



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**“EFECTO DE DOS TRATAMIENTOS Y CULTIVARES DE PAPA
NATIVA (*Solanum tuberosum* ssp. *Andígena*) SOBRE LAS
PROPIEDADES FUNCIONALES, ESTRUCTURALES Y
FISICOQUÍMICAS, EN HOJUELAS”**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. CHARLES DARWIN JOVE HALANOCA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PUNO – PERÚ

2021



DEDICATORIA

*Esta investigación se la dedico a mis padres,
que fueron ejemplo de consejos,
perseverancia y superación, quienes me han
apoyado incondicionalmente a lo largo de
toda mi vida.*

Charles Darwin



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, le agradezco a Dios: Por darme la sabiduría y entendimiento necesario en cada momento de mi vida.

Agradezco a la Asociación APAHAMNE Corani, ONGD SUMAMARKA y el Programa de las Naciones Unidas (PNUD). Por brindarme la Oportunidad y la posibilidad para ejecutar este Proyecto.

A la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, de la Universidad Nacional del Altiplano, en especial a los docentes y miembros del jurado, por su contribución en la investigación.

A mi director y asesor, al Dr. Alejandro Coloma Paxi, por su sabia orientación en la investigación por dedicarse su valioso tiempo, y por su orientación en el proceso de investigación.

Al Dr, Luis Alberto Jiménez Monrroy por el apoyo y orientación brindado en la redacción de este Proyecto.

Charles Darwin



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN.....12

ABSTRACT.....13

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVO GENERAL..... 15

1.2. OBJETIVO ESPECÍFICO 15

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES 17

2.2. MARCO TEÓRICO 25

2.2.1. Generalidades de materia prima: la Papa Nativa (*solanum tuberosum*)..... 25

2.2.2. Características y composición de la papa 25

2.2.3. Propiedades Fisicoquímicas..... 27

2.2.4. Propiedades funcionales 34

2.2.5. Propiedades de apariencia y estructura..... 37

2.3. FORMAS DE CONSUMO Y APROVECHAMIENTO DE LA PAPA..... 40

2.3.1. El chuño y la Tunta 40

2.3.2. Papas fritas 41

2.3.3. Papas precocidas Congeladas 42



| | |
|---|----|
| 2.3.4. Harinas de papa..... | 42 |
| 2.3.5. El almidón..... | 42 |
| 2.3.6. Desechos o Cáscara de Papa | 43 |

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

| | |
|--|----|
| 3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN..... | 44 |
| 3.2. MATERIA PRIMA..... | 44 |
| 3.3. MATERIALES Y EQUIPOS | 45 |
| 3.3.1. Materiales..... | 45 |
| 3.3.2. Insumos | 45 |
| 3.3.3. Equipos | 45 |
| 3.3.4. Reactivos..... | 46 |
| 3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL | 47 |
| 3.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS..... | 51 |
| 3.5.1. Determinación de Capacidad Antioxidante | 51 |
| 3.5.2. Determinación de Polifenoles Totales | 52 |
| 3.5.3. Evaluación de estructura mediante Imágenes..... | 52 |
| 3.5.4. Determinación de textura..... | 53 |
| 3.5.5. Determinación de color..... | 53 |
| 3.5.6. Análisis Fisicoquímico | 54 |
| 3.6. DISEÑO ESTADÍSTICO | 55 |

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

| | |
|--------------------------------------|----|
| 4.1. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE..... | 56 |
| 4.2. POLIFENOLES TOTALES | 59 |
| 4.3. PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS..... | 61 |
| 4.3.1. Proteínas..... | 61 |



| | |
|--|------------|
| 4.3.2. Grasa | 63 |
| 4.3.3. Carbohidratos..... | 66 |
| 4.3.4. Cenizas..... | 68 |
| 4.3.5. Fibra..... | 70 |
| 4.3.6. Humedad..... | 72 |
| 4.3.7. Hierro (Fe) | 74 |
| 4.3.8. Zinc (Zn)..... | 76 |
| 4.3.9. Potasio (K)..... | 78 |
| 4.4. IMÁGENES..... | 81 |
| 4.5. TEXTURA..... | 83 |
| 4.6. COLOR..... | 85 |
| 4.6.1. Croma (C*) | 86 |
| 4.6.2. Tono (Hue*)..... | 89 |
| V. CONCLUSIONES..... | 92 |
| VI. RECOMENDACIONES..... | 93 |
| VII. REFERENCIAS..... | 94 |
| ANEXOS..... | 107 |
| 1. Propiedades Químicas en las hojuelas de papa nativa fresca | 114 |
| 2. Propiedades Químicas de las hojuelas de papa nativa frito..... | 115 |
| 3. Propiedades Químicas de las hojuelas de papa nativa horneadas | 115 |
| 4. Cuadros de Análisis de Varianza..... | 116 |

Área : Ingeniería y Tecnología

Línea : Propiedades Físicas y Estructurales

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 13 de Julio del 2021



ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

| | |
|---|-----|
| Fotografía 1. Materia Prima..... | 123 |
| Fotografía 2. Proceso por Fritura | 123 |
| Fotografía 3. Proceso de Cocción en Horno | 124 |
| Fotografía 4. Hojuela obtenida mediante proceso de Fritura..... | 124 |
| Fotografía 5. Hojuela obtenida mediante cocción en Horno | 125 |
| Fotografía 6. Muestras para Análisis | 126 |
| Fotografía 7. Muestras para extracción..... | 127 |
| Fotografía 8. Muestras en solvente para análisis de Capacidad Antioxidante..... | 127 |
| Fotografía 9. Muestras en solvente para análisis de Polifenoles Totales..... | 127 |
| Fotografía 10. Proceso de digestión y muestras extraídas para análisis de Minerales | 128 |
| Fotografía 11. Análisis de Polifenoles Totales y Capacidad Antioxidante | 128 |
| Fotografía 12. Análisis de Minerales por Espectrofotometría de Absorción Atómica | 129 |
| Fotografía 13. Análisis de Textura | 129 |



ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|------------|--|----|
| Figura 1. | Nutrientes de la papa hervida y pelada por 100g..... | 27 |
| Figura 2. | Estructura molecular de la hemoglobina..... | 32 |
| Figura 3. | Estructura molecular del Zinc (Oxalato de Zinc). | 33 |
| Figura 4. | Gráfica de color CIELAB | 38 |
| Figura 5. | Sistema de color tridimensional que muestra la luminosidad..... | 38 |
| Figura 6. | Diagrama de operaciones para elaboración de hojuelas de papa nativa. | 48 |
| Figura 7. | Capacidad Antioxidante en Papas Nativas Frescas, Fritas y Horneadas | 56 |
| Figura 8. | Polifenoles Totales en Papas Nativas Frescas, Fritas y Horneadas | 59 |
| Figura 9. | Contenido Proteico de Papas Nativas Frescas, Fritas y Horneadas | 61 |
| Figura 10. | Contenido Graso en Papas Nativas Frescas, Fritas y Horneadas..... | 64 |
| Figura 11. | Carbohidratos presentes en Papas Nativas Frescas, Fritas y Horneadas | 66 |
| Figura 12. | Contenido de Cenizas en Papas Nativas Frescas, Fritas y Horneadas | 68 |
| Figura 13. | Contenido de Fibra en Papas Nativas Frescas, Fritas y Horneadas | 70 |
| Figura 14. | Humedad en las Hojuelas de Papas Nativas Frescas, Fritas y Horneadas ... | 72 |
| Figura 15. | Contenido de Hierro en Papas Nativas Frescas, Fritas y Horneadas | 74 |
| Figura 16. | Contenido de Zinc en las Hojuelas de Papas Nativas Frescas, Fritas y Horneadas | 77 |
| Figura 17. | Contenido de Potasio en Hojuelas de Papas Nativas Frescas, Fritas y Horneadas | 79 |
| Figura 18. | Imagen estructural en hojuelas de papas nativas frescas, fritas y horneadas | 81 |
| Figura 19. | Índice de deformación de textura en hojuelas de Papas Nativas Fritas y Horneadas | 83 |
| Figura 20. | Índice de Croma (C*) en Hojuelas de Papas Nativas Frescas, Fritas y Horneadas | 87 |
| Figura 21. | Índice de Tono (Hue*) en Hojuelas de Papas Nativas Frescas, Fritas y Horneadas | 89 |



ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabla 1. | Características de la Papa..... | 27 |
| Tabla 2. | Métodos adaptados para el análisis químico..... | 54 |
| Tabla 3. | Métodos de análisis espectrofotométrico..... | 54 |
| Tabla 4. | Prueba de Medias Tukey HSD para Capacidad Antioxidante por Tratamiento | 56 |
| Tabla 5. | Prueba de Medias Tukey HSD para Capacidad Antioxidante por Cultivar. | 57 |
| Tabla 6. | Prueba de Medias Tukey HSD para Polifenoles Totales por Tratamiento .. | 59 |
| Tabla 7. | Prueba de Medias Tukey HSD para Polifenoles Totales por Cultivar..... | 60 |
| Tabla 8. | Prueba de Medias Tukey HSD para Proteínas por Tratamiento | 62 |
| Tabla 9. | Prueba de Medias Tukey HSD para Proteínas por Cultivar | 62 |
| Tabla 10. | Prueba de Medias Tukey HSD para Grasa por Tratamiento..... | 64 |
| Tabla 11. | Prueba de Medias Tukey HSD para Grasa por Cultivar | 64 |
| Tabla 12. | Prueba de Medias Tukey HSD para Carbohidratos por Tratamiento | 67 |
| Tabla 13. | Prueba de Medias Tukey HSD para Carbohidratos por Cultivar..... | 67 |
| Tabla 14. | Prueba de Medias Tukey HSD para Cenizas por Tratamiento | 69 |
| Tabla 15. | Prueba de Medias Tukey HSD para Cenizas por Cultivar..... | 69 |
| Tabla 16. | Prueba de Medias Tukey HSD para Fibra por Tratamiento | 71 |
| Tabla 17. | Prueba de Medias Tukey HSD para Fibra por Cultivar..... | 71 |
| Tabla 18. | Prueba de Medias Tukey HSD para Humedad en base seca por Tratamiento | 73 |
| Tabla 19. | Prueba de Medias Tukey HSD para Humedad por Cultivar..... | 73 |
| Tabla 20. | Prueba de Medias Tukey HSD para Hierro por Tratamiento | 75 |
| Tabla 21. | Prueba de Medias Tukey HSD para Hierro por Cultivar..... | 75 |
| Tabla 22. | Prueba de Medias Tukey HSD para Zinc por Tratamiento..... | 77 |
| Tabla 23. | Prueba de Medias Tukey HSD para Zinc por Cultivar | 77 |
| Tabla 24. | Prueba de medias Tukey HSD para Potasio por Tratamiento..... | 79 |
| Tabla 25. | Prueba de Medias Tukey HSD para Potasio por Cultivar..... | 79 |



| | | |
|-----------|---|-----|
| Tabla 26. | Prueba de Medias Tukey HSD para Textura por Tratamiento | 84 |
| Tabla 27. | Prueba de Medias Tukey HSD para Textura por Cultivar | 84 |
| Tabla 28. | Valores de Claridad, Croma y Tonalidad para descripción de color | 85 |
| Tabla 29. | Prueba de Medias HSD para Croma por Tratamiento | 87 |
| Tabla 30. | Prueba de medias Tukey HSD Pruebas de Múltiple Rangos para Croma por Cultivar | 87 |
| Tabla 31. | Prueba de Medias HSD para Hue* por Tratamiento | 90 |
| Tabla 32. | Pruebas de Medias Tukey HSD para Hue* por Cultivar | 90 |
| Tabla 33. | Perfil de color para las hojuelas de Papas Nativas fresca | 108 |
| Tabla 34. | Perfil de color para las hojuelas de Papas Nativas fritas..... | 109 |
| Tabla 35. | Perfil de color para las hojuelas de Papas Nativas Horneadas..... | 110 |



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

- ANOVA: "Análisis de Varianza"
- AOAC: "Association of Official Analytical Chemists"
- CIE: "Comisión Internacional de Iluminación"
- DPPH: "2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo"
- FAO: "Food and Agriculture Organization"
- HSD: "Diferencia Honestamente Significativa"
- IAA: "Índice de Absorción de Agua"
- INIA: "Instituto Nacional de Investigación Agraria"
- ISA: "Índice de Solubilidad en Agua"
- NHS: "Servicio Nacional de Salud"
- NTP: "Normas Técnicas Peruanas"
- OMS: "Organización Mundial de la Salud"
- PNUD: "Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo"
- ROS" "*Especies reactivas al oxígeno*".
- TEAC: "Actividad antioxidante equivalente a Trolox"
- VCEAC: "Actividad antioxidante equivalente a vitamina C"



RESUMEN

Este proyecto se basó en determinar los efectos de los tratamientos mediante cocción por Fritura y Horneada en los Cultivares de Papa Nativa (*Solanum tuberosum* ssp. *Andigena*) Yana Lomo, Yana Paqusa y Puka Mama, sobre las propiedades Funcionales, Fisicoquímicos y Estructurales, elaboradas en forma de hojuelas. Los tratamientos fueron sometidas a temperatura constante de 180°C durante 8min. Por lo tanto, los resultados del tratamiento mediante la cocción en horno demuestran tener elevadas propiedades funcionales con el cultivar Yana Paqusa, radicales DPPH presentes al 0.91%, y Polifenoles Totales 288.607mg/100g ante el proceso de Fritura. Para las propiedades fisicoquímicas, el tratamiento mediante la cocción en Horno y el cultivar Yana Paqusa son altas en Proteínas 5.68%, Cenizas 4.10%, Fibra Cruda 1.54%, Humedad 5.12%, y Carbohidratos 78.70% en el cultivar Puka Mama, así mismo el contenido de Hierro 2.33mg/100g, Zinc 0.47mg/100g y Potasio 862.601mg/100g lidera el Cultivar Yana Lomo, pero en contenido de grasa supera el tratamiento por fritura con el cultivar Yana Lomo 10.79%. Las imágenes estructurales evaluadas mediante fritura tienen estructuras compactas levemente superiores al horneado, cuyas texturas confirman que son grupos homogéneos con mínimas diferencias en resistencia a la fracturabilidad siendo mayor el frito con el cultivar Puka Mama 0.485MJ. Así mismo para el índice de color, los tratamientos de fritura y horneado disminuyen la cromaticidad con respecto a la fresca, el Cultivar Yana Paqusa y Yana Lomo varían entre los colores gris púrpura-morado y el cultivar Puka Mama gris amarillenta, así mismo los cultivares Yana Lomo y Yana Paqusa tienen grupos homogéneos en tonalidad Hue, por lo tanto, estos tratamientos disminuyen la tonalidad de clara a oscura excepto en el Cultivar Puka Mama, finalmente los tratamientos y cultivares mostraron efectos significativos tanto en proceso de cocción como por fritura.

Palabras Claves: Papa, Tratamientos, Funcionales, Fisicoquímicas, Nativas.



ABSTRACT

This project was based on determining the effects of the treatments by means of Frying and Baking in the Cultivars of Native Potato (*Solanum tuberosum ssp. Andigena*) Yana Lomo, Yana Paqusa and Puka Mama, on the Functional, Physicochemical and Structural properties, elaborated in flake shape. The treatments were subjected to a constant temperature of 180 ° C for 8 min. Therefore, the results of the treatment by baking in an oven show high functional properties with the cultivar Yana Paqusaradicales with radicals DPPH 0.91%, and Total Polyphenols 288.607mg / 100g before the frying process. For the physicochemical properties, the treatment through oven cooking and the cultivar Yana Paqusa are high in Proteins 5.68%, Ash 4.10%, Crude Fiber 1.54%, Moisture 5.12%, and Carbohydrates 78.70% in the cultivar Puka Mama, as well as the content of Iron 2.33mg / 100g, Zinc 0.47mg / 100g and Potassium 862.601mg / 100g leads the Cultivar Yana Lomo, but in fat content it exceeds the treatment by frying with the cultivar Yana Lomo 10.79%. The structural images evaluated by frying have compact structures slightly superior to baking, whose textures confirm that they are homogeneous groups with minimal differences in resistance to fracture, with frying being greater with the cultivar Puka Mama 0.485MJ. Likewise, for the color index, the frying and baking treatments decrease the chromaticity with respect to the fresh one, the Yana Paqusa and Yana Lomo Cultivars vary between the purple-gray colors and the yellowish-gray Puka Mama cultivars, as well as the cultivars Yana Lomo and Yana Paqusa have homogeneous groups in hue, therefore, these treatments decrease the hue from light to dark except in the Puka Mama Cultivar, finally the treatments and cultivars showed significant effects both in the cooking process and by frying.

Key Words: Potato, Treatments, Functional, Physicochemical, Native.



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

En el Perú existe una gran diversidad de culturas que están ligadas a la conservación de la biodiversidad de variedades y especies. En el departamento de Puno se viene trabajando en proyectos relacionados a la conservación de la papa nativa de colores promoviendo la producción y sus estudios sobre las posibilidades de transformación. Cuya organización, la Asociación de Productores Agropecuarios Horticultores y Animales Menores Nueva Esperanza Aconsaya del Distrito de Corani.

La papa (*Solanum tuberosum*), se considera como uno de los cultivos alimenticios más importantes en la agricultura y en la alimentación de los países en proceso de desarrollo; así como también en los países desarrollados. La papa es originaria de la región andina de América del Sur, más específicamente entre el Cusco y el Lago Titicaca, donde se encuentra una gran diversidad genética de especies cultivadas y silvestres, dentro de ellas se tienen especies cultivadas con más de 6,214 variedades de papas nativas dulces y amargas (INIA, 2002).

Los vegetales en su estado natural se componen de propiedades funcionales como los antioxidantes y compuestos fenólicos, la función de estos compuestos pueden ser la prevención e inhibición de radicales libres que pueden ser precursores de numerosas enfermedades que dentro de nuestro organismo (Kuskoski, Asuero, Troncoso, Mancini-Filho, & Fett, 2005). Estas sustancias orgánicas se encuentran en los alimentos formados entre las características únicas de pigmentos, coloración, sabor y aromas donde estos pueden brindar sus funciones de protección ya estos se sintetizan como metabolitos secundarios (Kuskoski et al., 2005).



Hay muchas especies genóticas como la papa nativa que se han mantenido de generación en generación en poblaciones alejadas del sector urbano y que los productores mantienen conservados por su forma, pigmento y diferentes sabores, por consiguiente también existen tecnologías de procesamiento para la elaboración de productos derivados de las papas, tal es el caso de las hojuelas fritas obtenidas mediante la fritura por lo que ha despertado intereses en las empresas para producción de chips de papas nativas pigmentadas. Su importancia de este estudio radica en hacer el uso de tecnologías que no apliquen aceites o grasa en el proceso de hojuelas de papa nativa. Además, que aún no existe la valoración del método de cocción en horno para elaborar estos productos que pueden ser considerables para futuras generaciones. En la actualidad estas papas nativas tienen una oportunidad para posicionarse en el mercado y consumo de la alimentación saludable, lo que esto podría generar el impulso del crecimiento de la agroindustria local, a través del desarrollo de tecnologías que permitan darles un valor agregado a estas especies nativas.

1.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de los tratamientos mediante la cocción por Fritura y Horneada en los Cultivares de Papa Nativa, cuyos cultivares Yana Lomo, Yana Paqusa y Puka Mama.

1.2. OBJETIVO ESPECÍFICO

- Conocer los efectos de proceso y cultivar de Papa Nativa sobre sus Propiedades Funcionales como Capacidad Antioxidante y Polifenoles Totales.
- Determinar los efectos de proceso y cultivar de Papa Nativa sobre las propiedades Físicoquímicas (Grasa, Proteínas, Carbohidratos, Fibra Cruda, Humedad, Cenizas y Minerales (Fe, Zn, K)).



- Conocer que efectos tienen la Imagen estructural, color y textura en las hojuelas obtenidos a partir de Papas Nativas, como la Imagen estructural, color y textura. respectivamente.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

Barreto et al. (2019), realizan un trabajo que trata de la producción de aperitivos de patata libres de aceite utilizando ciclos sucesivos de impulsos heatingvacuum de microondas y por lo tanto fue llamado secado multiflash microondas (MWMFD). Se evaluó la cinética de secado y las propiedades físicas del producto, así como la influencia de escaldado (BL) y la impregnación de vacío (VI) como pretratamientos antes del secado. Las curvas de secado presentan tres periodos: un periodo de calentamiento, un periodo de alta tasa de secado promovido por los pulsos de vacío, y un período de velocidad decreciente. El tiempo de secado de 400 g de patatas fue de aproximadamente 60 min, reduciendo gradualmente la potencia de microondas 800 a 200W. El paso de impulsos de vacío cambia el material, lo que resulta en una microestructura porosa y frágil, típico de los productos crujientes, así que resulta en una superficie de producto con un color amarillo dorado. BL y VI combinado fue el mejor tratamiento previo para la obtención de aperitivos de patata libres de aceite muy crujiente. Los resultados de este estudio indicaron MWMFD como un proceso adecuado para producir aperitivos de patata crujientes, libre de aceite, en solamente 60 min.

Wong et al. (2017), realizan estudios sobre los efectos de temperatura de fritura, duración de fritura y concentración de cloruro de sodio en la formación de 3-monocloropropano-1,2-diol (3-MCPD) ésteres y glicidilo (GES) de oleína (RBD) de palma refinado, blanqueado y desodorizado durante el fritado en grasa (a 160 C y 180 C) de las patatas fritas (0%, 1%, 3% y 5% de NaCl) durante 100 min por día para cinco días



consecutivos en ocho sistemas fue comparado en este estudio. Todas las muestras de aceite recogido después de cada ciclo de fritura se analizaron para los ésteres de 3-MCPD, GEs, ácidos grasos libres (FFA) contenidos, extinción específica a 232 y 268 nm (K232 y K268), el valor de p-anisidina (PAV), y ácido graso composición. La tendencia de éster 3-MCPD decrecía cuando la duración de freidura aumentada, mientras que la tendencia estaba aumentando cuando friendo la temperatura y la concentración de NaCl aumentaron. La tendencia de GEs estaba aumentando cuando la temperatura de freidura, friendo la duración y la concentración de NaCl aumentó. Todas las calidades de aceite estaban dentro del límite de seguridad.

Roncal (2017), realiza un estudio de fritura en papas, donde determina sus características físicas y químicas relacionadas con el procesamiento. Se evaluó: La profundidad de ojos, color, forma, diámetro ecuatorial y diámetro longitudinal, evaluados con los descriptores del Centro Internacional de la Papa (CIP) y la gravedad específica, materia seca, contenido de humedad y contenido de almidón con protocolos y de acuerdo a estudios realizados en Colombia, donde se han seleccionado cultivares para la exportación en diferentes presentaciones. El peso de tubérculos fue de 68,20 g; 85,35 g; 55,03 g; la materia seca fue de 20,6 %; 24,5 %; 23,1 %; el contenido de almidón fue de 15,3 %; 18,2 %; 17,2 %; en chaucha amarilla redonda, chaucha amarilla y chaucha limeña huachuma, respectivamente. Los tres cultivares resultaron mejores para frituras en hojuelas y para deshidratado.

Heredia et al. (2014), estudia la influencia de la técnica de fritura y el tipo de pre-tratamiento (congelación y escaldado) sobre la evolución de las propiedades mecánicas y ópticas de las papas fritas. Los resultados mostraron que los parámetros cromáticos, a * y b*, experimentaron un aumento independientemente del método de fritura. El aumento



de a^* era significativamente más alto en aceite freír como resultado de Maillard's reacciones. El análisis de la textura reportó un ablandamiento inicial relacionada con la gelatinización del almidón seguida de una segunda etapa en la que la fuerza máxima aumentó debido a la gradual de una costra, ambas etapas de ser más rápido en la fritura en aceite profundo.

Hernandez (2014), elabora y estudia snacks de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Diacol capiro, utilizando la metodología combinada de ingeniería de matrices, mediante la impregnación al vacío y fritura al vacío. Durante la primera fase del proyecto, se optimizó el proceso sobre láminas de papa de 3.0 ± 0.1 mm de espesor, adicionando ácido ascórbico (30% VDR/100g), ácido cítrico (100-250) mg/100 g), vitamina E (30% VDR/100g) y NaCl (1% p/p). La optimización se realizó utilizando la metodología de superficie de respuesta, generando 20 experimentos, con un diseño central compuesto, en función de las variables independientes: ΔT (Taceite- Tebullición del agua) (45-65 °C), tiempo de fritura (4-7 min) y presión de vacío (25-70 kPa) y las variables dependientes: humedad, a_w , índice de peróxidos, contenido graso, color (CIEL* a^*b^*) y textura. Las variables independientes del proceso de fritura al vacío tuvieron efecto sobre todas las variables dependientes ($p < 0.05$), siendo las condiciones óptimas experimentales las siguientes: $\Delta T = 61.3$ °C, presión de vacío = 64.4 kpa y tiempo de fritura = 4 min.

Kita et al. (2014), estudia cinco variedades púrpuras (Blaue Elise, Blaue St. Galler, Blue Congo, Valfi y Vitelotte) de la papa y cuatro variedades comunistas guardadas por nueve meses y obtiene los siguientes resultados, las papas fritas obtenidas de color purpura y rojo almacenados presentan bajo contenido de antocianinas en algunos casos los chips exhibieron buena textura cuando su dureza estaba entre 25 y 30 N (para rodajas finas e alrededor de 1,2 mm) y entre 30 y 35 (para las rebanadas alrededor de 1,8



mm). El color era el rasgo más característico para diferenciar los chips producidos a partir de tubérculos de patata de carne púrpura y rojo. En el grupo de las patatas fritas púrpura, valor L era inferior a 29, mientras que, en los chips rojos, el valor estaba por encima de 30. Parámetro A en chips de color púrpura variaron desde 2,15 hasta 6,61, mientras que, en fichas rojas, que fue mayor varió desde 7,41 hasta 9,82. Parámetro b para los chips de color púrpura varió desde 2,62 hasta 4,42 y para los chips rojos de 1,48 a 7,25.

Rodriguez et al. (2013), desarrollan un estudio sobre el proceso de fritura y los contenidos de materia seca y humedad, proteína, grasa, azúcares totales, vitamina A, vitamina C, Potasio y Sodio, a temperatura promedio de 160°C durante un tiempo de 5 minutos en muestras de banano Cavendish fresco y deshidratado osmóticamente con solución de sacarosa de 45°Brix y cloruro de sodio 1,5% (p/p). y logró determinar que las muestras de banano tratados osmóticamente el contenido de humedad y de grasa resultaron mucho menores que los correspondientes al banano sin tratamiento osmótico; presentándose un comportamiento contrario en los contenidos de carbohidratos y calorías que fueron más elevados.

Taniwaki and Kohyama (2012), estudiaron las características mecánicas y acústicas de tres variedades de patatas fritas, en particular en el entorno del importante punto de fractura. La magnitud de la fuerza gotas correlacionó significativamente con eventos acústicos asociados. Las magnitudes de la caída de la fuerza en el principal punto de fractura diferían entre las muestras, mientras que la presión del sonido no difirió significativamente. Esto sugiere que la prueba mecánica es más adecuada para distinguir las papas fritas.

Lucas (2011), con su estudio determina las condiciones óptimas de fritura por inmersión a presión atmosférica en rebanadas de papa criolla (*solanum phureja*). Las



calidades del chip fueron valuadas mediante determinaciones de humedad, textura, grasa y color. El contenido de grasa final es inversamente proporcional al promedio final de humedad. Los dos mejores resultados de contenido de grasa (170-2.5-2.5 y 170-2.0-1.5) fueron tratamientos con alto índice de humedad con 21.93 y 24.09% respectivamente.

Yagua and Moreira (2011), estudian la cinética de absorción de aceite y de distribución de aceite en las patatas fritas así se pudo establecer que la eficacia del sistema de extracción de aceite. El contenido de humedad, contenido de aceite, microestructura, el diámetro y la expansión espesor, densidad aparente, densidad verdadera, y la porosidad de patatas fritas a diferentes temperaturas (120, 130, y 140 C) se realizó para evaluar el efecto de la temperatura del proceso en el producto. En donde se determina que el contenido en aceite final de los chips de patata era $0,072 \pm 0,004$, $0,062 \pm 0,003$ y $0,059 \pm 0,003$ g/g de sólido para freír temperaturas de 120, 130, y 140 C, respectivamente. Estos valores son más bajos (80-87% menos) que los encontrados en las patatas fritas no desaceitada, lo que indica que el mecanismo de extracción de aceite es crucial en el proceso de fritura al vacío. Se observó una diferencia significativa ($P < 0,05$) en el contenido de aceite y de distribución de aceite dentro de las temperaturas. La velocidad de cambio en los atributos de calidad de productos fue considerablemente afectada por la temperatura; sin embargo, los valores finales de contenido de humedad, densidad aparente, densidad real, porosidad, contracción de diámetro, y la expansión espesor no se vieron afectados por la temperatura.

Romani et al. (2009), en su estudio evalúa la idoneidad de una técnica de análisis de imagen por ordenador (con un escáner plano para la adquisición de la imagen) con el fin de medir la cantidad y distribución de los aspectos visuales más importantes de papas fritas: componentes de color (L^* , a^* y b^*) y áreas marrones y oleosos en la superficie.



Las rodajas de patata se fríen a tres temperaturas (170, 180 y 190 C) y tiempos (2, 3 y 4 min). La técnica de análisis de imágenes aplicado fue capaz de diferenciar con alta sensibilidad entre colores de patatas fritas después de los procesos de fritura. En promedio los porcentajes de normal, áreas marrones y aceitosas detectados en las muestras fueron 53,24, 24,04 y 22,96%, respectivamente. Si bien los datos de la apariencia área marrón eran congruentes con la incidencia de pardeamiento unido a la entidad del proceso de freír, resultados discrepantes se obtuvieron utilizando el patrón de color objetivo para la evaluación de la extensión de la zona aceitoso en la superficie de las patatas fritas.

Franco Pedreschi et al. (2006), estudia los efectos de microondas-secado por congelación (MFD), secado por congelación (FD), secado al vacío de microondas (MVD) y secado al vacío (VD) en la textura, color, rehidratación, sensorial, microestructura y otros parámetros de calidad de chips de re-estructurados realizados por se estudió manzana mezcla con la patata. chips de MFD tenían la mejor calidad y estos productos fueron preferidos por los consumidores. El tiempo de secado para MFD era inferior a la de FD. El tiempo de secado para MVD fue el más corto y el consumo de energía también fue la más baja. El secado por microondas no sólo reduce el tiempo de secado, sino que también mejora la calidad de los productos secos. Ambas técnicas MFD y MVD se encuentran para ser adecuado para la producción de re-estructurada virutas de diferentes grados.

Franco Pedreschi et al. (2006), estudia la cinética de desarrollo del color para evaluar el efecto de NaCl en la reducción de la formación de acrilamida en patatas fritas. La medición del color se realizó utilizando una técnica de visión por ordenador de bajo costo que permitió la cuantificación de una manera más precisa y representativa el color en $L^* a^* b^*$ unidades de superficies complejas tales como los de rodajas de patata



durante la fritura. Se evaluó el efecto de la rodaja de patata remojo en NaCl no sólo para el cambio de color, sino también para la formación de acrilamida los datos experimentales de la temperatura superficial, contenido de humedad y cambio de color en las patatas fritas durante la fritura se ajustaron a relaciones empíricas, con coeficientes de correlación mayores que 90%. remojo en solución de NaCl de rodajas de patata antes de freír formación reducida dramáticamente acrilamida en patatas fritas en el 90% (valor medio) en comparación con los chips de control.

Gökmen et al. (2007), realizan estudios mediante imágenes digitales a color de las patatas fritas y patatas fritas fritos para estimar los niveles de acrilamida en base a la correlación con los análisis mediante espectrometría de masas-cromatografía líquida. En las imágenes de patata fritos, de color amarillo brillante (Región 1), marrón amarillento (Región 2) y marrón oscuro (Región 3) regiones eran claramente visibles, que tienen diferentes tipos de píxeles de la imagen con los valores medios característicos de componentes rojo, verde y azul. Píxeles de la imagen de la patata frita se clasificaron en tres grupos (juego 1, el conjunto 2 y conjunto 3) por medio de la segmentación semiautomática y automática. Hubo una fuerte correlación entre la concentración de acrilamida y valor NA2, que se define como el número de píxeles en Set 2 dividido por el número total de píxeles de la imagen de toda la patata frita. Para verificar la aplicabilidad de este enfoque, una ecuación de regresión lineal se utilizó para estimar las concentraciones de acrilamida de un número de chips comerciales de papa y patatas fritas caseras. Se encontraron diferencias medias entre las concentraciones de acrilamida medidos y predichos para ser $4 \pm 14\%$ y $14 \pm 24\%$ para las patatas fritas comerciales y patatas fritas hechas en casa.



Franco Pedreschi et al. (2006), estudia algunas propiedades físicas de chips de patata pretratados. Donde los resultados demuestran que los perfiles de pérdida de humedad fueron similares para los chips pre-tratados en las dos formas durante la fritura, la absorción de aceite se incrementó hasta el 20% cuando la temperatura de fritura disminuyó; el remojo de virutas blanqueadas en la solución de NaCl disminuyó ligeramente la absorción de aceite en el 7%. Los valores de color en $L * a * b$ unidades se registraron a diferentes tiempos de muestreo durante la fritura en las cuatro temperaturas mencionadas utilizando la diferencia de color total (DE) y un colorímetro Minolta. El remojo en NaCl de fichas blanqueadas aumentó su carácter crujiente después de la fritura en 120, 140, 160 y 180°C en 15%, 13%, 11% y 11%, respectivamente. 9% y 23% con respecto a los correspondientes a controlar las virutas después de la fritura. cambios texturales en rodajas de patata fritos fueron seguidos por la fuerza de parámetro máximo (MF). El remojo en NaCl de fichas blanqueadas aumentó su carácter crujiente después de la fritura en 120, 140, 160 y 180 C en 15%, 13%, 11% y 11%, respectivamente.



2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Generalidades de materia prima: la Papa Nativa (*solanum tuberosum*)

Las papas nativas son el resultado de un proceso de domesticación, selección y conservación ancestral, herencia de los antiguos habitantes de los Andes. Estas papas son altamente valoradas y son efectivamente diferentes a las variedades mejoradas por científicos y agricultores indígenas, tanto por sus propiedades organolépticas (sabor, color, textura, forma), como por sus propiedades agronómicas, así como por la identidad cultural (Gomez, 2013).

La región de Puno presenta un alto grado de diversidad genética y corroboran los resultados obtenidos de los inventarios y caracterizaciones morfológicas (Soto et al., 2013).

Morfológicamente el tubérculo es un tallo subterráneo, acortado engrosado y provisto de yemas u ojos en las axilas de sus hojas escamosas. En cada ojo, existen normalmente 3 yemas, aunque en ocasiones pueden ser más. Una yema es, en consecuencia, una rama lateral del tallo subterráneo con entrenudos no desarrollados y todo el tubérculo un sistema morfológico ramificado y no una simple rama (Ramirez, 2010).

2.2.2. Características y composición de la papa

Recientemente, (André et al., 2009) caracterizó y cuantificó las principales concentraciones fenólicas compuestos en 23 genotipos andinos seleccionados. Este análisis reveló variaciones genotípicas significativas, así como cultivares con niveles particularmente altos de ácidos clorogénicos, antocianinas como petanina o flavonoles como la rutina. Sin embargo, ambientalmente las condiciones durante el desarrollo del



tubérculo pueden influir en la vía fenilpropanoide y, por tanto, la composición polifenólica en los tubérculos de papa.

De su investigación subraya la presencia de contenidos superiores de proteínas, almidón azúcares y minerales que aportan en el balance de una buena dieta. Además de la presencia de compuestos antioxidantes como fenoles y ácido ascórbico, la papa cubre muchas de las necesidades nutricionales básicas y energéticas, en este sentido se pretende promover la calidad nutricional de estos genotipos nativos (Lasso et al., 2018).

Los minerales se encuentran en una proporción ideal y pueden ayudar a equilibrar comidas demasiado ricas en sal, azúcares y grasas. Entre los minerales, el potasio y el hierro registraron una mayor concentración. Entre los compuestos funcionales, sobresalió el contenido de vitamina C, en la variedad uvilla (26 mg/100 g) y los carotenos totales en la variedad chaucha amarilla con 11 μ g/g muestra (Villacrés et al.).

Cicio (2006), menciona que la mayoría de personas consideran que la papa es un alimento nutritivamente pobre, Pero en realidad, aporta más nutrientes que energía al organismo, aportando una fuente de vitaminas proveyendo cerca del 40% de la dosis diaria recomendada para la vitamina C. también contiene vitaminas del complejo B. Rica en minerales, como el potasio, es una fuente de fenoles, Libre de grasa y de azúcares solubles, Una toma diaria de 150 – 300 g. de papa proporciona sólo 4 – 8 % de las calorías requeridas por un adulto es de rápida digestión y una fuente de proteína de alta calidad, pese a ser deficiente en metionina, aminoácido esencial.

2.2.3. Propiedades Fisicoquímicas

La composición química de la parte sólida remanente puede variar ampliamente dependiendo de factores como: variedad, madurez, diferencias ambientales, aplicación de químicos y condiciones ambientales Cicio (2006).

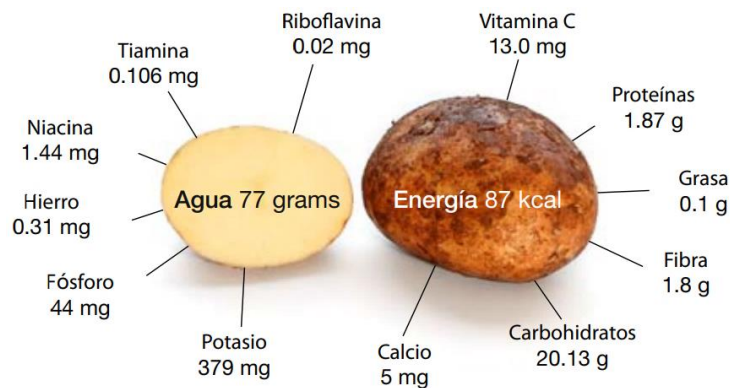


Figura 1. Nutrientes de la papa hervida y pelada por 100g

Fuente: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Base de datos nacional de nutrientes.

Tabla 1. Características de la Papa

| Componentes | Unidades |
|---------------|-------------|
| Proteína | 2.1 g/100g |
| Humedad | 78 g/100g |
| Grasa | 0.1 g/100g |
| Carbohidratos | 19 g/100g |
| Fibra | 2.1 g/100g |
| Cenizas | 1 g/100g |
| Potasio | 440 mg/100g |
| Calcio | 4.5 mg/100g |

Elaborado por: Ramirez (2010).



La papa es un alimento versátil y tiene un gran contenido de carbohidratos, es popular en todo el mundo y se prepara y sirve en una gran variedad de formas. Recién cosechada, contiene un 80% de agua y un 20% de materia seca. Entre el 60% y el 80% de esta materia seca es almidón. Respecto a su peso en seco, el contenido de proteína de la papa es análogo al de los cereales, y es muy alto en comparación con otras raíces y tubérculos (FAO, 2008).

a. Proteínas de la Papa

Con la creciente población, las proteínas de la papa se encuentra entre los cultivos que más proteínas suministran por hectárea cultivada en comparación con otras fuentes vegetales y de semillas (Wu, 2016). Además, las papas se procesan extensamente, produciendo una significativa cantidad de residuos asociada con una gran capacidad contaminante. Por lo tanto, actualmente se pasa por alto una fuente de proteína deseable (Schmidt et al., 2018).

Las proteínas solubles de la papa están compuestas principalmente de patatina e inhibidores de la proteasa (Koningsveld et al., 2001), son particularmente ricas en lisina, mientras que los aminoácidos que contienen azufre son el factor limitante de la calidad de la proteína. Las tres clases principales de proteínas de almacenamiento son palatinas, una glucoproteína de 40 KDa, la familia de proteínas de 20-25 kDa y varios inhibidores de la proteasa (Ralet & Gueguen, 1999).

El nitrógeno (N) es parte estructural de los aminoácidos que a la vez forman proteínas y ácidos nucleicos, también es parte de las coenzimas, fitohormonas y metabolitos secundarios, necesarias para síntesis de la clorofila relacionada directamente a con la fotosíntesis (Leghari et al., 2016). Las proteínas solubles pueden ser



tentativamente clasificado en tres clases: patatina (43 kDa), proteasa inhibidores (5-25 kDa), y otros (principalmente alto Mw) (Post et al., 1999).

Las proteínas solubles de la papa están compuestas principalmente de patatina e inhibidores de la proteasa. Las proteínas de la patata son solubles a valores de pH neutros y fuertemente ácidos. La estructura terciaria de la patatina se altera irreversiblemente por precipitación a pH 5 (van Koningsveld et al., 2001).

b. Grasas de la Papa

Los cultivares de papa contienen muchos compuestos lipídicos bioactivos tales como ácidos grasos, glicolípidos, fosfolípidos, esteroides, tocoferoles y carotenoides, que son altamente deseables en la dieta debido a sus efectos promotores de la salud (Ramadan y Oraby, 2016). En la literatura científica, la información sobre el contenido y el perfil de los compuestos lipídicos bioactivos en los cultivares de papa son pocos. La concentración y la estabilidad de los lípidos bioactivos se ven afectadas por muchos factores, como el genotipo, los factores agronómicos, el almacenamiento posterior a la cosecha, las condiciones de cocción y procesamiento (Ramadan y Oraby, 2016).

La degradación de los lípidos es una causa importante de problemas de mal sabor y ranciedad con los alimentos, este es un problema particular con los productos procesados de papa. las reducciones en la grasa poliinsaturada en los niveles de ácido en los tubérculos podrían tener efectos marcados en la estabilidad de los productos de papa (Galliard, 1973).

Está claro por nuestro trabajo que hoy en día la mayoría de las papas fritas se producen utilizando aceites con alto contenido en ácidos grasos insaturados, que puede considerarse más saludable desde el punto de vista nutricional. Sin embargo, algunas



marcas de patatas fritas todavía usan aceite de palma o una mezcla de aceite de palma y otras grasas o aceites, que son muy ricos en ácidos grasos saturados (Gonçalves et al, 2011).

La ingestión de alimentos fritos aumentan el consumo de grasas y aceites que han sido sometidos a altas temperaturas (180– 190 °C) durante el proceso de fritura (Tabee, Jägerstad, & Dutta, 2008), por lo tanto, la calidad del medio de fritura debe ser alto, ya que una cantidad considerable (35% –40%) de La grasa es absorbida por los alimentos durante este proceso (Minihane & Harland, 2007).

Los altos consumos de los alimentos ricos en grasas se han relacionado con varios metabolitos enfermedades, incluida la obesidad, que es una salud pública problema que afecta principalmente a los países desarrollados (OMS, 2003). Los ácidos grasos (FA) constituyen los principales componentes de estas entidades lipídicas y se requieren en nutrición humana como fuente de energía, y para actividades metabólicas y estructurales. Los FA tienen diferentes Impactos en la salud según su grado de saturación y configuración Cis/Trans (Albuquerque et al, 2011).

c. Carbohidratos de la Papa

Las papas han sido una parte básica y asequible de la dieta durante muchos cientos de años. Recientemente, sin embargo, ha habido una disminución en el consumo, tal vez influenciada por informes erróneos de ser un alimento poco saludable (Robertson et al., 2018).

La papa es históricamente un alimento básico rico en almidón, originado hace más de 7000 años en Perú según lo revisado (Haverkort et al., 2013).



A pesar de las recomendaciones actuales para almidón en la dieta, el valor nutricional de la papa fácilmente podría ser pasado por alto, en parte porque no se cuenta hacia el 'cinco al día' ingesta de frutas y verduras recomendación (Well—NHS.UK), y porque a menudo se preparó con grasas o aceites.

d. Fibra cruda en la Papa

Es la materia seca del tubérculo que queda de quitarle toda la parte soluble, almidón, y componentes nitrogenados. Se encuentra en su mayoría en la pared celular incluyendo a la lignina y suberina, que constituyen aproximadamente el 1% del peso seco del tubérculo, el cual se incrementa con la madurez. Las pécticas se hallan entre 0,7 y 1,5% del peso seco de la papa. La cáscara contiene aproximadamente diez veces más péctina que la pulpa, en las papas cocinadas se incrementa la solubilidad de la sustancia péctica esto es debido a la parcial despolimerización de la protopectina. La fibra cruda aumenta durante la maduración después de la cosecha y en el almacenamiento (Cárdenas, 2012).

La fibra por lo general ayuda a regular el tránsito intestinal y ayuda a limpiar las toxinas del colon previniendo el estreñimiento y por su contribución de almidón tiene un efecto protector contra el cáncer y el colesterol alto.

e. Hierro en la papa

En las zonas andinas, una de las principales causas de la anemia y la desnutrición crónica infantil es la deficiencia de macro y micro nutrientes. La pregunta que surge es, cómo los sistemas de producción basados en papa pueden contribuir a mejorar esta situación (investigación preliminar indica que la papa y particularmente las nativas, pueden ser una fuente complementaria de hierro y zinc). Por ende, las Papas nativas darán

un aporte para la seguridad alimentaria, nutrición y generación de ingresos en comunidades altas del Perú citado por (Chani & Pfuro, 2015).

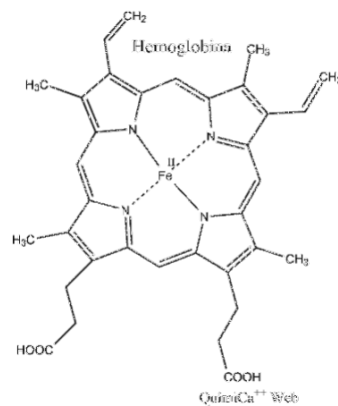


Figura 2. Estructura molecular de la hemoglobina

La deficiencia del hierro (Fe) tiene como consecuencia a la anemia ferropénica, que ocasiona afectos adversos en el desarrollo psicomotor y cognitivo en niños y niñas menores de 2 años, disminuye la capacidad de aprendizaje, incrementa la susceptibilidad a las infecciones, la mortalidad infantil y disminuye la velocidad de crecimiento (Gabriel et al., 2015).

f. Zinc en la papa

El zinc es un cofactor de numerosas enzimas, desempeñan un rol estructural en la estabilización conformacional de dominios proteicos de reconocimiento a otras moléculas y presenta incidencia en los factores de transcripción (Diaz, 2009).

La función del zinc en las plantas es activar la enolasa, aldolasa, descarboxilasa, lecitinas, cisteína, dipeptidasa. El zinc es necesario para producir hidratos de carbono (Iniguez, 2007), citado por Chicango (2016).

La deficiencia de zinc (Zn) es frecuente en países en desarrollo. Se observó en niños en edad escolar del área rural de Bolivia, una prevalencia de deficiencia de Zn del

61% (Weisstaub & Romana, 2010). Estos estudios revelan que niños con deficiencia moderada de Zn presentan retraso en el crecimiento lineal, efectos adversos en el desarrollo neuroconductual y desarrollo psicomotor (Gabriel et al., 2015).

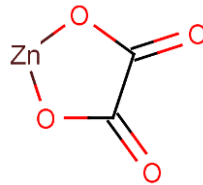


Figura 3. Estructura molecular del Zinc (Oxalato de Zinc).

g. Potasio en la papa

Es un mineral que tienen funciones comunes con el sodio como la regulación de la presión y pH del organismo, pero además participa en la fabricación de glucógeno, proteínas y está implicado en el metabolismo energético. Lo encontramos tanto en productos animales como en vegetales. El exceso de este mineral, al igual que el de sodio, provoca problemas en individuos con hipertensión y enfermedad renal (Carbajal, 2003).

Por otro lado, el potasio es el principal catión intracelular que juega un importante papel en el mantenimiento del balance hidroelectrolítico y de la integridad celular; en la transmisión nerviosa y en la contracción celular. Las necesidades diarias se estiman en unos 3500 mg para un adulto. Las papas enteras con cascara tienen una fuente significativa de potasio, que brinda favorables beneficios a la salud y enfermedades cardiovasculares. Estudios indican que las dietas que contienen alimentos ricos en potasio y que son bajas en sodio, pueden reducir en algunos casos el riesgo de presión arterial alta e infartos.

El potasio tiene muchas funciones en el organismo, también ayuda a retener el calcio, que es importante para que los huesos se mantengan fuertes (United States Potato,



BOARD). Las principales fuentes de potasio son: frutas, verduras y hortalizas frescas, principalmente patatas (570 mg/100 g de parte comestible) y plátanos (350 mg/100 g), frutos secos, leguminosas, cacao y chocolate, leche y, especialmente, el café liofilizado (4000 mg/100 g de producto). Las dietas con bajo contenido en potasio pueden aumentar la presión arterial. La ingesta media de potasio en la población española es de 3.5 g y procede, principalmente, de verduras y hortalizas (1.14 g), lácteos (0.61 g), frutas (0.47 g) y carnes (0.45 g) (Carbajal, 2013).

2.2.4. PROPIEDADES FUNCIONALES

a. Antioxidantes de la papa

Los estudios dicen que el extracto de la cáscara de papa demostró tener potente actividad antioxidante, similar a la de otros antioxidantes sintéticos, sugiriendo su posible utilidad en diferentes productos alimenticios para prevenir la oxidación de lípidos y prolongar el tiempo de conservación de los mismos (Ramirez, 2010).

En las papas se encontraron compuestos llamados ácido clorogénico, donde fue reportado como una sustancia que controla algunos procesos envueltos en la iniciación de un cáncer (Ramirez, 2010).

Para la dieta humana la papa es una de las fuentes importantes de nutrientes, destacándose como uno de los alimentos completos que poseen un potencial antioxidante entre ellos son: Ácido ascórbico, a-tocoferol, carotenoides, diferentes polifenoles y ácidos fenólicos como el ácido clorogénico, principal representante de este grupo. Tanto la carne como la cáscara de la papa contienen sustancias antioxidantes, se ha demostrado que la mayoría de los compuestos fenólicos se encuentran en la cáscara, derivados



mayoritariamente del ácido cafeico y ácido ferúlico, estimulando así el aprovechamiento de este subproducto en la industria alimentaria (Akyol et al., 2016).

b. Polifenoles en la papa

Debido a los efectos y beneficios que brindan los polifenoles han atraído interés en varios grupos de científicos de todo el mundo, Argentina no es la excepción. En el Instituto de Investigaciones Biológicas IIB – CONICET – UNMdP se ha formado un equipo multidisciplinario que tiene por objetivo estudiar la regulación de la producción de los polifenoles saludables para contribuir a aumentar el contenido de los mismos en papa (PHYTOMA, 2012).

La cantidad y actividad antioxidante de los polifenoles saludables en la papa, pueden tener entre 1 – 5 veces menor que en otros vegetales, como la espinaca y el brócoli. Sin embargo, la papa aporta la mayor cantidad de polifenoles en la dieta humana debido a su elevado consumo. Estos "polifenoles saludables" (ácidos fenólicos, flavan-3-oles y antocianinas) previenen el envejecimiento y también enfermedades complejas como:

- **El sistema cardiovascular**

Los polifenoles saludables inhiben la oxidación de moléculas colesterol LDL. El colesterol LDL produce una serie de disfunciones cardiovasculares como la hipertensión y también disfunciones asociadas como la arterioesclerosis. Ensayos mostraron que el consumo de papas induce una disminución en los niveles de colesterol en sangre e hígado (PHYTOMA, 2012).



- **Desordenes neurodegenerativos**

Los polifenoles saludables evitan la peroxidación de lípidos de acción neurotóxica en el cerebro (el cerebro posee alto contenido de lípidos) esto ocurre con la enfermedad del Alzheimer (PHYTOMA, 2012).

- **Cáncer**

Los polifenoles saludables evitan la oxidación del ADN, el material genético. El daño a ciertos genes puede inducir fallas en la proliferación y diferenciación celular en tejidos específicos que conducen a la formación de tumores (PHYTOMA, 2012).

- **Diabetes**

Los polifenoles saludables previenen la acción de ROS desencadenante de la diabetes, o los efectos de la hiperglucemia derivada del proceso de diabetes.

Fuente: CONICET/DICYT citado por PHYTOMA (2012).

Los polifenoles son un grupo de sustancias químicas presentes en las plantas caracterizadas por la presencia de más de un grupo fenol por molécula. Los polifenoles son generalmente subdivididos en taninos hidrolizables, que son ésteres de ácido gálico de glucosa y otros azúcares; y fenilpropanoides, como la lignina, flavonoides y taninos condensados (Chani & Pfuro, 2015).

Las antocianinas totales (CAT), de las papas nativas pigmentadas (PST) y (PWQ) disminuyen en proporciones de 59,21 y 19,35 a 4,63 y 1,31 (mg de cianidina 3-glucosido/100g) respectivamente, después del proceso de fritura, pero no en el proceso de cocción por hervido y el contenido de polifenoles totales (PFT) de la papa nativa (PST)



y (PWQ), disminuye a 179,51 y 87,92 a 125,27 y 12,19 (mg de ácido gálico/100g) después del proceso de cocción por microondas en el primero y de fritura en el segundo caso, siempre preservándose mejor los polifenoles totales en la cocción por hervido (Barragan & Aro, 2017).

2.2.5. Propiedades de apariencia y estructura

a. Color

El sistema de color CIE que se traduce como Comisión Internacional de la Iluminación, institución responsable de las recomendaciones internacionales para la fotometría y colorimetría (Montesinos, 2003).

Para comprender estos valores debemos entender cómo se calculan, los sistemas CIE usan tres coordenadas para ubicar un color en un espacio de color. Estos espacios de color incluyen CIE XYZ, CIE L*a*b* y CIE L*C*h° (Rettig & Hen, 2014).

El ojo del hombre tiene tres tipos de receptores celulares de color en las córneas: rojo, verde y azul, la mayoría de los colores se reducen a estos tres colores, que se mezclan entre sí; a pesar de esto no todos los colores pueden ser visibles por el ojo humano, los que sí podemos visualizar se llaman espectro visible (Morioka, 2008).

- **Tono (h*):** El tono H* es el color básico de un objeto (rojo, amarillo, verde etc.) definido por su posición angular en un espacio de color. Los valores, por tanto, varían entre 0 a 360° (Gil, 2014).

Hue Proviene en donde representa el atributo de una sensación visual según el cual una región se asemeja a uno de los colores percibidos: rojo, amarillo, verde y azul, o una combinación de dos de ellos (amarillo + rojo = naranja, etc.(Montesinos, 2003).

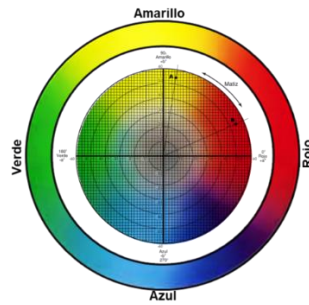


Figura 4. Gráfica de color CIELAB

Fuente: Guía para entender la comunicación del color

- **Claridad (L^*):** Proviene del inglés *lightness*, la luminosidad de un estímulo juzgada en relación a la de otro estímulo iluminado de manera similar que parezca blanco, es decir, que es el atributo perceptual que evalúa la sensación visual “Claro-Oscuro” donde 0, indica negro y 100 indica blanco (Valero, 2012).
- **Colorido o Croma (C^*):** Proviene del inglés *chroma*, es el atributo de una percepción visual en el que el color de cierto estímulo parece más o menos cromáticos, o sea, el que evalúa la sensación visual “débil-fuerte” o “pálido-intenso” de un color. Mientras que Y corresponde a la claridad, X y Z no se correlacionan con matiz (tono) o croma (Rite, 2002).

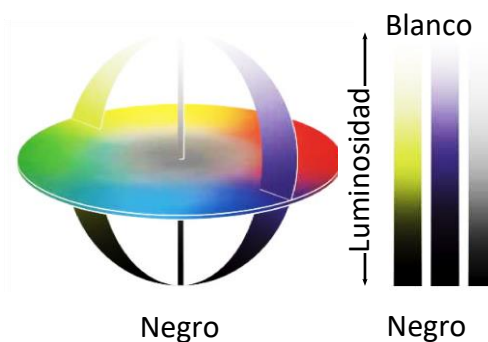


Figura 5. Sistema de color tridimensional que muestra la luminosidad

Fuente: Guía para entender la comunicación del color (Montesinos, 2003).



b. Textura en chips de papa

En los productos extruidos y crujientes como son los cereales y snacks, la textura es de mucha importancia y la dureza es la fuerza necesaria para deformar el sólido (Ureña et al. 1999) o la fuerza necesaria para compresión de un alimento entre los molares (Rosenthal, 1999), el método de la compresión es utilizado en muestras grandes y se han de realizar numerosas réplicas, aunque es apropiado para determinar la textura de la patata frita, en pruebas experimentales con poca disponibilidad de muestra no se puede aplicar (Castro, 2008).

El nivel de humedad puede afectar significativamente las propiedades de textura debido a la distribución de intensidad de fractura (Barreto & Kaletunc, 1998). La principal característica de las patatas fritas según Kita et al, (2005) es su textura crujiente, siendo uno de los indicadores de calidad más importantes en el producto final.

c. Imagen (visión artificial)

La imagen de profundidad (visión artificial) es una técnica basada en imágenes aplicada en la calidad de evaluación de productos alimenticios en relación con la visión artificial, cuyo sistema se compone principalmente de una cámara, lámparas, muestra titular, y un sistema informático (Su et al., 2018) .

En comparación con las imágenes RGB básicas, Las imágenes de profundidad podrían medir las características de los productos agrícolas en un Espacio tridimensional. Recientemente, la clasificación de cultivos tuberosos con forma tridimensional a convertirse en una solución avanzada para clasificar y detectar defectos externos (Sanchez et al. 2020).

Su et al., (2018), informaron el potencial de la visión artificial usando la profundidad método de imagen para calcular la longitud, el ancho, el grosor y el volumen de papas que se utilizan para detectar deformidades tales como dobladas forma, protuberancias y huecos. El estudio se inició midiendo manualmente los atributos físicos (largo, ancho y grosor) de las muestras como datos de referencia utilizando el calibrador.

Onwude et al. (2018), imágenes de retrodispersión digital rojo-verde-azul aplicados en batatas. Para la interpretación de las referencias al color en esta leyenda de la figura, se remite al lector a la versión de Sanchez et al. (2020), respectivamente.

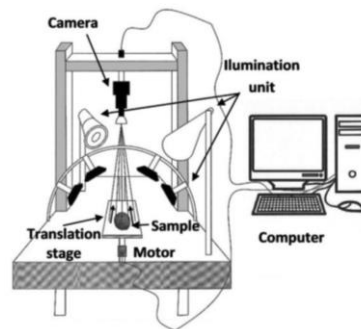


Imagen 1. Sistema de imágenes HSI para escaneo de papa

Fuente: (López-Maestresalas et al., 2016).

2.3. FORMAS DE CONSUMO Y APROVECHAMIENTO DE LA PAPA

2.3.1. El chuño y la Tunta

La transformación de la papa en “chuño” (papa negra secada al sol) y “tunta” (papa blanca secada al sol) le dio a la comunidad la posibilidad de almacenar cultivos durante las estaciones. Chuño y tunta durante los tiempos han sido y son ampliamente utilizados en cocina tradicional de la región andina (Peñarrieta & Alvarado, 2012).

La capacidad antioxidante y el contenido de fenoles individuales en las muestras de chuño están algo disminuidos, pero lejos de ser eliminados durante el proceso. Por lo



tanto, el chuño todavía puede considerarse una fuente importante de antioxidantes en la dieta (Peñarrieta et al., 2011).

Las cadenas de chuño y tunta involucran a un gran número de agricultores que, debido a factores socioculturales y económicos muy peculiares en la zona andina, donde el cultivo de las papas amargas es más viable por su tolerancia a las bajas temperaturas, han hecho que se desarrollen tecnologías de transformación de la papa a través de la deshidratación por exposición solar, obteniéndose así el chuño y la tunta (papas secas) (Guidi et al., 2002).

2.3.2. Papas fritas

El procesamiento de la papa está altamente industrializado, tecnológicamente avanzado y muy orientado al mercado. Sin embargo, la calidad de sus productos y el éxito económico de esta industria dependen en gran medida de las materias primas disponibles. La fritura es una operación unitaria compleja que induce cambios microestructurales significativos en el tejido de la papa; de hecho, las características más deseables de los alimentos fritos se derivan de la formación de una estructura compuesta: (1) una capa o corteza exterior seca, porosa, crujiente y aceitosa; y (2) un interior o núcleo cocido húmedo cuyas microestructuras se han formado durante el proceso (Pedreschi et al., 2016).

La mayor parte del aceite se absorbe cuando los trozos de papa fritos se retiran de la freidora y penetran en la microestructura durante el proceso de enfriamiento. El producto de patata deshidratada se puede reconstituir sin usar un líquido hirviendo para hacer masa para papas fritas o para hacer un producto de papa machacada. La porosidad, el volumen y el espesor cambian abruptamente con la pérdida de humedad, lo que afecta negativamente el aspecto del producto final (Pedreschi, 2009).



2.3.3. Papas precocidas Congeladas

Se obtiene mediante la cocción y congelación rápida. Este producto se puede conservar hasta seis meses al mantenerlo en temperaturas cercanas a $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, es decir, que la aplicación del frío no deja que la papa se deteriore porque se inhiben los procesos de los microorganismos y de las enzimas presentes en el alimento (Prieto et al., 2013).

Según Matta (2019), el producto básico es la papa amarilla precocida en rodajas y prefrita en forma de bastones en presentaciones de empaque termo extraíbles cerrados al vacío, lo que hace que se conserve hasta por 4 meses en congelación.

2.3.4. Harinas de papa

La harina integral de papa tiene un alto valor nutricional y puede considerarse beneficiosa para la salud y el estado físico humanos. Además del uso directo de harina integral de papa, también se puede usar como ingrediente agregado en otros productos alimenticios. Este estudio resume y analiza la tecnología de procesamiento de la harina integral de papa y su aplicación en productos de fideos (Lingling et al., 2018).

2.3.5. El almidón

Es ampliamente aplicado en las industrias farmacéuticas, textil, madera y papel como adhesivo, aglutinante, texturizado y relleno, y por las compañías que perforan pozos petroleros, para lavar los pozos. El almidón de papa es un sustituto 100% biodegradable del poliestireno y se utiliza, por ejemplo, para hacer platos y cubiertos desechables (FAO, 2008).



2.3.6. Desechos o Cáscara de Papa

Es utilizado para la obtención de etanol, por su contenido de almidón apto para la producción de combustibles. Un estudio realizado en New Brunswick, provincia de Canadá productora de papa, calculó que 44 000 toneladas de desechos industriales de la papa podrían producir de 4 a 5 millones de litros de etanol (FAO, 2008).

Los primeros usos que se le hicieron fueron en Europa como pienso para los animales de granja, hasta la actualidad en la federación rusa y países de Europa oriental. El ganado bovino puede recibir hasta 20 kilogramos de papa cruda al día, mientras que los cerdos engordan rápidamente con una alimentación de 6 kilogramos diarios de papa cocida. La papa cortada en trozos y mezclada con el ensilado se cuece al calor de la fermentación (FAO, 2008).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

Este proyecto se llevó a cabo en la Provincia de Carabaya Distrito de Corani de la Región Puno. Los análisis se realizaron en las instalaciones de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial en los laboratorios de Poscosecha y evaluación nutricional de la Universidad Nacional del Altiplano Puno. Los análisis Químicos y Funcionales se realizaron en los laboratorios de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cuzco Facultad de Ingeniería Química.

3.2. MATERIA PRIMA

La materia prima fue adquirida en la localidad de Corani Puno sobre una altura de 3800 msnm. De la Asociación de Productores Agropecuarios Hortofruticultores y Animales Menores Nueva esperanza Aconsaya (PNUD-APAHAMNE). Estos cultivares de papa son:

1. **Yana Lomo.** - Tiene un color aparente de piel morado oscuro, con pulpa de color primario crema y un color secundario morado.
2. **Yana Paqusa.** - Tiene una coloración aparente de piel azul marino negrizca, con un color de pulpa crema amarillenta.
3. **Puka Mama.** - Tiene una coloración aparente externa de piel rojo vivo, con un color de pulpa amarilla.



3.3. MATERIALES Y EQUIPOS

3.3.1. Materiales

- Matraz Erlenmeyer marca Pyrex con capacidad de 25ml, 50ml, 100ml, 500ml, 1000ml.
- Recipientes de acero inoxidable de 10L.
- Probetas marca Pyrex de 100-200ml.
- Termómetro CVQ 10200 Alcohol rojo -10 a 200 °C.
- Vasos precipitados marca Pyrex capacidad de 100-500ml.
- Freidora acero inoxidable marca ASBER, modelo AEF-40-50-S.
- Papel Absorbente.
- Cortador de papa, Rebanador Mandolina.
- Matraces Kjeldahl de 500 ml Pyrex.
- Matraces Erlenmayer de 250 ml Pyrex.
- Otros no mencionados.

3.3.2. Insumos

- Aceite de soya

3.3.3. Equipos

- Balanza analítica modelo ENTRIS 224I 1S marca SARTORIUS fabricación Alemana de Calibración interna Legibilidad 0.0001g Capacidad de pesada 220g.
- Horno eléctrico THOMAS TH-25N01.
- Espectrofotómetro Génesis 20 Thermo Electrón.
- Espectrofotómetro Absorción Atómica Varían AA240FS.



- Texturómetro Brookfield Engineering Modelo CT3.
- Espectrocolorímetro Minolta (CM-3600d).
- Cámara digital D7000 4F–SDX con objetivo micro Nikkor 40 mm marca Nikon.
- Unidad de digestión y destilación Kjeldahl.
- Aparato de extracción Soxhlet.
- Horno Mufla M-104.
- Otros no mencionados.

3.3.4. Reactivos

- Ácido gálico para síntesis masa molar 170.12 g/mol.
- Reactivo del fenol según Folin-Ciocalteu
- 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazil (DPPH).
- Zinc Standard Solution 1000 mg/L as Zn (NIST), 100 mL.
- Iron standad solution 0,5 mol/l 1000 mg/l Fe.
- Ácido sulfúrico (98%), libre de Nitrógeno.
- Solución de ácido sulfúrico 0.255N.
- Solución de hidróxido de sodio 0.313N, libre de carbonato de sodio.
- Alcohol etílico al 96% (V/V).
- Éter de petróleo >50 °C (1013 hPa) densidad 0.666 g/cm³ (15 °C).
- Solución de ácido clorhídrico al 1% (V/V).
- Solución de hidróxido de sodio al 40 %.
- Solución de hidróxido de sodio 0.1N.
- Solución de hidróxido de sodio 0.25N.
- Solución indicadora de rojo de metilo; disuelva 0.3 g de rojo de metilo en 100 ml de etanol (95–96 % V/V).



- Solución indicadora rojo de metilo-azul de metileno; (a) 0.2g de rojo de metilo en 100ml de etanol (95–96 % V/V) y (b) 0.1g de azul de metileno en 100ml de etanol (95–96 % V/V), mezcle un volumen de (a) con uno de (b).
- Entre otros no mencionados.

3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

En primer lugar, se evaluaron las propiedades funcionales como: Capacidad antioxidante y Polifenoles totales. **En segundo lugar**, se evaluaron de las propiedades fisicoquímicas (Grasa, Proteínas, Carbohidratos, fibra cruda, humedad, cenizas y minerales (Fe, Zn, K). **En tercer lugar**, se evaluaron las propiedades de Imagen estructural, color y textura en las hojuelas obtenidos a partir de papas nativas.

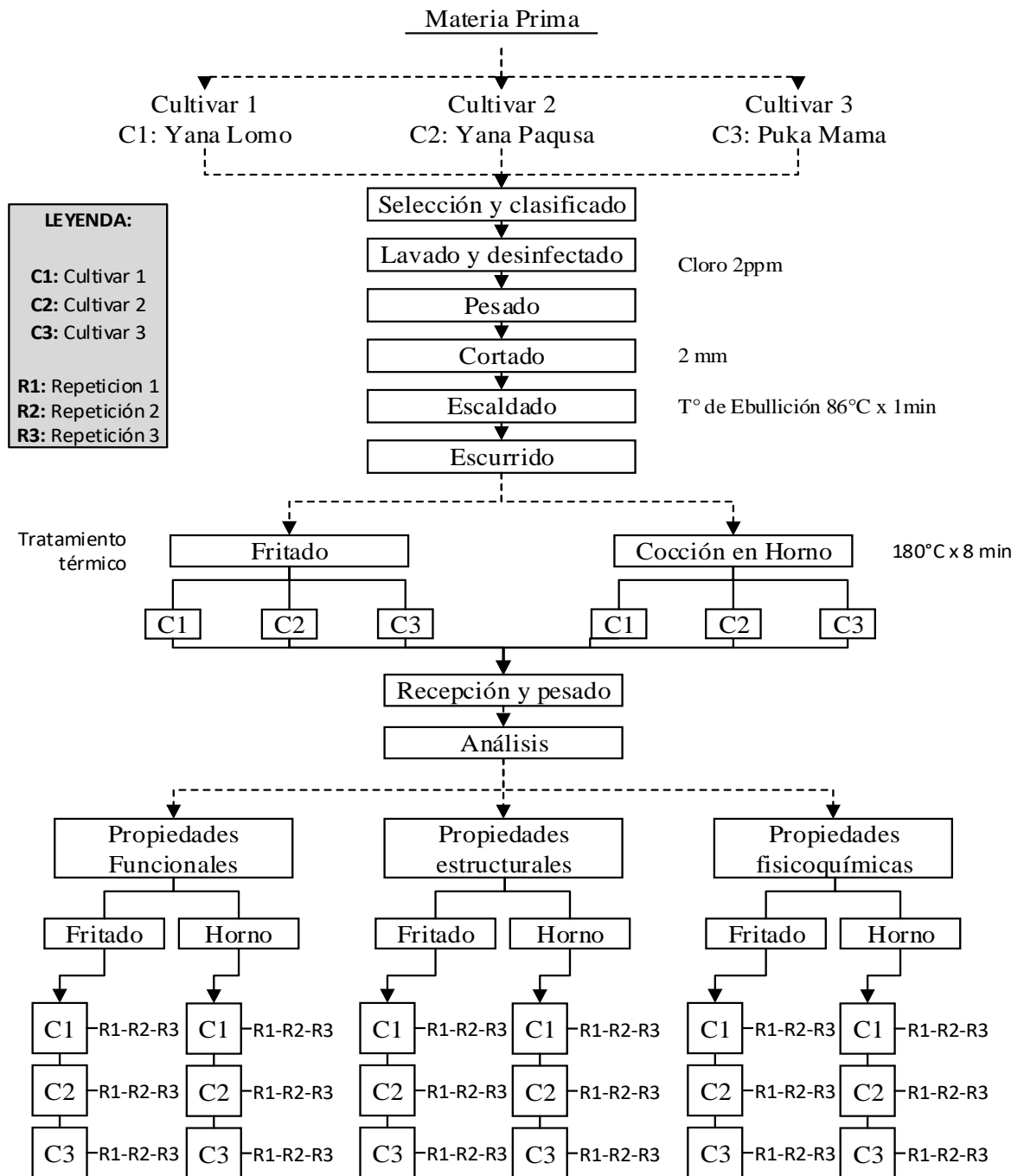


Figura 6, Diagrama de operaciones para elaboración de hojuelas de papa nativa.

- a. **Materia Prima:** Se utilizaron materia prima de cultivar Yana Lomo, Yana Paqusa y Puka Mama, con 30 días de cosecha que fueron conservadas en condiciones ambientales y en promedio de 8°C y 12°C.



- b. **Selección y clasificado:** En esta etapa se seleccionaron las tres cultivares de papas nativas, cada cultivar según tamaño que sirvieron como muestras desde 3 a 4 mm de anchura y de 4 a 5 mm de altura respectivamente.
- c. **Transporte:** Todos estos cultivares de papas nativas y fueron transportadas en cajas de cartón de doble corrugado para evitar la fricción y daños físicos.
- d. **Lavado y desinfectado:** En esta etapa se realizó el lavado en agua potable con la finalidad de extraer toda la tierra que trae consigo, así mismo se realiza el desinfectado con solución de coloro a 2ppm.
- e. **Pesado:** En esta etapa se pesaron 200 gramos de papas nativas que servirán de muestras para someter al proceso o cocción.
- f. **Cortado:** El proceso del cortado se realizó con una rebanadora o chifleadora cuyo espesor de cada hojuela será de 2mm (Pajar, 2008).
- g. **Escaldado:** En esta etapa se realizó el tratamiento en una olla acero inoxidable, en donde las hojuelas se someten a una temperatura de ebullición de (60°C) durante 1 minuto, con referencia a los trabajos realizados por (Yaranga, 2019).
- h. **Ecurrido:** Esta etapa se realizó para retirar el agua impregnada en las rebanadas de papa escaldada.
- i. **Tratamiento térmico:** En esta etapa el trabajo se realizó por separado, una por el método de fritura en una freidora a temperatura de 180°C de 4-8min según el trabajo realizado por Pajar, (2008). y otra por el método de cocción en horno, según Yazuma & Pilco (2018), sometidas a temperaturas 180°C a un tiempo prudente de 4-8min tal como se recomienda en la NTP 2018.
- j. **Recepción y pesado:** Después del tratamiento térmico se realizó la respectiva recepción, en el caso de fritura el producto (Hojuelas) se envolvieron en papel



absorbente con la finalidad de separar el aceite del producto obtenido. Y

finalmente las muestras se almacenaron en envases polietileno.

k. **Análisis:** Los análisis se realizaron mediante la siguiente numeración:

1. Las propiedades funcionales como:

- Capacidad Antioxidantes.
- Polifenoles totales.

2. Las propiedades Fisicoquímicas como:

- Análisis de Grasa.
- Análisis de Proteínas.
- Análisis de Carbohidratos.
- Análisis de cenizas.
- Análisis de fibra cruda.
- Análisis de Humedad.
- Determinación de minerales:
 - Hierro (Fe)
 - Zinc (Zn)
 - Potasio (K)

3. Imagen estructural.

4. Textura.

5. Color.

- Tono (Hue*)
- Colorido o Cromo (Croma*)

3.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS

3.5.1. Determinación de Capacidad Antioxidante

Se realizó mediante el método de espectrofotometría visible con radical DPPH que se basa en la absorbancia del radical DPPH• 100 µM (3,9 ml) disuelto en etanol al 80%, a longitud de onda de 517 nm. Se añade 0,1 mL de la muestra o patrón, la mezcla se homogeniza cuidadosamente y se mantiene en la oscuridad durante 30 minutos (Kuskoski et al., 2005). Las medidas de absorbancia a 517 nm se realizan antes de añadir la muestra (A0) y pasados los 30 - 60 minutos (Af). La concentración de DPPH• en el medio de reacción se calcula a partir de una curva de calibrado obtenida por regresión lineal. Los resultados se expresan en TEAC, o sea, actividad equivalente a Trolox (µM/g de muestra peso fresco). El antioxidante sintético de referencia Trolox, a una concentración de 0,08-1,28 mM en disolución de metanol al 80%, se ensaya en las mismas condiciones, expresándose los resultados en TEAC y VCEAC (Kuskoski et al., 2005).

Los resultados obtenidos en la determinación de actividad antioxidante fueron expresados mediante el Coeficiente de Inhibición al 50% (CI50 o IC50) en gramos equivalentes Trolox que están presente en 100 gr de muestra.

$$\% \text{ de captación DPPH} * \frac{A \text{ inicial} - A \text{ final}}{A \text{ inicial}} \times 100 \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

A inicial = la absorbancia de control a tiempo 0 min. **A final** = la absorbancia del antioxidante a tiempo 10 min Yen & Duh, (1994), citado por (Bojorquez, 2016).

El % de captación DPPH* es proporcional a la concentración de antioxidantes, y la concentración que provoca una disminución en la concentración inicial de DPPH*.

Muchos antioxidantes que reaccionan rápidamente con los radicales peroxilo pueden reaccionar con lentitud o incluso puede ser inerte al DPPH* debido al impedimento estérico (Bojorquez, 2016).

3.5.2. Determinación de Polifenoles Totales

La determinación se realizó mediante Reactivo de Folin-Ciocalteu según Singleton et al., (1999) después extracción en una mezcla de disolventes que comprende metanol / agua (70:30, v/v). Brevemente, se pesaron 0,5 g de muestra, añadidos a 20 mL de esta mezcla y se extrae a velocidad 4 durante 1 min en un homogeneizador, mientras se enfría en hielo y luego se filtra a través de papel de filtro. Se midió la absorbancia a 750 nm usando un espectrofotómetro. Los resultados se expresaron en mg de catequina/muestra de 100g(DW) (Pugliese et al., 2013), como también Huang et al. (2015), utiliza el método descrito por (Kao et al., 2012). Por lo tanto, la cuantificación se basó utilizando un estándar Acido Gálico, expresa los miligramos en equivalentes de Ácido Gálico que están presente en 100 g de muestra.

3.5.3. Evaluación de estructura mediante Imágenes

La toma de imagen se realizó con una Cámara digital D7000 4F-SDX con objetivo micro Nikkor 40 mm marca Nikon. La imagen se inserta al software Corel Photo-Paint X8 (64 Bit) mediante un retoque y corrección de color. Inicialmente los diámetros de las imágenes son de 42.1742 cm x 27.957cm, luego son cortadas a diámetros de 120.0mm x 80.0mm y posteriormente ajustadas en 902.0mm x 60.00mm en las imágenes que se muestran a continuación. La profundidad de color de realiza de la siguiente forma: Se programa la temperatura de color = 8,730, Tono = -21, saturación = 0, Exposición 0.0, Brillo = 80, Sombra= 100.

3.5.4. Determinación de textura

La determinación de textura se realizó siguiendo el método instrumental según Steffe (1996) citado por castillo y los datos fueron obtenidos con un texturómetro CT3 BROOKFIELD diseñada para determinar la fuerza de fractura de alimentos en este caso los snacks de papa nativa en hojuelas (Castillo, 2017).

Se introduce los datos con las siguientes características: El gatillo de 500g, La deformación de 0.1mm, La velocidad 5 mm/s.

3.5.5. Determinación de color

Se utilizó un colorímetro modelo SCO, a escala CIE, a y b en dónde L mide el brillo de la superficie, a representa la intensidad del color verde y rojo y b la intensidad del color azul y amarillo. Con los valores de a y b se calculó croma (C*) y el ángulo de tono (Hue*)(Castillo, 2017).

$$C^* = (A^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad ; \quad \text{Hue}^* = \left[\text{arc. tg} \left(\frac{b^*}{a^*} \right) \right] * \left(\frac{180}{\pi} \right)$$

Dónde:

C*: Croma

Hue*: Ángulo de tono

a*: Tendencia del color al rojo (positivo) o al verde (negativo).

b*: Tendencia del color al amarillo (positivo) o al azul (negativo).

Para mostrar los colores CIELab, son introducidas en un aplicativo Android (Color Analysis) donde el medidor convierte los datos CIE L a* b* a RGB, HEX, XYZ calculando la cromaticidad y el ángulo de tono.



3.5.6. Análisis Fisicoquímico

En esta etapa de análisis se tomaron 3 muestras de productos obtenidos con mayor rendimiento en la producción y con mayor aceptabilidad en el proceso de elaboración de snacks de papa.

Tabla 2. Métodos adaptados para el análisis químico

| Análisis | Método |
|---------------|--|
| Humedad | NTP 205.037 |
| Proteínas | AOAC 955.04 |
| Grasa | AOAC 920.39 |
| Cenizas | AOAC 942.05 |
| Fibra | AOAC 962.09 |
| Carbohidratos | Diferencia |
| Potasio | Colorimétrico con cobalnitrito de sodio. |

Fuente: Departamento Académico de Química, Análisis químico UNSAAC-CUZCO

Tabla 3. Métodos de análisis espectrofotométrico

| Análisis | Método |
|----------|--|
| Hierro | Espectrofotómetro de absorción atómica Varían AA240FS longitud de onda 248.3 nm. |
| Zinc | Espectrofotómetro de absorción atómica Varían AA240FS longitud de onda 213.9 nm. |

Fuente: Departamento Académico de Química, Análisis de Cromatográfico y espectrometría UNSAAC-CUZCO

3.6. DISEÑO ESTADÍSTICO

El método estadístico se realizó mediante el diseño completamente aleatorio (DCA) con arreglo factorial de $2 \times 3 \times 3$ teniendo como factor A=Tratamientos (T1, T2, T3), factor B=Cultivares de Papa Nativa (C1, C2 y C3) y cada uno de los análisis con tres repeticiones. Para determinar las posibles diferencias entre los tratamientos, se realiza un análisis de varianza (ANOVA) con un 95% de significancia y la prueba de Tukey (HDS) para determinar las posibles diferencias entre los tratamientos para lo cual se utiliza el software STATGRAPHICS. El cuadro de diseño experimental se ilustra en el Anexo 1.

1. Variables de estudio

- Tratamientos: T1=Fresca, T2=Cocción por fritura, T3=Cocción en horno.
- Cultivares: C1=Yana lomo, C2=Yana Paqusa, C3=Puka mama.

2. Variables de respuesta

► Propiedades fisicoquímicas y funcionales

- | | |
|-----------------|------------------------------|
| ▪ Proteínas | ▪ Zinc |
| ▪ Grasa | ▪ Potasio |
| ▪ Carbohidratos | ▪ Capacidad antioxidante |
| ▪ Fibra cruda | ▪ Polifenoles totales |
| ▪ Humedad | ▪ Estructura mediante imagen |
| ▪ Cenizas | ▪ Textura |
| ▪ Hierro | ▪ Color |

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

En la figura 7, se demuestra la inhibición de radicales libres DPPH mediante las interacciones de las medias entre los Tratamientos (Fresco, Frito y Horneado) y Cultivares de Papa Nativa (Yana Lomo, Yana Paqusa y Puka Mama), respectivamente.

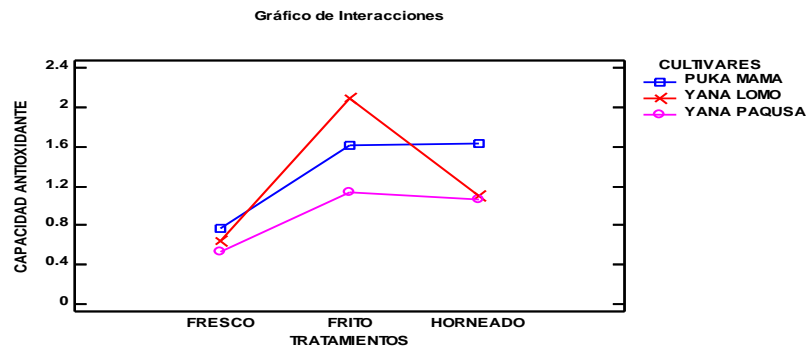


Figura 7. Capacidad Antioxidante en Papas Nativas Frescas, Fritas y Horneadas

En el anexo 16, El ANOVA descompone la variabilidad de Capacidad Antioxidante en contribuciones debidas a varios factores. Realizado con 95% de nivel de confianza se deduce que hay diferencia altamente significativa para efectos principales como Tratamientos (T1, T2, T3) y Cultivares (C1, C2, C3).

Tabla 4. Prueba de Medias Tukey HSD para Capacidad Antioxidante por Tratamiento

| Tratamiento | Casos | Media ls (%) | Sigma ls | Grupos homogéneos |
|--------------|-------|--------------|-----------|-------------------|
| 1 (Fresco) | 15 | 0.646587 | 0.0264189 | a |
| 3 (Horneado) | 15 | 1.26746 | 0.0264189 | b |
| 2 (Frito) | 15 | 1.61346 | 0.0264189 | c |

Tabla 5. Prueba de Medias Tukey HSD para Capacidad Antioxidante por Cultivar

| Cultivar | Casos | Media ls (%) | Sigma ls | Grupos homogéneos |
|-----------------|-------|--------------|-----------|-------------------|
| 2 (Yana Paqusa) | 15 | 0.911327 | 0.0264189 | a |
| 1 (Yana Lomo) | 15 | 1.27869 | 0.0264189 | b |
| 3 (Puka Mama) | 15 | 1.33749 | 0.0264189 | b |

Así mismo las interacciones AB demuestran diferencias altamente significativas. Entre las tablas 4 y 5, las medias entre los tratamientos 1, 2, 3 tienen diferencias significativas, teniendo a la media más alta el tratamiento 2 con 1.61%, seguido por el tratamiento 3 con 1.27% y el tratamiento 1 siendo inferior con 0.65%. Los cultivares 1 y 3 con valores (1.28%, 1.34%) son homogéneos y mayor a la media del cultivar 2 con valor de 0.91%.

Por lo tanto, para describir cual Tratamiento y Cultivar es superior en Capacidad Antioxidante, las medias del tratamiento mediante el Horneado tienen mejor capacidad de reducción de radicales DPPH por encima del Fritado con el Cultivar Yana Paqusa, así mismo también demuestra que existe un incremento sobre su estado fresco. tal como se ilustra en la figura 7.

Para efectos de comparación aquella muestra que tiene el menor valor IC50 es la que posee una mejor actividad antioxidante (Guija et al., 2015). Estos resultados se comparan con Oña (2015), donde determina la capacidad antioxidante en papas nativas fresca y cocción, utilizando el método ABTS+ y DPPH. Después de la cocción muestran un incremento de capacidad antioxidante haciendo una relación de sus resultados con el tratamiento térmico con posible liberación de compuestos antioxidantes enzimáticos y no enzimáticos que no fueron cuantificados. También Soto et al. (2014), demostraron que las papas en tratamientos de cocción con y sin cascara lograron inhibir la formación de



los radicales libres siendo la variedad aceituna cruda y con cáscara la que presentó mayor capacidad antioxidante una concentración de 60 mg/ml, con porcentaje de inhibición 74.72% y un coeficiente de inhibición al 50% de 1.70%, constituidos y como una buena fuente alimenticia con potencial antioxidante. Además, demuestran que el tratamiento por hervido es la que menos afecta y tiene mayor resistencia a la degradación térmica de su capacidad antioxidante (Barragan & Aro, 2017).

Por otro lado Cerron (2012), menciona que el mejor método de cocción por el método de horneado supera en cantidad a la muestra cruda con 1,91% y la menor capacidad antioxidante reporta el tratamiento por fritura. Y Llanos (2009), estudia las propiedades antioxidantes de la papa en donde resultan que las papas con cascara presentan mayor porcentaje de reducción del radical DPPH*, entre ellas las papas rosadas sin cascara tiene mayor capacidad de reducción del radical DPPH*. También Ramos (2013), menciona que la pérdida de antioxidantes durante el calentamiento aumenta la materia seca reduciendo la concentración de los nutrientes en general, es así que las papas nativas cocidas presentan mayor capacidad antioxidante que en estado fresco, que podría relacionarse con el hecho de que el tratamiento térmico podría producir la liberación de compuestos antioxidantes de tipo enzimático y no enzimático que no fueron cuantificados (Moreno et al. 2015). La capacidad antioxidante se incrementa por el método de cocción horneada superando a la cocción por microondas y cocción por sancochado.

Por lo tanto de acuerdo a los aportes de los estudios antecedentes, para este estudio se considera que las papas Nativas tienen una buena capacidad antioxidante, debido a su presencia de pigmentos tanto en la Pulpa como en la piel, especialmente el cultivar Yana Paqusa posee gran cantidad de pigmento en la piel, por otro lado el tratamiento mediante la cocción en Horno es favorable puesto que no es sumergida en soluciones como en

aceite que es el frito, que puede influir ya que en ella es sumergida y pueda ocurrir diluciones y deterioro térmico.

4.2. POLIFENOLES TOTALES

En la figura 8, se representa los Polifenoles Totales mediante las interacciones de las medias entre los Tratamientos (Fresco, Frito y Horneado) y Cultivares de Papa Nativa (Yana Lomo, Yana Paqusa y Puka Mama), respectivamente.

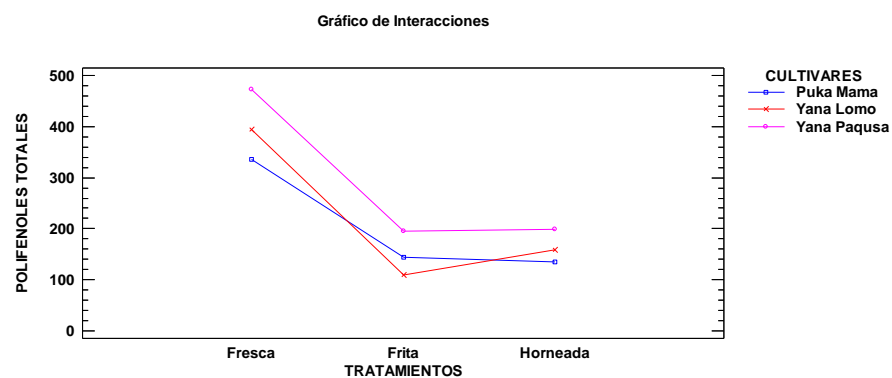


Figura 8. Polifenoles Totales en Papas Nativas Frescas, Fritas y Horneadas

En el anexo 17, el ANOVA descompone la variabilidad de Polifenoles Totales en contribuciones debidas a varios factores. Realizado con 95% de nivel de confianza se deduce que hay diferencia altamente significativa para efectos principales como Tratamientos (T1, T2, T3) y Cultivares (C1, C2, C3).

Tabla 6. Prueba de Medias Tukey HSD para Polifenoles Totales por Tratamiento

| Tratamiento | Casos | Media LS (mg/100g) | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|--------------|-------|--------------------|----------|-------------------|
| 2 (Frita) | 9 | 149.866 | 2.32409 | a |
| 3 (Horneada) | 9 | 164.177 | 2.32409 | b |
| 1 (Fresca) | 9 | 400.722 | 2.32409 | c |

Tabla 7. Prueba de Medias Tukey HSD para Polifenoles Totales por Cultivar

| Cultivar | Casos | Media LS (mg/100g) | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|-------|--------------------|----------|-------------------|
| 3 (Puka Mama) | 9 | 205.541 | 2.32409 | a |
| 1 (Yana Lomo) | 9 | 220.617 | 2.32409 | b |
| 2 (Yana Paqusa) | 9 | 288.607 | 2.32409 | c |

Las interacciones AB demuestran diferencias altamente significativas. De las tablas 6 y 7, el tratamiento 1 tiene media más elevada seguido por el tratamiento 3 con respecto a la media inferior del tratamiento 2 con un valor de 149.866mg/100g. Y las medias entre los cultivares 1, 2, 3 son significativamente diferentes de otras, teniendo a la media más alta el cultivar 2 288.607mg/100g seguido por el cultivar 1 220.617mg/100g y finalmente el cultivar 3 con un nivel de 205.541mg/100g.

Por lo tanto, el tratamiento aplicado mediante la cocción en horno tiene mayor contenido de Polifenoles Totales, pero no mayor a su estado fresco, y en cuanto a Cultivares el Yana Paqusa muestra superioridad ante otros Cultivares tal como se demuestra en la figura 8.

En comparación con los resultados de Peña (2015), los flavonoides y fenoles totales varían de forma significativa, por lo tanto, los compuestos fenólicos en las papas tienen una actividad hidrofílica, donde estos compuestos pueden actuar en mecanismos como captadores de radicales libres como ABTS y FRAP o en la trascendencia de electrones FRAP. Además Barragán & Aro (2017), determinan que la papa pigmentada presentaron mayor cantidad de polifenoles totales. También describieron que existe una disminución de contenido de polifenoles totales mediante el proceso de fritura. Cerron (2012), reporta que el contenido de compuestos fenólicos de papa obtenida mediante el proceso de cocción en horno es superior a la muestra cruda y siendo el de menor cantidad

el método de cocción en horno por fritura. M. S. Ramos (2013), también indica que el tratamiento por el método de cocción por sancochado reduce los compuestos fenólicos en relación a las papas frescas en las dos Cultivares de papas trabajadas, donde también demuestra que el proceso de cocción en horno es superior a los demás procesos y Cultivares. Los fenoles en muestras cocidas demuestran ser mayores que en crudo (245,2 -524,8 y 161,6 - 442,7 mg de ácido gálico/100 g BS) respectivamente (Lasso et al. 2018).

Podemos agregar que las Papas Nativas estudiadas tienen pigmentación y esto hace que se encuentren en ellas una considerable presencia de Polifenoles Totales, y el proceso de cocción en Horno es favorable puesto que no se utilizan otros agentes más que el mismo calor generado por la misma.

4.3. PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS

4.3.1. Proteínas

En la figura 9, se muestran el contenido de Proteínas expresadas en Porcentajes mediante las interacciones de las medias entre los Tratamientos (Fresco, Frito y Horneado) y Cultivares de Papa Nativa (Yana Lomo, Yana Paqusa y Puka Mama), a continuación.

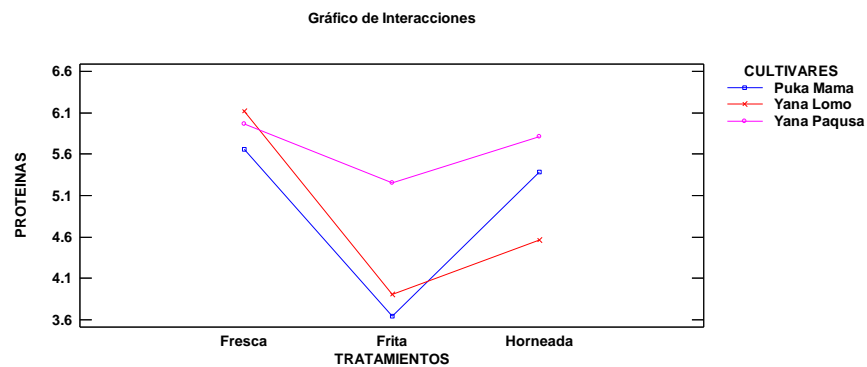


Figura 9. Contenido Proteico de Papas Nativas Frescas, Fritas y Horneadas

En el anexo 18, el ANOVA realizado con 95% de nivel de confianza deduce que hay diferencia altamente significativa para efectos principales como Tratamientos (T1, T2, T3) y Cultivares (C1, C2, C3).

Tabla 8. Prueba de Medias Tukey HSD para Proteínas por Tratamiento

| Tratamientos | Casos | Media LS (%) | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|--------------|-------|--------------|----------|-------------------|
| 2 (Frita) | 9 | 4.27111 | 0.051791 | a |
| 3 (Horneada) | 9 | 5.25556 | 0.051791 | b |
| 1 (Fresca) | 9 | 5.91 | 0.051791 | c |

Tabla 9. Prueba de Medias Tukey HSD para Proteínas por Cultivar

| Cultivar | Casos | Media LS (%) | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|-------|--------------|----------|-------------------|
| 1 (Yana Lomo) | 9 | 4.86222 | 0.051791 | a |
| 3 (Puka Mama) | 9 | 4.89667 | 0.051791 | a |
| 2 (Yana Paqusa) | 9 | 5.67778 | 0.051791 | b |

En las tablas 8 y 9, los tratamientos 1,2,3 tienen diferencias estadísticamente significativas, haciendo de la media más alta es la del tratamiento 1 con 5.91% seguido por 3 con 5.25% y por encima del tratamiento 2 con un valor de 4.27%. Y se demuestra que la media del cultivar 2 es alto con un valor de 5.68% por encima de los cultivares 1 y 3 con niveles (4.86%, 4.90%) que son homogéneos.

Por lo tanto, de acuerdo a la figura 9, podemos afirmar que el tratamiento que más afecta en cuanto a contenido de Proteínas es mediante la fritura y siendo así mayor en proteínas la cocción en Horno, pero no en cuanto a su estado Fresco. Y el Cultivar Yana Paqusa lidera con alto contenido Proteico, superando al Yana Lomo y Puka Mama.



Comparando con los demás estudios, el valor de la proteína no se afectó al cocinar la papa, excepto en la variedad Uvilla donde se encontró una reducción del 0.5%. El contenido de proteína en las variedades Tushpa y Uvilla fue similar al reportado en ecotipos de papas Chaucha Holandesa y Santa Rosa que presentan valores de 2.4% y 2.6%. El contenido de Proteína en las variedades Yana Shungo, Puca Shungo y Leona Negra fue mayor luego de la cocción respectivamente (Moreno et al., 2015). Asimismo Suárez et al. (2004), nos dice que se producen incrementos del contenido en proteínas en función del tipo de cocinado, sobre todo en el asado cuya ganancia porcentual de proteínas (25%). Las proteínas de la papa son particularmente ricas en lisina, mientras que los aminoácidos que contienen azufre son el factor limitante de la calidad de la proteína. Las proteínas coaguladas por calor tienen una solubilidad muy baja y propiedades funcionales pobres (Ralet & Gueguen, 1999). La composición fisicoquímica de papas criollas *Solanum tuberosum* (Phureja), en el contenido proteínas tienen de 6,95% - 1,38% en papas frescas (Cerón-Lasso et al., 2018). La patatina se desestabiliza térmicamente a temperaturas superiores a 28 + °C (Pots et al., 1998).

Así mismo para este trabajo, el tratamiento que menos afecta en sus composiciones de proteínas en el método de Horneado, y el alto contenido de las mismas puede deberse a que la producción es Orgánica además de sus características Nativas, diferente a las Variedades de papa que van para de uso industrial que suelen tener una producción y desarrollo forzado.

4.3.2. Grasa

En la figura 10, se presenta el contenido porcentual de Grasa mediante las interacciones de las medias entre los Tratamientos (Fresco, Fritado y Horneado) y Cultivares de Papa Nativa (Yana Lomo, Yana Paqusa y Puka Mama), a continuación.

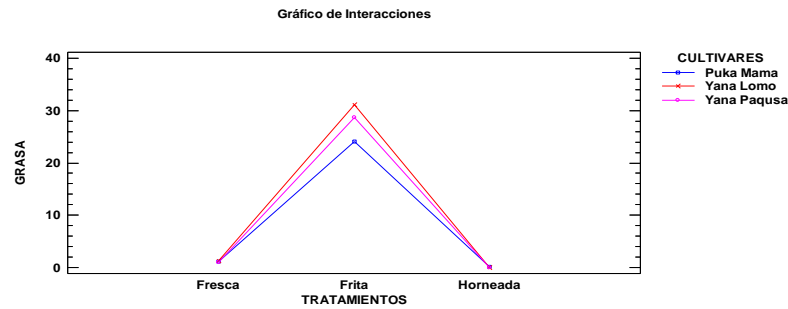


Figura 10. Contenido Graso en Papas Nativas Frescas, Fritas y Horneadas

En el anexo 19, el ANOVA realizado con 95% de nivel de confianza deduce que hay diferencia altamente significativa para efectos principales como Tratamientos (T1, T2, T3) y Cultivares (C1, C2, C3).

Tabla 10. Prueba de Medias Tukey HSD para Grasa por Tratamiento

| Tratamiento | Casos | Media LS (%) | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|--------------|-------|--------------|----------|-------------------|
| 3 (Horneada) | 9 | 0.0311111 | 0.037696 | a |
| 1 (Fresca) | 9 | 1.07667 | 0.037696 | b |
| 2 (Frita) | 9 | 27.9789 | 0.037696 | c |

Tabla 11. Prueba de Medias Tukey HSD para Grasa por Cultivar

| Cultivar | Casos | Media LS (%) | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|-------|--------------|----------|-------------------|
| 3 (Puka Mama) | 9 | 8.43889 | 0.037696 | a |
| 2 (Yana Paqusa) | 9 | 9.85444 | 0.037696 | b |
| 1 (Yana Lomo) | 9 | 10.7933 | 0.037696 | c |

Entre las interacciones A y B de las tablas 10 y 11 demuestran diferencias estadísticamente significativas. Las medias entre los cultivares 1, 2 y 3 tienen diferencias estadísticamente significativas, teniendo al tratamiento 2 con media 27.98% seguido por el tratamiento 1 con 1.08% superando la media del tratamiento 3 con valor 0.03%. Y los



cultivares 1, 2, 3 tienen diferencias estadísticamente significativas, siendo mayor la media del cultivar 1 con 10.79% seguido por la media del cultivar 2 con 9.85% y finalmente el cultivar 3 con 8.44%.

Podemos decir que el Tratamiento mediante la Fritura (27.98%), tiene gran proporción de grasa en cambio la cocción en Horno es mucho menor a su estado Fresco. Así mismo el Cultivar Yana Lomo presenta mayor cantidad de Grasa.

Estos resultados comparados con los estudios como Galliard (1973) donde menciona que el contenido total de lípidos fue similar para todos los Cultivares (aprox. 0.1% del peso fresco) y no se observaron diferencias significativas entre Cultivares en el individuo componentes lipídicos. Además Zhang et al.(2018), mencionan que la absorción de aceite durante la fritura son un fenómeno complejo y la forma en que el aceite se infiltra en sus muestras de estudio aún no está clara, los resultados mostraron que el contenido de aceite total y aceite estructural de las papas fritas aumentó con el aumento del tiempo de fritura, y alcanzando hasta 40.44% y 6.44% a los 2 minutos, respectivamente. La absorción de aceite estuvo estrechamente relacionada con las propiedades de los poros, el volumen total de poros y la porosidad de las papas fritas aumentaron, pero la densidad aparente disminuyó durante los primeros 8 minutos, que permanecieron constantes a 1,63 ml g⁻¹, 0,42 g mL⁻¹ y 68,7% durante 8-12 min. Además (Gonçalves et al., 2011) aclararon en su trabajo recalcando que hoy en día la mayoría de las papas fritas se producen utilizando aceites con alto contenido en ácidos grasos insaturados, que puede considerarse más saludable desde el punto de vista nutricional. Sin embargo, algunas marcas de patatas fritas todavía usan aceite de palma o una mezcla de aceite de palma y otras grasas / aceites, que son muy ricos en ácidos grasos saturados. Las papas a la francesa y las hojuelas de papa, freírlas en aceite caliente (de 140°C a

180°C) produce una gran absorción de grasa y reduce mucho el contenido de minerales y ácido ascórbico.

Evidentemente la absorción de aceite es notoria en la fritura, pero depende también del tipo de estructura en la pulpa del Cultivar, tal como se nota en el Yana Lomo que posee una mayor porosidad y este absorbe mayor cantidad de Grasa, pero en la cocción en Horno es totalmente aislado del aceite y lo que contienen son propios de los cultivares.

4.3.3. Carbohidratos

En la figura 11, se presenta el contenido porcentual de carbohidratos mediante las interacciones de las medias entre los Tratamientos (Fresco, Frito y Horneado) y Cultivares de Papa Nativa (Yana Lomo, Yana Paqusa y Puka Mama) respectivamente.

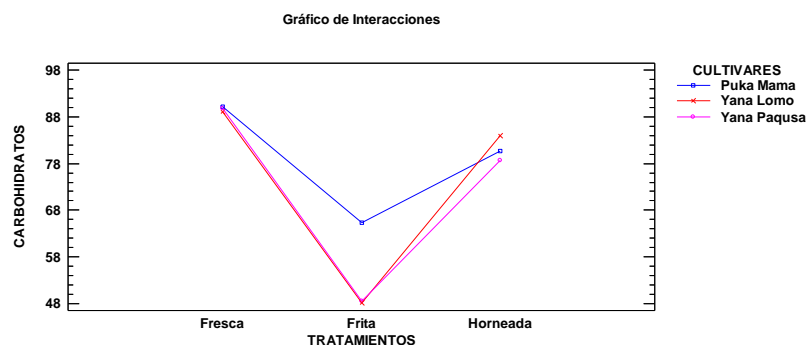


Figura 11. Carbohidratos presentes en Papas Nativas Frescas, Fritas y Horneadas

Del anexo 20, el ANOVA nos dice que los factores sobre los efectos principales como Tratamientos (T1, T2, T3) y Cultivares (C1, C2, C3). tienen un efecto y diferencias estadísticamente significativo sobre Carbohidratos con un 95.0% de nivel de confianza, así como las interacciones A y B.

Tabla 12. Prueba de Medias Tukey HSD para Carbohidratos por Tratamiento

| Tratamiento | Casos | Media LS (%) | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|--------------------|--------------|---------------------|-----------------|--------------------------|
| 2 (Frita) | 9 | 54.0944 | 0.131628 | a |
| 3 (Horneada) | 9 | 81.0967 | 0.131628 | b |
| 1 (Fresca) | 9 | 89.6389 | 0.131628 | c |

Tabla 13. Prueba de Medias Tukey HSD para Carbohidratos por Cultivar

| Cultivar | Casos | Media LS (%) | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|--------------|---------------------|-----------------|--------------------------|
| 2 (Yana Paqusa) | 9 | 72.3611 | 0.131628 | a |
| 1 (Yana Lomo) | 9 | 73.7678 | 0.131628 | b |
| 3 (Puka Mama) | 9 | 78.7011 | 0.131628 | c |

De las tablas 12 y 13, las medias de los tratamientos 1, 2, 3 tienen diferencias estadísticamente significativas, siendo en mayoría el tratamiento 1 con un valor medio de 89.64% seguido por el tratamiento 3 con 81.10%, al final el tratamiento 2 con 54.10%. Y los cultivares 1, 2, 3 son diferentes estadísticamente, poniendo como superior al cultivar 3 con 78.70%, posteriormente el cultivar 1 con 73.77% por encima del cultivar 2 que tiene una media de 72.36%.

Por lo tanto, los carbohidratos presentes en Tratamiento mediante la Fritura son menores a la cocción en Horno, en cambio en su estado fresco tiene un alto contenido, respecto al Horneado y Fritado. A su vez el cultivar con mayor contenido de carbohidratos es la Puka Mama.

Estos resultados son comparados con los demás estudios, y se describen que en papas el almidón representa 65 a 89% del peso en base seca y es calóricamente el componente nutricional más importante. En papa cruda, el almidón se presenta como gránulos microscópicos con forma elipsoidal. La composición del almidón es de

aproximadamente 21% de amilasa, 75% de amilopectina, 0,1% de lípidos, 0,1% de proteína y 0,08% de fósforo (Anderson, 1994). De hecho, se ha informado que las papas son más saciantes que otros carbohidratos con almidón, como la pasta y el arroz, lo que puede ayudar a mantener el peso (Robertson et al., 2018). Además Cerón-Lasso et al., (2018). Con su estudio de 21 genotipos de papas criollas *Solanum tuberosum* (Phureja), determinan el contenido fisicoquímico, donde mostró variaciones de azúcares totales BH 16,38%-23,67% y almidón 14,44% - 22,4% en los genotipos significativas en muestra cruda.

4.3.4. Cenizas

En la figura 12, se presenta el contenido de Cenizas mediante las interacciones de las medias entre los Tratamientos (Fresco, Frito y Horneado) y Cultivares de Papa Nativa (Yana Lomo, Yana Paqusa y Puka Mama) respectivamente.

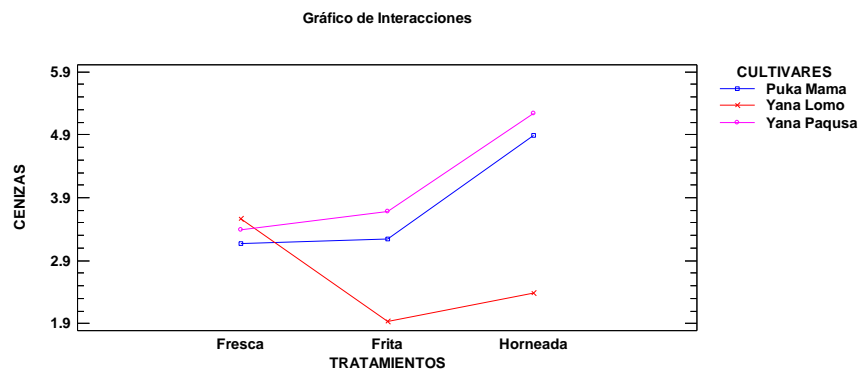


Figura 12, Contenido de Cenizas en Papas Nativas Frescas, Fritas y Horneadas

El anexo 21, ANOVA nos dice que los factores sobre los efectos principales como Tratamientos (T1, T2, T3) y Cultivares (C1, C2, C3). tienen un efecto y diferencias estadísticamente significativo sobre Cenizas con un 95.0% de nivel de confianza, así como las interacciones A y B.

Tabla 14. Prueba de Medias Tukey HSD para Cenizas por Tratamiento

| Tratamiento | Casos | Media LS (%) | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|--------------------|--------------|---------------------|-----------------|--------------------------|
| 2 (Frita) | 9 | 2.95444 | 0.0422417 | a |
| 1 (Fresca) | 9 | 3.37556 | 0.0422417 | b |
| 3 (Horneada) | 9 | 4.17333 | 0.0422417 | c |

Tabla 15. Prueba de Medias Tukey HSD para Cenizas por Cultivar

| Cultivar | Casos | Media LS (%) | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|--------------|---------------------|-----------------|--------------------------|
| 1 (Yana Lomo) | 9 | 2.62778 | 0.0422417 | a |
| 3 (Puka Mama) | 9 | 3.77333 | 0.0422417 | b |
| 2 (Yana Paqusa) | 9 | 4.10222 | 0.0422417 | c |

De las tablas 14 y 15, las medias son diferentes estadísticamente significativas entre los tratamientos por encima al tratamiento 3 con 4.17% seguido por el tratamiento 1 con 3.37% y finalmente el tratamiento 2 con 2.95%. Del mismo modo las medias de los cultivares tienen diferencias estadísticamente significativas, teniendo adelante al cultivar 2 con 4.10%, seguido por el cultivar 3 con valor de 3.77% por encima de cultivar 1 con su valor 2.63%. Así concretamos que el Tratamiento mediante el Horneado tiene fuerte contenido de Cenizas con el cultivar Yana Paqusa, con respecto a otros Cultivares.

Cerón et al., (2018), en su estudio de 21 genotipos de papas criollas *Solanum tuberosum* (Phureja), determinan el contenido fisicoquímico, donde mostró variaciones de cenizas 0,96% - 2,56% en los genotipos significativas en muestra cruda. Obregón & Repo (2013), menciona sobre la importancia de comprender la influencia de las condiciones de procesamiento, las muestras secas, en gramos por ciento presentaron cenizas de 2,23% a 3,79% Suárez et al., (2004), Cuando los resultados de cenizas se expresan en materia fresca se producen incrementos significativos ($p < 0,05$) de la

concentración con respecto al tubérculo fresco en los tratamientos de asado y fritura, destacando este último tratamiento (58% de incremento respecto del valor de la patata cruda) por ende, con respecto a las cenizas, se produce una ganancia porcentual que llega a ser del 58% en la fritura, mientras que en las patatas cocidas en agua se producen pérdidas del 33%.

4.3.5. Fibra

En la figura 13, se presenta el contenido de Fibra mediante las interacciones de las medias entre los Tratamientos (Fresco, Frito y Horneado) y Cultivares de Papa Nativa (Yana Lomo, Yana Paqusa y Puka Mama) respectivamente.

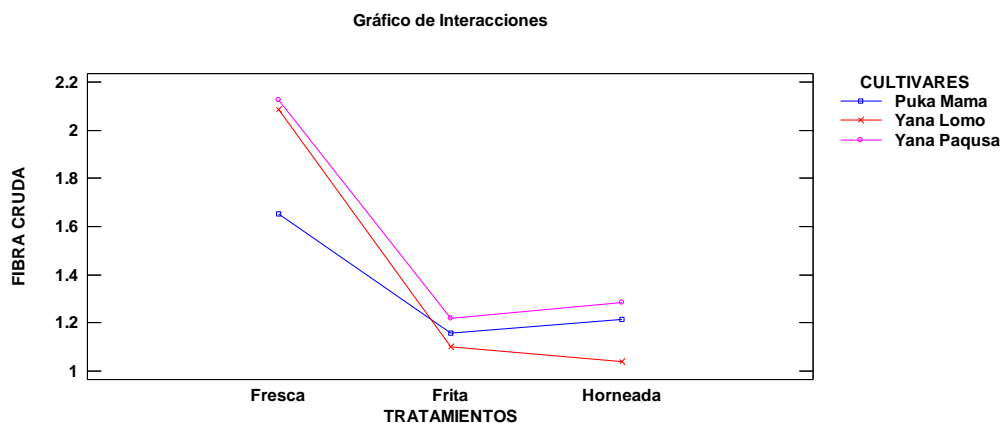


Figura 13. Contenido de Fibra en Papas Nativas Frescas, Fritas y Horneadas

El anexo 22, del ANOVA con confianza de 95% nos dice que los factores sobre los efectos principales como Tratamientos (T1, T2, T3) y Cultivares (C1, C2, C3). tienen un efecto y diferencias estadísticamente significativas, así como las interacciones A y B, que descompone la variabilidad de Fibra.

Tabla 16. Prueba de Medias Tukey HSD para Fibra por Tratamiento

| Tratamiento | Casos | Media LS (%) | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|--------------------|--------------|---------------------|-----------------|--------------------------|
| 2 (Frita) | 9 | 1.16 | 0.0452474 | a |
| 3 (Horneada) | 9 | 1.17889 | 0.0452474 | a |
| 1 (Fresca) | 9 | 1.95556 | 0.0452474 | b |

Tabla 17. Prueba de Medias Tukey HSD para Fibra por Cultivar

| Cultivar | Casos | Media LS (%) | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|--------------|---------------------|-----------------|--------------------------|
| 3 (Puka Mama) | 9 | 1.34111 | 0.0452474 | a |
| 1 (Yana Lomo) | 9 | 1.41 | 0.0452474 | bc |
| 2 (Yana Paqusa) | 9 | 1.54333 | 0.0452474 | c |

De las tablas 16 y 17, el tratamiento 1 lidera con 1.95% sobre los grupos homogéneos de tratamientos 2 y 3 con valores (1.18%, 1.95%) que no son diferentes estadísticamente. Se determina que la media del cultivar 2 es diferente estadísticamente y superior con 1.54% a los grupos homogéneos de tratamientos 1 y 3 con valores (1,41%, 1.34%) que no son diferentes estadísticamente.

Dado que, según los reportes de la figura 13, la fibra cruda mediante los tratamientos de Fritura y Horneada no tienen efectos significativos, pero es su estado fresco es superior a ambos tratamientos. Por otro lado, los cultivares Yana Lomo y Puka Mama no son diferentes estadísticamente, pero el cultivar Yana Paqusa demuestra tener mayor cantidad de fibra Cruda con respecto a los demás Cultivares. Por lo tanto, decimos que no hay efectos de los tratamientos sobre el contenido de Fibra en las papas nativas.

Entonces, comparando con Obregón & Repo (2013), donde menciona sobre la importancia de comprender la influencia de las condiciones de procesamiento. Los Cultivares de papas nativas de Cultivares peruanita y amarilla runtus y los Cultivares

huamantanga y huayro, tienen el contenido de materia seca con 22,98 a 31, 80%, presentando relación directa con fibra cruda de 1,48% a 2,33%. Pero Moreno et al., (2015) nos dice que el contenido de fibra se incrementó en todas las variedades una vez aplicado el tratamiento térmico.

4.3.6. Humedad

En la figura 14, se presenta en contenido de Humedad mediante las interacciones de las medias entre los Tratamientos (Fresco, Frito y Horneado) y Cultivares de Papa Nativa (Yana Lomo, Yana Paqusa y Puka Mama) respectivamente.

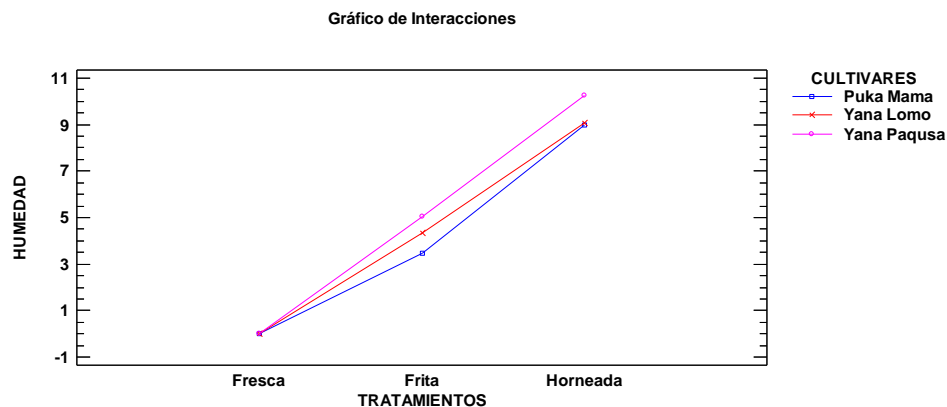


Figura 14. Humedad en las Hojuelas de Papas Nativas Frescas, Fritas y Horneadas

Según el Anexo 25, el ANOVA con una confianza de 95% nos dice que los factores sobre los efectos principales como Tratamientos (T1, T2, T3) y Cultivares (C1, C2, C3). tienen un efecto y diferencias estadísticamente significativas, así como las interacciones A y B, que descompone la variabilidad de Humedad, puesto que 3 valores-P son menores que 0.05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo.

Tabla 18. Prueba de Medias Tukey HSD para Humedad en base seca por Tratamiento

| Tratamiento | Casos | Media LS (%) | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|--------------------|--------------|---------------------|-----------------|--------------------------|
| 1 (Fresca) | 9 | 0 | 0.0153826 | a |
| 2 (Frita) | 9 | 4.29444 | 0.0153826 | b |
| 3 (Horneada) | 9 | 9.43889 | 0.0153826 | c |

Tabla 19. Prueba de Medias Tukey HSD para Humedad por Cultivar

| Cultivar | Casos | Media LS (%) | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|--------------|---------------------|-----------------|--------------------------|
| 3 (Puka Mama) | 9 | 4.15111 | 0.0153826 | a |
| 1 (Yana Lomo) | 9 | 4.47444 | 0.0153826 | b |
| 2 (Yana Paqusa) | 9 | 5.10778 | 0.0153826 | c |

De las tablas 18 y 19, las medias de los tratamientos 1, 2, 3 tienen diferencias estadísticamente significativas, poniendo como el valor más alto al tratamiento 3 con 9.44% seguido por el tratamiento 2 con 4.29% y el tratamiento 1 con valor 0 determina en base seca. Las medias de los cultivares 1, 2, 3 tienen diferencias estadísticamente significativas puesto que el valor más alto lo tiene el cultivar 2 con 5.12% seguido por el cultivar 1 con 4.47%, finalmente el cultivar 3 con un valor de 4.15%.

En tanto la figura 14, se muestra que el tratamiento mediante el fritado reduce el porcentaje de Humedad ante el proceso de Horneado, y la fresca en base seca demuestra el mínimo equivalente a cero. Por otro lado, el cultivar Yana Paqusa tiene mayor presencia de Humedad. Por lo tanto, deducimos que en el método de horneado se conserva más la humedad y en el cultivar Yana Paqusa diferente de la fritura donde podemos decir que el aceite desplaza el agua para ocupar su lugar.

Entonces Suárez et al., (2004), nos dice que durante los procesos de cocinado aplicados se producen pérdidas de humedad con respecto a la muestra en crudo. La fritura

es la que implica una mayor deshidratación, produciéndose absorción de aceite. A mayor temperatura y tiempo y un menor espesor el contenido de humedad disminuye, en el tratamiento con condiciones de temperatura de 190 °C, espesor de 1.5 mm y tiempo de 3.5 minutos, el cual obtuvo un contenido de humedad del 1.22%, a diferencia del tratamiento con condiciones de 180°C, 2.5 mm y 1.5 minutos respectivamente, el cual presentó un contenido de humedad del 43.46 % (Lucas et al., 2011). Cerón et al., (2018). Con su estudio de 21 genotipos de papas criollas *Solanum tuberosum* (*Phureja*). Se determinan la Húmedad entre 72.06% – 77.07% genotípicas significativas en muestra cruda.

4.3.7. Hierro (Fe)

En la figura 15, se presenta en contenido de Hierro mediante las interacciones de las medias entre los Tratamientos (Fresco, Frito y Horneado) y Cultivares de Papa Nativa (Yana Lomo, Yana Paqusa y Puka Mama) respectivamente.

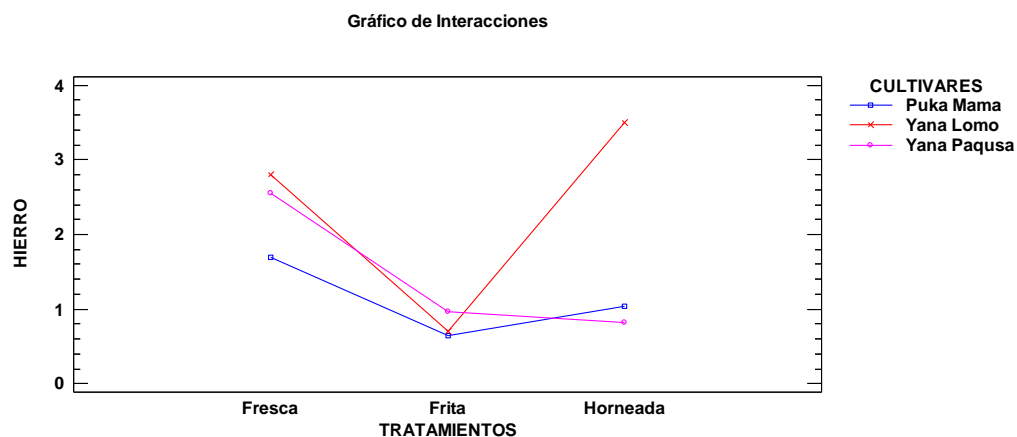


Figura 15, Contenido de Hierro en Papas Nativas Frescas, Fritas y Horneadas

En el anexo 24, el ANOVA con una confianza de 95% nos dice que los factores sobre los efectos principales como Tratamientos (T1, T2, T3) y Cultivares (C1, C2, C3). tienen un efecto y diferencias estadísticamente significativas, así como las interacciones

A y B, que descompone la variabilidad de Hierro, puesto que 3 valores-P son menores que 0.05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo.

Tabla 20. Prueba de Medias Tukey HSD para Hierro por Tratamiento

| Tratamiento | Casos | Media LS (mg/100g) | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|--------------|-------|--------------------|------------|-------------------|
| 2 (Frita) | 9 | 0.768889 | 0.00587945 | a |
| 3 (Horneada) | 9 | 1.78556 | 0.00587945 | b |
| 1 (Fresca) | 9 | 2.34667 | 0.00587945 | c |

Tabla 21. Prueba de Medias Tukey HSD para Hierro por Cultivar

| Cultivar | Casos | Media LS (mg/100G) | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|-------|--------------------|------------|-------------------|
| 3 (Puka Mama) | 9 | 1.12667 | 0.00587945 | a |
| 2 (Yana Paqusa) | 9 | 1.44444 | 0.00587945 | b |
| 1 (Yana Lomo) | 9 | 2.33 | 0.00587945 | c |

En las tablas 20 y 21, los tres tratamientos tienen diferencias estadísticamente significativas puesto que el valor más alto tiene el tratamiento 1 con 2.35mg/100g, seguido por el tratamiento 3 con un valor de 1.78mg/100g, finalmente el valor mínimo es del tratamiento 2 con 0.77mg/100g. así mismo los tres cultivares tienen medias estadísticamente significativas, siendo el cultivar 1 de valor superior con 2.33mg/100g, seguido por el cultivar 2 con un valor de 1.44mg/100g, y el cultivar 3 tiene el mínimo valor de 1.13mg/100g.

Según la figura 15, podemos deducir que el tratamiento mediante la cocción por Horno tiene valores elevados en cuanto a contenido de Hierro, superando el método de fritura, pero no a su estado fresco. Así mismo el cultivar que más destaca en este mineral



en el Yana Lomo por encima de Yana Paqusa y Puka Mama. Por lo tanto, se afirma que el contenido de mineral en las papas nativas especialmente el Yana Lomo posee significativa cantidad de Hierro, esto puede deberse a la estructura de la Papa que es Materia de Investigación.

Si comparamos con los aportes de Andre et al. (2014), la papa sometida a transformación puede hacer que varíen sus proporciones de nutrientes, al referirnos de minerales aporta 25 mg de magnesio, 0,7 mg de hierro, 11 mg de calcio. Las papas nativas poseen un mayor contenido de hierro y otros compuestos, los cuales les brindan un sabor especial y único debido a la calidad y concentración de los mismos (INIAP, 2006). Según el reporte del departamento de agricultura de los Estados Unidos, Bases de datos nacional de nutrientes, la papa tiene un contenido de 0.31mg/100g de hierro en papa fresca (FAO, 2008). 379mg de Potasio en 100 gramos de muestra de papa fresca. Según los estudios de Fonseca et al., (2014), las papas nativas de Huancavelica tienen un contenido promedio de 1.88ml/100g de hierro en papas frescas con 2.11mg/100g en papa cocida. Según el reporte del CIP, INIA, De Han, and Otiniano (2015), las papas nativa de Trujillo presentan una cantidad de Hierro 35.58mg/100g en papa fresca.

4.3.8. Zinc (Zn)

En la figura 16, se presenta el contenido de Zinc mediante las interacciones de las medias entre los Tratamientos (Fresco, Fritado y Horneado) y Cultivares de Papa Nativa (Yana Lomo, Yana Paqusa y Puka Mama) respectivamente.

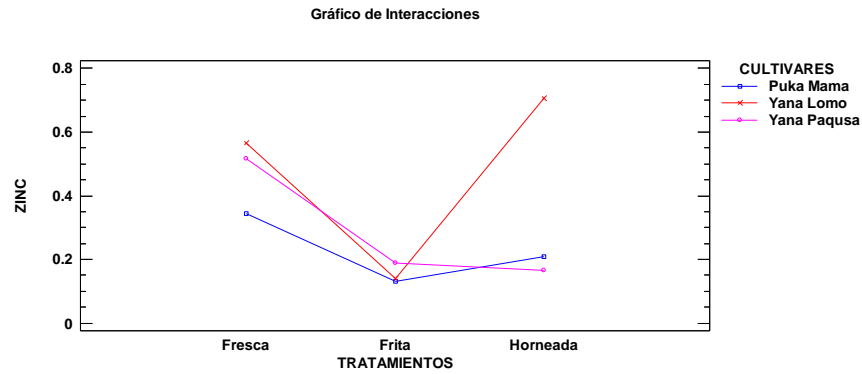


Figura 16. Contenido de Zinc en las Hojuelas de Papas Nativas Frescas, Fritas y Horneadas

En el anexo 25, el ANOVA con una confianza de 95% nos dice que los factores sobre los efectos principales como Tratamientos (T1, T2, T3) y Cultivares (C1, C2, C3), tienen un efecto y diferencias estadísticamente significativas, así como las interacciones A y B, que descompone la variabilidad de Zinc.

Tabla 22. Prueba de Medias Tukey HSD para Zinc por Tratamiento

| Tratamiento | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|--------------|-------|----------|------------|-------------------|
| 2 (Frita) | 9 | 0.153333 | 0.00181444 | a |
| 3 (Horneada) | 9 | 0.361111 | 0.00181444 | b |
| 1 (Fresca) | 9 | 0.475556 | 0.00181444 | c |

Tabla 23. Prueba de Medias Tukey HSD para Zinc por Cultivar

| Cultivar | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|-------|----------|------------|-------------------|
| 3 (Puka Mama) | 9 | 0.227778 | 0.00181444 | a |
| 2 (Yana Paqusa) | 9 | 0.291111 | 0.00181444 | b |
| 1 (Yana Lomo) | 9 | 0.471111 | 0.00181444 | c |

De las tablas 22 y 23, los valores de las medias entre los tratamientos 1, 2, 3 tienen diferencias estadísticamente significativas, teniendo al tratamiento 1 el más elevado con

0.47mg/100g, seguido por el tratamiento 3 con 0.36mg/100g y finalmente el tratamiento 2 con 0.15mg/100g. Las tres medias de los cultivares tienen diferencias estadísticamente significativas entre sí, mostrando el valor más alto el cultivar 1 con 0.47%, posteriormente el cultivar 2 con 0.29%, finalmente el cultivar 3 con 0.23mg/100g.

Según la ilustración de la figura 16, podemos decir que el Tratamiento mediante la cocción en Horno es superior en zinc respecto a la fritura, pero no mayor a la fresca, en cuanto a los cultivares el Yana Lomo tiene mayor contenido.

En comparación con Andre et al. (2014), la papa sometida a transformación puede hacer que varíen sus proporciones de nutrientes, por lo mismo que ocurre lixiviación de vitaminas y minerales esenciales, al comparar el contenido de valor nutritiva en una papa cruda y coccida, existe diferencia significativa la cantidad de minerales donde aporta 0,3 mg/100g de zinc. Las papas nativas poseen un mayor contenido de hierro, zinc, potasio, vitamina C y solidos los cuales les brindan un sabor especial y único debido a la calidad y concentración de los mismos (INIAP, 2006). Según los estudios de Fonseca et al. (2014), las papas nativas de Huancavelica tienen un contenido promedio de 0.84 mg/100g de zinc en papas frescas y 1.00mg/100g de papa cocida. Según el CIP et al. (2015), las papas nativa de Trujillo presentan una cantidad de zinc con 0.20mg/100 de papa fresca.

4.3.9. Potasio (K)

En la figura 17, se presenta en contenido de Potasio mediante las interacciones de las medias entre los Tratamientos (Fresco, Fritado y Horneado) y Cultivares de Papa Nativa (Yana Lomo, Yana Paqusa y Puka Mama) respectivamente.

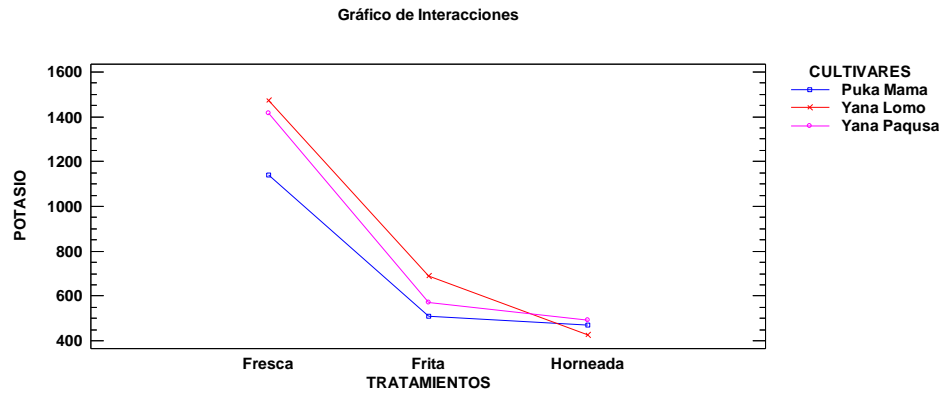


Figura 17. Contenido de Potasio en Hojuelas de Papas Nativas Frescas, Fritas y Horneadas

El anexo 26, el ANOVA con una confianza de 95% nos dice que los factores sobre los efectos principales como Tratamientos (T1, T2, T3) y Cultivares (C1, C2, C3), tienen diferencias estadísticamente significativas, así como las interacciones A y B que descomponen la variabilidad Potasio.

Tabla 24. Prueba de medias Tukey HSD para Potasio por Tratamiento

| Tratamiento | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|--------------|-------|----------|----------|-------------------|
| 3 (Horneado) | 9 | 464.0 | 0.452152 | a |
| 2 (Fritado) | 9 | 590.0 | 0.452152 | b |
| 1 (Fresca) | 9 | 1343.26 | 0.452152 | c |

Tabla 25. Prueba de Medias Tukey HSD para Potasio por Cultivar

| Cultivar | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|-------|----------|----------|-------------------|
| 3 (Puka Mama) | 9 | 708.121 | 0.452152 | a |
| 2 (Yana Paqusa) | 9 | 826.54 | 0.452152 | b |
| 1 (Yana Lomo) | 9 | 862.601 | 0.452152 | c |

En las tablas 24 y 25, los niveles de medias muestran diferencias estadísticamente significativas, teniendo al valor superior del tratamiento 1 con 1343.26mg/100g, seguido



por en tratamiento 2 con 590.0mg/100g y finalmente el tratamiento 3 con 464.0mg/100g. Los cultivares 1, 2, 3 tienen diferencias estadísticamente significativas, teniendo el valor más alto el cultivar 1 con 862.601mg/100g superando al cultivar 2 de 826.54mg/100g, finalmente el cultivar 3 con 708.121mg/100g inferior a los anteriores.

En tal forma, las ilustraciones de la figura 17, el método del frito es superior en Potasio superando al Horneado, pero no a la fresca, por otro lado, el Cultivar Yana Lomo es la que tiene Mayor Cantidad de Potasio.

La papa sometida a transformación puede hacer que varíen sus proporciones de nutrientes, al comparar el contenido de valor nutritiva en una papa cruda y cocida, existe diferencia significativa la cantidad de minerales donde aporta 56 mg de potasio (Andre et al., 2014). Las papas nativas poseen un alto contenido minerales como el potasio y otros minerales los cuales les brindan un sabor especial y único debido a la calidad y concentración del mismo, el cultivo de papa es una solución a la seguridad alimentaria con el aumento de los ingresos y acceso a los mercados considerando factores como la tecnología en la producción, procesamiento y generar vínculos entre cadenas productivas (INIAP, 2006). Se dice que unas de Las principales fuentes de potasio son: frutas, verduras y hortalizas frescas, principalmente patatas con 570 mg/100g de parte comestible (Carbajal, 2013). Según el reporte del departamento de agricultura de los Estados Unidos, Bases de datos nacional de nutrientes, la papa tiene un contenido de 379mg de Potasio en 100 gramos de muestra de papa fresca (FAO, 2008).). Y estos datos es superado por los resultados de esta investigación. por otro lado CIP et al. (2015), reporta de que las papas nativa de Trujillo presentan una cantidad promedio de Potasio con 446.58mg/100g de papa fresca.

4.4.IMÁGENES

A continuación, en la figura 18, se presenta los resultados de las imágenes estructurales de las hojuelas obtenidas mediante tomas fotográficas, estas hojuelas elaboradas mediante dos métodos de Cocción como la fritura y cocción en horno en las tres Cultivares de papa nativa (Yana Lomo, Yana Paqusa y Puka Mama).

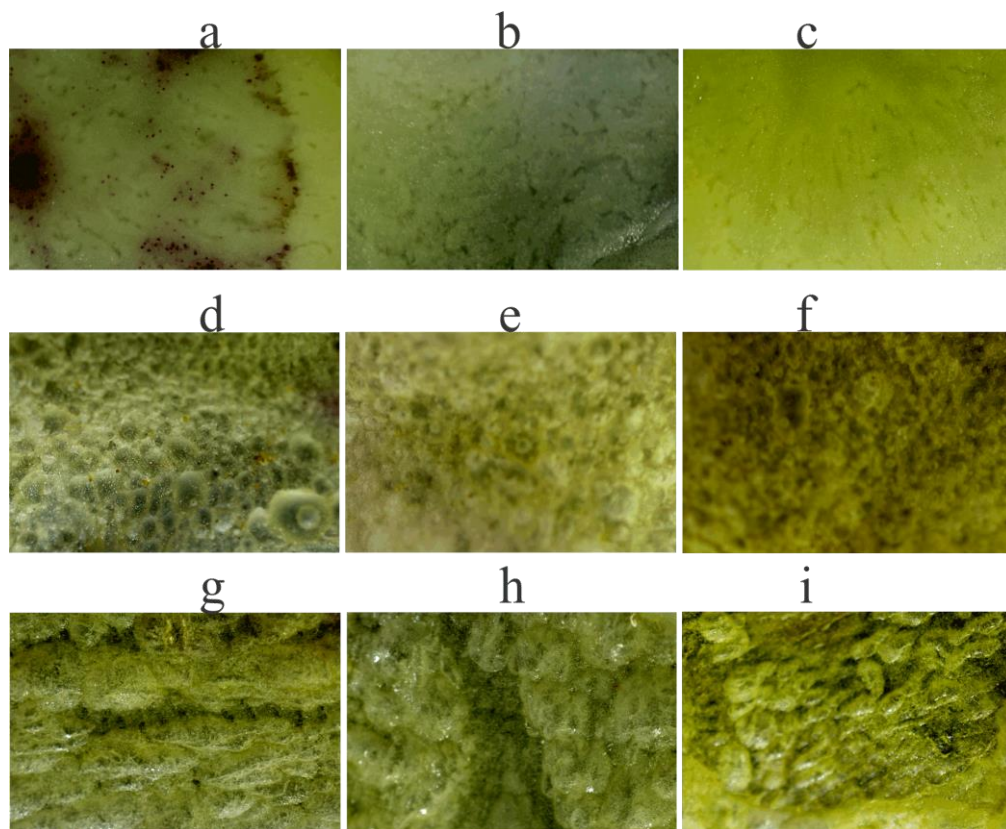


Figura 18. Imagen estructural en hojuelas de papas nativas frescas, fritas y horneadas

Donde:

a = Imagen estructural de la papa nativa fresca Cultivar Yana Lomo.

b = Imagen estructural de la papa nativa fresca Cultivar Yana Paqusa.

C = Imagen estructural de la papa nativa fresca Cultivar Puka Mama.

d = Imagen estructural de la papa frita Cultivar Yana Lomo.

e = Imagen estructural de la papa frita Cultivar Yana Paqusa.

f = Imagen estructural de la papa frita Cultivar Puka Mama.

g = Imagen estructural de la papa nativa Horneada Cultivar Yana Lomo.

h = Imagen estructural de la papa nativa Horneada Cultivar Yana Paqusa.

i = Imagen estructural de la papa nativa Horneada Cultivar Puka Mama.

Por lo tanto, se describe que: **a** = Demuestra que la papa de Cultivar Yana Lomo en su estado fresco de estructura esponjosa con espacios vacíos separadas; **b** = Demuestra que la papa fresca de Cultivar Yana Paqusa con estructura esponjosa con espacios vacíos más notorios; **C** = Demuestra que la estructura de la papa Cultivar Puka Mama en su estado fresco con espacios poros más pequeños y separados; **d** = En las de hojuelas fritas se observan que muestran cavas esféricas muy demostradas con tamaños regulares y semi uniformes de estructura esponjosa; **e** = Cuyo imagen estructural de hojuela frita se observa que las cavas esféricas son menos uniforme a comparación de la anterior imagen de estructura esponjosa poco compacta; **f** = Las de hojuelas fritas se observan cavas semiesféricas casi parecida a la anterior imagen estructural esponjosa poco compacta; **g** = La imagen estructural de las hojuelas Horneadas de este Cultivar de papa se muestran que formaron cavas globosas alargadas, se generó hinchamiento y se acumuló espacios vacíos el interior de los globos; **h** = La imagen estructural de las hojuelas horneadas muestran que la papa de este Cultivar tiene las cavas globosas elevadas y poco alargadas; **i** = La imagen estructural de hojuelas de papa nativa horneada demuestran que tienen cavas globosas semi alargadas menos demostradas a las anteriores.

Por lo mencionado se compara con las afirmaciones de Mendoza et al., (2007), donde dice que las características derivadas de la textura de la imagen contienen mejor información que las características de color para discriminar tanto las categorías de calidad de los chips como las preferencias de los consumidores. Y Obregón and Repo

(2013), menciona sobre la importancia de comprender la influencia de las condiciones de procesamiento. La microestructura y la capacidad de sorción de agua en papas fritas fritas en diferentes condiciones de procesamiento afectan su estructura y, además, sus texturas y vida útil. La isoterma de sorción de vapor de agua es utilizada para la cuantificación usando un sistema Pro Umid SPSx-1μ. Los resultados de su estudio indican que las papas fritas surcadas (RPC) mostraron la mayor porosidad ($50.78 \pm 3.02\%$), seguidas por las papas fritas planas (FPC) ($41.15 \pm 3.56\%$) y las papas fritas cocidas (BCPC) ($32.58 \pm 4.21\%$). Los resultados también mostraron que un mayor porcentaje de porosidad es seguido por un mayor contenido de humedad en las papas fritas.

4.5. TEXTURA

En las figuras 19, se muestran el índice de Textura o fuerza de fractura de las hojuelas de Papa Nativa mediante las interacciones de las medias entre los Tratamientos (Fresco, Fritado y Horneado) y Cultivares de Papa Nativa (Yana Lomo, Yana Paqusa y Puka Mama) respectivamente.

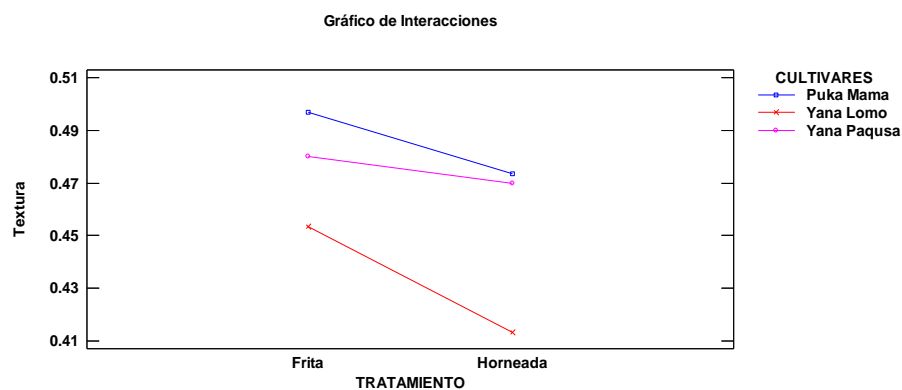


Figura 19. Índice de deformación de textura en hojuelas de Papas Nativas Fritas y Horneadas

El anexo 27, el ANOVA nos dice que los factores sobre los efectos principales como Tratamientos (T2, T3) y Cultivares (C1, C2, C3). ninguno de los factores o interacciones tiene un efecto estadísticamente significativo sobre Textura.

Tabla 26. Prueba de Medias Tukey HSD para Textura por Tratamiento

| Tratamientos | Casos | Media LS (MJ) | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|--------------|-------|---------------|-----------|-------------------|
| 3 (Horneado) | 9 | 0.452222 | 0.0272279 | a |
| 2 (Fritado) | 9 | 0.476667 | 0.0272279 | a |

Tabla 27. Prueba de Medias Tukey HSD para Textura por Cultivar

| Cultivar | Casos | Media LS (MJ) | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|-------|---------------|-----------|-------------------|
| 1 (Yana Lomo) | 6 | 0.433333 | 0.0333472 | a |
| 2 (Yana Paqusa) | 6 | 0.475 | 0.0333472 | a |
| 3 (Puka Mama) | 6 | 0.485 | 0.0333472 | a |

Entre las tablas 26 y 27, los valores de los tratamientos 2 y 3 son grupos homogéneas con valores medias de (0.45MJ, 0.48MJ). Por lo tanto, la resistencia a la fractura entre los procesos 2 y 3 no tienen diferencias estadísticamente significativas entre sí. Las medias de los cultivares 1, 2, 3 pertenecen a los grupos Homogéneos con valores (0.43MJ, 0.47MJ, 0.48MJ). Por lo tanto, la resistencia a la fractura en los Cultivar 1, 2 y 3 no tienen diferencias estadísticamente significativas. Tomando de referencia la figura 19, podemos describir que el método de cocción por Fritura tiene una mayor resistencia a la fractura, aunque estadísticamente son grupos homogéneos, así mismo el cultivar Puka Mama tiende a ser más resistente a la fractura.

Conforme Hindra and Baik (2006), describe que una alta temperatura en el aceite puede generar cambios rápidos de dureza y formación de cortezas aceleradas, por lo que se ve afectada la fuerza de rotura y que la textura de la fritura puede suavizarse por los

efectos de desintegración de las células y difusión libre de contenido celular en el tejido, se reduce la adhesión celular y la gelatinización celular, es por la que se genera la deshidratación de las células externas formando una corteza dura. Por lo que Morales (2008) dice que la crujientes es generado por la coagulación de las proteínas, la gelificación del almidón y la deshidratación parcial que sufre el producto. (Ortega et al., 2019) a altas temperaturas de fritura las rodajas presentan un rápido ablandamiento y endurecimiento del tejido y un valor alto de fuerza máxima de fractura normalizada.

4.6.COLOR

En la tabla 4, presenta los valores de color como la croma y tonalidad en las papas nativas frescas, fritas y horneadas. Donde los valores de C* y Hue* de las papas nativas frescas y después del proceso de cocción mediante fritura y horneada. (Anexo 3).

Tabla 28. Valores de Claridad, Croma y Tonalidad para descripción de color

| Tratamientos | Cultivares | C* | Hue* | Color CIELab |
|--------------|-------------|-------|-------|--------------|
| Fresca | Yana Lomo | 8.23 | 41.60 | |
| | Yana Paqusa | 16.27 | 73.13 | |
| | Puka Mama | 29.97 | 81.50 | |
| Fritado | Yana Lomo | 9.10 | 53.80 | |
| | Yana Paqusa | 10.80 | 62.37 | |
| | Puka Mama | 14.00 | 62.47 | |
| Horneado | Yana Lomo | 6.13 | 64.93 | |
| | Yana Paqusa | 4.93 | 37.40 | |
| | Puka Mama | 14.37 | 74.30 | |



Según la comparación con Nuñez (2001) citado por Yaranga (2019), el proceso de escaldado tiene por objetivo mejorar el color en las hojuelas de papa, este método permite eliminar por lixiviación o reducción de azúcares reductores y poder controlar la reacción de Maillard y disminuir la formación de acrilamidas. Además, El escaldado genera cambios estructurales y bioquímicas además de la remoción de glucosa y fructuosa, ruptura y separación celular, gelatinización de almidón y favoreciendo la salida del agua. Indica que el tratamiento óptimo para el escaldado depende de la temperatura y el tiempo, por lo general se utilizan tiempos cortos y altas temperaturas (Anderson, 1994). Y el sistema de visión computacional para el color calculados a través de valores numéricos color $L^*a^*b^*$, es más fácil determinar y relacionar el color de las hojuelas. A mayor tiempo y temperatura de fritura y los colores de fritura tienden a ser más pardeadas (Alva et al. 2015).

4.6.1. Croma (C^*)

Se demuestran el comportamiento de saturación en los dos Tratamientos y en su estado fresco en las tres Cultivares de papa nativa, en donde los valores obtenidos son mediante el sistema CIE L^*, a^* y b^* y decimos que L^* representa el brillo de la superficie, a^* demuestra la intensidad del color verde y rojo, b^* representa la intensidad de color azul y amarillo, por consiguiente, estos datos (a^* y b^*) nos permiten determinar el croma (C^*).

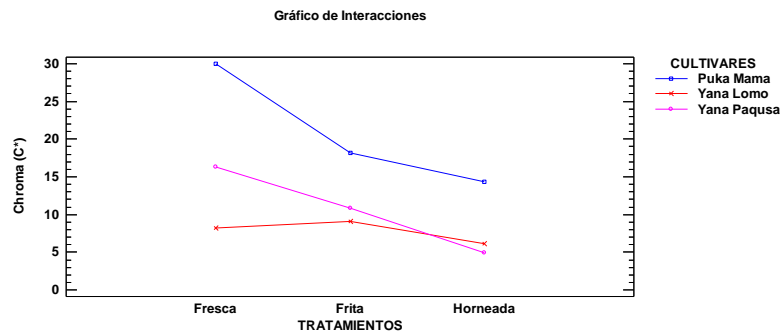


Figura 20. Índice de Croma (C*) en Hojuelas de Papas Nativas Frescas, Fritas y Horneadas

El anexo 28, presenta el ANOVA con una confianza de 95% nos dice que los factores sobre los efectos principales como Tratamientos (T1, T2, T3) y Cultivares (C1, C2, C3), tienen diferencias estadísticamente significativas, así como las interacciones A y B que descompone la variabilidad Croma.

Tabla 29. Prueba de Medias HSD para Croma por Tratamiento

| Tratamiento | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|--------------|-------|----------|----------|-------------------|
| 3 (Horneada) | 9 | 8.47778 | 0.505321 | a |
| 2 (Frita) | 9 | 12.6778 | 0.505321 | b |
| 1 (Fresca) | 9 | 18.1556 | 0.505321 | c |

Tabla 30. Prueba de medias Tukey HSD Pruebas de Múltiple Rangos para Croma por Cultivar

| Cultivar | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|-------|----------|----------|-------------------|
| 1 (Yana Lomo) | 9 | 7.82222 | 0.505321 | a |
| 2 (Yana Paqusa) | 9 | 10.6667 | 0.505321 | b |
| 3 (Puka Mama) | 9 | 20.8222 | 0.505321 | c |

En las tablas 29, 30 las medias entre los tratamientos 1, 2, 3, los rangos de cromaticidad tienen diferencias estadísticamente significativas mostrando el valor más



alto el tratamiento 1 con 18.1556, seguido por el tratamiento 2 con 12.68 y finalmente el tratamiento 3 con 8.48. Los rangos de las medias de Croma entre los Cultivares 1, 2 y 3 tienen diferencias estadísticamente significativas entre sí, poniendo al valor más elevado el cultivar 3 con 20.82, seguido por el cultivar 2 con 10.67 y finalmente el cultivar 1 con 7.82.

Según el grafico 20, se demuestra que los tratamientos afectan sobre el índice de Croma, haciendo que el método de horneado es la que más desciende. Además, el Cultivar Yana Lomo tiene un descenso significativo, esto puede deberse a que durante el proceso de escaldado ocurra la liberación de los pigmentos puesto que el cultivar Yana Lomo demuestra tener un color Gris claro a Púrpura además del Yana Paqusa, en cambio el Cultivar Puka Mama tiende a tener una piel roja y pulpa amarillenta, por lo que con los tratamientos también afectaron.

Cueva (2014) y Ortega et al., (2019), mencionan que las coordenadas a^* y b^* se aumentan durante la fritura a temperaturas de 160°C y 170°C . donde a mayor tiempo de fritura y mayor temperatura las coordenadas a^* y b^* incrementan, por ende, la cromaticidad (C^*) tiende a incrementar en cuanto a la cinética. Ortega et al., (2019), la temperatura alta de fritura genera un cambio de color significativo. Además Kirmaci & Singh (2018), estudian la gravedad del proceso que afecta la textura y el color de las tiras de papa horneadas en horno de pared radiante infrarrojo a escala piloto donde la evaluación instrumental de las tiras de papa horneadas con RWO a 365°C durante 6.5 minutos eran similar a las tiras de papa frita. Sin embargo, esas tiras de papa eran más claras y de color menos marrón. El aumento en la severidad del procesamiento de RWO resultó en tiras de papa con mayor fuerza de corte, fuerza de punción, color más oscuro y marrón y menor contenido de humedad.

4.6.2. Tono (Hue*)

Se presenta el comportamiento del ángulo de tono o tonalidad (Hue*) en los dos Tratamientos y el estado fresco en los tres Cultivares de Papa Nativa, en donde los valores obtenidos son mediante el sistema CIE L*, a* y b* y decimos que L* representa el brillo de la superficie, a* demuestra la intensidad del color verde y rojo, b* representa la intensidad de color azul y amarillo, por consiguiente, estos datos (a* y b*) también nos permiten determinar el ángulo de tono (Hue*).

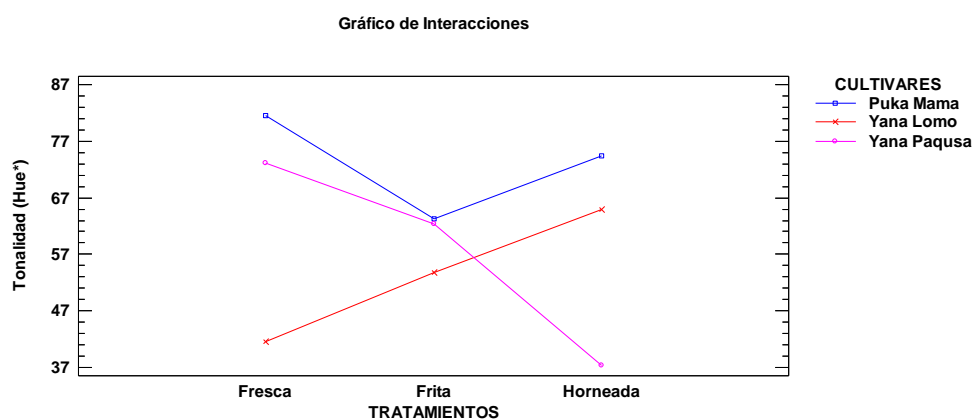


Figura 21. Índice de Tono (Hue*) en Hojuelas de Papas Nativas Frescas, Fritas y Horneadas

El anexo 29, presenta el ANOVA con una confianza de 95% nos dice que los factores sobre los efectos principales como Tratamientos (T1, T2, T3) y Cultivares (C1, C2, C3), puesto que 2 valores-P son menores que 0.05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre Hue*.

Tabla 31. Prueba de Medias HSD para Hue* por Tratamiento

| Tratamiento | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|--------------|-------|----------|----------|-------------------|
| 3 (Horneada) | 9 | 58.8778 | 2.145 | a |
| 2 (Frita) | 9 | 59.8333 | 2.145 | bc |
| 1 (Fresca) | 9 | 65.4111 | 2.145 | c |

Tabla 32. Pruebas de Medias Tukey HSD para Hue* por Cultivar

| Cultivar | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|-------|----------|----------|-------------------|
| 1 (Yana Lomo) | 9 | 53.4444 | 2.145 | a |
| 2 (Yana Paqusa) | 9 | 57.6333 | 2.145 | a |
| 3 (Puka Mama) | 9 | 73.0444 | 2.145 | b |

En las tablas 31 y 32, los rangos de Hue* o tonalidad entre los tratamientos 1 y 3, además 2 y 3 no tienen diferencias estadísticamente significativas entre sí, excepto el proceso 2 que, si es deferente significativamente a el proceso 1, teniendo el valor mayor el tratamiento 1 con 65.4111. Los rangos de Hue* o tonalidad muestra que la media del Cultivar 3 es superior con 73.0444 y deferente significativamente a los Cultivares 1 y 2 con medias de (53.4444, 57.6333) grupos homogéneos que no tienen diferencias estadísticamente significativas entre sí.

Tal como se ilustra en la figura 21, estadísticamente los datos del tratamiento mediante la Fritura y el Horneado son grupos homogéneos, ambas muestran rangos de tonalidad inferiores, así mismo en los cultivares Yana Lomo y Yana Paqusa son grupos homogéneos y muestran datos inferiores en tonalidad Hue, por lo tanto, estos tratamientos disminuyen la tonalidad de clara a oscura excepto en el Cultivar Puka Mama, en donde no disminuye significativamente.



Estudios como de Pedreschi et al., (2007), dicen que la formación de acrilamidas en muestras finales fritas de 120 ° C a 160 ° C. Los valores de color en unidades $L^* a^* b^*$ se registraron en diferentes tiempos de muestreo durante la fritura a las cuatro temperaturas mencionadas utilizando el parámetro de cambio de color total (ΔE), donde determina que el remojo en una solución de NaCl de rodajas de papa antes de freír redujo drásticamente la formación de acrilamida en papas fritas en 90% (valor promedio) en comparación con las papas fritas de control. También Gökmen & Şenyuva (2006), Hacen un estudio de color y formación de acrilamidas en café, harina de trigo y papas fritas durante el calentamiento. Las similitudes entre los cambios en la acrilamida y el parámetro de enrojecimiento a^* durante el calentamiento revelan que el color puede ser un indicador confiable de los niveles de acrilamida en los alimentos procesados térmicamente. Los resultados generales sugieren que tanto el parámetro de acrilamida como el de enrojecimiento a^* se forman como productos intermedios durante la reacción de Maillard.



V. CONCLUSIONES

- ▶ Las propiedades funcionales mediante la cocción en horno el cultivar Yana Paqusa demuestra tener mejores propiedades reduciendo los niveles del radical DPPH hasta un 0.91% y su contenido más alto de Polifenoles Totales 288.607mg/100g ante el proceso de Fritura.
- ▶ Para las propiedades fisicoquímicas el tratamiento mediante la cocción en Horno y el Cultivar Yana Paqusa tienen Proteínas 5.68%, Cenizas 4.10%, Fibra Cruda 1.54%, Humedad 5.12%, y Carbohidratos 78.70% en el cultivar Puka Mama, en cuanto a minerales el cultivar Yana Lomo con valore más elevados tiene un contenido de Hierro 2.33mg/100g, Zinc 0.47mg/100g y Potasio 862.601mg/100g, pero en contenido de grasa supera el tratamiento por fritura con el cultivar Yana Lomo 10.79%.
- ▶ Finalmente, las imágenes demuestran que los tratamientos por fritura tienen estructuras compactas levemente superiores al horneado, puesto que las texturas confirman que son grupos homogéneos con mínimas diferencias en resistencia a la fracturabilidad superior el fritado con el cultivar Puka Mama 0.485MJ. Así mismo para el índice de color, los tratamientos de fritura y horneado disminuyen la cromaticidad con respecto a la fresca, el Cultivar Yana Paqusa y Yana Lomo varían entre los colores gris purpura-morado y el cultivar Puka Mama gris amarillenta, así mismo los cultivares Yana Lomo y Yana Paqusa tienen grupos homogéneos en medias y muestran datos inferiores en tonalidad Hue, por lo tanto, estos tratamientos disminuyen la tonalidad de clara a oscura excepto en el Cultivar Puka Mama.



VI. RECOMENDACIONES

- ▶ Se recomienda realizar estudios sobre la composición fisicoquímica de las Papas Nativas producidas en la región de puno y realizar comparaciones en diferentes tipos de proceso, así como la elaboración de productos culinarios hasta los productos industrializados.
- ▶ Implementar nuevas tecnologías según condiciones de procesamientos de la materia orgánica y fomentar la Agroindustria. Además de implementar la tecnología de poscosecha para la conservación de papas nativas de las regiones del Perú.
- ▶ Según este estudio se recomienda ampliar los estudios sobre las propiedades funcionales, minerales y Químicas en las papas Nativas subespecies andígenas y la influencia de la pigmentación de pulpas y cascaras de las Papas nativas.
- ▶ Realizar estudios sobre la influencia de pisos altitudinales y tipo de tierras sobre las propiedades fisicoquímicas en las Papas Nativas ya que los resultados de este estudio expresan que las papas producidas en la región de Puno, puntualmente la localidad de Corani – Carabaya resaltan significativas y favorables propiedades fisicoquímicas.



VII. REFERENCIAS

- Akyol, H., Riciputi, Y., Capanoglu, E., Caboni, F., & Verardo, V. (2016). Phenolic Compounds in the Potato and Its Byproducts an Overview. *International Journal of Molecular Sciences*, 835. doi:10.3390/ijms17060835
- Albuquerque, T. G., Costa, H. S., Castilho, M. C., & Sanches-Silva, A. (2011). Trends in the analytical methods for the determination of trans fatty acids content in foods. *Trends in Food Science & Technology*, 22(10), 543-560. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.03.009>
- Alva, C., Ramirez, C., & Siche, R. (2015). Visión computacional en la evaluación del efecto de la temperatura y tiempo de fritura sobre el color de hojuelas de papa (*Solanum tuberosum*) nativa. *Agroindustrial Science*, 159.
- Anderson, A. (1994). Modeling of potato blanching. *Lund University Sweden*.
- Andre, C. M., Legay, S., Iammarino, C., Ziebel, J., Guignard, C., Larondelle, Y., . . . Miranda, L. M. (2014). The Potato in the Human Diet: a Complex Matrix with Potential Health Benefits. *Potato Research*, 57(3), 201-214. doi:10.1007/s11540-015-9287-3
- André, C. M., Oufir, M., Hoffmann, L., Hausman, J.-F., Rogez, H., Larondelle, Y., & Evers, D. (2009). Influence of environment and genotype on polyphenol compounds and in vitro antioxidant capacity of native Andean potatoes (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(6), 517-524. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2008.11.010>
- Barragan, M., & Aro, J. (2017). Determinacion del efecto de procesos de coccion en papas nativas pigmentadas (*Solanum tuberosum spp. andigena*) sobre sus compuestos bioactivos. *Rev. Investig. Altoandin*, 19, 51.



- Barreto, A., & Kaletunc, G. (1998). Quantitative Description of Fracturability Changes in Puffed Corn Extrudates Affected by Sorption of Low Levels of moisture. *Cereal Chemistry*, 75, 695-698.
- Bojorquez, R. (2016). Determinación de actividad antioxidante de extractos de Hojas de *Diplostegium phylloides* (Kunth) Wedd. *UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES UDCA*, 23.
- Carbajal, Á. (2013). Manual de Nutrición y Dietética. *Universidad Complutense de Madrid*, 83-84.
- Carbajal, Á. (2003). Manual de nutrición y Dietética. *Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid*. Retrieved from <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal/>
- Cárdenas, M. (2012). Proceso de obtención de harina de papa (*Solanum tuberosum*) de variedad canchan. *UNI Lima - Perú*, 19, 42.
- Castillo, B. (2017). Efecto de fritado en la obtención de chips de oca (*Oxalis tuberosa*). *UNA-PUNO*, 36.
- Castro, C. (2008). Evaluación de las propiedades físico-químicas y sensoriales de la patata para fritura. *Universidad de Burgos*, 15.
- Cerón-Lasso, M., Alzate-Arbeláez, A. F., Rojano, B. A., & Ñuztez-Lopez, C. E. (2018). Composición Físicoquímica y Propiedades Antioxidantes de Genotipos Nativos de Papa Criolla (*Solanum tuberosum* Grupo Phureja). *Información tecnológica*, 29, 205-216.
- Cerron, L. M. (2012). Evaluación del Efecto del tipo de cocción en el contenido de antocianinas y Capacidad Antioxidante en Papa Nativa Cuchipelo. *UNCP-Huancayo*, 65.
- Chani, A., & Pfuro, W. (2015). Producción de papas nativas y su industrialización para el mercado de snack del distrito de Cusco. *UNSAAC - Cusco*, 45.



- Chicango, V. (2016). Desarrollo de un proceso de hojuelas de papa horneada, con un aporte de compuestos antioxidantes. *Escuela Politecnica Nacional - Quito*, 44.
- Cicio, C. (2006). Estudio de la distribución del aceite en rodajas de papa frita. *Universidad de Chile*, 20.
- CIP, INIA, De Han, S., & Otiniano, R. (2015). Catálogo de variedades de papa nativa de Chugay, La Libertad – Perú.
- Cueva, M. (2014). Evaluación de la cinética del color durante el proceso de fritura al vacío de la papa (*Solanum tuberosum*). *Universidad Tecnológica Equinoccial*, 59.
- Díaz, G. (2009). aspectos fisiológicos del catión Zinc y sus implicaciones. *Revista cubana de Investigaciones Biomédicas*, 28.
- Díaz, Y. (2015). Determinación de las propiedades Físicas, Químicas, Tecnoindustriales y la Estabilidad en Congelación/Descongelación del Almidón de Cuatro variedades de *solanum tuberosum ssp. andigenum* (Papa Nativa). *UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS*, 85.
- FAO. (2008). Las papas, la nutrición y la alimentación. El año internacional de la papa 2008.
- Fonseca, C., Burgos, G., Rodríguez, F., Muñoa, L., & Ordinola, M. (2014). Catálogo de variedades de papa nativa con potencial para la seguridad alimentaria y nutricional de Apurímac y Huancavelica. *Centro Internacional de la Papa (CIP)*. doi:DOI: 10.4160/ 9789290604549
- G., G., Weisstaub, G., & López de Romaña, D. (2010). Deficiencia de hierro y zinc en niños. *Revista de la Sociedad Boliviana de Pediatría*, 1, 25-31.
- Gabriel, J., Botello, R., Angulo, A., Casazola, C., Vera, R., & Rodríguez, F. (2015). *Papas nativas con alto contenido de hierro y zinc: un aporte a la nutrición de las familias bolivianas*.



- Galliard, T. (1973). Lipids of potato tubers. 1. Lipid and fatty acid composition of tubers from different varieties of potato. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 24(5), 617-622. doi:10.1002/jsfa.2740240515
- Gil, V. (2014). Pigmentos bioactivos y propiedades ópticas de la frambuesa. *Universidad de Sevilla*.
- Gökmen, V., & Şenyuva, H. Z. (2006). Study of colour and acrylamide formation in coffee, wheat flour and potato chips during heating. *Food Chemistry*, 99 (2), 238-243. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.06.054>
- Gomez, A. (2013). Evaluación de tres variedades de Papa (*Solanum tuberosum L. ssp. andigena*) para la obtención de papa "Gourmet" mediante reproducción sexual y asexual en Quipaquipani, provincia ingavi, La Paz. *UMSA - La Paz Bolivia*, 17.
- Guidi, A., Esprella, R., Aguilera, J., & Devaux, A. (2002). Características de la Cadena Agroalimentaria de Chuño y Tunta para el Altiplano Central de Bolivia. *FUNDACIÓN PROINPA PROYECTO PAPA ANDINA - COSUDE*.
- Gonçalves, T., Sanches-Silva, A., Santos, L., & Costa, H. (2011). An update on potato crisps contents of moisture, fat, salt and fatty acids (including trans-fatty acids) with special emphasis on new oils/fats used for frying. *International journal of food sciences and nutrition*, 63, 713-717. doi:10.3109/09637486.2011.644768.
- Guija, E., Inocente, M., Ponce, J., & Zamora, E. (2015). Evaluación de la técnica 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH) para determinar capacidad antioxidante *Centro de Investigación de Bioquímica y Nutrición, FMH. USMP. Lima, Perú*, 59.
- Haverkort, A., de Ruijter, F., & van Evert, F. (2013). Potato res. *Springer Netherlands*, 56, 433. doi:<https://doi.org/10.1007/s11540-013-9247-8>
- Hindra, K., & Baik, O. D. (2006). Kinetics of quality changes during food frying. *Journal of Food Science and Nutrition*, 46, 239-258.



- Huang, R. T., Lu, Y. F., Inbaraj, B. S., & Chen, B. H. (2015). Determination of phenolic acids and flavonoids in *Rhinacanthus nasutus* (L.) kurz by high-performance-liquid-chromatography with photodiode-array detection and tandem mass spectrometry. *Journal of Functional Foods*, 12, 498-508. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.12.002>
- INIA. (2002). Variedades nativas y mejoradas de papa en Puno. *Ministerio de agricultura y riego*, 1, 11.
- INIAP. (2006). Las papas nativas ecuatorianas - Rescatando nuestra diversidad.
- Kao, T. H., Huang, C. W., & Chen, B. H. (2012). Functional components in *Luffa cylindrica* and their effects on anti-inflammation of macrophage cells. *Food Chemistry*, 135(2), 386-395. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.04.128>
- Kirmaci, B., & Singh, R. K. (2018). Process severity affects texture and color of potato strips baked in pilot-scale infrared Radiant Wall Oven. *LWT*, 97, 261-268. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.05.053>
- Kita, A., Golubowska, G., & Lisinska, G. (2005). The effects of oils and frying temperatures on the texture and fat content of potato crisps. *Food Chemistry*.
- Kuskoski, E., Asuero, A., Troncoso, A., mancini-Filho, J., & Fett, R. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, 728. doi:10.1590/S0101-20612005000400016
- Laghari, S., Wahocho, N., Laghari, G., Laghari, A., Bhabhan, G., Talpur, K., . . . Lashari, A. (2016). Role of Nitrogen for Plant Growth and Development: A Review. *Advances in Environmental Biology*. 209-218.
- Llanos, E. M. (2009). Capacidad Antioxidante de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*) con y sin cáscara: Blanca, Amarilla y Rosada. . *UNMSM*, 29.
- Lingling, C. U. I., Yange, T., Shuangqi, T., Yanbo, W., & Fuqiang, G. A. O. (2018). Preparation of Potato Whole Flour and Its Effects on Quality of Flour Products:



- A Review. *Grain & Oil Science and Technology*, 1(3), 145-150.
doi:<https://doi.org/10.3724/SP.J.1447.GOST.2018.18037>
- López-Maestresalas, A., Keresztes, J. C., Goodarzi, M., Arazuri, S., Jarén, C., & Saeys, W. (2016). Non-destructive detection of blackspot in potatoes by Vis-NIR and SWIR hyperspectral imaging. *Food Control*, 70, 229-241.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.06.001>
- Lucas, J., Quintero, V., Vasco, J., & Nuñez, L. (2011). Evaluación de los parámetros de calidad durante la fritura de rebanadas de Papa Criolla. *Universidad Tecnológica de Pereira*.
- Matta, J. (2019). Estudio de pre factibilidad para la instalación de una planta procesadora de papa amarilla (*solanum goniocalix*) precocida y prefrita congelada.
- Mendoza, F., Dejmek, P., & Aguilera, J. M. (2007). Colour and image texture analysis in classification of commercial potato chips. *Food Research International*, 40(9), 1146-1154. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2007.06.014>
- Minihane, A. M., & Harland, J. I. (2007). Impact of Oil used by the Frying Industry on Population Fat Intake. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 47(3), 287-297. doi:10.1080/10408390600737821
- Montesinos, R. (2003). Especificación cromática de gamas de colores usadas en la industria del calzado. *Universidad de Alicante - Departamento Interuniversitario de Óptica*, 7.
- Morales, C. A. (2008). Clasificación de calidad sensorial de papas fritas tipo chips mediante visión computacional. *Universidad de Chile*, 5.
- Moreno, C., Andrade, M. J., Oña, G., Llumiquinga, T., & Concellon, A. (2015). Efecto de la cocción sobre la composición química y capacidad antioxidante de papas nativas (*Solanum tuberosum*) del Ecuador. *Revista Científica Ecuatoriana*, 2, 5-6.



- Morioka, A. (2008). *Color Design Workbook: A Real World Guide to Using Color in Graphic Design*. Rockport Publishers.
- Obregón, A., & Repo, R. (2013). Evaluación fisicoquímica y bromatológica de cuatro variedades nativas de papa (*Solanum tuberosum* spp.). *Ciencia e Investigación*, 39.
- Onwude, D. I., Hashim, N., Abdan, K., Janius, R., & Chen, G. (2018). Combination of computer vision and backscattering imaging for predicting the moisture content and colour changes of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) during drying. *Computers and Electronics in Agriculture*, 150, 178-187. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.04.015>
- Oña, E. G. (2015). Determinación de la composición Química y Capacidad Antioxidante de dos Variedades de Papas Nativas (*Solanum tuberosum*): Thushpa y Uvilla en Estado Fresco y Cocido. *Universidad Tecnológica Equinoccial*, 52.
- Ortega-Quintana, F. A., Montes-Montes, E. J., Pérez-Sierra, O. A., & Vélez-Hernández, G. I. (2019). Efecto de la Deshidratación Osmótica y la Temperatura sobre el Color y la Fuerza Máxima de Fractura de Rodajas de Yuca en Freído por Inmersión. *Información tecnológica*, 30, 311-320.
- Pajar, M. (2008). Elaboración de Hojuelas Fritas de Pituka (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ.
- Pedreschi, F., Bustos, O., Mery, D., Moyano, P., Kaack, K., & Granby, K. (2007). Color kinetics and acrylamide formation in NaCl soaked potato chips. *Journal of Food Engineering*, 79(3), 989-997. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.03.020>.
- Pedreschi, F. (2009). Chapter 11 - Fried and Dehydrated Potato Products. In J. Singh & L. Kaur (Eds.), *Advances in Potato Chemistry and Technology* (pp. 319-337). San Diego: Academic Press.



- Pedreschi, F., Mariotti, M. S., & Cortés, P. (2016). Chapter 15 - Fried and Dehydrated Potato Products. In J. Singh & L. Kaur (Eds.), *Advances in Potato Chemistry and Technology (Second Edition)* (pp. 459-474). San Diego: Academic Press.
- Peña, C. B. (2015). Evaluación del contenido nutricional y actividad antioxidante en *Solanum tuberosum* grupo Phureja. *UNiversidad nacional de Colombia*, 89.
- Peñarrieta, J. M., Salluca, T., Tejeda, L., Alvarado, J. A., & Bergenståhl, B. (2011). Changes in phenolic antioxidants during chuño production (traditional Andean freeze and sun-dried potato). *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(4), 580-587. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2010.10.006>
- Peñarrieta, M., & Alvarado, J. (2012). Chuño and Tunta ; the traditional Andean sun-dried Potatoes. In.
- PHYTOMA. (2012). Como aumentar los polifenoles saludables en la papa.
- Pots, A., Gruppen, H., van Diepenbeek, R., van der Lee, J., van Boekel, M., Wijngaards, G., & Voragen, A. (1999). El efecto del almacenamiento de papas enteras de tres cultivares en el contenido de patatina e inhibidor de proteasa; Un estudio con electroforesis capilar y espectrometría de masas MALDI-TOF. *Revista de la Ciencia de la Alimentación y la Agricultura*, 79, 1557-1564. doi:[https://doi.org/10.1002/\(sici\)1097-0010\(199909\)79:12<1557::aid-jsfa375>3.0.co;2-k](https://doi.org/10.1002/(sici)1097-0010(199909)79:12<1557::aid-jsfa375>3.0.co;2-k)
- Pots, A. M., de Jongh, H. H. J., Gruppen, H., Hamer, R. J., & Voragen, A. G. J. (1998). Heat-induced conformational changes of patatin, the major potato tuber protein. *European Journal of Biochemistry*, 252(1), 66-72. doi:10.1046/j.1432-1327.1998.2520066.
- Pugliese, A. G., Tomas-Barberan, F. A., Truchado, P., & Genovese, M. I. (2013). Flavonoids, proanthocyanidins, vitamin C, and antioxidant activity of *Theobroma grandiflorum* (Cupuassu) pulp and seeds. *J Agric Food Chem*, 61(11), 2720-2728. doi:10.1021/jf304349u.



- Prieto, L., Álvarez, C., Cerón, M., Garnica, A., & Molina, Y. (2013). Manual de procesamiento de la papa Criolla. *CORPOICA - Bogotá Colombia*.
- Ralet, M.-C., & Gueguen, J. (1999). Potato proteins: Composition, recovery and functional properties. *Sciences des Aliments*, 19, 147-165.
- Ramadan, M. F., & Oraby, H. F. (2016). Fatty Acids and Bioactive Lipids of Potato Cultivars: An Overview. *Journal of Oleo Science*, 65(6), 459-470. doi:10.5650/jos.ess16015
- Ramirez, D. (2010). Caracterización física, química y nutricional de la papa chaucha (*solanum phureja*) cultivado en dos suelos dafoclimáticos del ecuador, como base de estudio para la elaboración de una norma técnica (papa chaucha fresca de equisitos 2010) por parte del INEN. *Universidad Tecnológica Equinoccial*, 68.
- Ramos, C., & Tarazona, G. (2001). Estudio de la estabilidad de las hojuelas fritas de papa durante el almacenamiento al medio ambiente. *Universidad Nacional Agraria La Molina*.
- Ramos, M. S. (2013). Compuestos Fenólicos y Capacidad Antioxidante en dos variedades de Papas Nativas (*Solanum tuberosum*) pigmentadas con diferentes tipos de cocción *UNCP-Huancayo*, 90.
- Rettig, M., & Hen, A. (2014). El color en los alimentos: un criterio de calidad medible. *Agro Sur.*, 2, 39-48.
- Robertson, T. M., Alzaabi, A. Z., Robertson, M. D., & Fielding, B. A. (2018). Starchy Carbohydrates in a Healthy Diet: The Role of the Humble Potato. *Nutrients*, 10(11), 1764. doi:10.3390/nu10111764
- Rosenthal, A. (1999). Food Texture: Measurement and Perception. *Springer - USA*.
- Sanchez, P. D. C., Hashim, N., Shamsudin, R., & Mohd Nor, M. Z. (2020). Applications of imaging and spectroscopy techniques for non-destructive quality evaluation of



- potatoes and sweet potatoes: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 96, 208-221. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.12.027>
- Schmidt, J. M., Damgaard, H., Greve-Poulsen, M., Larsen, L. B., & Hammershøj, M. (2018). Foam and emulsion properties of potato protein isolate and purified fractions. *Food Hydrocolloids*, 74, 367-378. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.07.032>
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). [14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent *Methods in Enzymology* (Vol. 299, pp. 152-178): Academic Press.
- Soto, J., Medina, T., Aquino, Y., & Estrada, R. (2013). Diversidad genética de papas nativas (*Solanum spp.*) conservadas en cultivares nativos del Perú. *Revista Peruana de Biología*, 20, 215-222. doi:10.15381/rpb.v20i3.5216
- Soto, M. R., Ruesta, J. D., & Meregildo, R. Y. (2014). Capacidad Antioxidante In Vitro de Cuatro Variedades de Tuberculos Delaware (*Solanum tuberosum L.*) "Papa" (Cruda y Cocida, con y sin cáscara) frente al 2,2-Difenil -1- picrlhidrazil. *Tzhocoen*, 6(256).
- Spooner, D., Núñez, J., Rodríguez, F., Naik, P., Ghislain, M., 2005. Nuclear and chloroplast DNA reassessment of the origin of Indian potato varieties and its implications for the origin of the early European potato. *Theoretical and Applied Genetics* 110, 1020–1026.
- Su, Q., Kondo, N., Li, M., Sun, H., Al Riza, D. F., & Habaragamuwa, H. (2018). Potato quality grading based on machine vision and 3D shape analysis. *Computers and Electronics in Agriculture*, 152, 261-268. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.07.012>



- Suárez, Rodríguez, & Díaz. (2004). Cambios en el valor nutritivo de patatas durante distintos tratamientos culinarios. *Ciencia y Tecnología Alimentaria, Sociedad Mexicana de Nutrición y Tecnología de Alimentos*, 4, 260.
- Tabee, E., Jägerstad, M., & Dutta, P. (2008). Lipids and phytosterol oxidation products in commercial potato crisps commonly consumed in Sweden. *European Food Research and Technology*, 227, 745-755. doi:10.1007/s00217-007-0783-9
- Ureña, P., D'Arrigo, & Girón, O. (1999). Evaluación sensorial de los alimentos. *Aplicación didáctica - UNALM*.
- Valero, A. (2012). Principios de color y holopintura. *Editorial Club Universitario*.
- Van Koningsveld, G. A., Gruppen, H., de Jongh, H. H. J., Wijngaards, G., van Boekel, M. A. J. S., Walstra, P., & Voragen, A. G. J. (2001). Effects of pH and Heat Treatments on the Structure and Solubility of Potato Proteins in Different Preparations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(10), 4889-4897. doi:10.1021/jf010340j
- Villacrés, E., Quilca, N., Reinoso, I., Monteros, C., & Muñoz, R. Valorización nutricional y funcional de las Papas Nativas (*Solanum andígena ssp.*) *Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP*.
- Well—NHS.UK, E. Retrieved from <https://www.nhs.uk/live-well/eat-well/>
- Wu, D. (2016). Recycle Technology for Potato Peel Waste Processing: A Review. *Procedia Environmental Sciences*, 31, 103-107. doi:<https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.02.014>
- Yaranga, R. I. (2019). Efecto de la temperatura de escaldado y frito en el contenido de acrilamida de papa nativa, oca y mashua amarilla. *UNCP*, 24, 71..
- Yazuma, N., & Pilco, C. (2018). Efecto del nivel de procesamiento en el contenido de polifenoles y capacidad antioxidante de cinco tubérculos de la provincia de Bolívar *UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR*, 27.



- Yen, G. C., & Duh, P. D. (1994). Scavenging Effect of Methanolic Extracts of Peanut Hulls on Free-Radical and Active-Oxygen Species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42(3), 629-632. doi:10.1021/jf00039a005.
- Zhang, Y., Zhang, T., Fan, D., Li, J., & Fan, L. (2018). The description of oil absorption behavior of potato chips during the frying. *LWT*, 96, 119-126. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.04.094>
- Barreto, I. M. A., Tribuzib, G., Marsaioli, A., Carciofia, B. A. M., & Laurindoa, J. B. (2019). Oil-free potato chips produced by microwave multiflash drying. *Journal of Food Engineering*. doi:10.1016/j.jfoodeng.2019.05.033.
- Castillo, B. (2017). Efecto de fritado en la obtencion de chips de oca (*Oxalis tuberosa Mol*). *UNA-PUNO*, 36.
- Gökmen, V., Senyuva, H. Z., Dülek, B., & Cetin, A. E. (2007). Computer vision-based image analysis for the estimation of acrylamide concentrations of potato chips and french fries. *Food Chemistry*. doi:10.1016/j.foodchem.2006.02.034.
- Heredía, A., Castelló, M., Argüelles, A., & Andrés, A. (2014). Evolution of mechanical and optical properties of French fries obtained by hot air-frying. *ELSEVIER*.
- Hernandez , D. (2014). Evaluación tecnológica de papa (*Solanum tuberosum L.*) obtenidos mediante la aplicación combinada ingenieria de matrices y fritura al vacío *Universidad Nacional de Colombia - Medellín*.
- Kita, A., Bakowska-Barczak, A., Grazyna, L., Hamouz, K., & Kulakowska, K. (2014). Antioxidant activity and quality of red and purple flesh potato chips. *El sevier - Food Science and Technology*.
- Kuskoski, E., Asuero, A., Troncoso, A., mancini-Filho, J., & Fett, R. (2005). Apolicación de diversos métodos quimicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, 728. doi:10.1590/S0101-20612005000400016.



- Lucas, J. (2011). Evaluación de los parametros de calidad durante la fritura de rebanadas de papa criolla. *Scientia et Technica* 299.
- Pedreschi, F., Bustos, O., Mery, D., Moyano, P., Kaack, K., & Granby, K. (2006). Color kinetics and acrylamide formation in NaCl soaked potato chips. *Journal of Food Engineering*. doi:10.1016/j.jfoodeng.2006.03.020.
- Pedreschi, F., Moyano, P., Santis, N., & Pedreschi, R. (2006). Physical properties of pre-treated potato chips. doi:10.1016/j.jfoodeng.2006.04.029.
- Rodriguez, G., Zuluaga, C., Puerta, L., & Ruiz, L. (2013). Evaluación de parámetros fisicoquímicos en el proceso de fritura de banano osmodeshidratado.
- Romani, S., Rocculi, P., Mendoza, F., & Rosa, M. (2009). Image characterization of potato chip appearance during frying. *Image characterization of potato chip appearance during frying*. doi:10.1016/j.jfoodeng.2009.02.017.
- Roncal, R. (2017). Evaluacion Fisicoquimica de tres cultivares de papa cahuca (*Solanum tuberosum L. grupo Phureja*) y sus perspectivas para el procesamiento UNAC.
- Taniwaki, M., & Kohyama, K. (2012). Mechanical and acoustic evaluation of potato chip crispness using a versatile texture analyzer. *Journal of Food Engineering*. doi:10.1016/j.jfoodeng.2012.05.015.
- Wong, Y., Muhamad, H., Abas, F., Lai, O., Nyame, K., & Tan, C. (2017). Effects of temperature and NaCl on the formation of 3-MCPD esters and glycidyl esters in refined, bleached and eodorized palm olein during deep-fat frying of potato chips. *Food Chemistry*. doi:10.1016/j.foodchem.2016.09.130.
- Yagua, C., & Moreira, R. (2011). Physical and thermal properties of potato chips during vacuum frying. *Journal of Food Engineering*. doi:1016/j.jfoodeng.2010.12.018.



ANEXOS

Anexo 1. Capacidad Antioxidante de la Papa Nativa fresca, Frita y Horneada

| Ejecución | Tratamientos | Cultivares | Cap. Antioxidante | | | Promedio | Desv.est. |
|-----------|--------------|------------|-------------------|---------|---------|----------|-----------|
| | | | mg/100g | | | | |
| N° | Factor 1 | Factor 2 | r1 | r2 | r3 | μ | DS |
| 1 | | YL | 2634.88 | 2388.09 | 2400.15 | 2474.37 | 139.13 |
| 2 | Fresca | YPQ | 1948.69 | 1814.50 | 1843.26 | 1868.82 | 70.65 |
| 3 | | PM | 2603.68 | 2328.88 | 2422.95 | 2451.84 | 139.66 |
| 4 | | YL | 2544.80 | 1998.00 | 1959.80 | 2167.53 | 327.28 |
| 5 | Fritura | YPQ | 1209.60 | 1102.40 | 1059.90 | 1123.97 | 77.15 |
| 6 | | PM | 1749.60 | 1604.30 | 1520.10 | 1624.67 | 116.10 |
| 7 | | YL | 1226.60 | 1117.30 | 993.80 | 1112.57 | 116.47 |
| 8 | Horno | YPQ | 1149.20 | 1060.10 | 1055.70 | 1088.33 | 52.76 |
| 9 | | PM | 1742.10 | 1588.00 | 1638.00 | 1656.03 | 78.62 |

Anexo 2. Polifenoles Totales de las hojuelas de Papa Nativa fresca, Frita y Horneada

| Ejecución | Tratamientos | Cultivares | Polifenoles Totales | | | Promedio | Desv.est. |
|-----------|--------------|------------|---------------------|--------|--------|----------|-----------|
| | | | mg/100g | | | | |
| N° | Factor 1 | Factor 2 | r1 | r2 | r3 | μ | DS |
| 1 | | YL | 394.19 | 398.06 | 389.41 | 393.89 | 4.33 |
| 2 | Fresca | YPQ | 481.40 | 465.46 | 469.38 | 472.08 | 8.31 |
| 3 | | PM | 337.53 | 342.09 | 328.98 | 336.20 | 6.66 |
| 4 | | YL | 106.94 | 106.94 | 115.16 | 109.68 | 4.74 |
| 5 | Fritura | YPQ | 200.55 | 191.11 | 193.20 | 194.95 | 4.96 |
| 6 | | PM | 145.66 | 149.85 | 139.38 | 144.96 | 5.27 |
| 7 | | YL | 164.33 | 155.26 | 155.26 | 158.29 | 5.24 |
| 8 | Horno | YPQ | 214.34 | 195.18 | 186.84 | 198.79 | 14.10 |
| 9 | | PM | 133.22 | 137.34 | 135.82 | 135.46 | 2.09 |

Anexo 3. Perfil de Color en Hojuelas de Papa Nativa

Tabla 33. Perfil de color para las hojuelas de Papas Nativas fresca

| Tratamientos | Cultivares | Repeticiones | L | a* | b* | C* | Hue* |
|--------------|------------|--------------|--------|-------|--------|--------|--------|
| Fresca | Y.L. | R1 | 63.300 | 6.200 | 5.300 | 8.100 | 40.400 |
| | | R2 | 62.700 | 6.200 | 5.000 | 8.000 | 38.900 |
| | | R3 | 63.400 | 6.000 | 6.100 | 8.600 | 45.500 |
| | | Promedio | 63.133 | 6.133 | 5.467 | 8.233 | 41.600 |
| | | Desv. Est. | 0.379 | 0.115 | 0.569 | 0.321 | 3.460 |
| | Y.PQ. | R1 | 73.100 | 4.600 | 15.800 | 16.500 | 73.500 |
| | | R2 | 72.900 | 4.600 | 15.400 | 16.100 | 73.300 |
| | | R3 | 73.000 | 4.800 | 15.400 | 16.200 | 72.600 |
| | | Promedio | 73.000 | 4.667 | 15.533 | 16.267 | 73.133 |
| | | Desv. Est. | 0.100 | 0.115 | 0.231 | 0.208 | 0.473 |
| | P.M. | R1 | 67.000 | 4.600 | 29.400 | 29.800 | 80.900 |
| | | R2 | 67.000 | 4.000 | 29.800 | 30.100 | 82.200 |
| | | R3 | 66.800 | 4.400 | 29.700 | 30.000 | 81.400 |
| | | Promedio | 66.933 | 4.333 | 29.633 | 29.967 | 81.500 |
| | | Desv. Est. | 0.115 | 0.306 | 0.208 | 0.153 | 0.656 |

Tabla 34. Perfil de color para las hojuelas de Papas Nativas fritas

| Tratamientos | Cultivares | Repeticiones | L | a* | b* | C* | Hue* | |
|--------------|------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| Frita | Y.L. | R4 | 53.60 | | 11.50 | 12.00 | 69.30 | |
| | | | 0 | 4.300 | 0 | 0 | 0 | |
| | | R5 | 53.60 | | | | 39.00 | |
| | | | 0 | 4.500 | 3.600 | 5.800 | 0 | |
| | | R6 | 49.90 | | | | 53.10 | |
| | | | 0 | 5.700 | 7.600 | 9.500 | 0 | |
| | | Promedio | 52.36 | | | | 53.80 | |
| | | | 7 | 4.833 | 7.567 | 9.100 | 0 | |
| | | Desv. Est. | | | | | 15.16 | |
| | | | | 2.136 | 0.757 | 3.950 | 3.119 | 2 |
| | Y.PQ. | R4 | 54.60 | | 10.80 | 11.70 | 68.40 | |
| | | | 0 | 4.300 | 0 | 0 | 0 | |
| | | R5 | 55.50 | | | | 65.40 | |
| | | | 0 | 3.700 | 8.200 | 9.000 | 0 | |
| | | R6 | 48.40 | | | 11.70 | 53.30 | |
| | | | 0 | 6.900 | 9.400 | 0 | 0 | |
| | | Promedio | 52.83 | | | 10.80 | 62.36 | |
| | | | 3 | 4.967 | 9.467 | 0 | 7 | |
| Desv. Est. | | 3.866 | 1.701 | 1.301 | 1.559 | 7.994 | | |
| P.M. | R4 | 51.60 | | | | 61.60 | | |
| | | 0 | 2.700 | 5.100 | 5.700 | 0 | | |
| | R5 | 48.70 | | 16.00 | 17.40 | 66.90 | | |
| | | 0 | 6.800 | 0 | 0 | 0 | | |
| | R6 | 47.60 | | 16.20 | 18.90 | 58.90 | | |
| | | 0 | 9.700 | 0 | 0 | 0 | | |
| | Promedio | 49.30 | | 12.43 | 14.00 | 62.46 | | |
| | | 0 | 6.400 | 3 | 0 | 7 | | |
| | Desv. Est. | 2.066 | 3.517 | 6.352 | 7.227 | 4.070 | | |

Tabla 35. Perfil de color para las hojuelas de Papas Nativas Horneadas

| Tratamientos | Cultivares | Repeticiones | L | a* | b* | C* | Hue* |
|--------------|------------|--------------|--------|-------|--------|--------|--------|
| Horno | Y.L. | R7 | 51.600 | 2.700 | 5.100 | 5.700 | 61.600 |
| | | R8 | 52.700 | 1.800 | 5.000 | 5.300 | 70.100 |
| | | R9 | 56.200 | 3.300 | 6.600 | 7.400 | 63.100 |
| | | Promedio | 53.500 | 2.600 | 5.567 | 6.133 | 64.933 |
| | | Desv. Est. | 2.402 | 0.755 | 0.896 | 1.115 | 4.537 |
| | Y.PQ. | R7 | 54.400 | 3.400 | 3.400 | 4.200 | 35.800 |
| | | R8 | 52.400 | 4.100 | 3.300 | 5.300 | 38.400 |
| | | R9 | 52.500 | 4.100 | 3.200 | 5.300 | 38.000 |
| | | Promedio | 53.100 | 3.867 | 3.300 | 4.933 | 37.400 |
| | | Desv. Est. | 1.127 | 0.404 | 0.100 | 0.635 | 1.400 |
| | P.M. | R7 | 57.000 | 2.800 | 16.900 | 17.200 | 80.300 |
| | | R8 | 55.900 | 4.100 | 12.700 | 13.300 | 71.700 |
| | | R9 | 56.000 | 4.100 | 11.900 | 12.600 | 70.900 |
| | | Promedio | 56.300 | 3.667 | 13.833 | 14.367 | 74.300 |
| | | Desv. Est. | 0.608 | 0.751 | 2.686 | 2.479 | 5.212 |

Anexo 4. Resultado de las Proteínas en Papas Nativas Frescas, Fritas y Horneadas

| Ejecución | Tratamientos | Cultivares | Proteínas | | | Promedio | Desv.est. |
|-----------|--------------|------------|-----------|------|------|----------|-----------|
| N° | Factor 1 | Factor 2 | r1 | r2 | r3 | μ | DS |
| 1 | Fresca | YL | 6.12 | 6.26 | 5.96 | 6.11 | 0.15 |
| 2 | | YPQ | 6.18 | 5.96 | 5.75 | 5.96 | 0.22 |
| 3 | | PM | 5.94 | 5.38 | 5.64 | 5.65 | 0.28 |
| 4 | Fritura | YL | 3.82 | 3.90 | 4.00 | 3.91 | 0.09 |
| 5 | | YPQ | 5.15 | 5.27 | 5.35 | 5.26 | 0.10 |
| 6 | | PM | 3.63 | 3.61 | 3.71 | 3.65 | 0.05 |
| 7 | Horno | YL | 4.57 | 4.37 | 4.76 | 4.57 | 0.20 |
| 8 | | YPQ | 5.73 | 5.82 | 5.89 | 5.81 | 0.08 |
| 9 | | PM | 5.42 | 5.31 | 5.43 | 5.39 | 0.07 |

Anexo 5. Contenido de Carbohidratos en Papas Nativas Frescas, Frita y Horneadas

| Ejecución | Tratamientos | Cultivares | Carbohidrato | | | Promedio | Desv.est. |
|-----------|--------------|------------|--------------|----------|----------|----------|-----------|
| | | | N° | Factor 1 | Factor 2 | | |
| 1 | Fresca | YL | 89.17 | 89.23 | 88.91 | 89.10 | 0.17 |
| 2 | | YPQ | 89.98 | 89.75 | 89.52 | 89.75 | 0.23 |
| 3 | | PM | 90.35 | 89.92 | 89.92 | 90.06 | 0.25 |
| 4 | Fritura | YL | 48.57 | 47.41 | 48.82 | 48.27 | 0.75 |
| 5 | | YPQ | 49.47 | 47.92 | 48.61 | 48.67 | 0.78 |
| 6 | | PM | 65.33 | 65.27 | 65.45 | 65.35 | 0.09 |
| 7 | Horno | YL | 84.05 | 83.81 | 83.94 | 83.93 | 0.12 |
| 8 | | YPQ | 78.45 | 78.89 | 78.66 | 78.67 | 0.22 |
| 9 | | PM | 80.63 | 80.59 | 80.85 | 80.69 | 0.14 |

Anexo 6. Contenido de Cenizas en Papas Nativas Frescas, Frita y Horneadas

| Ejecución | Tratamientos | Cultivares | Cenizas | | | Promedio | Desv.est. |
|-----------|--------------|------------|---------|----------|----------|----------|-----------|
| | | | N° | Factor 1 | Factor 2 | | |
| 1 | Fresca | YL | 3.57 | 3.76 | 3.38 | 3.57 | 0.19 |
| 2 | | YPQ | 3.46 | 3.38 | 3.31 | 3.38 | 0.07 |
| 3 | | PM | 3.46 | 2.89 | 3.17 | 3.18 | 0.28 |
| 4 | Fritura | YL | 1.97 | 1.93 | 1.88 | 1.93 | 0.05 |
| 5 | | YPQ | 3.69 | 3.67 | 3.70 | 3.69 | 0.02 |
| 6 | | PM | 3.27 | 3.23 | 3.25 | 3.25 | 0.02 |
| 7 | Horno | YL | 2.39 | 2.41 | 2.36 | 2.39 | 0.03 |
| 8 | | YPQ | 5.11 | 5.24 | 5.36 | 5.24 | 0.13 |
| 9 | | PM | 4.91 | 4.84 | 4.94 | 4.90 | 0.05 |

Anexo 7. Resultados de Fibra en las Papas Nativas Frescas, Frita y Horneadas

| Ejecución | Tratamientos | Cultivares | Fibra cruda | | | Promedio | Desv.est. |
|-----------|--------------|------------|-------------|----------|----------|----------|-----------|
| | | | N° | Factor 1 | Factor 2 | | |
| | | YL | 2.09 | 2.35 | 1.82 | 2.09 | 0.26 |
| | Fresca | YPQ | 2.16 | 2.13 | 2.09 | 2.13 | 0.04 |
| | | PM | 1.94 | 1.37 | 1.65 | 1.65 | 0.28 |
| | | YL | 1.09 | 1.12 | 1.10 | 1.10 | 0.02 |
| | Fritura | YPQ | 1.12 | 1.22 | 1.32 | 1.22 | 0.10 |
| | | PM | 1.16 | 1.13 | 1.18 | 1.16 | 0.03 |
| | | YL | 1.00 | 1.08 | 1.04 | 1.04 | 0.04 |
| | Horno | Y PQ | 1.30 | 1.28 | 1.27 | 1.28 | 0.02 |
| | | PM | 1.19 | 1.22 | 1.23 | 1.21 | 0.02 |

Anexo 8. Resultados de Humedad en Papas Nativas Frescas, Frita y Horneadas

| Ejecución | Tratamientos | Cultivares | humedad en Base Seca | | | Promedio | Desv.est. |
|-----------|--------------|------------|----------------------|----------|----------|----------|-----------|
| | | | N° | Factor 1 | Factor 2 | | |
| | | YL | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | Fresca | YPQ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | PM | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | YL | 4.29 | 4.34 | 4.38 | 4.34 | 0.05 |
| | Fritura | YPQ | 5.10 | 5.02 | 5.06 | 5.06 | 0.04 |
| | | PM | 3.51 | 3.39 | 3.56 | 3.49 | 0.09 |
| | | YL | 9.09 | 9.02 | 9.15 | 9.09 | 0.07 |
| | Horno | YPQ | 10.26 | 10.32 | 10.21 | 10.26 | 0.06 |
| | | PM | 8.97 | 8.94 | 8.99 | 8.97 | 0.03 |

Anexo 9. Contenido de Hierro en Papas Nativas Frescas, Frita y Horneadas

| Ejecución N° | Tratamientos Factor 1 | Cultivares Factor 2 | Hierro mg/100g | | | Promedio μ | Desv.est. DS |
|-----------------|--------------------------|------------------------|----------------|------|------|-------------------|-----------------|
| | | | r1 | r2 | r3 | | |
| 1 | Fresca | YL | 2.77 | 2.81 | 2.81 | 2.80 | 0.02 |
| 2 | | YPQ | 2.52 | 2.56 | 2.57 | 2.55 | 0.03 |
| 3 | | PM | 1.69 | 1.71 | 1.68 | 1.70 | 0.01 |
| 4 | Fritura | YL | 0.73 | 0.69 | 0.67 | 0.70 | 0.03 |
| 5 | | YPQ | 0.96 | 0.96 | 0.96 | 0.96 | 0.00 |
| 6 | | PM | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.00 |
| 7 | Horno | YL | 3.48 | 3.50 | 3.51 | 3.50 | 0.01 |
| 8 | | YPQ | 0.81 | 0.83 | 0.83 | 0.82 | 0.01 |
| 9 | | PM | 1.03 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 0.01 |

Anexo 10. Resultados de Zinc en Papas Nativas Frescas, Frita y Horneadas

| Ejecución N° | Tratamientos Factor 1 | Cultivares Factor 2 | Zinc mg/100g | | | Promedio μ | Desv.est. DS |
|-----------------|--------------------------|------------------------|--------------|------|------|-------------------|-----------------|
| | | | r1 | r2 | r3 | | |
| 1 | Fresca | YL | 0.56 | 0.57 | 0.57 | 0.56 | 0.00 |
| 2 | | YPQ | 0.51 | 0.52 | 0.52 | 0.51 | 0.01 |
| 3 | | PM | 0.34 | 0.35 | 0.34 | 0.34 | 0.00 |
| 4 | Fritura | YL | 0.15 | 0.14 | 0.13 | 0.14 | 0.01 |
| 5 | | YPQ | 0.19 | 0.19 | 0.19 | 0.19 | 0.00 |
| 6 | | PM | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.00 |
| 7 | Horno | YL | 0.70 | 0.71 | 0.71 | 0.71 | 0.00 |
| 8 | | YPQ | 0.16 | 0.17 | 0.17 | 0.17 | 0.00 |
| 9 | | PM | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.00 |

Anexo 11. Contenido de Potasio en Papas Nativas Frescas, Frita y Horneadas

| Ejecución N° | Tratamientos Factor 1 | Cultivares Factor 2 | Potasio mg/100 | | | Promedio | Desv.est. |
|-----------------|--------------------------|------------------------|----------------|---------|---------|----------|-----------|
| | | | r1 | r2 | r3 | μ | DS |
| 1 | Fresca | YL | 1474.92 | 1472.84 | 1473.65 | 1473.80 | 1.05 |
| 2 | | YPQ | 1417.52 | 1415.62 | 1413.72 | 1415.62 | 1.90 |
| 3 | | PM | 1140.65 | 1141.89 | 1138.55 | 1140.36 | 1.69 |
| 4 | Fritura | YL | 689.00 | 688.00 | 687.00 | 688.00 | 1.00 |
| 5 | | YPQ | 569.00 | 570.00 | 571.00 | 570.00 | 1.00 |
| 6 | | PM | 512.00 | 513.00 | 511.00 | 512.00 | 1.00 |
| 7 | Horno | YL | 425.00 | 427.00 | 426.00 | 426.00 | 1.00 |
| 8 | | YPQ | 493.00 | 494.00 | 495.00 | 494.00 | 1.00 |
| 9 | | PM | 470.00 | 472.00 | 474.00 | 472.00 | 2.00 |

Anexo 12. Composición química de los Cultivares de papa nativa en hojuelas

1. Propiedades Químicas en las hojuelas de papa nativa fresca

| Cultivares | YL | YPQ | PM |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|
| Unidades | % | % | % |
| Proteínas | 6.11 | 5.96 | 5.65 |
| Grasa | 1.21 | 0.91 | 1.11 |
| Carbohidrato | 89.10 | 89.75 | 90.06 |
| Fibra cruda | 2.09 | 2.13 | 1.65 |
| Humedad en Base Seca | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Cenizas | 3.57 | 3.38 | 3.18 |
| Minerales | mg/100g | mg/100g | mg/100g |
| Potasio | 1473.80 | 1415.62 | 1140.36 |
| Hierro | 2.80 | 2.55 | 1.70 |
| Zinc | 0.56 | 0.51 | 0.34 |
| Cap. Antioxidante | 2474.37 | 1868.82 | 2451.84 |
| Polifenoles totales | 393.89 | 472.08 | 336.20 |

2. Propiedades Químicas de las hojuelas de papa nativa frito

| Cultivares | YL | YPQ | PM |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|
| Unidades | % | % | % |
| Proteínas | 3.91 | 5.26 | 3.65 |
| Grasa | 31.15 | 28.63 | 24.16 |
| Carbohidrato | 48.27 | 48.67 | 65.35 |
| Fibra cruda | 1.10 | 1.22 | 1.16 |
| Humedad en Base Seca | 4.34 | 5.06 | 3.49 |
| Cenizas | 1.93 | 3.69 | 3.25 |
| Minerales | mg/100g | mg/100g | mg/100g |
| Potasio | 688.00 | 570.00 | 512.00 |
| Hierro | 0.70 | 0.96 | 0.65 |
| Zinc | 0.14 | 0.19 | 0.13 |
| Cap. Antioxidante | 2167.53 | 1123.97 | 1624.67 |
| Polifenoles totales | 109.68 | 194.95 | 144.96 |

3. Propiedades Químicas de las hojuelas de papa nativa horneadas

| Cultivares | YL | YPQ | PM |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|
| Unidades | % | % | % |
| Proteínas | 4.57 | 5.81 | 5.39 |
| Grasa | 0.02 | 0.02 | 0.05 |
| Carbohidrato | 83.93 | 78.67 | 80.69 |
| Fibra cruda | 1.04 | 1.28 | 1.21 |
| Humedad en Base | | | |
| Seca | 9.09 | 10.26 | 8.97 |
| Cenizas | 2.39 | 5.24 | 4.90 |
| Minerales | mg/100g | mg/100g | mg/100g |
| Potasio | 426.00 | 494.00 | 472.00 |
| Hierro | 3.50 | 0.82 | 1.04 |
| Zinc | 0.71 | 0.17 | 0.21 |
| Cap. Antioxidante | 1112.57 | 1088.33 | 1656.03 |
| Polifenoles totales | 158.29 | 198.79 | 135.46 |

4. Cuadros de Análisis de Varianza

a. Capacidad antioxidante

Anexo 13, Análisis de Varianza para Capacidad Antioxidante

| Fuente | Suma de cuadrados | Gl | Cuadrado medio | Razón-f | Valor-p |
|----------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| EFECTOS | | | | | |
| PRINCIPALES | | | | | |
| A: Tratamiento | 7.20022 | 2 | 3.60011 | 343.87 | 0.0000 |
| B: Cultivares | 1.60015 | 2 | 0.800074 | 76.42 | 0.0000 |
| INTERACCIONES | | | | | |
| AB | 1.80577 | 4 | 0.451443 | 43.12 | 0.0000 |
| RESIDUOS | 0.376898 | 36 | 0.0104694 | | |
| TOTAL | 10.983 | 44 | | | |
| (CORREGIDO) | | | | | |

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual.

b. Polifenoles totales

Anexo 14, Análisis de Varianza para Polifenoles Totales

| Fuente | Suma de cuadrados | Gl | Cuadrado medio | Razón-f | Valor-p |
|----------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| EFECTOS | | | | | |
| PRINCIPALES | | | | | |
| A: Tratamiento | 357263. | 2 | 178632. | 3674.58 | 0.0000 |
| B: Cultivares | 35249.4 | 2 | 17624.7 | 362.55 | 0.0000 |
| INTERACCIONES | | | | | |
| AB | 9843.07 | 4 | 2460.77 | 50.62 | 0.0000 |
| RESIDUOS | 875.03 | 18 | 48.6128 | | |
| TOTAL | 403231. | 26 | | | |
| (CORREGIDO) | | | | | |

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual



c. Proteínas

Anexo 15, Análisis de Varianza para Proteínas

| Fuente | Suma de cuadrados | Gl | Cuadrado medio | Razón-f | Valor-p |
|----------------------|--------------------------|-----------|-----------------------|----------------|----------------|
| EFFECTOS | | | | | |
| PRINCIPALES | | | | | |
| A: Tratamiento | 12.2502 | 2 | 6.12508 | 253.72 | 0.0000 |
| B: Cultivares | 3.82936 | 2 | 1.91468 | 79.31 | 0.0000 |
| INTERACCIONES | | | | | |
| AB | 3.37922 | 4 | 0.844806 | 35.00 | 0.0000 |
| RESIDUOS | 0.434533 | 18 | 0.0241407 | | |
| TOTAL | 19.8933 | 26 | | | |
| (CORREGIDO) | | | | | |

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

d. Grasa

Anexo 16, Análisis de Varianza para Grasa

| Fuente | Suma de cuadrados | de Gl | Cuadrado medio | Razón-f | Valor-p |
|----------------------|--------------------------|--------------|-----------------------|----------------|----------------|
| EFFECTOS | | | | | |
| PRINCIPALES | | | | | |
| A: Tratamiento | 4517.7 | 2 | 2258.85 | 176626.10 | 0.0000 |
| B: Cultivares | 25.2862 | 2 | 12.6431 | 988.60 | 0.0000 |
| INTERACCIONES | | | | | |
| AB | 50.079 | 4 | 12.5198 | 978.96 | 0.0000 |
| RESIDUOS | 0.2302 | 18 | 0.0127889 | | |
| TOTAL | 4593.3 | 26 | | | |
| (CORREGIDO) | | | | | |

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual



e. Carbohidratos

Anexo 17, Análisis de Varianza para Carbohidrato

| Fuente | Suma de Cuadrados | de Gl | Cuadrado Medio | Razón-f | Valor-p |
|----------------------|--------------------------|--------------|-----------------------|----------------|----------------|
| EFFECTOS | | | | | |
| PRINCIPALES | | | | | |
| A: Tratamiento | 6196.49 | 2 | 3098.25 | 19869.04 | 0.0000 |
| B: Cultivares | 199.536 | 2 | 99.7681 | 639.81 | 0.0000 |
| INTERACCIONES | | | | | |
| AB | 414.586 | 4 | 103.647 | 664.69 | 0.0000 |
| RESIDUOS | 2.8068 | 18 | 0.155933 | | |
| TOTAL | 6813.42 | 26 | | | |
| (CORREGIDO) | | | | | |

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

f. Cenizas

Anexo 18, Análisis de Varianza para Cenizas

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|----------------------|--------------------------|-----------|-----------------------|----------------|----------------|
| EFFECTOS | | | | | |
| PRINCIPALES | | | | | |
| A: Tratamiento | 6.89842 | 2 | 3.44921 | 214.78 | 0.0000 |
| B: Cultivares | 10.7834 | 2 | 5.39168 | 335.74 | 0.0000 |
| INTERACCIONES | | | | | |
| AB | 9.03062 | 4 | 2.25766 | 140.58 | 0.0000 |
| RESIDUOS | 0.289067 | 18 | 0.0160593 | | |
| TOTAL | 27.0015 | 26 | | | |
| (CORREGIDO) | | | | | |

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual



g. Fibra

Anexo 19, Análisis de Varianza para Fibra

| Fuente | Suma de Cuadrados | de GI | Cuadrado Medio | Razón- F | Valor- P |
|----------------------|------------------------------|--------------|---------------------------|---------------------|---------------------|
| EFFECTOS | | | | | |
| PRINCIPALES | | | | | |
| A: Tratamiento | 3.70943 | 2 | 1.85471 | 100.66 | 0.0000 |
| B: Cultivares | 0.190252 | 2 | 0.0951259 | 5.16 | 0.0169 |
| INTERACCIONES | | | | | |
| AB | 0.337793 | 4 | 0.0844481 | 4.58 | 0.0100 |
| RESIDUOS | 0.331667 | 18 | 0.0184259 | | |
| TOTAL | 4.56914 | 26 | | | |
| (CORREGIDO) | | | | | |

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

h. Humedad

Anexo 20, Análisis de Varianza para Humedad

| Fuente | Suma de Cuadrados | GI | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|----------------------|--------------------------|-----------|-----------------------|----------------|----------------|
| EFFECTOS | | | | | |
| PRINCIPALES | | | | | |
| A: Tratamiento | 402.001 | 2 | 201.0 | 94382.74 | 0.0000 |
| B: Cultivares | 4.2626 | 2 | 2.1313 | 1000.78 | 0.0000 |
| INTERACCIONES | | | | | |
| AB | 2.53878 | 4 | 0.634694 | 298.03 | 0.0000 |
| RESIDUOS | 0.0383333 | 18 | 0.00212963 | | |
| TOTAL | 408.84 | 26 | | | |
| (CORREGIDO) | | | | | |

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual



i. Hierro

Anexo 21, Análisis de Varianza para Hierro

| Fuente | Suma Cuadrados | de Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|----------------------|---------------------------|--------------|---------------------------|----------------|----------------|
| EFFECTOS | | | | | |
| PRINCIPALES | | | | | |
| A: Tratamiento | 11.5135 | 2 | 5.75676 | 18503.87 | 0.0000 |
| B: Cultivares | 6.99961 | 2 | 3.4998 | 11249.37 | 0.0000 |
| INTERACCIONES | | | | | |
| AB | 8.4239 | 4 | 2.10598 | 6769.21 | 0.0000 |
| RESIDUOS | 0.0056 | 18 | 0.000311111 | | |
| TOTAL | 26.9426 | 26 | | | |
| (CORREGIDO) | | | | | |

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

j. Zinc

Anexo 22, Análisis de Varianza para Zinc

| Fuente | Suma Cuadrados | de Gl | Cuadrado Medio | Razón- F | Valor- P |
|----------------------|---------------------------|--------------|---------------------------|---------------------|---------------------|
| EFFECTOS | | | | | |
| PRINCIPALES | | | | | |
| A: Tratamiento | 0.480289 | 2 | 0.240144 | 8104.88 | 0.0000 |
| B: Cultivar | 0.286867 | 2 | 0.143433 | 4840.88 | 0.0000 |
| INTERACCIONES | | | | | |
| AB | 0.341911 | 4 | 0.0854778 | 2884.88 | 0.0000 |
| RESIDUOS | 0.000533333 | 18 | 0.0000296296 | | |
| TOTAL | 1.1096 | 26 | | | |
| (CORREGIDO) | | | | | |

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual



k. Potasio

Anexo 23, Análisis de Varianza para Potasio

| Fuente | Suma Cuadrados | de Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor- P |
|----------------------|---------------------------|--------------|---------------------------|----------------|---------------------|
| EFFECTOS | | | | | |
| PRINCIPALES | | | | | |
| A: Tratamiento | 4.06915E6 | 2 | 2.03457E6 | 1105761.80 | 0.0000 |
| B: Cultivares | 117563. | 2 | 58781.3 | 31946.79 | 0.0000 |
| INTERACCIONES | | | | | |
| AB | 128259. | 4 | 32064.8 | 17426.77 | 0.0000 |
| RESIDUOS | 33.1195 | 18 | 1.83997 | | |
| TOTAL | 4.315E6 | 26 | | | |
| (CORREGIDO) | | | | | |

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

l. Textura

Anexo 24, Análisis de Varianza para Textura

| Fuente | Suma cuadrados | de Gl | Cuadrado medio | Razón-f | Valor-p |
|----------------------|---------------------------|--------------|---------------------------|----------------|----------------|
| EFFECTOS | | | | | |
| PRINCIPALES | | | | | |
| A: Tratamiento | 0.00268889 | 1 | 0.00268889 | 0.40 | 0.5375 |
| B: Cultivares | 0.00901111 | 2 | 0.00450556 | 0.68 | 0.5273 |
| INTERACCIONES | | | | | |
| AB | 0.000677778 | 2 | 0.000338889 | 0.05 | 0.9507 |
| RESIDUOS | 0.0800667 | 12 | 0.00667222 | | |
| TOTAL | 0.0924444 | 17 | | | |
| (CORREGIDO) | | | | | |

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual



m. Croma

Anexo 25, Análisis de Varianza para Croma

| Fuente | Suma cuadrados | de Gl | Cuadrado medio | Razón-f | Valor-p |
|----------------------|---------------------------|--------------|---------------------------|----------------|----------------|
| EFFECTOS | | | | | |
| PRINCIPALES | | | | | |
| A: Tratamiento | 423.916 | 2 | 211.958 | 92.23 | 0.0000 |
| B: Cultivares | 840.679 | 2 | 420.339 | 182.90 | 0.0000 |
| INTERACCIONES | | | | | |
| AB | 180.368 | 4 | 45.092 | 19.62 | 0.0000 |
| RESIDUOS | 41.3667 | 18 | 2.29815 | | |
| TOTAL | 1486.33 | 26 | | | |
| (CORREGIDO) | | | | | |

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

n. Hue*

Anexo 26, Análisis de Varianza para Hue*

| Fuente | Suma cuadrados | de Gl | Cuadrado medio | Razón-f | Valor-p |
|----------------------|---------------------------|--------------|---------------------------|----------------|----------------|
| EFFECTOS | | | | | |
| PRINCIPALES | | | | | |
| A: Tratamiento | 224.127 | 2 | 112.064 | 2.71 | 0.0938 |
| B: Cultivar | 1917.63 | 2 | 958.814 | 23.15 | 0.0000 |
| INTERACCIONES | | | | | |
| AB | 3111.37 | 4 | 777.843 | 18.78 | 0.0000 |
| RESIDUOS | 745.367 | 18 | 41.4093 | | |
| TOTAL | 5998.49 | 26 | | | |
| (CORREGIDO) | | | | | |

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Anexo 27. Imágenes de Procesamiento



Fotografía 1. Materia Prima



Fotografía 2. Proceso por Fritura



Fotografía 3. Proceso de Cocción en Horno



Fotografía 4. Hojuela obtenida mediante proceso de Fritura

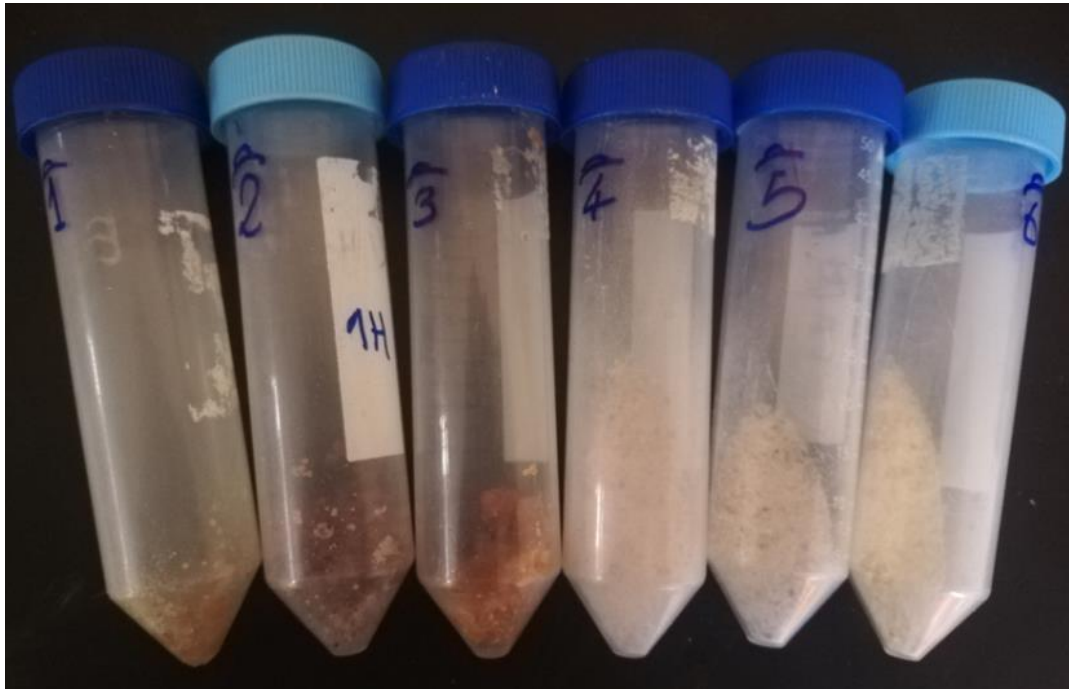


Fotografía 5. Hojuela obtenida mediante cocción en Horno

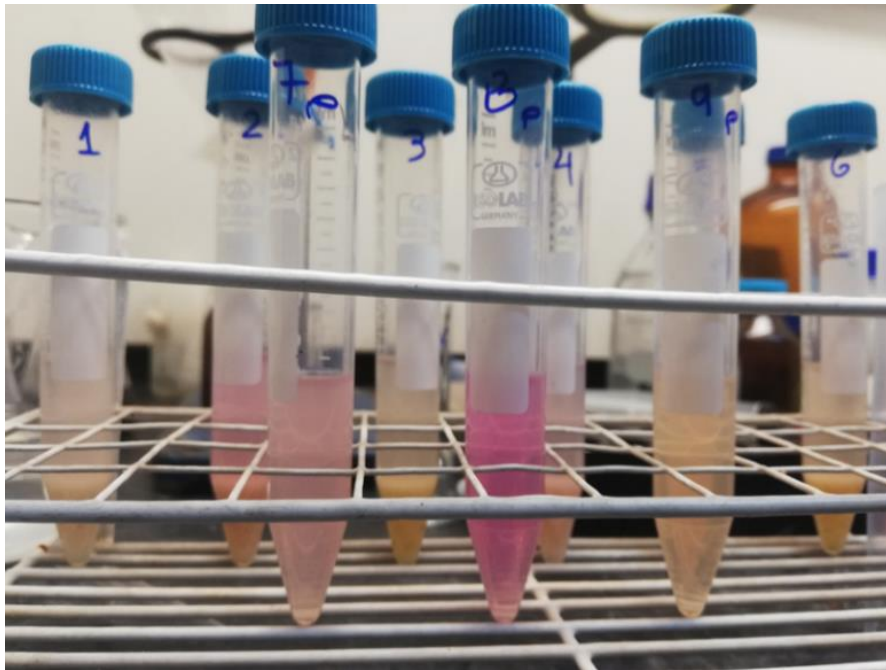
Anexo 28. Imágenes de Análisis



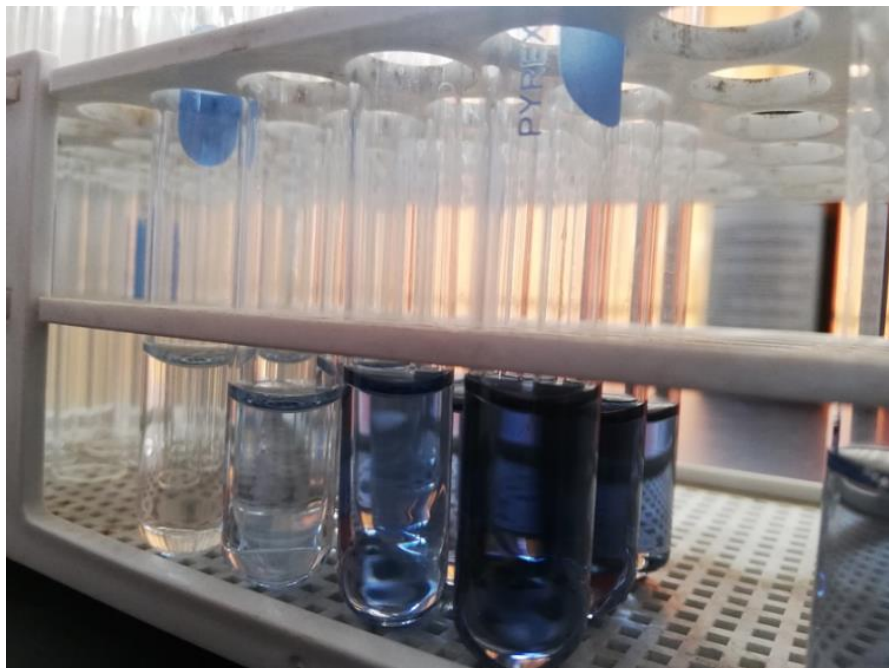
Fotografía 6. Muestras para Análisis



Fotografía 7. Muestras para extracción



Fotografía 8. Muestras en solvente para análisis de Capacidad Antioxidante



Fotografía 9. Muestras en solvente para análisis de Polifenoles Totales



Fotografía 10. Proceso de digestión y muestras extraídas para análisis de Minerales



Fotografía 11. Análisis de Polifenoles Totales y Capacidad Antioxidante



Fotografía 12. Análisis de Minerales por Espectrofotometría de Absorción Atómica



Fotografía 13. Análisis de Textura



Anexo 29. Resultados de Capacidad Antioxidante en hojuelas de papas nativas



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS
LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA Y ESPECTROMETRÍA - Pabellón de Control de Calidad
AV. De la Cultura 733 CUSCO-PERÚ Contacto 973868855

RESULTADOS

Cusco, 09 de Agosto del 2019

Solicitantes : Charles Darwin Jove Halanoca
 Tipo de Análisis : Actividad Antioxidante
 Metodo : DPPH
 Tipo de Muestras : Papas
 Cantidad de Muestra : 9, Codificados como YL7-FRITA-1 YPQ8-FRITA-2 PM9-FRITA-3 YL0-HORNO-4 YPQ11-HORNO-5 PM12-HORNO-6 PAPA-FRESCO-7 PAPA-FRESCO-8 PAPA-FRESCO-9 aproximadamente 100gr de cada uno
 Almacenamiento : 4 °C.
 Condiciones de Análisis por Espectrofotometro
 Equipo : Espectrofotometro Genesi 20 Thermo Electron
 Longitud de Onda : 517 nm
 Celda de Lectura : Cubetas de Vidrio de 1cm.
 Ecuacion de la curva patrón : $y = 0.0606 x + 0.0197$, $R^2 = 0.9952$
 Lecturas por Muestra : 3

| Papas | Repeticiones | | | | | Promedio | |
|---------------|--------------|--------|--------|--------|--------|----------------------------------|------------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Trolox CI50 gr/100gr Papas | CI50 Trolox mmol/100gr Papas |
| YL7-FRITA-1 | 2.5448 | 2.0217 | 1.9980 | 1.9229 | 1.9598 | 2.09 | 8.348 |
| YPQ8-FRITA-2 | 1.2096 | 1.2096 | 1.1024 | 1.0955 | 1.0599 | 1.14 | 4.536 |
| PM9-FRITA-3 | 1.7496 | 1.6092 | 1.6043 | 1.5945 | 1.5201 | 1.62 | 6.455 |
| YL0-HORNO-4 | 1.2266 | 1.1198 | 1.1173 | 1.0517 | 0.9938 | 1.10 | 4.402 |
| YPQ11-HORNO-5 | 1.1492 | 1.0306 | 1.0601 | 1.0579 | 1.0557 | 1.07 | 4.278 |
| PM12-HORNO-6 | 1.7421 | 1.5784 | 1.5880 | 1.6027 | 1.6380 | 1.63 | 6.512 |
| PAPA-FRESCO-7 | 0.6935 | 0.6419 | 0.6295 | 0.6268 | 0.6322 | 0.64 | 2.576 |
| PAPA-FRESCO-8 | 0.5583 | 0.5162 | 0.5204 | 0.5153 | 0.5292 | 0.53 | 2.109 |
| PAPA-FRESCO-9 | 0.8199 | 0.7660 | 0.7322 | 0.7532 | 0.7642 | 0.77 | 3.065 |

Nota: Los resultados obtenidos en la determinación de actividad antioxidante fue realizado por quintuplicado, expresa el Coeficiente de Inhibición al 50% (CI₅₀ o IC₅₀) en gramos equivalentes Trolox que están presente en 100 gr de muestra. La metodología desarrollada es de acuerdo a la literatura publicada.

- Brand-Williams W., M. Cuvelier and C. Berset; (1997) Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity, *Lebensm. Wiss. U. Technol.* 28, 25-30.
- Norul Liza A-Rahaman, Lee Suan Chua, Mohamad Roji Sarmidi, Ramlan Aziz (2013) Physicochemical and radical scavenging activities of honey samples from Malaysia *Agricultural Sciences* Vol.4, No.5B, 46-51.
- Pugliese A.G, Francisco A. Tomas-Barberan, Pilar Truchado, Maria I. Genovese, Flavonoids, Proanthocyanidins, Vitamin C, and Antioxidant Activity of Theobroma grandiflorum (Cupuassu) Pulp and Seeds *J Agric Food Chem.* 2013 Mar 20;61(11):2720-8. doi: 10.1021/jf304349u. Epub 2013 Mar 6.
- Philip Molyneux 2004, The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity *Songklanakarin J. Sci. Technol.*, 26(2) : 211-219.

Quim. Jorge Choquenaira Parí
Analista del Laboratorio de Cromatografía y
Espectrometría- UNSAAC.
CQP-914



Anexo 30. Resultados de Polifenoles Totales en hojuelas de papas nativas



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA Y ESPECTROMETRIA
Abellón de Control de Calidad
AV. De la Cultura 733 CU SCO-PERÚ Contacto 973868855

RESULTADOS

Cusco, 09 de Agosto del 2019

Solicitante : Charles Darwin Jove Halanoca
Tipo de Análisis : Determinación de compuestos Fenolicos Totales
Metodo : Folin Ciocalteu.
Tipo de Muestras : Papas
Cantidad de Muestra : 9, 1- 6 muestras denominado Chip y 7 - 9 fresco Aprox. 5 0gr de cada uno
Almacenamiento : 4 °C.

Condiciones de Análisis por Espectrofotometro

Equipo : Espectrofotometro Genesis 20 Thermo Elec tron
Longitud de Onda : 765 nm
Celda de Lectura : Cubetas de Vidrio de 1cm
Ecuacion de la curva patrón : $y = 0.0361 x - 0.0031$, $R^2 = 0.9996$

| Muestra | Repeticiones | | | | | Promedio |
|---------------|--------------|---------|---------|---------|---------|-----------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | EQ-Ac. Galico mg/100gr de Muestra |
| YL-FRITA-1 | 106.939 | 105.911 | 106.939 | 104.884 | 115.157 | 107.97 |
| YPQ-FRITA-2 | 200.550 | 193.204 | 191.105 | 192.154 | 193.204 | 194.04 |
| PM-FRITA-3 | 145.658 | 141.469 | 149.847 | 147.752 | 139.375 | 144.82 |
| YL-HORNO-4 | 164.332 | 159.294 | 155.264 | 156.271 | 155.264 | 158.08 |
| YPQ-HORNO-5 | 224.391 | 193.095 | 195.181 | 192.052 | 186.836 | 198.31 |
| PM-HORNO-6 | 134.006 | 136.098 | 137.144 | 138.190 | 129.821 | 135.05 |
| PAPA-FRESCO-7 | 103.750 | 103.161 | 104.928 | 101.982 | 102.571 | 103.28 |
| PAPA-FRESCO-8 | 137.921 | 135.391 | 133.494 | 134.127 | 134.759 | 135.14 |
| PAPA-FRESCO-9 | 106.289 | 105.657 | 107.554 | 105.657 | 103.760 | 105.78 |

Nota: Los resultados obtenidos fue realizado por quintuplicado, la cuantificación se basó utilizando un estándar Acido Galico, expresa los miligramos en equivalentes de Acido galico que están presente en 100 g de muestra. La metodología utilizada es de acuerdo a: (con algunas modificaciones.)

1. Vernon L.Singleton, Rudolf Orthofer, Rosa M. Lamuela-Raventós 1999 Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent Methods in Enzymology Volume 299, 1999, Pages 152-178
2. Pugliese A.G, Francisco A. Tomas-Barberan, Pilar Truchado, Maria I. Genovese, Flavonoids, Proanthocyanidins, Vitamin C, and Antioxidant Activity of Theobroma grandiflorum (Cupuassu) Pulp and Seeds J Agric Food Chem. 2013 Mar 20;61(11):2720-8. doi: 10.1021/jf304349u. Epub 2013 Mar 6.
3. Huang, R. T., Lu, Y. F., Inbaraj, B. S., & Chen, B. H. (2015). Determination of phenolic acids and flavonoids in Rhinacanthus nasutus (L.) kurz by high-performance-liquid-chromatography with photodiode-array detection and tandem mass spectrometry. Journal of Functional Foods, 12, 498-508. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.12.002>

Quim. Jorge Choquenaira Pari
Analista del Laboratorio de Cromatografía y
Espectrometría – UNSAAC.
CQP - 914



Anexo 31. Resultados de Hierro y Zinc en hojuelas de papas nativas



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA Y ESPECTROMETRIA
Av. De la Cultura 733 CU SCO-PERÚ Contacto 973868855

RESULTADOS

Cusco, 01 de Julio del 2019

Solicitantes : Charles Darwin Jove Halanoca
Tipo de Análisis : Determinación de Hierro y Zinc por Absorción Atómica
Tipo de Muestras : Papas
Cantidad de Muestra : 9, Codificados como YL7-FRITA-1 YPQ8-FRITA-2 PM9-FRITA-3 YL0-HORNO-4 YPQ11-HORNO-5 PM12-HORNO-6 PAPA-FRESCO-7 PAPA-FRESCO-8 PAPA-FRESCO-9 aproximadamente 1 00gr de cada uno
Almacenamiento : 4 °C.
Condiciones de Análisis por Espectrofotometro
Equipo : Espectrofotometro Absorción Atómica Varian AA240FS
Longitud de Onda : 248.3 nm (Hierro) y 213.9 nm (Zinc)
Corrección de Fondo : Activado.
Modo de medición : Absorbancia
Software de Control : SpectrAA
Lecturas por Muestra : 3

| Muestra | 1 | 2 | 3 | Fe mg/kg |
|---------------|-------|-------|-------|----------|
| YL7-FRITA-1 | 7.32 | 6.91 | 6.66 | 6.96 |
| YPQ8-FRITA-2 | 9.58 | 9.61 | 9.59 | 9.59 |
| PM9-FRITA-3 | 6.49 | 6.55 | 6.51 | 6.52 |
| YL0-HORNO-4 | 34.83 | 35.03 | 35.12 | 34.99 |
| YPQ11-HORNO-5 | 8.13 | 8.26 | 8.30 | 8.23 |
| PM12-HORNO-6 | 10.29 | 10.44 | 10.39 | 10.38 |
| PAPA-FRESCO-7 | 7.30 | 7.40 | 7.40 | 7.37 |
| PAPA-FRESCO-8 | 7.21 | 7.33 | 7.37 | 7.30 |
| PAPA-FRESCO-9 | 5.33 | 5.38 | 5.31 | 5.34 |

| Muestra | 1 | 2 | 3 | Zn mg/kg |
|---------------|------|------|------|----------|
| YL7-FRITA-1 | 1.48 | 1.39 | 1.34 | 1.40 |
| YPQ8-FRITA-2 | 1.93 | 1.94 | 1.94 | 1.94 |
| PM9-FRITA-3 | 1.31 | 1.32 | 1.31 | 1.32 |
| YL0-HORNO-4 | 7.02 | 7.06 | 7.08 | 7.05 |
| YPQ11-HORNO-5 | 1.64 | 1.67 | 1.68 | 1.66 |
| PM12-HORNO-6 | 2.08 | 2.11 | 2.10 | 2.09 |
| PAPA-FRESCO-7 | 1.47 | 1.49 | 1.49 | 1.49 |
| PAPA-FRESCO-8 | 1.45 | 1.48 | 1.49 | 1.47 |
| PAPA-FRESCO-9 | 1.08 | 1.09 | 1.07 | 1.08 |

Nota: La determinación de Hierro y Zinc fue realizada por triplicado, expresa los miligramos de Hierro y Zinc por kilo de muestra respectivamente, la metodología fue desarrollada de acuerdo al fabricante.

Quim. Jorge Choquenaira Pari
Analista del Laboratorio de Cromatografía y Espectrometría – UNSAAC.
CQP - 914



Anexo 32. Resultados fisicoquímicos en papas nativas frescas



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

Nº0372-19-LAQ

SOLICITANTE: PNUD-APAHAMNE
CHARLE DARWIN JOVE HALANCA

MUESTRA : PAPAS NATIVAS
1.- Y.L.
2.- Y.P.Q.
3.- P.M.

FECHA : 0/25/07/2019

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

| | 1 | 2 | 3 |
|-----------------|--------|--------|---------|
| Humedad % | 73.66 | 71.32 | 68.51✓ |
| Proteína % | 1.61 | 1.71 | 1.78✓ |
| Grasa % | 0.32 | 0.26 | 0.35✓ |
| Ceniza % | 0.94 | 0.97 | 1.00✓ |
| Fibra % | 0.55 | 0.61 | 0.52✓ |
| Carbohidratos % | 23.47 | 25.74 | 28.36✓ |
| Potasio mg/100 | 388.20 | 406.00 | 359.10✓ |


* Métodos Adaptados: NTP 205.037, AOAC 955.04, AOAC 920.39, AOAC 942.05, AOAC 962.09, Diferencia y Colorimétrico con Cobaltinitrito de Sodio.

Cusco, 06 de Agosto 2019

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Unidad de Prestación de Servicios de Análisis
Laboratorio de Análisis Químico
Ing. Darwin Jove Halanca
Responsable del Laboratorio de Análisis Químico



Anexo 33. Resultados fisicoquímicos en hojuelas de papas nativas fritas



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú

UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

Nº289-19-LAQ

SOLICITANTE: PNUD-APAHAMNE
CHARLES DARWIN JOVE HALANCOA

MUESTRA : SNACK DE PAPAS NATIVAS

CODIGO : 1.- YL-FRITA
2.- YPQ-FRITA
3.- PM-FRITA


FECHA : 07/08/2019

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

| | 1 | 2 | 3 |
|-----------------|-------|-------|-------|
| Humedad % | 4.34 | 5.06 | 3.49 |
| Proteína % | 3.91 | 5.25 | 3.65 |
| Grasa % | 31.15 | 28.63 | 24.16 |
| Ceniza % | 1.93 | 3.69 | 3.25 |
| Fibra % | 1.10 | 1.22 | 1.16 |
| Carbohidratos % | 58.67 | 57.37 | 65.35 |
| Potasio mg/100 | 688 | 570 | 512 |

Métodos: NTP 205.037, AOAC 955.04, AOAC 920.39, AOAC 942.05, AOAC 962.09, Diferencia, Cobaltinitrito de Sodio.

Cusco, 16 de Julio 2019



Melquiades Herrera Arce
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO



Anexo 34. Resultados fisicoquímicos en hojuelas de papas nativas horneadas



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

Nº0290-19-LAQ

SOLICITANTE: PNUD-APAHAMNE
CHARLES DARWIN JOVE HALANCCA
MUESTRA : SNACK DE PAPAS NATIVAS
CODIGO : 1.- YL-HORNO
2.- YPQ-HORNO
3.- PM-HORNO
FECHA : C/08/07/2019

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

| | 4 | 5 | 6 |
|-----------------|-------|-------|-------|
| Humedad % | 9.09 | 10.26 | 8.97 |
| Proteína % | 4.57 | 5.81 | 5.39 |
| Grasa % | 0.02 | 0.02 | 0.05 |
| Ceniza % | 2.39 | 5.24 | 4.90 |
| Fibra % | 1.04 | 1.28 | 1.21 |
| Carbohidratos % | 83.93 | 78.67 | 80.69 |
| Potasio mg/100 | 426 | 493 | 472 |

Métodos: NTP 205.037, AOAC 955.04, AOAC 920.39, AOAC 942.05,
AOAC 962.09, Diferencia, Cobaltinitrito de Sodio.

Cusco, 16 de Julio 2019


Melquiades Herrera Artoñca
RESPONSABLE DEL LABORATORIO
DE ANÁLISIS QUÍMICO

