (2013). Comportamiento de mohos en arepa blanca asada en relación al tiempo de almacenamiento en refrigeración. *Alimentos Hoy*, 22(28), 23–39.
- Cruz, R. (2008). *Estudio del análisis de perfil de textura (apt), extensibilidad y adhesividad en masas y tortillas elaboradas con diferentes marcas comerciales de harina de trigo.*
- Daou, C., & Zhang, H. (2013). Functional and physiological properties of total, soluble, and insoluble dietary fibres derived from defatted rice bran. *Journal of Food Science and Technology*, 51(12), 541–553.
- Decareau, R. (1993). Microwave foods: New product development. *Food & Nutrition Press*.
- Devaux, A., Ordinola, M., Hibon, A., & Flores, R. (2010). *El sector papa en la región andina: Diagnóstico y elementos para una visión estratégica (Bolivia, Ecuador y Perú)*. Lima (Perú): Centro Internacional de la papa.
- Escobar, A., & Varela, J. (2008). *Aprovechamiento de la harina de papa criolla (Solanum phureja) como sustituto parcial de la sémola de trigo en la formulación y elaboración de*

- una pasta alimenticia tipo spaghetti* (Tesis pregrado). Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.
- Espinal, M., Parada, A., & Restrepo, L. (2014). Inhibition of digestive enzyme activities by pectic polysaccharides in model solutions. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 4(1), 27–38.
- Espitia, Y. L. (2017). *Evaluación de la suplementación con papa (solanum tuberosum) en la dieta sobre la producción y calidad de leche en vacas de un hato de Chocontá Cundinamarca* (Tesis de pregrado). Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.
- FAO. (2008). Usos de la papa. En *Año internacional de la papa*. Recuperado de <http://www.fao.org/potato-2008/es/lapapa/utilizacion.html>
- Fedepapa. (2017). Expectativas y anhelos del sector productivo de cultivadores de papa a partir del año 2017. *Revista Fedepapa*, p. 10.
- Fedepapa. (2018). El agricultor y su papel en el país. *Revista Papa*, 9.
- Fregapane, G., Reina, A., & Salvador, M. (2012). *Estudio de las propiedades y vida útil de patatas congeladas y refrigeradas 'sin prefritura'*. Universidad de Castillal, La Mancha, España.
- Gabriel, J., Botello, R., Angulo, A., Velasco, J., & Vera, R. (2015). Papas nativas con alto contenido de hierro y zinc: un aporte a la nutrición de las familias bolivianas (pp. 6–11). Cochabamba: PROINPA.
- García, C., Salcedo, J., & Alvis, A. (2018). Condiciones óptimas de la etapa de lixiviación en la extracción de almidón de yuca. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 16, 62–67.

- Garnica, M., Prieto, L., Álvarez, C., & Cerón, M. del S. (2015). Comportamiento de la congelación de clones promisorios precocidos de papa criolla (*Solanum tuberosum* Grupo Phureja). *Revista Alimentos Hoy*, 23(36), 21–30 pp.
- Garnica, M., Prieto, L., Álvarez, C., & Cerón, S. (2015b). Comportamiento de la congelación de clones promisorios precocidos de papa criolla(*Solanum tuberosum* Grupo Phureja). *Revista de La Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 23(36), 21–30.
- Garre, A., Egea, J., & Fernández, P. (2016). Modelos matemáticos para la descripción del crecimiento de microorganismos patógenos en alimentos. *Anuario de Jóvenes Investigadores*, 9.
- Garza, S. (1998). *Caracterización reológica y microbiológica, y cinéticas de deterioro en cremogenado de melocotón* (Tesis doctoral). Universitat de Lleida, Lérida, España.
- Gomez, A., Cerón, T., Rodríguez, V., & Vázquez, M. (2007). Aspectos tecnológicos de la congelación en alimentos. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 1(1), 80–96.
- González, M., Mesa, C., & Quintero, O. (2014). Estimación de vida útil de almacenamiento de carne de res y cerdo con diferente contenido graso. *Vitae*, 21(3).
- González, G., & Pirovani, M. (2016). Cinética de cambios sensoriales y vida de anaquel de carambola mínimamente procesada. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 39(4), 393–402 pp.
- Guerreo, A., & Rivera, C. (2006). *Estudio para la optimización del proceso de industrialización de la papa criolla (Solanum phureja) precocida y congelada en San Juan de Pasto-Nariño*. Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, Colombia.
- Guillín, E. (2013). *Evaluación del valor nutricional y calidad sensorial de tortillas precocidas*

elaboradas con papa nativa (Solanum tuberosum ssp. andigena) de tres variedades (Chaucha roja, Leona negra y Yema de Huevo) enriquecidas con pasta de quinua (Chenopodium quinoa W) (Tesis pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.

Hasbún, J., Esquivel, P., Brenes, A., & Alfaro, L. (2009). Propiedades físico-químicas y parámetros de calidad para uso industrial de cuatro variedades de papa. *Agronomía Costarricense: Revista de Ciencias Agrícolas*, ISSN 0377-9424, Vol. 33, N°. 1, 2009, Págs. 77-89, 33(1), 77–89.

Invima. (2016). *Política farmacéutica nacional. Conpes 155/ 2012*. Recuperado de <https://www.invima.gov.co/procesos/archivos/ASS/ESA/ASS-ESA-DI125.pdf>

Jami, J. (2014). *Proyecto de estandarización de las recetas de la Picantería Isabelita* (Tesis pregrado). Universidad de las Américas, Quito, Ecuador.

Jiménez, M., Rossi, A., & Sammán, N. (2009). Phenotypic, agronomic and nutritional characteristics of twenty varieties of Andean potatoes. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(6), 613–623.

Kaur, L., Singh, J., McCarthy, O. J., & Singh, H. (2007). Physico-chemical, rheological and structural properties of fractionated potato starches. *Journal of Food Engineering*, 82(3), 383–394.

Ligarreto, G., & Suárez, M. (2003). Evaluación potencial de los recursos genéticos de papa criolla (*Solanum phureja*) por calidad industrial. *Agronomía Colombiana*, 21(2), 83–94.

Madroñero, I., Rosero, J., Rodríguez, L., Navia, J., & Benavides, C. (2013). Caracterización morfoagronómica de genotipos promisorios de papa criolla (*Solanum tuberosum* L. Grupo

- Andigenum) en Nariño. *Temas Agrarios*, 18(2), 50–66.
- Martínez, F. (2015). *Conservación de agrobiodiversidad andina: El caso de las papas nativas en Colombia* (Tesis de Maestría). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Martínez, N., & Ligarreto, G. (2005). Evaluación de cinco genotipos promisorios de papa *Solanum tuberosum* sp. andigena según desempeño agronómico y calidad industrial. *Agronomía Colombiana*, 23(4), 17–27 pp.
- Mendoza, R. (2011). *Evaluación de los procesos de precocción/congelación de tres presentaciones de papa criolla (Solanum tuberosum grupo phureja) variedad Colombia* (Tesis doctoral). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Meza, B. (2009, March 26). *Estudio del efecto de la congelación sobre las características físicas y químicas de sistemas elaborados con proteínas del suero* (Tesis doctoral). Universidad Nacional del Litoral, Santa Fé, Argentina.
- Millán, E., Restrepo, L., & Narváez, C. (2007). Efecto del escaldado, de la velocidad de congelación y de descongelación sobre la calidad de la pulpa congelada de arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaught). *Agronomía Colombiana*, 25(2), 333–338.
- Ministerio de Agricultura. (2016). *Cadena de papa, indicadores e instrumentos*.
- Ministerio de la Protección Social. (2010). *Encuesta nacional de la situación nutricional en Colombia 2010*. Bogotá, Colombia.
- Mogollón, C. G., Regno, K. I. C., & Sarria, S. D. (2010). Evaluación poscosecha y estimación de vida útil de guayaba fresca utilizando el modelo de Weibul. *Acta agronómica*, 59(3), 347–355.
- Moreno, J., Cerón, M., & Zapata, J. (2005). variedad de papa mejorada de alto rendimiento para

consumo en fresco y procesamiento en hojuelas. *Revista Corpoica*, 4, 26–35.

Moreno, J., & Valbuena, I. (2006). Colección central colombiana de papa la mayor riqueza de variabilidad genética para el mejoramiento del cultivo. *Centro de Investigación Tibaitata. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria*, 9 pp.

Mullan, W. (2002). Ciencia y tecnología del envasado en atmósfera modificada. Recuperado de <http://www.dairyscience.información/mapa-ciencia.asp>

Ojeda, L., Claramonte, M., Rey, J., Trestini, C., Useche, M., Zambrano, N., ... Noguera-Machado, N. (2018). Efecto de los procesos de congelación y descongelación sobre los almidones en un alimento a base de maíz. *Revista Chilena de Nutrición*, 45(4), 310–315.

Palacios, C., Jaramillo, S., & González, L. (2008). Efecto de la fertilización sobre la calidad de la papa para procesamiento en dos suelos antioqueños con propiedades ándicas. *Agronomía Colombiana*, 26(3), 487–496 pp.

Park, K., Vohnikova, Z., & Reis, F. (2002). Evaluation of drying parameters and desorption isotherms of garden mint leaves (*Mentha crispa* L.). *Journal of Food Engineering*, 51(3), 193–199.

Parra, R., & Fonseca, E. (2012). Características fisicoquímica, proximal y sensorial de un queso tipo crema saborizado. *Vitae*, 19(1), 216–218.

Patras, A., Brunton, N., Tiwari, B., & Butler, F. (2011). Stability and degradation kinetics of bioactive compounds and colour in strawberry jam during storage. *Food and Bioprocess Technology*, 4, 1245–1252.

Pazmiño, L. (2010). *Aplicación de una tecnología de acondicionamiento para la elaboración de papa prefrita congelada tipo bastón* (Tesis pregrado). Universidad Técnica de Ambato,

Ambato, Ecuador.

- Peña, C. (2015). *Evaluación del contenido nutricional y actividad antioxidante en Solanum tuberosum grupo Phureja* (Tesis pregrado). Universidad Nacional de Colombia, Colombia, Colombia.
- Pereira, G., Herrera, J., Machuca, A., & Sánchez, M. (2007). Efecto del pH sobre el crecimiento in vitro de hongos ectomicorrícicos recolectados de plantaciones de *Pinus radiata*. *Bosque (Valdivia)*, 28(3), 215–219.
- Porras, P. (2005). Problemática general del sistema productivo de papa con énfasis en fisiología y manejo de suelos. En: Fisiología y nutrición vegetal en el cultivo de la papa. *Cevipapa*, 99 pp.
- Ramos, E., Moreno, A., Romero, I., Piloni, J., Hernández, J., Quintero, A., ... Güemes, N. (2016). Análisis de perfil de textura en masas y donas de harina de trigo adicionadas con harina de cáscara de *Oxalis tuberosa*. *Investigación y Desarrollo En Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(1), 26–30.
- Restrepo Flórez, C. E., Montes Álvarez, J., Gómez Álvarez, L. M., & Cano Salazar, J. A. (2013). Efectos del empaquetado en atmósferas modificadas para la conservación de arepa de maíz. *Revista Lasallista de Investigación*, 9(2), 102–111.
- Rivera, J., Herrera, A., & Rodríguez, L. (2003). Procesamiento de la papa criolla precocida congelada mediante la técnica de congelación individual (IQF), en seis genotipos de promisorios de papa criolla (*Solanum phureja*). *Agronomía Colombiana*, 21(2), 95–101.
- Rojas, C., Arteaga, H., Barraza, G., Méndez, E., & Miano, C. (2010). Estimación de la vida útil de corazones de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) marinados en conserva y el contenido de

omega 3 y omega 6. *Scientia Agropecuaria*, 1(3–4).

Romero, M., Trinidad, A., García, R., & Ferrera, R. (2000). Producción de papa y biomasa microbiana en suelo con abonos orgánicos y minerales. *Agrociencia*, 34(3), 261–269 pp.

Romero, T., & Velez, M. (2011). *Determinación de macronutrientes en alimentos tradicionales de la ciudad de Cuenca*. Universidad de Cuenca, Ecuador.

Salinas, R., & Pirovani, M. (2009). ¿Se puede predecir la vida de anaquel de un alimento? El caso de frutos mínimamente procesados. *Revista Industria Alimentaria*, 31, 25–31 pp.

Segura, B. (2014). *Cadena de valor de papas nativas (Solanum andigenum sp.) en la provincia de Jauja, Perú* (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, España.

Silveira, A., Oyarzún, D., Sepúlveda, A., & Escalona, V. (2017). Postharvest Biology and Technology Effect of genotype , raw-material storage time and cut type on native potato suitability for fresh-cut elaboration. *Postharvest Biology and Technology*, 128, 1–10.

Suárez Mahecha, H., Diego, R., & Carrasquilla, L. (2011). Influencia de Especies Naturales en la Vida Útil y Aceptación Sensorial de Salchicha Bratwurst Influence of Natural Spices in the Shelf Life and Sensory Acceptance of Sausage Bratwurst. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 64(1), 6007–6013.

Tierno, R., Hornero, D., Gallardo, L., López, R., & de Galarreta, J. (2015). Effect of boiling on the total phenolic, anthocyanin and carotenoid concentrations of potato tubers from selected cultivars and introgressed breeding lines from native potato species. *Journal of Food Composition and Analysis*, 41, 58–65.

Tinjacá, S., & Rodríguez, L. (2015). *Catálogo de papas nativas de Nariño, Colombia*. Bogotá.

Recuperado de <http://www.seguridadalimentarianarino.unal.edu.co/sites/default/files/pdf->

componentes/C.Mej-Gen_Catalogo papas Nativas.pdf

- Torres, J., Torres, R., Acevedo, D., & Gallo, L. (2015). Evaluación instrumental de los parámetros de textura de galletas de limón. *Vector Manizales (Colombia)*, *10*(122), 14. +
- Trincherro, J., Monti, M., & Ceroli, P. (2016). Características sensoriales de papas fritas en bastones. *Revista Latinoamericana de La Papa*, *14*(1), 33–41.
- United States Department of Agriculture. (2016). El Congelar y la Inocuidad de los Alimentos. Retrieved April 2, 2019, de <https://www.fsis.usda.gov/wps/portal/informational/en-espanol/hojasinformativas/manejo-adecuado-de-alimentos/el-congelar/el-congelar>
- Vallejo, J., & Velasco, A. (2015). *Aplicación de la tecnología de empaque bajo atmósferas modificadas (MAP) en la conservación y vida útil de arveja (Pisum sativum L.) variedad Obonuco Andina* (Tesis pregrado). Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, Colombia.
- Vega, A., Lara, E., & Lemus, R. (2006). Isotermas de adsorción en harina de maíz (*Zea mays L.*). *Food Science and Technology*, *26*(4), 821–827.
- Villacrés, E., Coba, V., Monteros, C., & Lucero, O. (2011). Influencia de la materia prima y del proceso sobre la calidad y la vida útil de la papa prefrita, precocida y frita en bastones. *Memorias-Cuarto Congreso Ecuatoriano de La Papa*, *4*(1), 30–32.
- Villacrés, E., Quilca, N., Reinoso, I., Monteros, C., & Muñoz, R. (2011). Valorización nutricional y funcional de las papas nativas. *Memorias-Cuarto Congreso Ecuatoriano de La Papa*, *4*(1), 33–35.
- Villalobos, M., Patel, A., Orsat, V., Singh, J., & Lefsrud, M. (2013). Fatty acid profiling of the seed oils of some varieties of field peas (*Pisum sativum*) by RP-LC/ESI-MS/MS: Towards the development of an oilseed pea. *Food Chemistry*, *139*(1–4), 986–993.


7. ANEXOS

Anexo 1. Formato de evaluación sensorial pruebas afectivas de acuerdo a la medición del grado de satisfacción.

Nombre: _____ Fecha: _____				
Producto: Lapingacho				
Observe las muestras de lapingacho que se le presenta e indique, según la escala, su opinión sobre su PARÁMETRO SEGÚN CORRESPONDA (COLOR, OLOR, SABOR O TEXTURA)				
Marque con una X el renglón que corresponda a la calificación para cada muestra MUESTRA				
ESCALA	XXX	XXX	XXX	XXX
Me gusta mucho	_____	_____	_____	_____
Me gusta	_____	_____	_____	_____
Ni me gusta ni me disgusta	_____	_____	_____	_____
Me disgusta	_____	_____	_____	_____
Me disgusta mucho	_____	_____	_____	_____
Comentarios:				

MUCHAS GRACIAS				

Anexo 2. Análisis proximal de la variedad Roja Huila.

 Universidad de Nariño FUNDADA EN 1984	SECCIÓN DE LABORATORIOS				Código: LBE-PRS-FR-76
	REPORTE DE RESULTADOS				Página: 1 de 1
					Versión: 2
					Vigente a partir de: 2014-01-15
LABORATORIO		BROMATOLOGÍA - ABONOS ORGÁNICOS			
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		REPORTE No. LB-R- 0091-19	
Solicitante: Investigación Vpri "Evaluación del efecto de la tecnología de precocción y congelación rápida sobre la vida útil de tortillas de papa tipo lapingacho obtenidas a partir de variedades de papa nativa (Solunum phureja). Investigadora principal Prof Verónica Jamín. Atn: María José Ramírez, José Luis Betancourth		Muestra Papa Solunum phureja variedad Roja Huila		Código muestra 118	
Dirección: Universidad de Nariño, Torobajo, Bloque Tecnológico, Subterráneo, Facultad Ingeniería Agroindustrial		Procedencia Planta Piloto Ingeniería Agroindustrial, U de Nariño. Pasto			
cc / nit: 800.118.954-1		Responsable del Muestreo * María José Ramírez, José Luis Betancourth			
Teléfono: 301 247 0565		Fecha de Muestreo *		AA 19	MM 02 DD 20
e-mail: jamín.veronica@gmail.com; amparo.mguevara@gmail.com; mariajoseramirez502@gmail.com		Fecha Recepción Muestra en Laboratorio		AA 19	MM 02 DD 20
		Fecha de Emisión del Reporte		AA 19	MM 05 DD 16
FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO					
2019-02-20 a 2019-05-16					
ANÁLISIS SOLICITADO					
Proximal					
PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	Papa variedad Roja Huila	
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	80,64	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	19,36	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	0,93	
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	0,17	
Fibra cruda	Digestión ácido-básica. Bolsas Ankom	Gravimétrica	g/100g	0,28	
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Titulométrica	g/100g	1,64	
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	16,34	
OBSERVACIONES					
Nota a		información suministrada por el usuario			
Composición		Por cada 100 g de parte comestible			
RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA					
UNA VEZ ENTREGADO ESTE INFORME DE RESULTADOS, EL LABORATORIO DEJA DE TENER CONTROL SOBRE SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL.					

Original firmado

Gloria Sandra Espinosa Moranday

Téc. Laboratorio Bromatología - Abonos Orgánicos

Elaboración del Reporte


Aprobación del Reporte

Revisó: GSEN 2019-05-16

FIN REPORTE DE RESULTADOS

Anexo 4. Análisis microbiológicos para lapingacho almacenado a 4°C.

A. Día cero de almacenamiento

	SECCION DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS MICROBIOLOGIA	Código: LBE-PRS-FR-113
		Página: 1 de 1
		Versión: 3
		Vigente a partir de: 2013/05/15

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA


Fecha toma muestra:	29 de Octubre de 2018	Reporte No	LMR011A - 18
Hora toma muestra:	02:20 p.m	Código de la muestra:	LMA072- 18
Fecha de Recepción:	29 de Octubre de 2018	Establecimiento:	Universidad de Nariño
Hora de Recepción:	3:00 p.m	Representante legal:	Carlos Solarte
Fecha de Reporte:	06 de Noviembre de 2018	Nit/C.C:	800118954-1
Alimento:	Tortilla de papa tipo Lapingacho	Dirección y Tel:	Udenar - Torobajo
Muestra tomada por:	Amparo Guevara	Municipio - Depto:	Pasto - Nariño
Fecha de Análisis:	29 de Octubre de 2018	Sitio de toma:	Planta Piloto
Motivo de Análisis:	Estudio		
Observaciones:	Tortilla de Papa Tipo Lapingacho Variedad Roja Huila		

RESULTADO VALIDO PARA LA MUESTRA EXAMINADA

PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDADES	VALOR OBTENIDO	VALOR DE REFERENCIA NORMA
Coliformes Totales	NMP	TUBOS MULTIPLES	No Bacterias / g	<3	-
Coliformes Fecales	NMP	TUBOS MULTIPLES	No Bacterias / g	<3	-
Mesofilos	RECUENTO EN PLACA	SIEMBRA EN PROFUNDIDAD	ufc / g	3,500	-
Recuento de Mohos y Levaduras	RECUENTO EN PLACA	SIEMBRA EN PROFUNDIDAD	ufc / g	<10	-
Recuento de Esporas Clostridium Sulfito	RECUENTO EN TUBO	SIEMBRA EN TUBO	ufc / g	-	-
Recuento de Estafilococo Coagulasa	RECUENTO EN TUBO	SIEMBRA EN SUPERFICIE	ufc / g	-	-
Recuento de Bacillus Céreus	RECUENTO EN PLACA	SIEMBRA EN SUPERFICIE	ufc / g	-	-
Salmonella	PRESENCIA/AUSENCIA	ANILAMIENTO E IDENTIFICACION	Positivo/Negativo	Negativo	-

Original Firmado
NANCY GALINDEZ SANTANDER
 Registro No 125
 Universidad de Nariño

B. Día ocho de almacenamiento

	SECCION DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS MICROBIOLOGIA	Código: LBE-PRS-FR-113
		Página: 1 de 1
		Versión: 3
		Vigente a partir de: 2013/05/15

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA


Fecha toma muestra:	29 de Octubre de 2018	Reporte No	LMR011B - 18
Hora toma muestra:	02:20 p.m	Código de la muestra:	LMA073- 18
Fecha de Recepción:	29 de Octubre de 2018	Establecimiento:	Universidad de Nariño
Hora de Recepción:	3:00 p.m	Representante legal:	Carlos Solarte
Fecha de Reporte:	14 de Noviembre de 2018	Nit/C.C:	800118954-1
Alimento:	Tortilla de papa tipo Lapingacho	Dirección y Tel:	Udenar - Torobajo
Muestra tomada por:	Amparo Guevara	Municipio - Depto:	Pasto - Nariño
Fecha de Análisis:	06 de Noviembre de 2018	Sitio de toma:	Planta Piloto
Motivo de Análisis:	Estudio		
Observaciones:	Tortilla de papa Tipo Lapingacho Variedad Roja Huila -Seguimiento Vida Util del Producto		

RESULTADO VALIDO PARA LA MUESTRA EXAMINADA

PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDADES	VALOR OBTENIDO	VALOR DE REFERENCIA NORMA
Coliformes Totales	NMP	TUBOS MULTIPLES	No Bacterias / g	<3	-
Coliformes Fecales	NMP	TUBOS MULTIPLES	No Bacterias / g	<3	-
Mesofilos	RECUESTO EN PLACA	SIEMBRA EN PROFUNDIDAD	ufc / g	5,000	-
Recuento de Mohos y Levaduras	RECUESTO EN PLACA	SIEMBRA EN PROFUNDIDAD	ufc / g	<10	-
Recuento de Esporas Clostridium sulfito	RECUESTO EN TUBO	SIEMBRA EN TUBO	ufc / g	-	-
Recuento de Estafilococo Coagulasa	RECUESTO EN TUBO	SIEMBRA EN SUPERFICIE	ufc / g	-	-
Recuento de Bacillus Cereus	RECUESTO EN PLACA	SIEMBRA EN SUPERFICIE	ufc / g	-	-
Salmonella	PRESENCIA/AUSENCIA	ASLAMIENTO E IDENTIFICACION	Positivo/Negativo	Negativo	-

Original Firmado
NANCY GALINDEZ SANTANDER
 Registro No 125
 Universidad de Nariño

C. Día dieciséis de almacenamiento.

 Universidad de Nariño	SECCION DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS MICROBIOLOGIA	Código: LBE-PRS-FR-113
		Página: 1 de 1
		Versión: 3
		Vigente a partir de: 2013/05/15

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA


Fecha toma muestra:	29 de Octubre de 2018	Reporte No	LMR011C - 18
Hora toma muestra:	02:20 p.m	Código de la muestra:	LMA074- 18
Fecha de Recepción:	29 de Octubre de 2018	Establecimiento:	Universidad de Nariño
Hora de Recepción:	3:00 p.m	Representante legal:	Carlos Solarte
Fecha de Reporte:	30 de Noviembre de 2018	Nit/C.C:	800118954-1
Alimento:	Tortilla de papa tipo Lapingacho	Dirección y Tel:	Udenar - Torobajo
Muestra tomada por:	Amparo Guevara	Municipio - Depto:	Pasto - Nariño
Fecha de Análisis:	13 de Noviembre de 2018	Sitio de toma:	Planta Piloto
Motivo de Análisis:	Estudio		
Observaciones:	Tortilla de papa Tipo Lapingacho Variedad Roja Huila - Seguimiento Vida Util del Producto		

RESULTADO VALIDO PARA LA MUESTRA EXAMINADA

PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDADES	VALOR OBTENIDO	VALOR DE REFERENCIA NORMA
Coliformes Totales	NMP	TUBOS MULTIPLES	No Bacterias / g	<3	-
Coliformes Fecales	NMP	TUBOS MULTIPLES	No Bacterias / g	<3	-
Mesofilos	RECuento EN PLACA	SIEMBRA EN PROFUNDIDAD	ufc / g	12,600	-
Recuento de Mohos y Levaduras	RECuento EN PLACA	SIEMBRA EN PROFUNDIDAD	ufc / g	100	-
Recuento de Esporas Clostridium Sulfito	RECuento EN TUBO	SIEMBRA EN TUBO	ufc / g	-	-
Recuento de Estafilococo Coagulasa	RECuento EN TUBO	SIEMBRA EN SUPERFICIE	ufc / g	-	-
Recuento de Bacillus Cereus	RECuento EN PLACA	SIEMBRA EN SUPERFICIE	ufc / g	-	-
Salmonella	PRESENCIA/AUSENCIA	ASLAMIENTO E IDENTIFICACION	Positivo/Negativo	Negativo	-

Original Firmado
NANCY GALINDEZ SANTANDER
 Registro No 125
 Universidad de Nariño

D. Día veinticuatro de almacenamiento

 Universidad de Nariño	SECCION DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS MICROBIOLOGIA	Código: LBE-PRS-FR-113
		Página: 1 de 1
		Versión: 3
		Vigente a partir de: 2013/05/15

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA


Fecha toma muestra:	29 de Octubre de 2018	Reporte No	LMR011D - 18
Hora toma muestra:	02:20 p.m	Código de la muestra:	LMA075- 18
Fecha de Recepción:	29 de Octubre de 2018	Establecimiento:	Universidad de Nariño
Hora de Recepción:	3:00 p.m	Representante legal:	Carlos Solarte
Fecha de Reporte:	30 de Noviembre de 2018	Nit/C.C.:	800118954-1
Alimento:	Tortilla de papa tipo Lapingacho	Dirección y Tel:	Udenar - Torobajo
Muestra tomada por:	Amparo Guevara	Municipio - Depto:	Pasto - Nariño
Fecha de Análisis:	19 de Noviembre de 2018	Sitio de toma:	Planta Piloto
Motivo de Análisis:	Estudio		
Observaciones:	Tortilla de papa Tipo Lapingacho Variedad Roja Huila - Seguimiento Vida Útil del Producto		

RESULTADO VALIDO PARA LA MUESTRA EXAMINADA

PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDADES	VALOR OBTENIDO	VALOR DE REFERENCIA NORMA
Coliformes Totales	NMP	TUBOS MULTIPLES	No Bacterias / g	<3	-
Coliformes Fecales	NMP	TUBOS MULTIPLES	No Bacterias / g	<3	-
Mesofilos	RECUESTO EN PLACA	SIEMBRA EN PROFUNDIDAD	ufc / g	16,000,000	-
Recuento de Mohos y Levaduras	RECUESTO EN PLACA	SIEMBRA EN PROFUNDIDAD	ufc / g	110	-
Recuento de Esporas Clostridium Sulfito	RECUESTO EN TUBO	SIEMBRA EN TUBO	ufc / g	-	-
Recuento de Estafilococo Coagulasa	RECUESTO EN TUBO	SIEMBRA EN SUPERFICIE	ufc / g	-	-
Recuento de Bacillus Cereus	RECUESTO EN PLACA	SIEMBRA EN SUPERFICIE	ufc / g	-	-
Salmonella	PRESENCIA/AUSENCIA	ASLAMIENTO E IDENTIFICACION	Positivo/Negativo	Negativo	-

Original Firmado
NANCY GALINDEZ SANTANDER
 Registro No 125
 Universidad de Nariño

E. Día treinta de almacenamiento

 Universidad de Nariño	SECCION DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS MICROBIOLOGIA	Código: LBE-PRS-FR-113
		Página: 1 de 1
		Versión: 3
		Vigente a partir de: 2013/05/15

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA


Fecha toma muestra:	29 de Octubre de 2018	Reporte No	LMR011E - 18
Hora toma muestra:	02:20 p.m	Código de la muestra:	LMA076- 18
Fecha de Recepción:	29 de Octubre de 2018	Establecimiento:	Universidad de Nariño
Hora de Recepción:	3:00 p.m	Representante legal:	Carlos Solarte
Fecha de Reporte:	04 de Diciembre de 2018	Nit/C.C.:	800118954-1
Alimento:	Tortilla de papa tipo Lapingacho	Dirección y Tel:	Udenar - Torobajo
Muestra tomada por:	Amparo Guevara	Municipio - Depto:	Pasto - Nariño
Fecha de Análisis:	26 de Noviembre de 2018	Sitio de toma:	Planta Piloto
Motivo de Análisis:	Estudio		
Observaciones:	Tortilla de papa Tipo Lapingacho Variedad Roja Huila - Seguimiento Vida Util del Producto		

RESULTADO VALIDO PARA LA MUESTRA EXAMINADA

PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDADES	VALOR OBTENIDO	VALOR DE REFERENCIA NORMA
Coliformes Totales	NMP	TUBOS MULTIPLES	No Bacterias / g	19	-
Coliformes Fecales	NMP	TUBOS MULTIPLES	No Bacterias / g	<3	-
Mesofilos	RECUESTO EN PLACA	SIEMBRA EN PROFUNDIDAD	ufc / g	36,000,000	-
Recuento de Mohos y Levaduras	RECUESTO EN PLACA	SIEMBRA EN PROFUNDIDAD	ufc / g	110	-
Recuento de Esporas Clostridium Sulfito	RECUESTO EN TUBO	SIEMBRA EN TUBO	ufc / g	-	-
Recuento de Estafilococo Coagulasa	RECUESTO EN TUBO	SIEMBRA EN SUPERFICIE	ufc / g	-	-
Recuento de Bacillus Cereus	RECUESTO EN PLACA	SIEMBRA EN SUPERFICIE	ufc / g	-	-
Salmonella	PRESENCIA/AUSENCIA	AISLAMIENTO E IDENTIFICACION	Positivo/Negativo	Negativo	-

Original Firmado
NANCY GALINDEZ SANTANDER
 Registro No 125
 Universidad de Nariño

Anexo 5. Análisis microbiológicos para lapingacho almacenado a -18°C.**A. Treinta días de almacenamiento**

	SECCION DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS MICROBIOLOGIA	Código: LBE-PRS-FR-113
		Página: 1 de 1
		Versión: 3
		Vigente a partir de: 2013/05/15

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA


Fecha toma muestra:	29 de Octubre de 2018	Reporte No	LMR012B - 18
Hora toma muestra:	02:20 p.m.	Código de la muestra:	LMA078- 18
Fecha de Recepción:	26 de Noviembre de 2018	Establecimiento:	Universidad de Nariño
Hora de Recepción:	10:30 a.m.	Representante legal:	Carlos Solarte
Fecha de Reporte:	04 de Diciembre de 2018	Nit/C.C:	800118954-1
Alimento:	Tortilla de papa tipo Lapingacho	Dirección y Tel:	Udenar - Torobajo
Muestra tomada por:	Amparo Guevara	Municipio - Depto:	Pasto - Nariño
Fecha de Análisis:	26 de Noviembre de 2018	Sitio de toma:	Planta Piloto
Motivo de Análisis:	Estudio		
Observaciones:	Tortilla de papa Tipo Lapingacho Variedad Roja Hula - Muestra almacenada en Congelación		

RESULTADO VALIDO PARA LA MUESTRA EXAMINADA

PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDADES	VALOR OBTENIDO	VALOR DE REFERENCIA NORMA
Coliformes Totales	NMP	TUBOS MULTIPLES	No Bacterias / g	<3	-
Coliformes Fecales	NMP	TUBOS MULTIPLES	No Bacterias / g	<3	-
Mesofilos	RECuento EN PLACA	SIEMBRA EN PROFUNDIDAD	ufc / g	1,000	-
Recuento de Mohos y Levaduras	RECuento EN PLACA	SIEMBRA EN PROFUNDIDAD	ufc / g	<10	-
Recuento de Esporas Clostridium sulfito	RECuento EN TUBO	SIEMBRA EN TUBO	ufc / g	-	-
Recuento de Estafilococo Coagulasa	RECuento EN TUBO	SIEMBRA EN SUPERFICIE	ufc / g	-	-
Recuento de Bacillus Cereus	RECuento EN PLACA	SIEMBRA EN SUPERFICIE	ufc / g	-	-
Salmonella	PRESENCIA/AUSENCIA	ASLAMIENTO E IDENTIFICACION	Positivo/Negativo	Negativo	-

Original Firmado
NANCY GALINDEZ SANTANDER
 Registro No 125
 Universidad de Nariño

B. Noventa días de almacenamiento.

	SECCION DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS MICROBIOLOGIA	Código: LBE-PRS-FR-113
		Página: 1 de 1
		Versión: 3
		Vigente a partir de: 2013/05/15

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA


Fecha toma muestra:	29 de Octubre de 2018	Reporte No	LMR002A - 19
Hora toma muestra:	02:20 p.m.	Código de la muestra:	LMA002- 19
Fecha de Recepción:	04 de Febrero de 2019	Establecimiento:	Universidad de Nariño
Hora de Recepción:	09: 00 a.m.	Representante legal:	Carlos Solarte
Fecha de Reporte:	12 de Febrero de 2019	Nit/C.C:	800118854-1
Alimento:	Tortilla de papa tipo Lapingacho	Dirección y Tel:	Udenar - Torobajo
Muestra tomada por:	Amparo Guevara	Municipio - Depto:	Pasto - Nariño
Fecha de Análisis:	04 de Febrero de 2019	Sitio de toma:	Planta Piloto
Motivo de Análisis:	Estudio		
Observaciones:	Tortilla de papa Tipo Lapingacho Variedad Roja Huila - Muestra almacenada en Congelación		

RESULTADO VALIDO PARA LA MUESTRA EXAMINADA

PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDADES	VALOR OBTENIDO	VALOR DE REFERENCIA NORMA
Coliformes Totales	NMP	TUBOS MULTIPLES	No Bacterias / g	<3	-
Coliformes Fecales	NMP	TUBOS MULTIPLES	No Bacterias / g	<3	-
Mesofilos	RECUESTO EN PLACA	SIEMBRA EN PROFUNDIDAD	ufc / g	5,500	-
Recuento de Mohos y Levaduras	RECUESTO EN PLACA	SIEMBRA EN PROFUNDIDAD	ufc / g	<10	-
Recuento de Esporas Clostridium Sulfito	RECUESTO EN TUBO	SIEMBRA EN TUBO	ufc / g	-	-
Recuento de Estafilococo Coagulasa	RECUESTO EN TUBO	SIEMBRA EN SUPERFICIE	ufc / g	-	-
Recuento de Bacillus Cereus	RECUESTO EN PLACA	SIEMBRA EN SUPERFICIE	ufc / g	-	-
Salmonella	PRESENCIA/AUSENCIA	ASLAMIENTO E IDENTIFICACION	Positivo/Negativo	Negativo	-

Original Firmado
NANCY GALINDEZ SANTANDER
 Registro No 125
 Universidad de Nariño

C. Ciento veinte días de almacenamiento.

	SECCION DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS MICROBIOLOGIA	Código: LBE-PRS-FR-113
		Página: 1 de 1
		Versión: 3
		Vigente a partir de: 2013/05/15

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA

Fecha toma muestra:	25 de Febrero de 2019	Reporte No	LMR0003A - 19
Hora toma muestra:	10:40 a.m.	Código de la muestra:	LMA003- 19
Fecha de Recepción:	25 de Febrero de 2019	Establecimiento:	Universidad de Nariño
Hora de Recepción:	10:50 a.m.	Representante legal:	Carlos Solarte
Fecha de Reporte:	12 de Marzo de 2019	Nit/C.C:	800118954-1
Alimento:	Tortilla de papa tipo Lapingacho	Dirección y Tel:	Udenar - Torobajo
Muestra tomada por:	Diego Paredes	Municipio - Depto:	Pasto - Nariño
Fecha de Análisis:	25 de Febrero de 2019	Sitio de toma:	Planta Piloto
Motivo de Análisis:	Estudio		
Observaciones:	Tortilla de Papa Tipo Lapingacho Variedad Mambra - Muestra Almacenada en Congelación		


RESULTADO VALIDO PARA LA MUESTRA EXAMINADA

PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDADES	VALOR OBTENIDO	VALOR DE REFERENCIA NORMA
Coliformes Totales	NMP	TUBOS MULTIPLES	No Bacterias / g	<3	-
Coliformes Fecales	NMP	TUBOS MULTIPLES	No Bacterias / g	<3	-
Mesofilos	RECuento EN PLACA	SIEMBRA EN PROFUNDIDAD	ufc / g	1,700	-
Recuento de Mohos y Levaduras	RECuento EN PLACA	SIEMBRA EN PROFUNDIDAD	ufc / g	<10	-
Recuento de Esporas Clostridium Sulfito	RECuento EN TUBO	SIEMBRA EN TUBO	ufc / g	-	-
Recuento de Estafilococo Coagulasa	RECuento EN TUBO	SIEMBRA EN SUPERFICIE	ufc / g	-	-
Recuento de Bacillus Cereus	RECuento EN PLACA	SIEMBRA EN SUPERFICIE	ufc / g	-	-
Salmonella	PRESENCIA/AUSENCIA	ASLAMIENTO E IDENTIFICACION	Positivo/Negativo	Negativo	-

Original Firmado
NANCY GALINDEZ SANTANDER
 Registro No 125
 Universidad de Nariño

Anexo 6. Análisis proximal para lapingacho almacenados a 4°C.

A. Día cero de almacenamiento

 Universidad de Nariño FUNDADA EN 1984	SECCIÓN DE LABORATORIOS				Código: LBE-PRS-FR-76
	REPORTE DE RESULTADOS				Página: 1 de 1
					Versión: 2
					Vigente a partir de: 2014-01-15
LABORATORIO		BROMATOLOGIA - ABONOS ORGÁNICOS			
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		REPORTE No. LB-R-	009E-19
Solicitante: Investigación Vipi "Evaluación de efecto de la tecnología de preocción y congelación rápida sobre la vida útil de tortillas de papa tipo lapingacho obtenidas a partir de variedades de papa nativa (Solanum phureja). Investigadora principal Prof Verónica Jamín. Atn: María José Ramírez, José Luis Betancourth		Muestra Lapingachos Papa variedad Roja Huila. Fecha elaboración 2019-02-20		Código muestra	114
Dirección: Universidad de Nariño, Torobajo, Bloque Tecnológico, Subterráneo, Facultad Ingeniería Agroindustrial		Procedencia Planta Piloto Ingeniería Agroindustrial, U de Nariño. Pasto			
cc / nit: 800.118.954-1		Responsable del Muestreo *		María José Ramírez, José Luis Betancourth	
Teléfono: 301 247 0585		Fecha de Muestreo *		AA 19	MM 02 DD 20
e-mail: jamín.veronica@gmail.com; amparo.mguevara@gmail.com; mariajoseramirez502@gmail.com		Fecha Recepción Muestra en Laboratorio		AA 19	MM 02 DD 20
		Fecha de Emisión del Reporte		AA 19	MM 05 DD 16
FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO		2019-02-20 a 2019-05-18			
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal, Energía, Potasio, Hierro, Zinc			
PARÁMETRO	MÉTODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	Lapingacho	
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	72,21	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	27,79	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	2,03	
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	2,52	
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Bolsas Ankom	Gravimétrica	g/100g	0,36	
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Titulométrica	g/100g	3,63	
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	19,25	
Energía	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g	123	
Potasio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	mg/100g	365	
Hierro	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	mg/100g	0,55	
Zinc	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	mg/100g	0,66	
OBSERVACIONES					
Nota a		Información suministrada por el usuario			
Composición		Por cada 100 g de parte comestible			
RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA					
UNA VEZ ENTREGADO ESTE INFORME DE RESULTADOS, EL LABORATORIO DEJA DE TENER CONTROL SOBRE SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL					

Original firmado

María José Ramírez

Téc. Laboratorio Bromatología - Abonos Orgánicos

Elaboración del Reporte

Aprobación del Reporte


Revisó:

GSEN

2019-05-16

FIN REPORTE DE RESULTADOS

B. Día ocho de almacenamiento

 Universidad de Nariño FUNDADA EN 1984	SECCIÓN DE LABORATORIOS	Código: LBE-PRS-FR-76
	REPORTE DE RESULTADOS	Página: 1 de 1
		Verión: 2
		Vigente a partir de: 2014-01-15

LABORATORIO		BROMATOLOGÍA - ABONOS ORGÁNICOS			
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		REPORTE No. LB-R- 009H-19	
Solicitante: Investigación Vpri "Evaluación del efecto de la tecnología de precocción y congelación rápida sobre la vida útil de tortillas de papa tipo lapingacho obtenidas a partir de variedades de papa nativa (Solánun phureja). Investigadora principal Prof Verónica Jamín. Atn: María José Ramírez, José Luis Betancourth		Muestra Lapingachos Papa variedad Roja Huila Refrigeración. Fecha elaboración 2019-02-13		Código muestra 117	
Dirección: Universidad de Nariño, Torobajo. Bloque Tecnológico, Subterráneo, Facultad Ingeniería Agroindustrial		Procedencia Planta Piloto Ingeniería Agroindustrial, U de Nariño. Pasto			
cc / nit: 800.118.954-1		Responsable del Muestreo *		María José Ramírez, José Luis Betancourth	
Teléfono: 301 247 0565		Fecha de Muestreo *		AA 19	MM 02 DD 20
e-mail: jamín.veronica@gmail.com; amparo.mguevara@gmail.com; mariajoseramirez502@gmail.com		Fecha Recepción Muestra en Laboratorio		AA 19	MM 02 DD 20
		Fecha de Emisión del Reporte		AA 19	MM 05 DD 16
FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO		2019-02-20 a 2019-05-16			
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal			
PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	Lapingacho	
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	74,13	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	25,67	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	1,61	
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	2,41	
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Bolsas Ankom	Gravimétrica	g/100g	0,37	
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Titulométrica	g/100g	4,00	
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	17,48	
OBSERVACIONES					
Nota a		Información suministrada por el usuario			
Composición		Por cada 100 g de parte comestible			
RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA					
UNA VEZ ENTREGADO ESTE INFORME DE RESULTADOS, EL LABORATORIO DEJA DE TENER CONTROL SOBRE SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL.					

Original firmado

María Sandra Espinosa Henao

Téc. Laboratorio Bromatología - Abonos Orgánicos


Elaboración del Reporte

Aprobación del Reporte

Revisó: GSEN 2019-05-16

FIN REPORTE DE RESULTADOS

C. Dieciséis días de almacenamiento

 Universidad de Nariño FUNDADA EN 1984	SECCIÓN DE LABORATORIOS				Código: LBE-PRS-FR-76	
	REPORTE DE RESULTADOS				Página: 1 de 1	
					Versión: 2	
					Vigente a partir de: 2014-01-15	
LABORATORIO		BROMATOLOGÍA - ABONOS ORGÁNICOS				
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		REPORTE No. LB-R-		009G-19
Solicitante: Investigación Vipi "Evaluación del efecto de la tecnología de precocción y congelación rápida sobre la vida útil de tortillas de papa tipo lapingacho obtenidas a partir de variedades de papa nativa (Solánium phureja). Investigadora principal Prof Verónica Jamín. Atn: María José Ramírez, José Luis Betancourth		Muestra Lapingachos Papa variedad Roja Huila, Refrigeración. Fecha elaboración 2019-02-06		Código muestra		116
Dirección: Universidad de Nariño, Torobajo, Bloque Tecnológico, Subterráneo, Facultad Ingeniería Agroindustrial		Procedencia Planta Piloto Ingeniería Agroindustrial, U de Nariño. Pasto				
cc / nit: 800.118.954-1		Responsable del Muestreo *		María José Ramírez, José Luis Betancourth		
Teléfono: 301 247 0585		Fecha de Muestreo *		AA 19	MM 02	DD 20
e-mail: jamín.veronica@gmail.com; amparo.mguevara@gmail.com; mariajoseramirez502@gmail.com		Fecha Recepción Muestra en Laboratorio		AA 19	MM 02	DD 20
		Fecha de Emisión del Reporte		AA 19	MM 05	DD 16
FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO		2019-02-20 a 2019-05-16				
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal				
PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	Lapingacho		
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	76,58		
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	23,42		
Ceniza	Inclinación mufla	Gravimétrica	g/100g	1,10		
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	2,45		
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Bolsas Ankom	Gravimétrica	g/100g	0,37		
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Titulométrica	g/100g	3,96		
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	15,54		
OBSERVACIONES						
Nota a		Información suministrada por el usuario				
Composición		Por cada 100 g de parte comestible				
RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA						
UNA VEZ ENTREGADO ESTE INFORME DE RESULTADOS, EL LABORATORIO DEJA DE TENER CONTROL SOBRE SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL.						

Original firmado

María Sandra Espinosa Acosta

Téc. Laboratorio Bromatología - Abonos Orgánicos
Elaboración del Reporte


Aprobación del Reporte

Revisó: GSEN

2019-05-16

FIN REPORTE DE RESULTADOS

D. Veinticuatro días de almacenamiento

 Universidad de Nariño FUNDADA EN 1984	SECCIÓN DE LABORATORIOS REPORTE DE RESULTADOS	Código: LBE-PRS-FR-76
		Página: 1 de 1
		Versión: 2
		Vigente a partir de: 2014-01-15

LABORATORIO		BROMATOLOGIA - ABONOS ORGÁNICOS			
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		REPORTE No. LB-R- 009F-19	
Solicitante: Investigación Vpri "Evaluación del efecto de la tecnología de precocción y congelación rápida sobre la vida útil de tortillas de papa tipo lapingacho obtenidas a partir de variedades de papa nativa (Solanium phureja). Investigadora principal Prof Verónica Jamín. Atn: María José Ramírez, José Luis Betancourth		Muestra Lapingachos Papa variedad Roja Huila. Refrigeración. Fecha elaboración 2019-01-30		Código muestra 115	
Dirección: Universidad de Nariño, Torobajo. Bloque Tecnológico, Subterráneo, Facultad Ingeniería Agroindustrial		Procedencia Planta Piloto Ingeniería Agroindustrial, U de Nariño. Pasto			
cc / nit: 800.118.954-1		Responsable del Muestreo *		María José Ramírez, José Luis Betancourth	
Teléfono: 301 247 0565		Fecha de Muestreo *		AA 19	MM 02 DD 20
e-mail: jamín.veronica@gmail.com; amparo.mguevara@gmail.com; marjoseramirez502@gmail.com		Fecha Recepción Muestra en Laboratorio		AA 19	MM 02 DD 20
		Fecha de Emisión del Reporte		AA 19	MM 05 DD 16
FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO		2019-02-20 a 2019-05-16			
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal			
PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	Lapingacho	
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	72,45	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	27,55	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	1,88	
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	2,23	
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Bolsas Ankom	Gravimétrica	g/100g	0,40	
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Titulométrica	g/100g	3,76	
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	19,28	
OBSERVACIONES					
Nota a		Información suministrada por el usuario			
Composición		Por cada 100 g de parte comestible			
RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA					
UNA VEZ ENTREGADO ESTE INFORME DE RESULTADOS, EL LABORATORIO DEJA DE TENER CONTROL SOBRE SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL.					

Original firmado

María José Ramírez

Téc. Laboratorio Bromatología - Abonos Orgánicos
Elaboración del Reporte


Aprobación del Reporte

Revisó: GSEN 2019-05-16

FIN REPORTE DE RESULTADOS

Anexo 7. Análisis proximal para lapingacho almacenados a -18°C.

A. Treinta días de almacenamiento

 Universidad de Nariño FUNDADA EN 1984	SECCIÓN DE LABORATORIOS REPORTE DE RESULTADOS				Código: LBE-PRS-FR-76
					Página: 1 de 1
					Versión: 2
				Vigente a partir de: 2014-01-15	
LABORATORIO		BROMATOLOGÍA - ABONOS ORGÁNICOS			
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		REPORTE No. LB-R- 009D-19	
Solicitante: Investigación Vpri "Evaluación del efecto de la tecnología de precocción y congelación rápida sobre la vida útil de tortillas de papa tipo lapingacho obtenidas a partir de variedades de papa nativa (<i>Solanum phureja</i>). Investigadora principal Prof Verónica Jamín. Atn: María José Ramírez, José Luis Betancourth		Muestra Lapingachos Papa variedad Roja Huila. Congelación. Fecha elaboración 2019-01-20		Código muestra 113	
Dirección: Universidad de Nariño, Torobajo. Bloque Tecnológico, Subterráneo, Facultad Ingeniería Agroindustrial		Procedencia: Planta Piloto Ingeniería Agroindustrial, U de Nariño. Pasto			
cc / nit: 800.118.954-1		Responsable del Muestreo *		María José Ramírez, José Luis Betancourth	
Teléfono: 301 247 0565		Fecha de Muestreo *		AA 19	MM 02 DD 20
e-mail: jamín.veronica@gmail.com; amparo.mguevara@gmail.com; mariajoseramirez502@gmail.com		Fecha Recepción Muestra en Laboratorio		AA 19	MM 02 DD 20
		Fecha de Emisión del Reporte		AA 19	MM 05 DD 16
FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO		2019-02-20 a 2019-05-16			
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal, Potasio, Hierro, Zinc			
PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	Lapingacho	
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	75,37	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	23,63	
Ceniza	Inclinación mufla	Gravimétrica	g/100g	2,36	
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	2,58	
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Bolsas Ankom	Gravimétrica	g/100g	0,36	
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Titulométrica	g/100g	3,97	
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	14,35	
Potasio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	mg/100g	249	
Hierro	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	mg/100g	0,82	
Zinc	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	mg/100g	0,71	
OBSERVACIONES					
Nota a		Información suministrada por el usuario			
Composición		Por cada 100 g de parte comestible			
RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA					
UNA VEZ ENTREGADO ESTE INFORME DE RESULTADOS, EL LABORATORIO DEJA DE TENER CONTROL SOBRE SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL.					

Original firmado

María José Ramírez

Téc. Laboratorio Bromatología - Abonos Orgánicos

Elaboración del Reporte

Aprobación del Reporte


Revisó:

GSEN

2019-05-16

FIN REPORTE DE RESULTADOS

B. Sesenta días de almacenamiento.

 Universidad de Nariño FUNDADA EN 1994	SECCIÓN DE LABORATORIOS				Código: LBE-PRS-FR-76	
	REPORTE DE RESULTADOS				Página: 1 de 1	
					Versión: 2	
					Vigente a partir de: 2014-01-15	
LABORATORIO		BROMATOLOGÍA - ABONOS ORGÁNICOS				
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		REPORTE No. LB-R-		009C-19
Solicitante: Investigación Vpri "Evaluación de efecto de la tecnología de precocción y congelación rápida sobre la vida útil de tortillas de papa tipo lapingacho obtenidas a partir de variedades de papa nativa (Solanum phureja). Investigadora principal Prof Verónica Jamín. Atn: María José Ramírez, José Luis Belancourth		Muestra Lapingachos Papa variedad Roja Huila. Congelación. Fecha elaboración 2018-12-20		Código muestra		112
Dirección: Universidad de Nariño, Torobajo. Bloque Tecnológico, Subterráneo, Facultad Ingeniería Agroindustrial		Procedencia Planta Piloto Ingeniería Agroindustrial, U de Nariño. Pasto				
cc / nit: 800.118.954-1		Responsable del Muestreo *		María José Ramírez, José Luis Belancourth		
Teléfono: 301 247 0565		Fecha de Muestreo *		AA 19	MM 02	DD 20
e-mail: jamín.veronica@gmail.com; amparo.mguevara@gmail.com; marjoseramirez502@gmail.com		Fecha Recepción Muestra en Laboratorio		AA 19	MM 02	DD 20
		Fecha de Emisión del Reporte		AA 19	MM 05	DD 16
FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO		2019-02-20 a 2019-05-16				
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal, Potasio, Hierro, Zinc				
PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	Lapingacho		
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	74,98		
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	25,02		
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	1,66		
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	1,24		
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Bolsas Ankom	Gravimétrica	g/100g	0,32		
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Titulométrica	g/100g	3,12		
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	18,67		
Potasio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	mg/100g	438		
Hierro	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	mg/100g	0,52		
Zinc	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	mg/100g	0,49		
OBSERVACIONES						
Nota a		Información suministrada por el usuario				
Composición		Por cada 100 g de parte comestible				
RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA						
UNA VEZ ENTREGADO ESTE INFORME DE RESULTADOS, EL LABORATORIO DEJA DE TENER CONTROL SOBRE SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL.						

Original firmado

María José Ramírez

Téc. Laboratorio Bromatología - Abonos Orgánicos

Elaboración del Reporte

Aprobación del Reporte


Revista:

QSEN

2019-05-16

FIN REPORTE DE RESULTADOS

C. Noventa días de almacenamiento.

 Universidad de Nariño FUNDADA EN 1984	SECCIÓN DE LABORATORIOS				Código: LBE-PRS-FR-76	
	REPORTE DE RESULTADOS				Página: 1 de 1	
					Versión: 2	
					Vigente a partir de: 2014-01-15	
LABORATORIO		BROMATOLOGÍA - ABONOS ORGÁNICOS				
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		REPORTE No. LB-R-		009B-19
Solicitante: Investigación Vipi "Evaluación del efecto de la tecnología de precocción y congelación rápida sobre la vida útil de tortillas de papa tipo lapingacho obtenidas a partir de variedades de papa nativa (<i>Solanum phureja</i>). Investigadora principal Prof Verónica Jamín. Atm: María José Ramírez, José Luis Betancourth		Muestra Lapingachos Papa variedad Roja Huila. Congelación. Fecha elaboración 2018-11-20		Código muestra		111
Dirección: Universidad de Nariño, Torobajo, Bloque Tecnológico, Subterráneo, Facultad Ingeniería Agroindustrial		Procedencia Planta Piloto Ingeniería Agroindustrial, U de Nariño. Pasto				
cc / nit: 800.118.954-1		Responsable del Muestreo *		María José Ramírez, José Luis Betancourth		
Teléfono: 301 247 0565		Fecha de Muestreo *		AA 19	MM 02	DD 20
e-mail: jamín.veronica@gmail.com; amparo.mguevara@gmail.com; mariajoseramirez502@gmail.com		Fecha Recepción Muestra en Laboratorio		AA 19	MM 02	DD 20
		Fecha de Emisión del Reporte		AA 19	MM 05	DD 16
FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO		2019-02-20 a 2019-05-16				
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal, Potasio, Hierro, Zinc				
PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	Lapingacho		
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	74,60		
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	25,40		
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	1,71		
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	2,11		
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Bolsas Ankom	Gravimétrica	g/100g	0,40		
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Titulométrica	g/100g	3,05		
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	18,14		
Potasio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	mg/100g	381		
Hierro	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	mg/100g	0,85		
Zinc	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	mg/100g	0,54		
OBSERVACIONES						
Nota a		Información suministrada por el usuario				
Composición		Por cada 100 g de parte comestible				
RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA						
UNA VEZ ENTREGADO ESTE INFORME DE RESULTADOS, EL LABORATORIO DEJA DE TENER CONTROL SOBRE SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL.						

Original firmado

María Sandra Espinosa Morcuy


Téc. Laboratorio Bromatología - Abonos Orgánicos
Elaboración del Reporte

Aprobación del Reporte

Revisó: GSEH 2019-05-16

FIN REPORTE DE RESULTADOS

D. Ciento veinte días de almacenamiento.

 Universidad de Nariño FUNDADA EN 1994	SECCIÓN DE LABORATORIOS				Código: LBE-PRS-FR-76	
	REPORTE DE RESULTADOS				Página: 1 de 1	
					Versión: 2	
					Vigente a partir de: 2014-01-15	
LABORATORIO			BROMATOLOGIA - ABONOS ORGÁNICOS			
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		REPORTE No. LB-R-		009B-19
Solicitante: Investigación Vipi "Evaluación de efecto de la tecnología de precocción y congelación rápida sobre la vida útil de tortillas de papa tipo lapingacho obtenidas a partir de variedades de papa nativa (<i>Solanum phureja</i>). Investigadora principal Prof Verónica Jarrín. Atm: María José Ramírez, José Luis Betancourth		Muestra Lapingachos Papa variedad Roja Huila. Congelación. Fecha elaboración 2018-11-20		Código muestra		111
Dirección: Universidad de Nariño, Torobajo, Bloque Tecnológico, Subterráneo, Facultad Ingeniería Agroindustrial		Procedencia Planta Piloto Ingeniería Agroindustrial, U de Nariño. Pasto				
cc / nit: 800.118.954-1		Responsable del Muestreo *		María José Ramírez, José Luis Betancourth		
Teléfono: 301 247 0565		Fecha de Muestreo *		AA	19	MM 02 DD 20
e-mail: jarrin.veronica@gmail.com; amparo.mguevara@gmail.com; mariajoseramirez502@gmail.com		Fecha Recepción Muestra en Laboratorio		AA	19	MM 02 DD 20
		Fecha de Emisión del Reporte		AA	19	MM 05 DD 16
FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO		2019-02-20 a 2019-05-16				
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal, Potasio, Hierro, Zinc				
PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	Lapingacho		
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	74,60		
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	25,40		
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	1,71		
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	2,11		
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Bolsas Ankom	Gravimétrica	g/100g	0,40		
Proteína	Kjeldahl (N°6,25)	Titulométrica	g/100g	3,05		
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	18,14		
Potasio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	mg/100g	381		
Hierro	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	mg/100g	0,86		
Zinc	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	mg/100g	0,54		
OBSERVACIONES						
Nota a		Información suministrada por el usuario				
Composición		Por cada 100 g de parte comestible				
RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA						
UNA VEZ ENTREGADO ESTE INFORME DE RESULTADOS, EL LABORATORIO DEJA DE TENER CONTROL SOBRE SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL.						

Original firmado

María José Ramírez

Téc. Laboratorio Bromatología - Abonos Orgánicos

Elaboración del Reporte

Aprobación del Reporte

Revisó: GSEN 2019-05-16

FIN REPORTE DE RESULTADOS