



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



**EFFECTO DEL PIROFOSFATO ÁCIDO DE SODIO Y ÁCIDO  
CÍTRICO COMO PRE TRATAMIENTO EN EL PROCESO DE  
FRITADO EN HOJUELAS DE PAPA NATIVA (*Solanum andigena*)  
VARIEDAD AMACHI.**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. KATHERINE YESENIA MAMANI RAMOS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**PUNO – PERÚ**

**2022**



## DEDICATORIA

*A Dios por iluminarme y fortalecerme en momentos difíciles de mi vida, a mi padre Alberto Mamani Benavente por apoyarme durante toda mi vida, por darme la oportunidad de estudiar una carrera profesional, por enseñarme a ser una persona de bien y apoyarme a realizar mi tesis, a mi mamita querida Rosalia Ramos Vilca por apoyarme incondicionalmente a lo largo de mi vida en los buenos y malos momentos dándome siempre una mano, por creer en mí, por darme tanto amor.*

*A mi pequeña hijita Majal y a mi compañero de vida Edgar por siempre estar a mi lado apoyándome.*

*A mis hermanos por siempre aconsejarme, apoyarme y estar siempre pendiente de mí*

***Katherine Yesenia.***



## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano Puno, por haberme brindado la educación para mi formación profesional y los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial por las enseñanzas impartidas durante mi formación.

A mi Director de Tesis M.Sc. César Paul Laqui Vilca quien me ayudó incondicionalmente durante todo este tiempo, por darme la facilidad de realizar mi tesis y estar siempre pendiente cuando tenía dudas y orientarme siempre.

A los señores miembros de Jurado por su aporte en mi tesis.

Al personal administrativo de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial por darme el acceso y las facilidades para la utilización de laboratorios.

A mi mamita Rosalía por ser parte importante de mi tesis por darme la fortaleza de seguir siempre adelante y preocuparme por mi.

A mi querida amiga Hermelinda gracias por estar a mi lado, por ayudarme desinteresadamente, por ayudar que este trabajo se vuelva realidad, por aconsejarme.

*Katherine Yesenia.*



# ÍNDICE GENERAL

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTOS**

**ÍNDICE GENERAL**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

**RESUMEN ..... 15**

**ABSTRACT..... 16**

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

**2.1. LA PAPA ..... 19**

2.1.1. Origen y distribución ..... 19

2.1.2. Clasificación taxonómica de papa nativa (*Solanum andigena*)..... 20

2.1.3. Papa nativa (*Solanum andigena*). ..... 20

2.1.4. Origen y características morfológicas de la papa nativa Amachi (*Solanum andigena*). ..... 22

**2.2. NORMA TÉCNICA PERUANA (NTP) 011.801 2016: HOJUELAS DE PAPA**

**FRITA, DISPOSICIONES RELATIVAS A LA CALIDAD ..... 22**

2.2.1. Requisitos mínimos ..... 22

2.2.2. Requisitos relativos a la materia prima..... 23

2.2.3. Aditivos alimentarios..... 23

**2.3. pH ..... 23**



<b>2.4. COMPUESTOS BIOACTIVOS .....</b>	<b>24</b>
2.4.1. Antioxidantes .....	24
2.4.2. Antocianinas .....	24
2.4.3. Compuestos fenólicos .....	24
<b>2.5. ADITIVOS UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA.....</b>	<b>25</b>
2.5.1. Ácido cítrico .....	25
2.5.2. Pirofosfato ácido de sodio .....	26
<b>2.6. CHIPS .....</b>	<b>27</b>
<b>2.7. FRITURA .....</b>	<b>28</b>
2.7.1. Tipos de fritura .....	28
2.7.2. Proceso de fritura .....	28
2.7.3. Etapas del proceso de fritura.....	29
2.7.4. Aceite y grasas de fritura .....	30
2.7.5. Deterioro del aceite o grasa de fritura.....	30
<b>2.8. VIDA ÚTIL .....</b>	<b>32</b>
2.8.1. Índice de peróxido .....	32

### **CAPÍTULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

<b>3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN .....</b>	<b>34</b>
<b>3.2. MATERIA PRIMA.....</b>	<b>34</b>
<b>3.3. EQUIPOS, MATERIALES E INSUMOS .....</b>	<b>35</b>
<b>3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL .....</b>	<b>37</b>
3.4.1. Elaboración de hojuelas fritas de papa nativa variedad Amachi .....	37
<b>3.5. FACTORES EN ESTUDIO .....</b>	<b>41</b>
3.5.1. Para el primer objetivo.....	41



3.5.2. Para el segundo objetivo .....	41
3.5.3. Para el tercer objetivo .....	42
3.5.4. Para el cuarto objetivo .....	42
<b>3.6. VARIABLES DE RESPUESTA .....</b>	<b>43</b>
3.6.1. Para el primer objetivo.....	43
3.6.2. Para el segundo objetivo .....	43
3.6.3. Para el tercer objetivo .....	43
3.6.4. Para el cuarto objetivo .....	43
<b>3.7. MÉTODO DE ANÁLISIS.....</b>	<b>43</b>
3.7.1. Extracción de los compuestos bioactivos. ....	43
3.7.2. Determinación de fenoles totales.....	43
3.7.3. Determinación de antocianinas totales .....	44
3.7.4. Análisis sensorial .....	45
3.7.5. Determinación de vida útil.....	46
<b>3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....</b>	<b>48</b>
3.8.1. Primer objetivo .....	48
3.8.2. Segundo Objetivo .....	49
3.8.3. Tercer objetivo.....	52
3.8.4. Cuarto objetivo .....	53

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

<b>4.1. PRIMER OBJETIVO.....</b>	<b>56</b>
4.1.1. Fenoles totales (FT) en hojuelas crudas de papa nativa .....	56
4.1.2. Antocianinas totales (AT) en hojuelas crudas de papa nativa .....	57
<b>4.2.SEGUNDO OBJETIVO .....</b>	<b>58</b>



4.2.1. Fenoles totales (FT) en hojuelas fritas de papa nativa.....	58
4.2.2. Antocianinas totales (AT) en hojuelas fritas de papa nativa .....	60
<b>4.3. TERCER OBJETIVO .....</b>	<b>64</b>
4.3.1. Atributo sabor .....	64
4.3.2. Atributo color.....	65
4.3.3. Atributo textura.....	66
4.3.4. Apariencia general .....	68
<b>4.4. CUARTO OBJETIVO .....</b>	<b>70</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>74</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>75</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>76</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>83</b>

**Área:** Ingeniería y tecnología

**Tema:** Desarrollo de Procesos y Productos Agroindustriales Sostenibles y Eficientes

**Fecha de sustentacion:** 25 de enero del 2022.



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Composición química de la papa .....	19
<b>Figura 2.</b> Diagrama de flujo para el procesamiento de hojuelas fritas de papa nativa ( <i>Solanum andigena</i> ) variedad Amachi.....	38
<b>Figura 3.</b> Contenido de fenoles totales en hojuelas fritas de papa nativa Amachi .....	59
<b>Figura 4.</b> Contenido de antocianinas totales en hojuelas fritas de papa nativa Amachi	62
<b>Figura 5.</b> Calificación de la evaluación sensorial del atributo sabor en las hojuelas fritas de papa nativa Amachi.....	65
<b>Figura 6.</b> Calificación de la evaluación sensorial del atributo color en las hojuelas fritas de papa nativa Amachi.....	66
<b>Figura 7.</b> Calificación de la evaluación sensorial del atributo textura en las hojuelas fritas de papa nativa Amachi.....	67
<b>Figura 8.</b> Calificación de la evaluación sensorial de la apariencia general en las hojuelas fritas de papa nativa Amachi.....	68
<b>Figura 9.</b> Evolución del deterioro del aceite extraído de las hojuelas fritas de papa nativa Amachi durante el tiempo de almacenamiento a temperatura de 25 °C durante 32 días.....	71



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Caracterización morfológica de la papa nativa Amachi .....	22
<b>Tabla 2.</b> Escala de puntuación para el análisis sensorial de hojuelas fritas de papa nativa variedad Amachi. ....	46
<b>Tabla 3.</b> Distribuciones de las muestras de las hojuelas crudas de papa nativa variedad Amachi. ....	49
<b>Tabla 4.</b> Factores, niveles y distribución de las hojuelas fritas de papa nativa variedad Amachi. ....	50
<b>Tabla 5.</b> Distribuciones de los pre tratamientos de las hojuelas fritas de papa nativa variedad Amachi para el análisis sensorial, la cual se repite para cada atributo sensorial.....	52
<b>Tabla 6.</b> Distribuciones de los pre tratamientos de las hojuelas fritas de papa nativa variedad Amachi para la determinación del índice de peróxido. ....	54
<b>Tabla 7.</b> Promedios de calificación obtenidos respecto a los atributos sensoriales de las hojuelas fritas de papa nativa Amachi.....	64
<b>Tabla 8.</b> Resultados de fenoles totales en hojuelas fritas y crudas de papa nativa Amachi .....	84
<b>Tabla 9.</b> Análisis de varianza (ANOVA) con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), para fenoles totales en hojuelas crudas de papa nativa Amachi. ....	86
<b>Tabla 10.</b> Prueba de múltiple rango Tukey para hojuelas crudas de papa nativa con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), en el contenido de fenoles totales.....	86



<b>Tabla 11.</b> Análisis de varianza (ANOVA) con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), para fenoles totales en hojuelas fritas de papa nativa Amachi. ....	86
<b>Tabla 12.</b> Prueba de múltiple rango (TUKEY) para la presentación, acidulante y porcentaje de acidulante con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), en el contenido de fenoles totales. ....	87
<b>Tabla 13.</b> Resultados de antocianinas totales en hojuelas fritas y crudas de papa nativa Amachi .....	88
<b>Tabla 14.</b> Análisis de varianza (ANOVA) con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), para antocianinas totales en hojuelas crudas de papa nativa Amachi. ....	89
<b>Tabla 15.</b> Prueba de múltiple rango Tukey para hojuelas crudas de papa nativa con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), para el contenido de antocianinas totales. ....	90
<b>Tabla 16.</b> Análisis de Varianza (ANOVA) con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), para antocianinas totales en hojuelas fritas de papa nativa Amachi. ....	90
<b>Tabla 17.</b> Prueba de múltiple rango Tukey para presentación, acidulante y porcentaje con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), para el contenido de antocianinas totales. ....	91
<b>Tabla 18.</b> Resultados de la evaluación sensorial del atributo sabor para las hojuelas fritas de papa nativa Amachi. ....	92
<b>Tabla 19.</b> Resultados de la evaluación sensorial del atributo color para las hojuelas fritas de papa nativa Amachi. ....	93



<b>Tabla 20.</b> Resultados de la evaluación sensorial del atributo textura para las hojuelas fritas de papa nativa Amachi. ....	94
<b>Tabla 21.</b> Resultados de la evaluación sensorial para la apariencia general de las hojuelas fritas de papa nativa Amachi. ....	95
<b>Tabla 22.</b> Análisis de Varianza (ANOVA) con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), para el atributo sensorial de sabor en hojuelas fritas de papa nativa Amachi. ....	96
<b>Tabla 23.</b> Prueba de comparación Dunnett, con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), para el atributo sensorial de sabor en hojuelas fritas de papa nativa Amachi. ....	96
<b>Tabla 24.</b> Análisis de Varianza (ANOVA) con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), para el atributo de color en hojuelas fritas de papa nativa Amachi. ....	96
<b>Tabla 25.</b> Prueba de de comparación Dunnett, con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), para el atributo sensorial de color en hojuelas fritas de papa nativa Amachi. ....	96
<b>Tabla 26.</b> Análisis de Varianza (ANOVA) con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), para el atributo sensorial textura en hojuelas fritas de papa nativa Amachi. ....	97
<b>Tabla 27.</b> Prueba de comparación Dunnett con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), para el atributo sensorial de textura en hojuelas fritas de papa nativa Amachi. ....	97
<b>Tabla 28.</b> Análisis de Varianza (ANOVA) con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), para la apariencia general de las hojuelas fritas de papa nativa Amachi. ....	97



<b>Tabla 29.</b> Prueba de comparación Dunnett, con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), para la apariencia general de las hojuelas fritas de papa nativa Amachi. ....	97
<b>Tabla 30.</b> Resultados del índice de peróxido para las hojuelas fritas de papa nativa Amachi .....	98
<b>Tabla 31.</b> Análisis de varianza (ANOVA) con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), para el contenido de índice de peróxido de hojuelas fritas de papa nativa Amachi. ....	100
<b>Tabla 32.</b> Prueba comparación Dunnett con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), para los pre tratamientos frente al índice de peróxido.....	100
<b>Tabla 33.</b> Prueba comparación Dunnett con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), para el tiempo de almacenamiento frente al índice de peróxido. ....	101



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

AC	Ácido cítrico.
ANOVA	Análisis de varianza.
Aprox	Aproximadamente.
CIP	Centro Internacional de la Papa.
DCA	Diseño completamente al azar.
DBCA	Diseño bloque completamente al azar.
EQ-Cya – 3G mg/ 100g seco	Equivalentes de cianidina -3- glucósido presentes en 100 gramos de muestra seca.
EQ – Ac. Gálico mg/ 100g seco	Equivalentes de ácido gálico en 100 gramos de muestra seca.
HPNCC	Hojuelas de papa nativa con cáscara.
HPNSC	Hojuelas de papa nativa sin cáscara.
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación.
g	Gramo.
INACAL	Instituto Nacional de la Calidad.
INIA	Instituto Nacional de Innovación Agraria.
L	Litro.
meq	Miliequivalente.
min	Minutos.
mg	Miligramos.
ml	Mililitro.
mm	Milímetros.
nm	Nanómetro.



NTP	Norma Técnica Peruana.
N	Normal.
PAS	Pirofosfato ácido de sodio.
ppm	Partes por millón.
s	Segundo.
%	Porcentaje.
°C	Grados centígrados.
μg	Microgramo.
μL	Microlitro.



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar el contenido de los compuestos bioactivos, evaluar sensorialmente y determinar la vida útil de las hojuelas fritas de papa nativa variedad Amachi con y sin cáscara sometidas a pretratamientos con ácido cítrico (AC) y pirofosfato ácido de sodio (PAS). Las papas nativas se recepcionaron, se seleccionaron, se lavaron, se desinfectaron, el 50 % de las papas fueron peladas y cortadas, mientras la otra mitad solo cortadas a un espesor de 1.75 mm, luego se colocaron a inmersión en AC al 0.25 % y 0.5 % durante 60 min y PAS al 0.25 y 0.5 % durante 30 min., el fritado se realizó con aceite de origen vegetal a una relación de aceite: producto de 6:1, con una temperatura de  $170 \pm 5^{\circ}\text{C}$  y un tiempo de fritado de 80 s, se escurrió y agregó sal al 1 %. Se determinó las antocianinas totales (AT) por el método de pH diferencial y los fenoles totales (FT) por espectrofotometría método Folin Ciocalteu, el análisis sensorial se realizó con una prueba afectiva con escala de 7 puntos y finalmente se determinó su vida útil. Los resultados se procesaron según objetivos: (I) DCA con la prueba de Tukey, (II) DCA con arreglo factorial  $2A \times 2B \times 3C$  con la prueba de Tukey y (III y IV) DBCA con la prueba de Dunnett, todas a un nivel de significancia de ( $P < 0.05$ ). Se determinó como mejor pretratamiento a las hojuelas fritas de papa nativa con cáscara sometidas con PAS al 0.5 % con 39.08 EQ Cya-3G mg/100 g seco de AT representando una pérdida del 9.89 % respecto a las hojuelas crudas de papa nativa y 264.24 EQ Ac. Gálico mg/100 g seco de FT representando una pérdida del 45.90 % respecto a las hojuelas crudas de papa nativa, con una calidad sensorial aceptable y una vida útil de 99 días.

**Palabras Clave:** Acidulante, Compuestos Bioactivos, Fritado, Papa Nativa, y Vida Útil.



## ABSTRACT

The objective of this research work was to determine the content of bioactive compounds, sensory evaluation and determine the shelf life of fried potato chips of native Amachi variety with and without peel subjected to pre-treatments with citric acid (AC) and acid pyrophosphate of sodium (PAS). The native potatoes were received, selected, washed, disinfected, 50% of the potatoes were peeled and cut, while the other half only cut to a thickness of 1.75 mm, then they were immersed in AC at 0.25% and 0.5% for 60 min and PAS at 0.25 and 0.5% for 30 min., The frying was carried out with oil of vegetable origin at an oil: product ratio of 6: 1, with a temperature of  $170 \pm 5$  ° C and a time of 80 s fry, drained and added 1% salt. Total anthocyanins (AT) were determined by the differential pH method and total phenols (FT) by spectrophotometry, the Folin Ciocalteu method, the sensory analysis was carried out with an affective test with a 7-point scale and its useful life was finally determined. The results were processed according to objectives: (I) DCA with Tukey's test, (II) DCA with factorial arrangement 2Ax2Bx3C with Tukey's test and (III and IV) DBCA with Dunnett's test, all at a significance level of ( $P < 0.05$ ). The best pretreatment was determined as the best pre-treatment to fried native potato chips with skin subjected to 0.5% PAS with 39.08 EQ Cya-3G mg / 100 dry g of AT, representing a loss of 9.89% compared to raw native potato chips and 264.24 EQ Ac. Gallic mg / 100 g dry FT representing a loss of 45.90% compared to raw native potato flakes, with an acceptable sensory quality and a shelf life of 99 days.

**Key words:** Native Potato, Bioactive Compounds, Frying and Shelf Life.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

La papa es un elemento importante en la alimentación de las personas ya que tienen abundantes micronutrientes como vitamina C, hierro, antioxidantes, los cuales pueden ayudar a prevenir enfermedades relacionadas con el envejecimiento (FAO, 2008), por lo cual, se trata de aprovechar al máximo los micronutrientes de este alimento. La papa nativa peruana se caracteriza por su gran diversidad de texturas, formas y colores, su tolerancia y resistencia a diferentes climas los hacen más atractivos al mercado internacional, estas son cultivadas en altitudes que van desde los 3500 a 4200 msnm, los agricultores por lo general producen estas variedades con un uso mínimo de agroquímicos o sin usarlo en absoluto, sin embargo, no es industrialmente aprovechada, debido a un desconocimiento de sus características nutricionales. La variedad Amachi se caracteriza por su alto rendimiento y calidad culinaria, el color especial en la pulpa de color morado, su adaptación a climas fríos (CIP, 2014) la hacen importante en la industria. Es un alimento energético debido a que presenta fuente de carbohidratos, proteínas de buena calidad, vitaminas y minerales, con contenido de antioxidantes como fenoles y antocianinas, los cuales son mayores en la papa azul morada, además son libres de grasa y contiene bajos niveles de azúcares reductores, por lo que es considerado como un alimento altamente funcional (INIA, 2009).

El proceso de fritado consiste en introducir el alimento en baño de aceite el cual utiliza temperaturas altas donde el aceite actúa como transmisor de calor, el proceso debe ser rápido ya que puede degradar los componentes antes mencionados.

Los acidulantes como el ácido cítrico tienen como función regular la acidez de los



alimentos, y estabilizar los antioxidantes que funcionan como agentes de retención de color, por otro lado, el pirofosfato ácido de sodio se emplea como regulador de pH y estabilizante. Algunas investigaciones indican que los acidulantes disminuyen el pH y estabilizan los antioxidantes (Giusti & Wrolstad, 2003), aumenta la vida útil de los alimentos ya que le protege del daño que causa la oxidación.

Teniendo en cuenta todo lo mencionado anteriormente se planteó los siguientes objetivos:

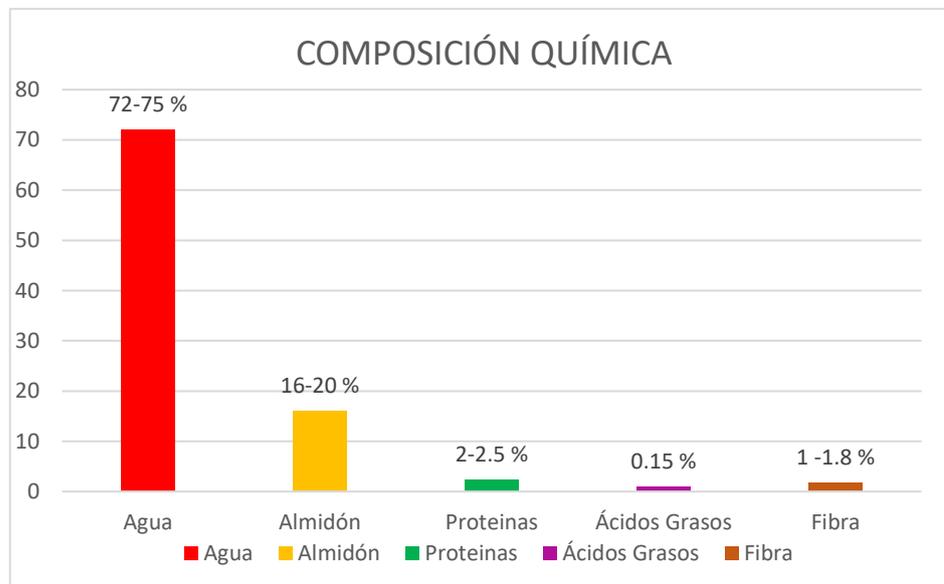
- Determinar el contenido de compuestos fenólicos y antocianinas totales de las hojuelas crudas de papa nativa (*Solanum andigena*) variedad Amachi con cáscara y sin cáscara.
- Determinar el contenido de compuestos fenólicos y antocianinas totales de las hojuelas fritas de papa nativa (*Solanum andigena*) variedad Amachi con cáscara y sin cáscara, sumergida en ácido cítrico y pirofosfato ácido de sodio como pre tratamientos.
- Evaluar las características sensoriales de los dos mejores pre tratamientos de las hojuelas fritas de papa nativa (*Solanum andigena*) variedad Amachi.
- Determinar la vida útil del mejor pre tratamiento de la hojuela frita de papa nativa (*Solanum andigena*) variedad Amachi.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. LA PAPA

La papa es una herbácea anual que alcanza una altura de un metro y produce un tubérculo, la papa misma tiene un alto valor nutricional, es una de las principales fuentes alimenticias de la población mundial después del trigo, maíz y arroz (FAO, 2008). En la Figura 1, se muestra la composición química de la papa.



**Figura 1.** Composición química de la papa (FAO, 2008).

#### 2.1.1. Origen y distribución

El origen de la papa comienza hace unos 8000 años atrás, cerca del lago Titicaca, a unos 3800 msnm, en la cordillera de los andes de América del Sur, en las fronteras de Bolivia y Perú, es ahí donde se comienza a domesticar las plantas silvestres de la papa que se daban en abundancia en los alrededores del lago Titicaca (Tapia & Fries, 2007). Los antiguos pobladores lograron seleccionar y mejorar el primero de lo que habría de



convertirse en una asombrosa variedad de cultivo del tubérculo, lo que hoy se conoce como la papa, la expansión de la papa llega con la conquista de los españoles entre los años 1532 y 1572 en donde se destruyó la civilización Inca, la primera constancia del cultivo de papa data en el año 1565 en las islas canarias de España. Con el tiempo su consumo fue creciendo y expandiéndose en todo el mundo hasta posicionarse como uno de los principales alimentos para el ser humano (FAO, 2008).

### **2.1.2. Clasificación taxonómica de papa nativa (*Solanum andigena*)**

La papa está ubicada en la siguiente posición taxonómica (Martinez, 2009).

Reino: plantae

Clase: Angiospermae

Subclase: Dicotiledónea

Orden: Tubiflorales

Familia: Solanaceae

Género: Solanum

Especie: Tuberosum

Sub especie: Andigenum

### **2.1.3. Papa nativa (*Solanum andigena*).**

La papa nativa es una especie cultivada del género *Solanum*, que no pertenecen a las papas comunes, es originaria de los andes son el producto de domesticación, selección y conservación realizado por nuestros antepasados debido a su resistencia a plagas y enfermedades, así como tolerancia a factores abióticos como heladas y sequías, las cuales a su vez presentan formas, colores, sabores y otras características agronómicas así como



de procesamiento, las cuales las hacen muy apetecibles y constituyen un rico reservorio de genes para los programas de fito mejoramiento. Sin embargo, algunas variedades están en peligro de extinción (INIAP, 2010).

La papa nativa es ancestro de todas las variedades de papas modernas que existen en el mundo entre 6000 y 10000 años atrás, además de ello se caracteriza por ser un tubérculo con alto valor nutritivo ya que aporta proteína cuyo valor biológico es superior a la del trigo, avena y verduras, con alto contenido de vitamina C, contiene minerales como el hierro, zinc y compuestos bioactivos los cuales son carotenoides, antocianinas, compuestos fenólicos y son libre de grasa además de ello contiene bajos niveles de azúcares reductores (INIA, 2009). Cuenta con una gran biodiversidad siendo las variedades de papa nativa de pulpa de color las de mayor importancia ya que poseen genes de resistencia a condiciones ambientales adversas (Lopez *et al.*, 2019).

Las papas nativas se caracterizan por su alto contenido de carotenoides y polifenoles las papas de pulpa amarillas son muy ricas en vitamina C, contienen altas concentraciones de carotenoides (zeaxantina) que nos protege contra la degeneración de las células dañadas por oxidación, la papa contiene una cantidad moderada de hierro pero gran cantidad de vitamina C. todas las papas nativas de pulpa de color moradas, rojas entre otros matices de colores, son altas en hierro y en antioxidantes (compuestos fenólicos y antocianinas) que nos protegen frente a los radicales libres causantes de los procesos de envejecimiento y varias enfermedades. Se les atribuye como anti mutagénicos, anti carcinogénicas, anti glicemias, anti colesterolemias y anti microbiales (Ramírez *et al.*, 2018).

Por otro lado, el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) cuenta actualmente con 7408 registros de variedades de papa nativa que son oriundas del Perú. A través del registro nacional de papa nativa del Perú (Roldan *et al.*, 2019).

#### **2.1.4. Origen y características morfológicas de la papa nativa Amachi (*Solanum andigena*).**

La variedad de papa nativa Amachi es originaria del departamento de Apurímac, provincia de Andahuaylas, distrito de Kishuara. (Roldan *et al.*, 2019).

**Tabla 1.** *Caracterización morfológica de la papa nativa Amachi*

<b>Caracterización Morfológica</b>	
Hábito de Crecimiento	Erecto
Color de Flor	Morado intermedio y bandas blancas
Forma de Tubérculo	Oblondo
Profundidad de Ojos	Medio
Color de Piel	Negruzco
Color de Pulpa	Morado

**Fuente:** CIP (2014).

## **2.2. NORMA TÉCNICA PERUANA (NTP) 011.801 2016: HOJUELAS DE PAPA FRITA, DISPOSICIONES RELATIVAS A LA CALIDAD**

### **2.2.1. Requisitos mínimos**

Según el INACAL (2016), las hojuelas de papa frita deben cumplir:

- Tener un color característico de la materia prima original.
- Tener textura crujiente.



- No presentar superficies con quemaduras.
- No ser excesivamente grasienta.
- Estar libre de rancidez, amargura, otros olores y sabores desagradables.

### **2.2.2. Requisitos relativos a la materia prima**

#### **a) Papa**

Se utilizarán papas de acuerdo a lo establecido en la NTP 011.119, sin perjuicio de lo establecido en esta NTP, las papas serán de forma característica de la variedad utilizada. No deben ser usadas papas verdeadas o con defectos internos y externos (INACAL, 2016).

#### **b) Aceite comestible**

El aceite para el uso en la fritura debe ser adecuada para el consumo humano y de acuerdo a lo especificado en la NTP – CODEX STAN 210. (INACAL, 2016).

### **2.2.3. Aditivos alimentarios**

Se pueden usar en los alimentos regulados por esta NTP los aditivos alimentarios comprendidos en la norma general de la Codex para los Aditivos Alimentarios (CODEX STAN. 192) en la categoría de alimentos aperitivos a base de papa (INACAL, 2016).

## **2.3. pH**

El pH se refiere a la acidez de un producto o sustancia, los productos alimenticios se consideran ácidos si su pH es inferior a siete, y se clasifican como sigue: el valor medio de 7 se asigna a una sustancia cuya acidez es neutral, con bajo contenido de ácido de pH entre los 4.6 y 7, los alimentos muy ácidos de pH inferior a 4.6 (Casaubon *et al.*, 2018).



## 2.4. COMPUESTOS BIOACTIVOS

### 2.4.1. Antioxidantes

Los antioxidantes son compuestos que inhiben o retrasan la oxidación de otras moléculas mediante la inhibición de la propagación de la reacción de oxidación (Martinez, 2009). Un antioxidante es una sustancia que forma parte de los alimentos de consumo cotidiano y que puede prevenir los efectos adversos de especies reactivas sobre las funciones fisiológicas normales de los humanos, las propiedades antioxidantes no solo se deben estudiar por sus interacciones químico – biológicos, sino por su función en el deterioro oxidativo. Se utilizan en la industria alimentaria adicionados a las grasas u otros productos para retrasar los procesos oxidativos (Coronado *et al.*, 2015).

### 2.4.2. Antocianinas

La palabra antocianina proviene de los vocablos griegos anthos que significa flor y kianos que significa azul. Dicho esto, las antocianinas representan los principales pigmentos responsables de coloraciones que van desde un naranja brillante hasta un azul oscuro intenso. Pertenecen al grupo de los flavonoides y su estructura básica es un núcleo de flavon, el cual consta de dos anillos aromáticos unidos por una unidad de tres carbonos (Aguilera *et al.*, 2011).

### 2.4.3. Compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos o polifenoles constituyen un amplio grupo de sustancias químicas que poseen un anillo aromático con uno o más grupo hidroxilo, la naturaleza de los polifenoles varía desde moléculas simples como los ácidos fenólicos hasta compuestos altamente polimerizados, como los taninos considerados metabolitos secundarios de las plantas con diferentes estructuras químicas, englobando más de 8000



compuestos distintos. La distribución de los compuestos fenólicos en los tejidos y células vegetales varía considerablemente de acuerdo al tipo de compuesto químico de que se trate, situándose en el interior de las células o en la pared celular (Martín, 2018). Los compuestos fenólicos intervienen en las características organolépticas de las frutas y verduras al intervenir en gran medida en el color natural y en el sabor que estas poseen (Muñoz *et al.*, 2007).

La actividad antioxidante descrita para distintos polifenoles se puede considerar como la actividad biológica responsable del efecto preventivo que se le atribuye sobre las enfermedades cardiovasculares y el cáncer epitelial (Muñoz *et al.*, 2007).

## **2.5. ADITIVOS UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA**

Son sustancias que se añaden a los alimentos para mantener o mejorar su inocuidad, su frescura, su textura o su aspecto, se le denominan aditivos alimentarios. Algunos de ellos se llevan empleando desde hace siglos para la conservación de alimentos, en el transcurso del tiempo se han obtenido una gran variedad de nuevos aditivos para satisfacer las necesidades de la producción alimentaria, ya que las condiciones de preparación de los alimentos a gran escala son muy distintas de las existentes en los hogares. Son necesarios para preservar la inocuidad de los alimentos elaborados y mantenerse en buenas condiciones durante su transporte desde las fábricas o cocinas industriales hasta los consumidores, pasando por los almacenes y los comercios (OMS, 2014).

### **2.5.1. Ácido cítrico ( $C_6H_8O_7$ )**

El ácido cítrico (ácido 2 hidroxí 1,2,3 - propanotricarboxílico) es considerado un ácido tricarboxílico versátil, es de origen natural químicamente estable a temperaturas normales (temperatura ambiente), su vida útil es de 2 años, ampliamente utilizado en el



campo de la alimentación, de los productos farmacéuticos y cosméticos, entre otros. Físicamente es un polvo cristalino blanco que puede presentarse de manera anhidra, considerado un triácido carboxilo, es un ácido orgánico que puede ser considerado natural, sin embargo, también puede ser sintetizado vía laboratorio, se encuentra casi en todos los tejidos animales y vegetales se encuentra en forma de ácido de frutas en el limón, mandarina, lima, toronja así como en los huesos, músculos y sangre de animales. Es uno de los principales aditivos alimentarios utilizado como acidulante (disminuye el pH de producto), es regulador de pH y saborizante, aumenta el tiempo de conservación de los alimentos (Muñoz *et al.*, 2014).

Las propiedades físicas y químicas del ácido cítrico. (Muñoz *et al.*, 2014).

- Color: Blanco
- Olor: Sin olor
- Forma: Polvo
- Sabor: Agrio
- Punto de fusión: aprox. 100°C
- Densidad: aprox. 1.67
- Masa molar: 192.12 g/mol
- pH (solución al 10 %): < 4
- Pureza: 99.82 %

### 2.5.2. Pirofosfato ácido de sodio ( $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ )

Es un aditivo alimentario de origen sintético, su tiempo de vida útil es de dos años después de su fabricación, absorbe fácilmente la humedad en el aire y soluble en agua, pero insoluble en alcohol, produciendo una solución alcalina débil, fosfato de origen sintético derivado del ácido fosfórico. Se emplea como aditivo en la industria de



panificación y en cárnicos, es un ingrediente multifuncional que actúa como agente regulador de pH mejora la capacidad de retención de la humedad, estabiliza el color, aumenta la vida útil (Zamboni *et al.*, 2006).

Las propiedades físicas y químicas del pirofosfato ácido de sodio. (Zamboni *et al.*, 2006).

- Color: blanco
- Olor: sin olor
- Forma: Polvo
- Sabor sin sabor
- Punto de fusión: aprox. 250 a 275 °C
- Densidad: 1.86
- Masa molar: 265.9 g/mol
- pH (solución al 1 %): 4.2-4.6
- Pureza:  $\geq 95 \%$

## 2.6. CHIPS

Las papas fritas tipo chips, son laminas delgadas de papa frita, en un baño de aceite a temperaturas que oscilan entre 140°C a 190°C, el porcentaje de humedad es de 2 – 3 % y el contenido de aceite está entre el 30 – 40 %. Este producto presenta una textura crujiente y un sabor algo salado, pero sin perder el sabor dulce del almidón que contiene la papa. Su elaboración consiste a partir de papas, aceite y sal, la calidad del chip de papa depende de la calidad de la papa, el aceite, y el proceso de fritado, se pueden comer en cualquier momento lo que lo hace unos de los productos más atractivos en el mercado a nivel mundial (Carbonell *et al.*, 2014).



## **2.7. FRITURA**

La fritura de los alimentos es definida como la cocción en aceite o grasa caliente a temperaturas elevadas donde el aceite actúa como transmisor de calor produciendo un calentamiento rápido y uniforme en el alimento durante este proceso, la grasa o el aceite presenta un gran número de reacciones complejas que pueden producir disminución de los componentes nutricionales y aumento en la formación de compuestos tóxicos como polímeros y monómeros de ácidos grasos cíclicos (Lucas, 2011).

### **2.7.1. Tipos de fritura**

#### **a) Superficial**

En un recipiente más o menos plano, tipo sartén o con bajo nivel de aceite, donde parte del alimento queda fuera del baño de fritura. La parte sumergida se fríe y la extrema se cocina por efecto del vapor interno generado al calentarse (Lercker & Carrasco 2010).

#### **b) Profunda**

Al sumergir totalmente el alimento en el baño de fritura, normalmente en una freidora o en recipientes con nivel alto de aceite. La fritura es uniforme en toda la superficie. Este sistema es más frecuente en las frituras industriales, en las que se controla mucho más el proceso y la calidad del proceso, por lo tanto, es difícil que se lleguen a acumular sustancias peligrosas en el producto final (Lercker & Carrasco 2010).

### **2.7.2. Proceso de fritura**

Durante este proceso, el vapor crea sitios de escape, mediante la búsqueda de puntos débiles en la estructura de las uniones celulares acompañado de



múltiples y complejas reacciones químicas que conllevan a la formación de una corteza característica del producto final (Montes *et al.*, 2016).

### **2.7.3. Etapas del proceso de fritura**

#### **a) Etapa de calentamiento inicial**

En esta etapa la temperatura de la superficie del alimento se eleva a temperaturas de ebullición del agua superficial. Posee una duración de 10 s. Se caracteriza por una insignificante pérdida de agua y transferencia de calor a través de convección natural (Montes *et al.*, 2016).

#### **b) Calentamiento de la superficie**

El mecanismo de transferencia de calor cambia de convección natural a convección forzada, aumentando su transferencia. Durante esta etapa del proceso, el vapor de agua liberado por el alimento, impide que el aceite ingrese. Luego comienza la formación de la corteza de revestimiento (Montes *et al.*, 2016).

#### **c) Etapa de velocidad decreciente**

Esta etapa se caracteriza por ser la más larga de todas, donde ocurre la mayor pérdida de humedad. La temperatura del centro se acerca al punto de ebullición del agua. Posteriormente la transferencia de vapor es constante y disminuye debido a la reducida cantidad de agua libre y el engrosamiento de la corteza, que actúa como barrera para la liberación rápida de vapor (Montes *et al.*, 2016).

#### **d) Etapa final o punto final de burbujeo**

Esta etapa se destaca por el aparente cese de pérdida de humedad en los alimentos, pudiendo deberse a la falta de agua líquida o una reducción en la transferencia de calor en la interfaz de la corteza/centro. La conductividad térmica



de la corteza es baja debido a su sequedad y porosidad. Cabe destacar, que la absorción continúa luego de retirar el producto del aceite (Montes *et al.*, 2016).

#### **2.7.4. Aceite y grasas de fritura**

En el mercado existe una gran cantidad de aceites utilizados para la fritura de los alimentos entre los más importantes están los aceites de palma, soya, canola, oliva, maíz y girasol. En estado fresco cada aceite presenta una composición de ácidos grasos propia, el aceite de palma presenta el más alto contenido de ácidos grasos saturados (43 /100 g de aceite), mientras que el aceite de oliva tiene mayor contenido de mono insaturados (72.9 %), el de soya y el maíz mayor proporción de polinsaturados (57.7 y 54.7 % respectivamente). El proceso de fritura es considerado un punto crítico de particular importancia debido a que un adecuado manejo del aceite puede alargar el tiempo promedio de vida útil y determina los criterios para desecharlos (Suaterna, 2009).

#### **2.7.5. Deterioro del aceite o grasa de fritura**

Sin importar la fuente todos los aceites se deterioran lenta o rápidamente dependiendo de factores controlables y no controlables. Entre los controlados se encuentran las prácticas de manejo, el tipo de fritura, la relación entre cantidad de alimento aceite, el retiro de los restos de alimentos en el aceite y el tiempo de utilización. Entre los no controlables se resalta la presencia de oxígeno, las tres reacciones de deterioro del aceite; la hidrólisis causada por el agua, la oxidación (primaria, secundaria y terciaria) y las alteraciones causadas por las altas temperaturas. Las reacciones de oxidación son las más relacionadas con la salud y la nutrición ya que a partir de estas se forman hidroperóxidos, compuestos polares y monómeros y polímeros cíclicos, los cuales han sido relacionados en animales de experimentación como productores de retraso en el



crecimiento, hipertrofia o hiperplasia hepática, hígado graso, úlceras gástricas y lesiones en el corazón y riñón (Suaterna, 2009).

Durante el proceso de fritura, las materias grasas sufren una serie compleja de reacciones tales como auto oxidación, polimerización térmica, oxidación térmica, isomerización, ciclación e hidrólisis (Juárez & Sammán, 2007).

**a) Oxidación**

Las reacciones de oxidación de los aceites se producen fundamentalmente en los ácidos grasos insaturados de los triglicéridos, el oxígeno atmosférico reacciona con el aceite en la superficie de contacto y ataca a los dobles enlaces y como consecuencia se pueden producir olores desagradables en los aceites (Juárez & Sammán, 2007).

**b) Polimerización**

La formación de polímeros durante la fritura está asociada con el proceso de auto oxidación que se produce vía radicales libres. Los hidroperóxidos formados se descomponen rápidamente formando compuestos de bajo peso molecular (Juárez & Sammán, 2007).

**c) Hidrólisis**

Cuando se fríe un alimento en aceite caliente, el vapor de agua proveniente de este reacciona con los triglicéridos produciendo hidrólisis, liberando ácidos grasos libres, monoglicéridos, diglicéridos y glicerol. Los triglicéridos que poseen ácidos grasos de cadena corta son más sensibles a la hidrólisis que aquellos que tienen cadena larga (Juárez & Sammán, 2007).

**d) Compuestos polares**

Por la descomposición de los hidroperóxidos se forman compuestos carbonilos volátiles que tienen olores y sabores característicos. Los productos

volátiles se eliminan parcialmente durante la fritura y los nuevos compuestos no volátiles se acumulan en el aceite a medida que avanza el proceso y se incorporan al alimento (Juárez & Sammán, 2007).

## 2.8. VIDA ÚTIL

La vida útil de un alimento se define como el tiempo finito después de su producción en condiciones controladas de almacenamiento, en las que tendrá una pérdida de sus propiedades sensoriales y fisicoquímicas, y sufrirá un cambio en su perfil microbiológico (Carrillo & Reyes, 2014).

Es necesario entender como la interacción de estos factores causa el deterioro de los alimentos, limitando su vida útil, el principal inconveniente que representa la vida útil de un producto de tipo snack, es el deterioro que sufre por la materia grasa conocida como rancidez oxidativa (Dunno *et al.*, 2016).

### 2.8.1. Índice de peróxido

Los peróxidos son sustancias que presentan un enlace oxígeno - oxígeno y que contienen el oxígeno en estado de oxidación generalmente se comportan como sustancias oxidantes. (Marmesat *et al.*, 2009). En la industria alimentaria se utiliza como parámetro para medir la calidad de los aceites y las grasas, los cuales son susceptibles a enranciarse o descomponerse, mediante la técnica de medición del índice de peróxido (Paternina-Sierra *et al.*, 2018).

La cantidad de peróxido de grasas indica el grado de oxidación primaria y por lo tanto su probabilidad de volverse rancio. Un menor número de peróxido indica una buena calidad de aceite y un buen estado de conservación, los ácidos grasos insaturados reaccionan con el oxígeno y forman un valor de peróxido, que determinan una serie de



reacciones en cadena que generan la producción de sustancias volátiles. Esas reacciones se aceleran por alta temperatura y por exposición a la luz y oxígeno (Marmesat *et al.*, 2009).



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El procesamiento de las hojuelas fritas de papa nativa variedad Amachi se realizó en el taller de frutas y hortalizas de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano Puno.

La determinación de compuestos fenólicos y antocianinas totales se realizó en el laboratorio de espectrofotometría y cromatografía de la facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de San Antonio de Abad del Cusco.

Los análisis de índice de peróxido y análisis sensorial se realizaron en el laboratorio de pos cosecha y evaluación nutricional de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Altiplano Puno.

#### 3.2. MATERIA PRIMA

Se obtuvo la papa nativa (*Solanum andigena*) variedad Amachi, proveniente del fundo del reconocido productor de papa nativa, el Sr. Jose Palomino. El cual esta ubicado en el departamento de Apurimac, provincia de Abancay, distrito de Kichuara, localizado a 3684 metros de altitud, Latitud: 13° 41' 29" Sur y Longitud: 73° 7' 7". Para obtener la materia prima se consideró el procedimiento seguido por Martinez, *et al.* (2015).



### 3.3. EQUIPOS, MATERIALES E INSUMOS

#### Insumos

- Aceite vegetal comestible de la marca cocinero (constituida por la mezcla de aceite de soya y girasol).
- Ácido cítrico ( $C_6H_8O_7$ ) de grado alimentario, con una pureza del 99.82 % y un punto de fusión de 175 °C.
- Pirofosfato ácido de sodio ( $Na_2H_2P_2O_7$ ) de grado alimentario, con una pureza del 95 % y un punto de fusión 640 °C.
- Cloruro de sodio (Na Cl), con una pureza del 99.8 % y un punto de fusión 801 °C.
- Agua destilada marca Adesco.

#### Equipos

- Espectrofotómetro 4802 – UV/VIS COUPLEBEAM con rango de longitud de onda 190 nm a 1100 nm.
- Cocina eléctrica de dos canastillas VERLY capacidad de 6 L y un voltaje: 220V.
- Balanza analítica KERN, Gama de pesaje 0- 220 g unidades de pesaje mg y g.
- Cámara climáticas MEMMERT UN 55 rango de temperatura de -10 °C a 60 °C.
- Centrífuga HETTICH modelo EBA 20 capacidad máxima rotor angular 8 x 15 ml, temporizador 1 – 99 min, funcionamiento continuo.
- Selladora manual marca SHENLIM jumbo 42 voltaje 110 v a 220 v, aplicación en bolsas de plástico y película retractil.
- Termómetro digital FLUKECAL rango de - 80°C a 300 °C, con exactitud de  $\pm 0.05$  °C muestra de temperatura en °C o °F.
- pH metro marca MLAT, modelo PH-035H, temperatura máxima 50 °C pantalla digital a prueba de agua.



- Cronómetro marca CASIO modelo HS -3-1 con pila CR- 2032.

### **Materiales**

- Cortadora mecánica marca QUALITY PRODUCTS de material acero inoxidable.
- Cuchillo marca TRAMONTINA de material acero inoxidable con mango ergonómico.
- Olla marca TRAMONTINA de material acero inoxidable con fondo triple.
- Probetas de vidrio: 5 ml, 250 ml y 500 ml transparente de material vidrio borosilicatado con base que sirve de apoyo.
- Pipetas de vidrio: 1 ml, 2 ml, 5 ml y 10 ml marca BESCIENCE transparente de material vidrio borosilicatado con base que sirve de apoyo.
- Vasos precipitados de 100 ml y 250 ml marca BESCIENCE material pirex transparente resistente al choque térmico.
- Tubos de ensayo de 5 ml, 10 ml y 15 ml marca BESCIENCE material vidrio transparente.
- Gradillas de tubo de ensayo BESCIENCE densidad de  $1.2 \text{ g/cm}^3$ .
- Papel toalla rollo blanco Scott con filtración absoluta y resistentes.
- Empaques tipo celofán de polipropileno.
- Papel aluminio de 5 m ALUMINIUM FOIL.

### **Reactivos**

- Cloroformo ( $\text{CHCl}_3$ ), con una pureza del 99.4 % y un punto de ebullición  $61.2^\circ\text{C}$ .
- Etanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ), con una pureza del 99.5 % y un punto de ebullición de  $78.4^\circ\text{C}$ .

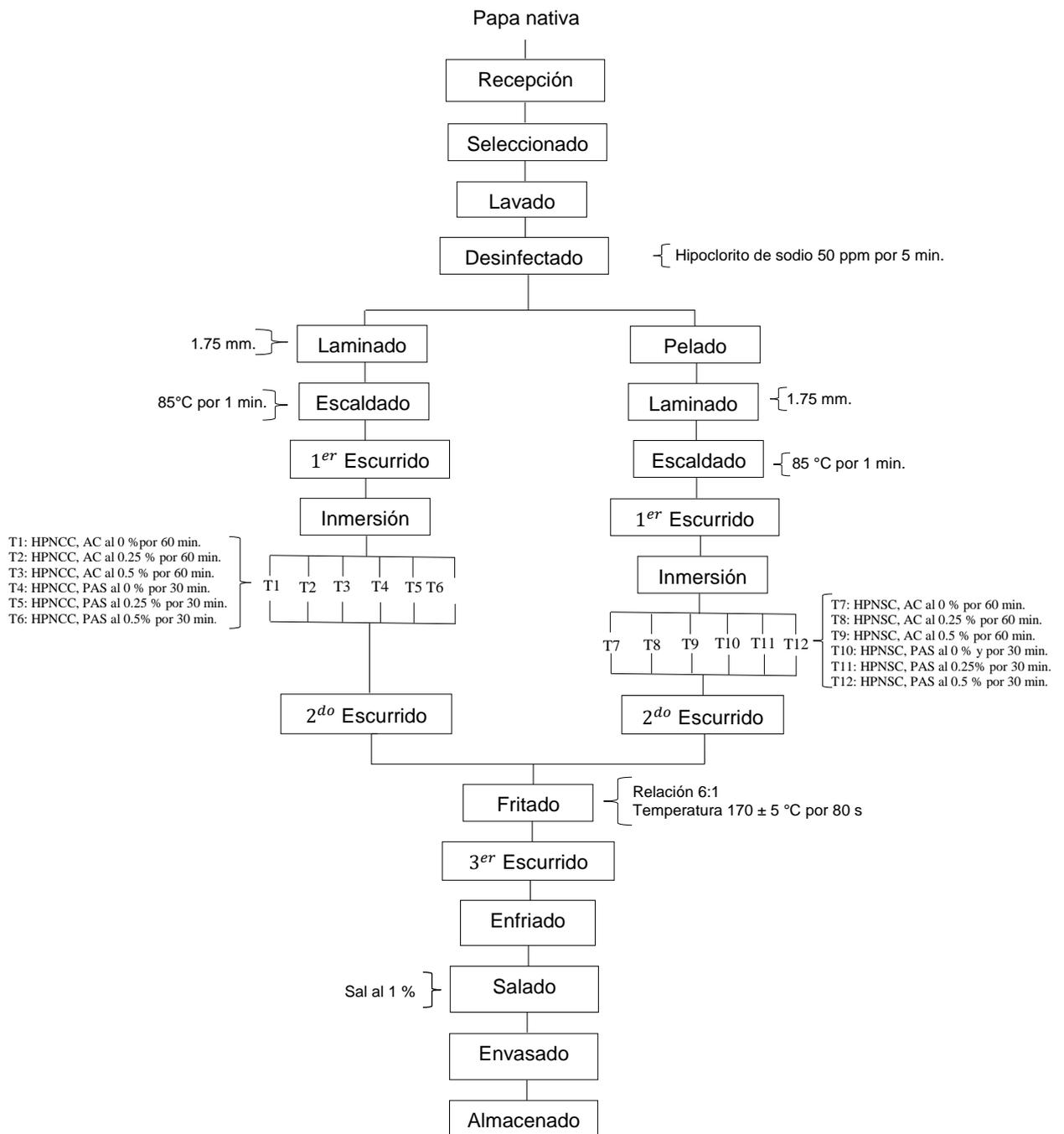


- Ácido fórmico ( $\text{CH}_2 \text{O}_2$ ), con una pureza del 99.5 % y un punto de ebullición de 101 °C.
- Reactivo folin 0.2 N con una pureza del 90 %.
- Carbonato de sodio ( $\text{Na}_2 \text{CO}_3$ ) con una pureza del 98 % y un punto de ebullición 1600 °C.
- Ácido Gálico 0,1 g/L y una pureza del 99.9 %.
- Éter de petróleo para análisis, con una pureza del 99 % y un punto de ebullición de 30 a 40 °C.
- Hipoclorito de sodio ( $\text{Na ClO}$ ), con una pureza del 95 % y un punto de ebullición 101 °C.

### **3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL**

#### **3.4.1. Elaboración de hojuelas fritas de papa nativa variedad Amachi**

En la Figura 2., se muestra el diagrama de flujo para la elaboración de hojuelas fritas de papas nativas Amachi con y sin cáscara.



Donde: **HPNCC**: Hojuelas de papa nativa con cáscara, **HPNSC**: Hojuelas de papa nativa sin cáscara, **AC**: Ácido cítrico y **PAS**: Pirofosfato ácido de sodio.

**Figura 2.** Diagrama de flujo para el procesamiento de hojuelas fritas de papa nativa (*Solanum andigena*) variedad Amachi.

**Fuente:** Elaborado a partir de (Almache, 2018; Valdez, 2014) con modificaciones.

La elaboración de hojuelas fritas de papas nativa con y sin cáscara siguió las siguientes etapas:



### **Recepción**

Se recepcionó las papas nativas de variedad Amachi de buena calidad proveniente del departamento de Apurímac – Abancay.

### **Selección**

Las papas nativas se seleccionaron de acuerdo a la Norma Técnica Peruana 011.119: 2010, considerando sólo aquellas que se encuentran en el calibre primera (131-91 mm de diámetro mayor, 52-45 mm de diámetro menor y 252-118 g de peso), se tomó en cuenta que la papa estudiada tiene un parecido a la papa Huayro.

### **Lavado**

El lavado de las papas se realizó por inmersión con abundante agua para así eliminar el exceso de tierra adherida y otras impurezas en la misma.

### **Desinfectado**

En esta etapa del proceso se utilizó hipoclorito de sodio a una concentración de 50 ppm, sumergiendo las papas durante 5 min con la finalidad de reducir la carga microbiana.

### **Pelado**

Se realizó de forma manual con un cuchillo de acero inoxidable, sólo se realizó el pelado al 50 % de papas y el otro 50 % de papas se trabajo con cáscara.

### **Laminado**

Se realizó con ayuda de una rebanadora mecánica, las papas con y sin cáscara se laminaron a un espesor de 1.75 mm.



### **1er Ecurrido**

El escurrido se realizó con ayuda de un tamiz para la eliminación del exceso de agua.

### **Inmersión**

Se utilizó PAS al 0.25 % y 0.5 % durante 30 min de inmersión para hojuelas con y sin cáscara, de la misma manera AC al 0.25 % y 0.5 % durante 60 min de inmersión para hojuelas con y sin cáscara.

### **2do Ecurrido**

El escurrido se realizó con ayuda de un tamiz para la eliminación del exceso de solución.

### **Fritado**

El proceso de fritado se realizó con aceite vegetal, a una temperatura de  $170 \pm 5$  °C durante 80 s con una relación de hojuela: aceite (1:6).

### **3er Ecurrido**

El escurrido se realizó con ayuda de un tamiz para la eliminación del exceso de aceite e inmediatamente el secado y eliminación de grasa se realizó con ayuda de papel absorbente.

### **Enfriado**

Las hojuelas fritas de papa nativa se colocaron sobre bandejas de acero inoxidable, se dió vuelta para enfriar



### **Salado**

Se incorporo sal al 1 % a las hojuelas con y sin cáscara.

### **Envasado**

Las hojuelas fritas se cubrieron con papel aluminio y luego se envasaron en bolsas tipo celofán.

### **Almacenado**

Se almacenaron a una temperatura de refrigeración para los análisis posteriores.

## **3.5. FACTORES EN ESTUDIO**

### **3.5.1. Para el primer objetivo**

- Determinar el contenido de compuestos fenolicos y antocianinas totales de las hojuelas crudas de papa nativa (*Solanum andigena*) variedad Amachi con cáscara y sin cáscara.

#### **Factor de estudio:**

- Hojuelas crudas de papa nativa: Con cáscara y sin cáscara.

### **3.5.2. Para el segundo objetivo**

- Determinar el contenido de compuestos fenólicos y antocianinas totales de las hojuelas fritas de papa nativa (*Solanum andigena*) variedad Amachi con cáscara y sin cáscara, sumergida en ácido cítrico y pirofosfato ácido de sodio como pre tratamientos.

-



### **Factor de estudio**

- Tipo de presentación de las hojuelas fritas de papa nativa: Con cáscara (a1) y sin cáscara (a2).
- Tipo de acidulante usado en las hojuelas fritas de papa nativa: Ácido cítrico (b1) y pirofosfato ácido de sodio (b2).
- Porcentaje de acidulante usado en las hojuelas fritas de papa nativa: 0 % (c1), 0.25 % (c2) y 0.5 % (c3).

### **3.5.3. Para el tercer objetivo**

- Evaluar las características sensoriales de los dos mejores pre tratamientos de las hojuelas fritas de papa nativa (*Solanum andigena*) variedad Amachi.

### **Factor de estudio**

- Características sensoriales de las hojuelas fritas de papa nativa: sabor, color, textura y apariencia general.

### **3.5.4. Para el cuarto objetivo**

- Determinar la vida útil del mejor pre tratamiento de la hojuela frita de papa nativa (*Solanum andigena*) variedad Amachi.

### **Factor de estudio**

- Vida útil de la hojuela frita de papa nativa: Tiempo de almacenamiento (1, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28 y 32 días).



### **3.6. VARIABLES DE RESPUESTA**

#### **3.6.1. Para el primer objetivo**

- Contenido de fenoles totales.
- Contenido de antocianinas totales.

#### **3.6.2. Para el segundo objetivo**

- Contenido de fenoles totales.
- Contenido de antocianinas totales.

#### **3.6.3. Para el tercer objetivo**

- Nivel de aceptabilidad de las hojuelas fritas de papa nativa.

#### **3.6.4. Para el cuarto objetivo**

- Índice de peróxido en la hojuela frita de papa nativa (vida útil).

### **3.7. MÉTODO DE ANÁLISIS**

#### **3.7.1. Extracción de los compuestos bioactivos.**

Se realizó por el método citado por (Huang *et al.*, 2015), donde se pesó 0.5 g de muestra, se mezcló con 30 ml de etanol al 70 % en agua, después se agitó la mezcla a 60 °C en un baño de agua durante 3 horas, seguido se centrifugó a 1700 rpm a 4 ° C durante 30 min, se recogió el sobrenadante evaporado a sequedad y se diluyó a 10 ml con acetonitrilo y agua destilada en una proporción de (1:1).

#### **3.7.2. Determinación de fenoles totales**

Se determinó mediante la técnica de Folin Ciocalteu la cual es reportada por (Kao & Col, 2012) mencionado por (Huang *et al.*, 2015), se utilizó una concentración de 400



$\mu\text{g/ml}$  de ácido gálico y se preparó estándar en etanol, luego se recogió  $50 \mu\text{L}$  de muestra y se mezcló con  $200 \mu\text{L}$  de reactivo Folin Ciocalteu, seguidó la mezcla se agitó homogéneamente, se dejó reposar en la oscuridad durante 5 min, se añadió 1 ml de solución acuosa de carbonato de sodio (15 %) para que reaccione durante 1 hora a temperatura ambiente y se midió la absorbancia a 750 nm. De este modo, se preparó la curva estándar trazando la concentración contra la absorbancia, mientras se obtuvieron tanto la ecuación de regresión lineal como coeficiente de correlación,  $50 \mu\text{L}$  de muestra se recogió para medir la absorbancia a 750 nm para el cálculo de equivalente de ácido gálico basándose en la ecuación de regresión lineal.

Se estimó el contenido de fenoles totales a partir de la ecuación curva patrón desarrollada para el ácido gálico.

La ecuación curva patrón.

$$Y = 0.0381 (x) - 0.0031. R^2 = 0.9996$$

$$\text{EQ Ac. Gálico mg/100 g} = (Y) \left( \frac{\text{ml de extracto total}}{\text{g de muestra}} \right) \left( \frac{\text{ml de muestra reactante}}{\text{ml extracto de muestra}} \right) \times 100$$

Y: contenido en mg de ácido gálico/ml muestra.

x: valor de la absorbancia a 750 nm.

### 3.7.3. Determinación de antocianinas totales

Se realizó por el método de pH diferencial, mencionado por (Barnes *et al.*, 2005). Se realizó en un matraz aforado de 50 ml, se usó pipetas para agregar la porción de 0.5 ml de muestra, se determinó la absorbancia de la muestra diluída con tampón de pH 1.0 y tampón de pH 4.5 a una absorbancia de 520 y 700 nm, la muestra diluída se lee frente



a una celda en blanco llena de agua destilada, se midió la absorbancia entre 20 y 50 min después de la preparación.

La absorbancia final se calculó de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$A = (A_{520} - A_{700})_{pH\ 1.0} - (A_{520} - A_{700})_{pH\ 4.5}$$

Para calcular la concentración de las antocianinas se utilizó la siguiente ecuación:

$$CAT = \frac{A \times PM \times FD \times 1000}{\epsilon \times I}$$

Donde:

*A*: Es cambio de absorbancia

*CAT*: Contenido de antocianinas totales (mg/100 g seco)

*PM*: Masa molar para cianidina -3- glucósido 449.2 g/mol

$\epsilon$ : Es el coeficiente de extensión molar para la cianidina 3 glucósido

1000: Es el factor de conversión de g a mg

*I*: Cambio óptico de celda 1cm

*FD*: factor de dilución

#### 3.7.4. Análisis sensorial

La metodología fue mediante la prueba con escala hedónica mencionado por (Surco & Alvarado, 2011), se determinó el nivel de agrado para los atributos de sabor, color, olor y apariencia de las hojuelas fritas de papas nativa, se realizó con una escala de 7 puntos como se observa en la Tabla. 2, con un total de 20 jueces semientrenados con

dos repeticiones (los cuales fueron estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial del octavo semestre los cuales ya cuentan con los conocimientos básicos sobre productos procesados, además de ello se les dió una reseña sobre el producto y los atributos a evaluar).

**Tabla 2.** Escala de puntuación para el análisis sensorial de hojuelas fritas de papa nativa variedad Amachi.

Categoría	Número
Me gusta mucho	7
Me gusta moderadamente	6
Me gusta poco	5
No me gusta ni me disgusta	4
Me disgusta un poco	3
Me disgusta moderadamente	2
Me disgusta mucho	1

Fuente: Elaboración propia.

### 3.7.5. Determinación de vida útil

#### 3.7.5.1. Determinación de Índice de peróxido

La determinación de índice de peróxido se realizó por el método de la AOAC (2000) mencionado por (Mehta *et al.*, 2015), donde se pesó 5 g de muestra, 0.5 ml de solución saturada de yoduro de potasio (KI) y 30 ml de mezcla de disolventes que comprenden ácido acético y cloroformo (3:2) se combinaron, la titulación se llevó a cabo frente a 0.002 mol/L de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , se usó un indicador de almidón al 1 %.

La ecuación es la siguiente:

$$\text{Índice de peróxido} = \frac{\text{meq de peróxido}}{\text{kg muestra}} = \frac{(M-B) \cdot N \cdot f \cdot 1000}{m}$$

Donde:

M: ml de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  gastados en la titulación de la muestra.



B: ml de  $Na_2S_2O_2$  gastados en la titulación del blanco.

N: Normalidad de la solución  $Na_2S_2O_2$ .

f: Factor de la solución de  $Na_2S_2O_2$ .

m: Masa de muestra.

### 3.7.5.2. Ecuación de orden cero

Para la determinación de vida útil de las hojuelas fritas de papa nativa Amachi sometidas a pre tratamientos fue el mencionado por (Paternina-Sierra *et al.*, 2018), donde menciona que la pérdida de calidad (aparición de rancidez oxidativa), seguirá la cinética de orden de reacción, a temperaturas altas y un tiempo acelerado basado en un periodo más corto que el tiempo de vida útil del producto, donde el orden cero presenta una disminución lineal del atributo.

Se tomó como indicador la rancidez oxidativa mediante índice de peróxido.

$$\text{Orden cero: } A = A_0 - K_c t$$

En consecuencia, la vida útil (t).

$$t = \frac{A - A_0}{K_c}$$

Donde:

t: Tiempo de vida útil

A: Valor final del atributo en el tiempo (se considera 10 miliequivalentes de oxígeno de oxígeno activo en kg).

$A_0$ : Valor inicial del atributo de calidad

$K_c$ : Constante de velocidad de orden cero (pendiente de la ecuación)



### 3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

#### 3.8.1. Primer objetivo

**Factor de estudio: Contenido de fenoles y antocianinas totales en hojuelas crudas de papa nativa Amachi.**

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con un análisis de varianza (ANOVA) a un nivel de confianza del 95%, luego se realizó la prueba Tukey a un nivel de significancia ( $p < 0.05$ ) (Montgomery, 2004). Para el análisis e interpretación de resultados se utilizó el software estadístico Minitab 18. En la Tabla 3, donde se observa la distribución de las muestras.

El modelo estadístico fue:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_j \quad \begin{array}{l} i: 1,2. \\ j: 1,2,3 \end{array}$$

Donde:

$i$ : Número de muestras.

$j$ : Número de repeticiones

$y_{ij}$ : Es una observación en la  $j$ -ésima unidad experimental, sujeto al  $i$ -ésimo muestras.

$\mu$ : Es el efecto de la medida general o constante común.

$\tau_i$ : Es el efecto del  $i$ -ésimo de muestra.

$\varepsilon_j$  = Efecto verdadero de la  $j$ -ésima unidad experimental, sujeta al  $i$ -ésimo muestras.

**Tabla 3.** *Distribuciones de las muestras de las hojuelas crudas de papa nativa variedad Amachi.*

<b>Muestra</b>	<b>Resultados</b>	<b>Repeticiones</b>
M1		R1
		R2
		R3
M2		R1
		R2
		R3

**Fuente:** Elaboración propia.

M1: Muestra de hojuelas crudas de papa nativa con cáscara

M2: Muestra de hojuelas crudas de papa nativa sin cáscara

### 3.8.2. Segundo Objetivo

**Factor de estudio: Contenido de fenoles y antocianinas totales en hojuelas fritas de papa nativa Amachi.**

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con un arreglo factorial de 2A x 2B x 3C con tres repeticiones, con un análisis de varianza (ANOVA) a un nivel de confianza del 95%, luego se realizó la prueba Tukey a un nivel de significancia ( $p < 0.05$ ) (Montgomery, 2004). para observar las diferencias significativas entre los pre tratamientos y poder conocer a los dos mejores, para el análisis e interpretación de resultados se utilizó el software estadístico Minitab 18. En la Tabla 4, se muestran los factores, niveles y distribución de los pre tratamientos de hojuelas fritas de papa nativa.

La muestra control más los dos mejores pre tratamientos se denotaran con T0, T1 y T2 respectivamente, para el análisis posterior.



**Tabla 4.** Factores, niveles y distribución de las hojuelas fritas de papa nativa variedad Amachi.

TIPO DE ACIDULANTE		PAPA NATIVA	
		HPNCC (a1)	HPNSC (a2)
<b>AC (b1)</b>	<b>0% (c1)</b>	R1	R1
		R2	R2
		R3	R3
	<b>0.25% (c2)</b>	R1	R1
		R2	R2
		R3	R3
	<b>0.5% (c3)</b>	R1	R1
		R2	R2
		R3	R3
<b>PAS (b2)</b>	<b>0% (c1)</b>	R1	R1
		R2	R2
		R3	R3
	<b>0.25% (c2)</b>	R1	R1
		R2	R2
		R3	R3
	<b>0.5% (c3)</b>	R1	R1
		R2	R2
		R3	R3

**Fuente:** Elaboración propia.

Donde:

HPNCC: Hojuelas de papa nativa con cáscara

HPNSC: Hojuelas de papa nativa sin cáscara

AC: Ácido cítrico

PAS: Pirofosfato ácido de sodio

a1: Hojuelas fritas de papa nativa con cáscara.

a2: Hojuelas fritas de papa nativa sin cáscara.

b1: Ácido cítrico

b2: Pirofosfato ácido de sodio.

c1: 0 %.

c2: 0.25 %.

c3: 0.5 %.

El modelo estadístico lineal fue:



$$y_{ijkl} = \mu + \tau_i + \beta_j + \gamma_k + (\tau\beta)_{ij} + (\tau\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\tau\beta\gamma)_{ijk} + (\varepsilon)_{ijkl}$$

$i : 1, 2, \dots, a$   $a$ : Niveles del factor A.

$j : 1, 2, \dots, b$   $b$ : Niveles del factor B.

$k : 1, 2, 3, \dots, c$   $c$ : Niveles del factor C.

$l : 1, 2, 3, \dots, r$   $r$ : Número de repeticiones.

Donde:

$y_{ijkl}$ : Es la variable respuesta de la  $i$ -ésima observación bajo el  $k$ -ésimo nivel de factor C, en el  $j$ -ésimo nivel del factor B, sujeto al  $i$ -ésimo nivel del factor A.

$\mu$ : Constante, media de la población a la cual pertenecen las observaciones.

$\tau_i$ : Efecto del  $i$ -ésimo nivel del factor A.

$\beta_j$ : Efecto del  $j$ -ésimo nivel del factor B.

$\gamma_k$ : Efecto del  $k$ -ésimo nivel del factor C.

$(\tau\beta)_{ij}$ : Efecto de la interacción del  $i$ -ésimo nivel del factor A, con el  $j$ -ésimo nivel del factor B.

$(\tau\gamma)_{ik}$ : Efecto de la interacción del  $i$ -ésimo nivel del factor A, con el  $k$ -ésimo nivel del factor C.

$(\beta\gamma)_{jk}$ : Efecto de la interacción del  $j$ -ésimo nivel del factor B, con el  $k$ -ésimo nivel del factor C.

$(\tau\beta\gamma)_{ijk}$ : Efecto de la interacción del  $i$ -ésimo nivel del factor A, en el  $j$ -ésimo nivel del factor B, sujeto al  $k$ -ésimo nivel del factor C.

$(\varepsilon)_{ijkl}$ : Efecto del error experimental.

### 3.8.3. Tercer objetivo

#### Factor de estudio: Evaluación sensorial de hojuelas fritas de papa nativa

##### Amachi

Se evaluó a los dos mejores pre tratamientos (T1 y T2) que fueron seleccionaron en el paso anterior, se utilizó un Diseño Bloque Completamente al Azar (DBCA), siendo el bloque los jueces, con un análisis de varianza (ANOVA) a un nivel de confianza del 95% Se siguió el mismo modelo estadístico para los atributos sabor, color, textura y apariencia general, luego se realizó la prueba Dunnett a un nivel de significancia ( $p < 0.05$ ) (Montgomery, 2004). Para observar las diferencias entre la muestra control con los dos pre tratamientos y conocer al mejor pre tratamiento en los atributos de sabor, color, textura y apariencia general, para el análisis e interpretación de resultados se utilizó el software estadístico Minitab 18. En la Tabla 5, se muestran los factores y distribución de los pre tratamientos de hojuelas fritas de papa nativa.

La muestra control más el mejor pre tratamiento se denotaran con S0 y S1 respectivamente, para el análisis posterior.

**Tabla 5.** *Distribuciones de los pre tratamientos de las hojuelas fritas de papa nativa variedad Amachi para el análisis sensorial, la cual se repite para cada atributo sensorial.*

JUECES	T0	T1	T2
1	R1	R1	R1
	R2	R2	R2
2	R1	R1	R1
	R2	R2	R2
3	R1	R1	R1
	R2	R2	R2
⋮			
20	R1	R1	R1
	R2	R2	R2

**Fuente:** Elaboración propia.

El modelo estadístico lineal fue:



$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad \begin{array}{l} i: 1,2,3 \\ j: 1,2 \end{array}$$

**Donde:**

*i*: Número de pre tratamientos

*j*: Número de bloques

$y_{ij}$  = Variable de respuesta observada en la unidad experimental ubicada en el *j*-ésimo bloque que recibe el pre tratamiento *i*.

$\mu$  = Constante común para toda la observación o media de la población.

$\tau_i$  = Es el efecto del pre tratamiento *i*, el cual es igual a  $(u_i - u)$ , es la diferencia entre el promedio poblacional del bloque y la media poblacional *u*.

$\beta_j$  = Es el efecto del bloque *i*, que es igual a  $(u_j - u)$ , es la diferencia entre el promedio poblacional del bloque y la media poblacional *u*.

$\varepsilon_{ij}$  = Término que representa el error de su respectiva  $y_{ij}$  que se considera como la variable aleatoria distribuida en forma normal e independiente con media y varianza constante.

Para el cuarto objetivo, se seleccionó como mejor pre tratamiento a aquel que mostró la mayor calificación en sus atributos sabor, color, textura y apariencia.

#### 3.8.4. Cuarto objetivo

##### **Factor de estudio: Índice de peróxido de la hojuela frita de papa nativa**

##### **Amachi**

Se utilizó el diseño Bloque Completamente al Azar (DBCA) con un análisis de varianza (ANOVA) a un nivel de confianza del 95% y una significancia ( $p < 0.05$ ), para comparar las diferencias entre medias de la muestra control (S0) con el mejor pre tratamiento (S1), se utilizó la prueba de Dunnett a un nivel de significancia ( $p < 0.05$ )

(Montgomery, 2004), para el análisis e interpretación de resultados se utilizó el software estadístico Minitab 18. En la Tabla 6, se observa los factores y distribución de S0 y S1.

**Tabla 6.** *Distribuciones de los pre tratamientos de las hojuelas fritas de papa nativa variedad Amachi para la determinación del índice de peróxido.*

Pre tratamientos	Bloques: Días de almacenamiento	Repeticiones
S0 (control)	1	R1
		R2
		R3
	4	R1
		R2
		R3
	⋮	R1
		R2
		R3
	32	R1
		R2
		R3
S1	1	R1
		R2
		R3
	4	R1
		R2
		R3
	⋮	R1
		R2
		R3
	32	R1
		R2
		R3

**Fuente:** Elaboración propia.

El modelo estadístico lineal fue:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad \begin{array}{l} i: 1,2,3 \\ j: 1,2 \end{array}$$

**Donde:**

*i*: Número de pre tratamientos.

*j*: Número de jueces.



$y_{ij}$  = Variable de respuesta observada en la unidad experimental ubicada en el  $j$ -ésimo bloque que recibe el pre tratamiento  $i$ .

$\mu$  = Constante común para toda la observación o media de la población.

$\tau_i$  = Es el efecto del pre tratamiento  $i$ , el cual es igual a  $(u_i - u)$ , es la diferencia entre el promedio poblacional del bloque y la media poblacional  $u$ .

$\beta_j$  = Es el efecto del bloque  $i$ , que es igual a  $(u_j - u)$ , es la diferencia entre el promedio poblacional del bloque y la media poblacional  $u$ .

$\varepsilon_{ij}$  = Terminio que representa el error de su respectiva  $y_{ij}$  que se considera como la variable aleatoria distribuida en forma normal e independiente con media y varianza constante.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. PRIMER OBJETIVO

##### 4.1.1. Fenoles totales (FT) en hojuelas crudas de papa nativa

En la Tabla 8 del Anexo A.1., se muestra el contenido de FT para las hojuelas crudas de papa nativa con y sin cáscara, en donde presentaron una concentración de FT (488.50 EQ-Ac. Gálico mg/100 g seco y de 328.93 EQ-Ac. Gálico mg/100 g seco respectivamente). Al respecto Barragan & Aro. (2017) obtuvieron 179.51 EQ-Ac. Gálico mg /100 g seco de muestra para la variedad de papa nativa sangre de toro (pulpa morada), 87.92 EQ-Ac. Gálico mg /100 g seco de muestra para la variedad de papa nativa Wenqos (pulpa morada) las dos sin cáscara. Luego de comparar la variedad de papa Amachi con otras variedades de papa nativa, se observó que la concentración de FT es menor a los resultados obtenidos por las hojuelas crudas de papa nativa Amachi. Peña & Restrepo. (2013) mencionan que los polifenoles totales en papas crudas, varían en las peladas y sin pelar, en las papas sin cáscara el rango de fenoles es de 191 a 1864 EQ-Ac. Gálico mg /100 g seco, mientras que en las papas sin pelar varían desde 345 a EQ-Ac. Gálico mg /100 g seco, así entonces podemos considerar que los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango.

En la Tabla 9 del Anexo A.1., podemos observar el ANOVA donde indica que estadísticamente existe una diferencia significativa para el factor tipo de presentación frente al contenido de FT, por otro lado en la Tabla 10 del Anexo A.1. en la prueba de multiple rango (Tukey) respecto al factor tipo de presentación refiere que las HPNCC crudas presentó mayor valor en su media y las HPNSC crudas menor valor, mostrando



así una diferencia significativa en sus medias, concluyendo así que las HPNCC crudas presentan mayor contenido FT de las hojuelas crudas de papa nativa.

#### **4.1.2. Antocianinas totales (AT) en hojuelas crudas de papa nativa**

En la Tabla 13 del Anexo A.2., se muestra el contenido de AT para las hojuelas crudas de papa nativa con y sin cáscara, presentando así una concentración de 43.37 EQ – Cya – 3G mg / 100 g seco, y de 33.66 EQ – Cya – 3G mg / 100 g seco respectivamente, al respecto Almache. (2018), obtuvo 41.43 EQ – Cya – 3G mg / 100 g seco y 38.43 EQ – Cya – 3G mg / 100 g seco para hojuelas crudas de papa nativa Pucashungo con y sin cáscara respectivamente, del mismo modo García. (2018), obtuvo un 57.5 EQ – Cya – 3G mg / 100 g seco para la variedad de papa nativa Puka Ambrosio, además Barragan & Aro. (2017) obtuvieron 59.21 EQ – Cya – 3G mg / 100 g seco y 19.35 EQ – Cya – 3G mg / 100 g seco para las papas nativa Sangre de Toro y Wenqos respectivamente, observando así que los resultados obtenidos están dentro de los valores reportados. Así mismo se demostró que el proceso de pelado influye en la disminución de AT en las hojuelas crudas de papa nativa.

En la Tabla 14 del Anexo A.2., podemos observar el ANOVA donde indica que estadísticamente existe una diferencia significativa para el factor tipo de presentación frente al contenido de AT, por otro lado en la Tabla 15 del Anexo A.2., en la prueba de multiple rango (Tukey) respecto al factor tipo de presentación refiere que las HPNCC crudas obtuvo mayor valor en su media y las HPNSC crudas menor valor, mostrando así una diferencia significativa en sus medias, se concluye así que las HPNCC crudas presenta mayor contenido de AT en las hojuelas crudas de papa nativa.

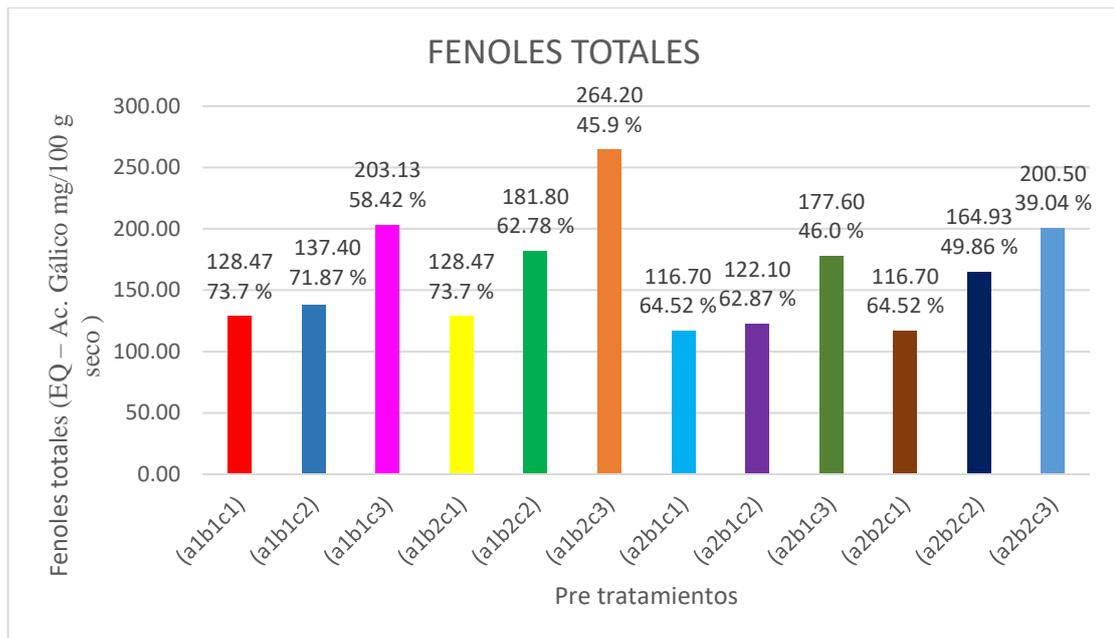


## 4.2.SEGUNDO OBJETIVO

### 4.2.1. Fenoles totales (FT) en hojuelas fritas de papa nativa

En la Figura 3, se muestra el contenido de FT en las hojuelas fritas de papa nativa con cáscara (a1b1c1), (a1b1c2), (a1b1c3), (a1b2c1), (a1b2c2) y (a1b2c3) y sin cáscara (a2b1c1), a2b1c2, (a2b1c3), (a2b2c1), (a2b2c2) y (a2b2c3).

Los pre tratamientos (a1b1c1) y (a1b2c1) “HPNCC al 0 % de acidulante” presentaron 128.47 EQ – Ac. Gálico mg/100 g seco (con una pérdida del 73.7 % respecto a las muestras de hojuelas crudas con cáscara), el (a1b1c2) presentó 137.40 EQ – Ac. Gálico mg/100 g seco (con una pérdida del 71.87 % respecto a las muestras de hojuelas crudas con cáscara), (a1b1c3) presentó 203.13 EQ – Ac. Gálico mg/100 g seco (con una pérdida del 58.42 % respecto a las muestras de hojuelas crudas con cáscara), (a1b2c2) presentó 181.80 EQ – Ac. Gálico mg/100 g seco (con una pérdida del 62.78 % respecto a las muestras de hojuelas crudas con cáscara), y el (a1b2c3) presentó 264.20 EQ – Ac. Gálico mg/100 g seco (con una pérdida del 45.9 % respecto a las muestras de hojuelas crudas con cáscara). Los (a2b1c1) y (a2b2c1) (HPNSC al 0 % de acidulante) presentaron 116.70 EQ – Ac. Gálico mg/100 g seco (con una pérdida del 64.52 % respecto a las muestras de hojuelas crudas sin cáscara), (a2b1c2) presentó 122.10 EQ – Ac. Gálico mg/100 g seco (con una pérdida del 62.87 % respecto a las muestras de hojuelas crudas sin cáscara), (a2b1c3) presentó 177.60 EQ – Ac. Gálico mg/100 g seco (con una pérdida del 46 % respecto a las muestras de hojuelas crudas sin cáscara), (a2b2c2) presentó 164.93 EQ – Ac. Gálico mg/100 g seco (con una pérdida del 49.86 % respecto a las muestras de hojuelas crudas sin cáscara), y (a2b2c3) presentó 200.50 EQ – Ac. Gálico mg/100 g seco (con una pérdida del 39.04 % respecto a las muestras de hojuelas crudas sin cáscara).



**Figura 3.** Contenido de fenoles totales en hojuelas fritas de papa nativa Amachi, donde: a1 (HPNCC), a2 (HPNSC), b1 (AC), b2 (PAS), c1 (0%), c2 (0.25%) y c3 (0.5%).

Los pre tratamientos (a1b2c3) y (a1b1c3) con cáscara son aquellos que ayudan a conservar mejor los FT de las hojuelas fritas de papa nativa. Por otro lado Jiménez & Sarmán. (2014), evaluaron compuestos bioactivos en la oca, mostrando así mayor cantidad de compuestos fenolicos en la cáscara de oca morada conteniendo 462.3 EQ – Ac. Gálico mg/100 g seco y en la pulpa 87.5 EQ – Ac. Gálico mg/100 g seco, demostrando así que los mejores resultados obtenidos son para los pre tratamientos con cáscara, del mismo modo Giusti & Wrolstad. (2003), mencionan que alimentos con un pH por debajo de 5 ayudan a la resistencia en la coloración del alimento, por tanto, la conservación de los compuestos bioactivos como los fenoles son mayores.

En la Tabla 11 del Anexo A.1., podemos observar el ANOVA donde indica que estadísticamente existe una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en todos los factores estudiados (tipo de presentación, tipo de acidulante y porcentaje de acidulante) frente al contenido de FT, por otro lado en la Tabla 12 del Anexo A.1., en la prueba de múltiple rango (Tukey) nos muestra que el pre tratamiento (a1b2c3) muestra mayor valor en su media, seguido del pre tratamiento (a1b1c3) y (a2b2c3) que no presentan diferencia

significativas en sus medias a pesar que sus valores no son los mismos, los pre tratamientos (a1b2c2), (a2b1c3), (a2b2c2) y (a1b1c2) si presentan diferencias significativas, los pre tratamientos (a1b2c1) (a1b1c1) no presentan diferencias significativas en sus medias ya que estos dos pre tratamientos son HPNCC con 0 % de acidulantes, del mismo modo los pre tratamientos (a2b2c1) y (a2b1c1) no presentan diferencias significativas en sus medias ya que estos dos pre tratamientos son HPNSC con 0 % de acidulantes por último el pre tratamiento (a2b1c2) si presenta diferencia significativa frente a los demás pre tratamientos, así de esta manera se puede observar que los pre tratamientos con mayor valor en su media son los pre tratamientos (a1b2c3), (a1b1c3) y (a2b2c3) presentan mayor valor en su media.

#### **4.2.2. Antocianinas totales (AT) en hojuelas fritas de papa nativa**

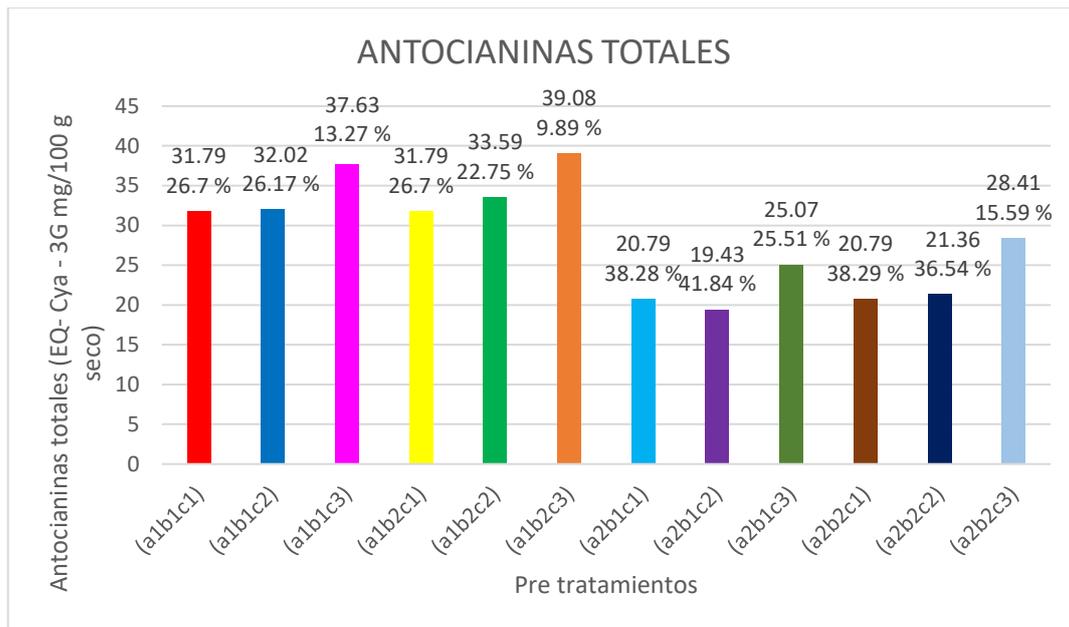
En la Figura 4, se muestra el contenido de AT en las hojuelas fritas de papa nativa con cáscara (a1b1c1), (a1b1c2), (a1b1c3), (a1b2c1), (a1b2c2) y (a1b2c3) y sin cáscara (a2b1c1), a2b1c2, (a2b1c3), (a2b2c1), (a2b2c2) y (a2b2c3).

Los pre tratamientos (a1b1c1) y (a1b2c1) HPNCC al 0 % de acidulante presentaron 31.79 EQ – Cya – 3G mg / 100 g seco (representando una pérdida del 26.70 % respecto a las muestras de hojuelas crudas con cáscara), (a1b1c2) presentó 32.02 EQ- Cya - 3G mg/100 g seco (representando así una pérdida del 26.17 % respecto a las muestras de hojuelas crudas con cáscara), (a1b1c3) presentó 37.63 EQ- Cya - 3G mg/100 g seco (representando así una pérdida del 13.27 % respecto a las muestras de hojuelas crudas con cáscara), (a1b2c2) presentó 33.59 EQ- Cya - 3G mg/100 g seco (representando así una pérdida del 22.75 % respecto a las muestras de hojuelas crudas con cáscara) y el (a1b2c3) presentó 39.08 EQ- Cya - 3G mg/100 g seco (representado así una pérdida de 9.89 % respecto a las muestras de hojuelas crudas con cáscara). Los (a2b1c1) y (a2b2c1) HPNSC al 0% de acidulante presentaron 20.79 EQ – Cya – 3G mg / 100 g seco



(representando una pérdida del 38.28 % respecto a las muestras de hojuelas crudas sin cáscara), el (a2b1c2) presentó 19.43 EQ- Cya - 3G mg/100 g seco (representando así una pérdida del 41.84 % respecto a las muestras de hojuelas crudas sin cáscara), (a2b1c3) presentó 25.07 EQ- Cya - 3G mg/100 g seco (representando así una pérdida del 25.51 % respecto a las muestras de hojuelas crudas sin cáscara), (a2b2c2) presentó 21.36 EQ- Cya - 3G mg/100 g seco (representando así una pérdida del 36.54 % respecto a las muestras de hojuelas crudas sin cáscara), y (a2b2c3) presentó 28.41 EQ- Cya - 3G mg/100 g seco (representando así una pérdida del 15.59 % respecto a las muestras de hojuelas crudas sin cáscara),

Los pre tratamientos con mejor resultado fueron para (a1b2c3) seguido del (a1b1c3), el pre tratamiento que presentó menor cantidad de AT fué el (a2b1c2), al respecto Almache. (2018), obtuvo 32.62 EQ- Cya - 3G mg/100 g seco y 30.30 EQ- Cya - 3G mg/100 g seco para los pre tratamientos con PAS 0.5 % de hojuelas fritas con y sin cáscara respectivamente, además 27.36 EQ- Cya - 3G mg/100 g seco y 22.94 EQ- Cya - 3G mg/100 g seco para los pre tratamientos con Ácido Ascórbico al 0.8 % en hojuelas fritas con y sin cáscara respectivamente, según Barragan & Aro. (2017) obtuvieron 19.48 EQ- Cya - 3G mg/100 g seco de AT y 1.31 EQ- Cya - 3G mg/100 g seco de AT en papas nativas fritas Sangre de Toro y Wenqos, lo cual evidencia que los acidulantes si tienen un papel importante en la conservación de AT.



**Figura 4.** Contenido de antocianinas totales en hojuelas fritas de papa nativa Amachi donde: a1(HPNCC), a2(HPNSC), b1(AC), b2(PAS), c1(0%), c2(0.25%) y c3(0.5%).

Entonces, podemos considerar que la utilización de acidulantes como el AC y PAS fueron más efectivos en los pre tratamientos con inmersión al 0.5 % a diferencia de los pre tratamientos sometidos al 0.25 %, ayudando así a estabilizar las antocianinas (pigmentación) en los pre tratamientos, ya que estas actúan como anfóteras (sustancias que reaccionan con un ácido o base) a pH bajos, se conoce también que la acidez tiene un efecto protector las antocianinas, Muñoz. (2007), estudió el efecto del ácido cítrico como pre tratamiento en hojuelas fritas de papa que tuvo como resultado una reducción del 92 % de acrilamida (aspargina) siendo éste un agente tóxico, además de ello menciona que el pH, temperatura y presencia de luz son determinantes en el porcentaje y el grado de formación de productos de la reacción maillard. Analuisa. (2012), menciona que las antocianinas en medio ácido poseen una mayor estabilidad, su inmersión favorece la homogenización del color, la estabilización de textura e inhiben o retardan la actividad enzimática antes de su procesamiento. Por su parte Giusti & Wrolstad. (2003) realizaron pruebas con extracto de rábano con ácido cinámico y ácido malónico mostrando así mayor resistencia en la pigmentación, por lo tanto en la pérdida de antocianinas, además de ello



menciona que en soluciones alcalinas los pigmentos son más inestables a pH mayores a 5, además de que los acidulantes mejoran el color y la estabilidad del pigmento. De la misma manera Aguilera *et al.* (2011) mencionan que el pH también muestra una influencia significativa sobre el color de los extractos de antocianinas, a valores de pH más bajos, los extractos de trigo azul y morados exhibieron un cambio de color rojo a rojo oscuro después de la extracción con acidulantes, mientras a pH más alto ( $\text{pH} > 4$ ), los extractos presentaron un color amarillo.

En la Tabla 16 del Anexo A.2., podemos observar el ANOVA para las AT en hojuelas fritas de papa nativa Amachi, donde podemos observar que existe una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en todos los factores estudiados (presentación de las hojuelas, tipo de acidulante, y porcentaje de acidulante) frente a la conservación de AT en el proceso de fritado, debido a ello se realizó la prueba de multiple rango Tukey descrita en la Tabla 17 del Anexo A.2., donde nos muestra que el pre tratamiento (a1b2c3) muestra mayor valor en su media, que el pre tratamiento (a1 b1 c3) pero no muestran diferencia significativa entre sus medias, los pre tratamientos (a1 b2 c2), (a1 b2 c2), (a1 b1 c2), son iguales estadísticamente a pesar que sus medias son diferentes, los pre tratamientos (a1 b1 c1) y (a1 b2 c1) presentaron mismo valor en sus medias, y no presentaron diferencias significativas en sus medias, los pre tratamientos (a2 b2 c3) y (a2 b1 c3) no presentaron diferencias significativas entre ellas, del mismo modo los pre tratamientos (a2 b2 c2), (a2 b1 c1), (a2 b2 c1) y (a2 b1 c2) no presentaron diferencias significativas en sus medias a pesar de que (a2 b2 c2) y (a2 b1 c2) presentan diferentes valores en sus medias.

Según los resultados obtenidos se consideró que los dos mejores pre tratamientos son (a1b2c3) y (a1b1c3) ya que mostraron mayor valor en los resultados y estadísticamente fueron los que mayor valor presentaron en sus medias.

### 4.3. TERCER OBJETIVO

Para esta evaluación se consideró los dos mejores pre tratamientos, que según los resultados estadísticos obtenidos fueron el T1(a1b1c3) y T2(a1b2c3) más T(0) la muestra control que se utilizó como medio de comparación. En la Tabla 7, se muestran promedios de calificación obtenidos en los atributos sabor, color, textura y apariencia general,

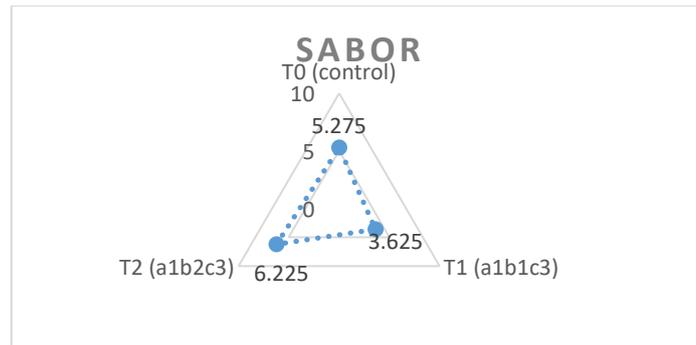
**Tabla 7.** Promedios de calificación obtenidos respecto a los atributos sensoriales de las hojuelas fritas de papa nativa Amachi.

Pre tratamiento	Promedios de calificación			
	Sabor	Color	Textura	Apariencia
<b>T0(HPNCC)</b>	5.275± 0.035	4.757 ± 0.070	6.075 ± 0.035	6.075 ± 0.036
<b>CONTROL</b>				
<b>T1 (a1b1c3)</b>	3.625 ± 0.035	5.75 ± 0.070	6.425 ± 0.036	5.125 ± 0.034
<b>T2(a1b2c3)</b>	6.225± 0.035	5.625 ± 0.106	6.175± 0.036	6.675 ± 0.035

Dónde: ± : Desviación Estándar.

#### 4.3.1. Atributo sabor

En la Figura 5, se muestra la calificación del atributo sabor de las hojuelas fritas de papa nativa Amachi teniendo como resultados: T2 (a1b2c3) con una calificación de 6.225 que lo califica como “me gusta moderadamente”, T1 (a1b1c3) con una calificación 3.625 que lo califica como “me disgusta un poco” y T0 (control) 5.275 que lo califica como “me gusta poco”, por otro lado, Almache (2018) en su trabajo de investigación con hojuelas fritas de papa nativa obtuvo una calificación de 4.5 (agradable) para hojuelas fritas de papa nativa sometidas a pre tratamiento con PAS al 0.5 %, demostrando así que el PAS no altera el sabor del producto, el cual es un atributo determinante en el consumo del producto.



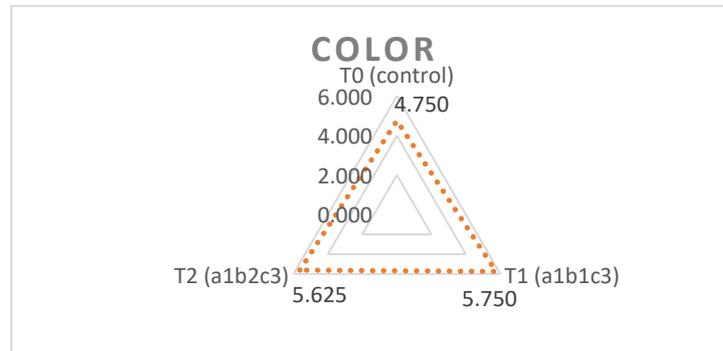
**Figura 5.** Calificación de la evaluación sensorial del atributo sabor en las hojuelas fritas de papa nativa Amachi.

De acuerdo con el ANOVA descrito en la Tabla 22 del Anexo A.3., muestra que existe una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en los pre tratamiento sobre el atributo de sabor de las hojuelas fritas de papa nativa. Debido a esta diferencia se realizó la prueba de comparación Dunnett descrito en la Tabla. 23 del Anexo A.3., donde muestra que si existe una diferencia estadísticamente significativa en el T0 (control) frente a los pre tratamientos T2 (a1b2c3) que obtuvo mayor valor en su media y el T1 (a1b1c3) que obtuvo menor valor en su media, demostrando así que el T2 (a1b2c3) presentó mayor valor en su media superando así a la (T0) muestra control, considerando lo antes mencionado se demuestra que el pre tratamiento T2 (a1b2c3) es el mejor respecto al atributo sabor.

#### 4.3.2. Atributo color

En la Figura 6, se muestra la calificación del atributo color de las hojuelas fritas de papa nativa Amachi, teniendo como resultados que el T2 (a1b2c3) obtuvo una calificación de 5.625 y T1 (a1b1c3) de 5.750, ambos con una calificación de “me gusta un poco”, el T0 (control) que obtuvo una calificación 4.757 que la califica como “no me gusta ni me disgusta”, por otro lado, Almache (2018) obtuvo resultados de 4.5 para hojuelas de papa nativa sometidas a pre tratamiento con PAS (0.5 %) lo que lo califica como agradable , además de ello debemos considerar que estas hojuelas son productos

diferentes a lo productos comerciales que normalmente se consumen, en tanto INACAL (2016), NTP de hojuelas de papas fritas menciona que el color debe ser característicos de la materia prima original.



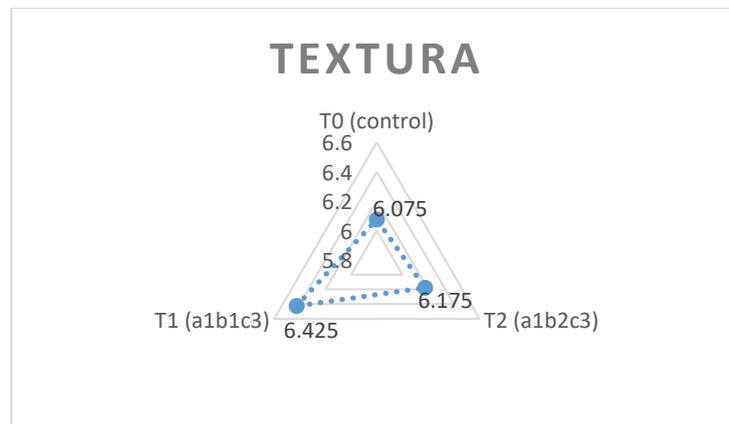
**Figura 6.** Calificación de la evaluación sensorial del atributo color en las hojuelas fritas de papa nativa Amachi.

De acuerdo con el ANOVA descrito en la Tabla 24 del Anexo A.3., muestra que existe una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) para los pre tratamientos sobre el atributo de color de las hojuelas fritas de papa nativa, debido a esta diferencia se realizó la prueba de comparación Dunnett presentado en la Tabla 25 del Anexo A.3., donde muestra que si existe diferencia significativa del T0 (control) frente a los pre tratamientos T1(a1b1c3) y T2 (a1b2c3) , a pesar de esta diferencia el T1(a1b1c3) presentó mayor valor en su media, seguido el T2 (a1b2c3), el T0(control) presentó un menor valor en su media, demostrando así que el T1 (a1b1c3) obtuvo mejor resultados en el atributo color a pesar de que el T2 (a1b2c3) y T1 (a1b1c3) fueron calificados iguales en la prueba sensorial.

#### 4.3.3. Atributo textura

En la Figura 7, se muestra la calificación del atributo textura de las hojuelas fritas de papa nativa Amachi teniendo como resultados que T2 (a1b2c3) y T1 (a1b1c3) obtuvieron una calificación de 6.175 y 6.425 y respectivamente, mientras que el T0 (control) obtuvo una calificación de 6.075, por lo tanto los tres pre tratamientos fueron

calificados como “me gusta moderadamente”, al respecto Almache (2018) obtuvo una calificación de 4.3 en la cual la calificó como agradable para las hojuelas sometidas a PAS al 0.5 %, por otro lado INACAL (2016), de las NTP de hojuelas de papas fritas menciona en los requisitos mínimos que la textura debe ser crujiente sin exceso de aceite.

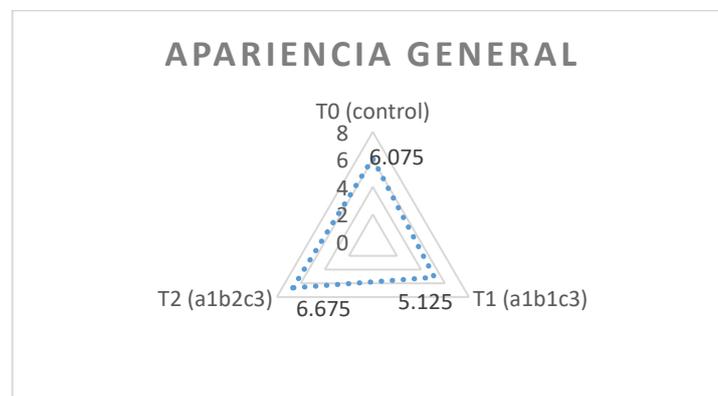


**Figura 7.** Calificación de la evaluación sensorial del atributo textura en las hojuelas fritas de papa nativa Amachi.

De acuerdo con el ANOVA descrito en la Tabla 26 del Anexo A.3., muestra que existe una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) los pre tratamientos sobre el atributo de textura de las hojuelas fritas de papa nativa Amachi. Por ello, realizamos la prueba de comparación Dunnett descrito en la Tabla 27 del Anexo A.3., donde T0 (control) y el T2 (a1b2c3) no presentaron diferencia significativa entre sus medias, a diferencia del pre tratamiento T1 (a1b1c3) que sí mostró diferencia frente al T0 (control), el T1 (a1b1c3) obtuvo mayor valor en su media, seguido del T2 (a1b2c3) y el pre tratamiento T0 (control) mostrando menor valor en su media, a pesar que los tres pre tratamientos presentaron la misma calificación en la evaluación de análisis sensorial.

#### 4.3.4. Apariencia general

La Figura 8, se muestra la calificación del atributo apariencia general de las hojuelas fritas de papa nativa Amachi, los T2 (a1b2c3) y T0 (control) tuvieron una calificación de 6.675 y 6.075 respectivamente, lo cual corresponde a “me gusta moderadamente”, mientras que el T1 (a1b1c3) con una calificación de 5.125 que corresponde a “me gusta poco”, al respecto Almache (2018) obtuvo una calificación de 4.7 considerándolo como agradable para hojuelas de papa sometivas a PAS al 0.5 %, INACAL (2016), de las NTP de hojuelas de papas fritas menciona que no deben presentar superficies con quemaduras y deben ser libres de rancidez, amargura, otros olores y sabores desagradables, con todo lo mencionado debemos considerar que apariencia general es un aspecto a considerar mucho más, ya que este engloba todos los atributos antes mencionado, de esa manera se consideró que el T2 (a1b2c3) que obtuvo una calificación de 6.675 muestra mayor apariencia general.



**Figura 8.** Calificación de la evaluación sensorial del atributo apariencia general en las hojuelas fritas de papa nativa Amachi.

De acuerdo con el ANOVA descrito en la Tabla 28 del Anexo A.3., muestra que si existe una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) para los pre tratamiento sobre la apariencia general. Debido a esta diferencia, se realizó la prueba de comparación Dunnett descrito en la Tabla 29 del Anexo A.3., donde el T0 (control) muestra diferencia significativa



frente a los dos pre tratamientos T2 (a1b2c3) y T1 (a1b1c3), el T2 (a1b2c3) presentó mayor valor en su media, seguido del T0 (control) y el T1 (a1b1c3) presentó menor valor en su media, demostrando así que el T2 (a1b2c3) resultó ser el mejor pre tratamiento superando a T0 (control).

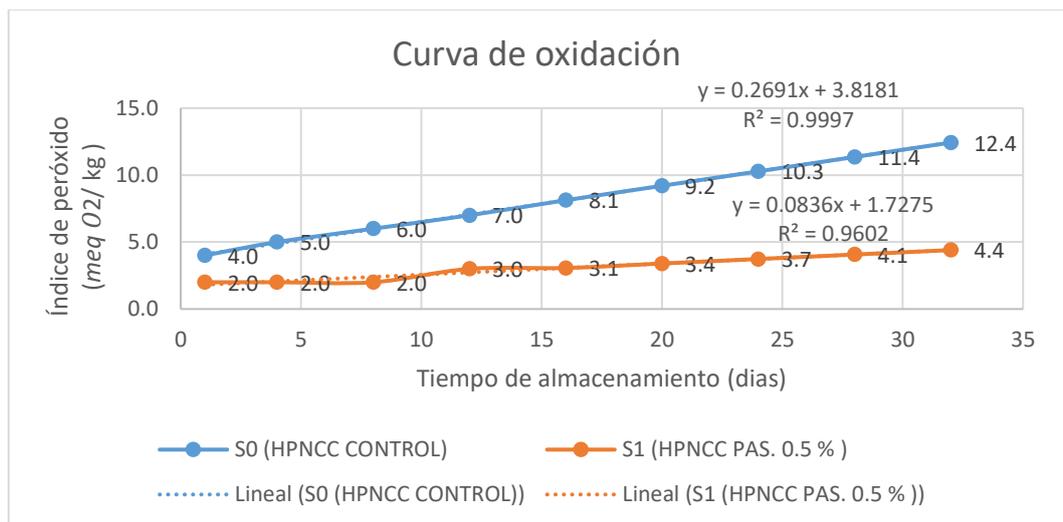
De los resultados antes mencionados podemos concluir que en el atributo de sabor T2 (a1b2c3) obtuvo una calificación de “me gusta moderadamente” y estadísticamente obtuvo mayor valor en su media que el T0 (muestra control), a diferencia de T1(a1b1c3) que obtuvo una calificación de “me disgusta un poco” y estadísticamente obtuvo el menor valor en su media, para el atributo de color el T1(a1b1c3) y T2 (a1b2 c3) obtuvieron una calificación de “me gusta un poco” y T0 obtuvo una calificación de “no me gusta ni me disgusta”, estadísticamente los T0, T1 y T2 mostraron diferencia significativa, el T1 (a1b1c3) obtuvo mayor valor en su media, seguido del T2 (a1b2c3) y el T0 (control) obtuvo menor valor en su media, por lo cual califica a T1 (a1b1c3) como el mejor pre tratamiento a pesar de que en la prueba sensorial T1 (a1b1c3) y T2 (a1b2c3) fueron calificados iguales (no me gusta ni me disgusta), para el atributo de textura los pre tratamientos T2 (a1b2c3), T1 (a1b1c3) y T0 (control) obtuvieron una calificación de “me gusta moderadamente” y estadísticamente T1 (a1b1c3) obtuvo mayor valor en su media, seguido de T2 (a1b2c3) y T0 (control) que no mostraron diferencia significativa, finalmente en la apariencia general el T2 (a1b2c3) y T0 (control) obtuvieron una calificación de “me gusta moderadamente” mientras que T1 (a1b1c3) obtuvo una calificación de “me gusta un poco”, estadísticamente, T1 (a1b1c3) y T2 (a1b2c3) obtuvieron diferencia significativas en sus medias frente al T0 (control), T2 (a1b2c3) presentó mayor valor en su media, seguido del T0 (control) y el T1 (a1b1c3) presentó menor valor en su media, de los resultados antes mencionados observamos que en el atributo sabor el T2 (a1b2c3) supera con una gran diferencia a T1 (a1b2c3), en el atributo



de color y textura T1 (a1b1c3) obtuvo mayor valor en su media, además de ello se consideró que la diferencia significativa es pequeña ya que sus medias son similares, por último en la apariencia general T2 (a1b2c3) resultó con mayor valor en su media, con todo lo mencionado se pudo observar que el T2 (a1b2 c3) supera en los atributos de sabor y apariencia general, por otro lado (Liria, 2007), considera que uno de los atributos con mayor importancia en un producto alimentario es el sabor ya que este configura una sensación compleja y es fruto de la estimulación por parte de sustancias químicas (receptores que se encuentran en la boca), la textura es la propiedad sensorial de los alimentos que se detectan por el mismo tacto, así también considera que la apariencia general es influenciado por los demás atributos sensoriales evaluados, considerando así lo antes mencionado se concluye que el T2 (a1b2c3) es el pre tratamiento con mejores características sensoriales.

#### **4.4. CUARTO OBJETIVO**

En la Figura 9, se muestra el comportamiento del índice de peróxido frente al tiempo de almacenamiento para los pre tratamientos S0 (control) y S1 (a1b2c3), además se observa que el mejor ajuste para el índice de peróxido respecto al tiempo es el ajuste lineal, que genera una ecuación de orden cero, siendo el pre tratamiento S0 el que tiene mayor coeficiente de determinación  $R^2 = 0.99$  frente a S1 que obtuvo un  $R^2 = 0.96$ .



**Figura 9.** Evolución del deterioro del aceite extraído de las hojuelas fritas de papa nativa Amachi durante el tiempo de almacenamiento a temperatura de 25 °C durante 32 días.

De acuerdo al ANOVA descrita en la Tabla 31 del Anexo A.4., muestra que existe diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) para el tiempo de almacenamiento sobre el índice de peróxido, del mismo modo existe diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) para los pre tratamientos sobre el índice de peróxido de las hojuelas fritas de papa nativa, debido a esta diferencia se realizó la prueba de comparación Dunnett presentada en la Tabla 32 del Anexo A.4. donde el pre tratamiento S0 (control) y el S1 (a1b2c3) muestran diferencia significativa entre sus medias frente al índice de peróxido, sin embargo en la Tabla 33 del Anexo A.4. para el tiempo de almacenamiento no se encontraron diferencias significativas entre sus medias, excepto el día 32 que si muestra diferencia significativa frente al día 1 de almacenamiento.

En la Figura 9, el S0 (control) y S1 (a1b2c3) al día 1, inicio del almacenamiento tienen un índice de peróxido de 4 meq O<sub>2</sub>/kg y 2 meq O<sub>2</sub>/kg respectivamente, S1 (a1b2c3) muestra un índice de peróxido constante los días 4 y 8 de 2 meq O<sub>2</sub>/kg a diferencia del S0 (control) donde en los días 4 y 8 presentó un índice de peróxido que va aumentando a 5



*meq O<sub>2</sub>/kg* y *6 meq O<sub>2</sub>/kg* respectivamente, en el día 12 el S0 (control) y S1 (a1b2c3) obtuvieron un índice de peróxido de *7 meq O<sub>2</sub>/kg* y *3 meq O<sub>2</sub>/kg* respectivamente, en el día 16 S0 (control) y S1 (a1b2c3) obtuvieron *8.1 meq O<sub>2</sub>/kg* y *3.1 meq O<sub>2</sub>/kg* respectivamente, en el día 20 el S0 (control) y S1 (a1b2c3) obtuvieron *9.2 meq O<sub>2</sub>/kg* y *3.4 meq O<sub>2</sub>/kg* respectivamente, en el día 24 S0 (control) y S1 (a1b2c3) obtuvieron *10.3 meq O<sub>2</sub>/kg* y *3.7 meq O<sub>2</sub>/kg* respectivamente, S0 (control) y S1 (a1b2c3), en el día 28 obtuvieron *11.4 meq O<sub>2</sub>/kg* y *4.1 meq O<sub>2</sub>/kg* respectivamente y por último en el día 32 S0 (control) y S1 (a1b2c3) obtuvieron *12.4 meq O<sub>2</sub>/kg* y *4.4 meq O<sub>2</sub>/kg* respectivamente, se observa que el índice de peróxido va aumentando progresivamente evidenciándose que en ambos casos existe un incremento en el índice de peróxido, por otro lado Analuisa. (2012) obtuvo como valor inicial de *1.31 meq O<sub>2</sub>/kg* de índice de peróxido llegando como límite máximo a *8.76 meq O<sub>2</sub>/kg* de índice de peróxido para hojuelas de papa nativa pucashungo al 0.5 % de PAS a una temperatura de 23 °C , del mismo modo (Leon, 2013), realizó un estudio en las hojuelas fritas de papa comerciales: Frito lays clásicas, lays peruanísimas al carbon y Mr chips, obteniendo así *8.8*, *6.1* y *3.26 meq O<sub>2</sub>/kg* de índice de peróxido , además INACAL (2016), NTP de hojuelas de papas fritas menciona que el aceite que se debe utilizar es el aceite vegetal según lo especificado en la NTP CODEX STAN 210.

Posteriormente, se realizó el cálculo de la vida útil mediante la ecuación matemática de orden cero, el cual se puede observar en el Anexo C. El comportamiento de los S0 y S1 tienen un modelo de ecuación lineal. La estimación de vida útil para el S0 fué de 23 días y la vida útil para el S1 fué de 99 días, en ambos casos a una temperatura de 25 °C. Se observa que el S1 sometido a pre tratamiento con PAS ayuda a estabilizar a las hojuelas, haciendo que no se genere rancidez drásticamente, sin embargo. Por otro lado Almache (2018) obtuvo para las hojuelas de papa fritas con PAS (0.5%) a una



temperatura de 26 °C una vida útil de 149 días y a 20 °C una vida útil 237 días, además Analuisa (2012) obtuvo para hojuelas sometidas con PAS a 23 °C una vida útil de 41 días considerando que trabajo con aceite de palma a una temperatura de 180 °C.



## V. CONCLUSIONES

- El contenido de compuestos fenólicos para las hojuelas crudas de papa nativa Amachi con y sin cáscara fueron de 488.50 EQ Ac. Gálico mg/100 g seco y 328.93 EQ Ac. Gálico mg/100 g seco respectivamente, el contenido de antocianinas totales para las hojuelas crudas de papa nativa Amachi con y sin cáscara fue de 43.37 EQ Cya-3G mg/100 g seco y 33.66 EQ Cya-3G mg/100 g.
- El contenido de compuestos fenólicos y antocianinas totales se ven directamente influenciados por el tipo de presentación (con cáscara y sin cáscara), y porcentaje de acidulante teniendo así para fenoles totales mayor valor para las hojuelas fritas de papa nativa con cáscara sometidas a 0.5 % de pirofosfato ácido de sodio presentando así un 264.20 EQ – Ac. Gálico mg/100 g seco y menor valor para las hojuelas fritas de papa nativa sin cáscara sometidas al 0 % de acidulante presentando así un 116.70 EQ – Ac. Gálico mg/100 g seco, para antocianinas totales tenemos mayor valor para las hojuelas fritas de papa nativa con cáscara sometidas a 0.5 % de pirofosfato ácido de sodio presentando así un 39.08 EQ- Cya - 3G mg/100 g seco y menor valor para las hojuelas fritas de papa nativa sin cáscara sometidas al 0.25 % de ácido cítrico presentando así un 19.43 EQ- Cya - 3G mg/100 g seco.
- La hojuela frita de papa nativa variedad Amachi con cáscara sometida a inmersión con pirofosfato ácido de sodio al 0.5 % presentó mejor calificación en los atributos sensoriales de sabor, color, textura y apariencia general con una puntuación de 6.225, 5.625, 6.175 y 6.675 respectivamente.
- La vida útil de la hojuela frita de papa nativa Amachi con cáscara sometida a inmersión con pirofosfato ácido de sodio al 0.5 % fue de 99 días considerando que fue cubierta con papel aluminio y envasada en bolsa tipo celofan.



## VI. RECOMENDACIONES

- Investigar el perfil de las antocianinas de las hojuelas fritas de papa nativa Amachi con y sin cáscara mediante técnicas cromatografías
- Evaluar otros compuestos bioactivos de las hojuelas de papa nativa Amachi
- Realizar un estudio enfocado al emprendimiento de las hojuelas de papa nativa Amachi, como un producto funcional.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, M., Reza, M. del C., Chew, R. G., y Meza, J. A. (2011). Propiedades funcionales de las Antocianinas. *Revissaludta de Ciencias Biologicas y de La Salud*, 13(2), 16. <https://doi.org/10.18633/bt.v13i2.81>.
- Almache, J. G. (2018). Efecto del ácido ascórbico y del pirofosfato ácido de sodio en el contenido de antocianinas totales de hojuelas fritas de papa nativa (*Solanum Andigena*) de la variedad Puca Shungo entera y pelada. *Journal of Linguistics* (Vol. 3, Issue 2). <https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2010v5n1.2536>.
- Analuisa, G. (2012). Evaluación del efecto del pirofosfato ácido sobre las antocianinas en la elaboración de hojuelas de papa nativa (*Solanum andígena*) de tres variedades (Pucashungo, Yanashungo y Yema de huevo). (Universidad Técnica de Ambato. Ecuador).  
<http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5301/Mg.DCEv.Ed.1859.pdf?sequence=3>.
- Barnes, K., Eisele, T., Giusti, J., Hache, J., Hofsommer, H., Koswig, S., Krueger, D., Kupina, S., S, M., Martinsen, B., Miller, T., Ryabkova, A., Skrede, G., Trenn, U., y Wightman, J. (2005). Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative study. *Journal of AOAC International*, 88(5), 1269–1278. <https://doi.org/10.1093/jaoac/88.5.1269>.
- Barragan, M., y Aro, J. M. (2017). Determinación del efecto de procesos de cocción en papas nativas pigmentadas (*solanum tuberosum spp. andigena*) sobre sus compuestos bioactivos. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 19(1), 47–52. <https://doi.org/10.18271/ria.2017.254>.
- Carbonell, J. M., Esteve, M. J., y Frígola, A. (2014). Snacks de patatas fritas y productos



- derivados, estudio de mercado. Aceptación en una alimentación saludable. *Revista Espanola de Nutricion Comunitaria*, 20(3), 99–108.  
<https://doi.org/10.14642/RENC.2014.20.3.5020->
- Carrillo, M., y Reyes, A. (2014). Vida útil de los alimentos. *Revista Iberoamericana de Las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 2(3), 32.  
<https://doi.org/10.23913/ciba.v2i3.20>.
- Casaubon, P., Lamshing, P., Isoard, F., Lemen, C., Delgado, D., y Pérez, A. B. (2018). pH de los alimentos: ¿una herramienta para el manejo de los pacientes con reflujo gastroesofágico? *Revista Mexicana de Pediatría*, 85(3), 89–94.  
[www.medigraphic.com/rmp%0Ahttps://www.medigraphic.com/pdfs/pediat/sp-2018/sp183c.pdf](http://www.medigraphic.com/rmp%0Ahttps://www.medigraphic.com/pdfs/pediat/sp-2018/sp183c.pdf).
- Chellaram, C., Parthasarathy, V., Praveen, M. M., John, A. A., Anand, T. P., Priya, G., y Kesavan, D. (2014). Analysis of Phenolic Content and Antioxidant Capacity of Potato, *Solanum Tuberosum* L from Tamilnadu Region, India. *Procedia*, 8(2013), 105–108. <https://doi.org/10.1016/j.apcbee.2014.03.009>.
- CIP. (2014). *Catálogo de variedades de papa nativa*.
- CODEX ALIMENTARIUS., (1981). *Norma para grasas y aceites comestibles no regulados por normas individuales*. CXS 19.1981.
- Coronado, M., León, S., Gutiérrez, R., Vázquez. Marcela, y Radilla, C. (2015). Antioxidantes: Perspectiva actual para la salud humana. *Revista Chilena de Nutricion*, 42(2), 206–212. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182015000200014>.
- Dunno, K., Cooksey, K., Gerard, P., Thomas, R., y Whiteside, W. (2016). The effects of transportation hazards on shelf life of packaged potato chips. *Food Packaging and Shelf Life*, 8, 9–13. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2016.02.003>.
- FAO. (2008). El Año Internacional de la Papa 2008 Las papas , la nutrición y la



- alimentación. *El Año Internacional de La Papa 2008 Las Papas*, La Nutrición y La Alimentación.
- García, S. M. (2018). Optimización de la fritura de hojuelas de papa nativa (*Solanum tuberosum* sp.) aplicando el método de superficie de respuesta. Universidad Nacional Agraria La Molina. Peru.
- Giusti, M., y Wrolstad, R. (2003). Acylated anthocyanins from edible sources and their applications in food systems. *Biochemical Engineering Journal*, 14(3), 217–225. [https://doi.org/10.1016/S1369-703X\(02\)00221-8](https://doi.org/10.1016/S1369-703X(02)00221-8).
- Huang, T., Lu, F., Inbaraj, S., y Chen, 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>.
- INACAL. (2016). NTP 011.801:2016. - Papa y sus derivados. Hojuelas de papa frita . Requisitos. *NTP 011.801:2016 - Papa y Sus Derivados. Hojuelas de Papa Frita . Requisitos*, Lima 27, 10.
- INDECOPI. (2010). NTP 011.119: 2010. - Papa y derivados, Papa. Definiciones y Requisitos. Lima 41 -145.
- INIA. (2009). *Caracterización Morfológica y Agronómica de 61 Variedades de papa*.
- INIAP. (2010). *I Congreso Internacional de Investigación y Desarrollo de Papas Nativas*.
- Jiménez, M., y Sammán, N. (2014). Caracterización química y cuantificación de fructooligosacáridos, compuestos fenólicos y actividad antirradical de tubérculos y raíces andinos cultivados en el noroeste de Argentina. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 64(2), 131–138.



- Juárez, M., y Sammán, N. (2007). El Deterioro de los Aceites Durante la Fritura. *Revista Espanola de Nutricion Comunitaria*, 13(2), 82–94.
- Leon, E. (2013). *Determinacion de la calidad de los productos fritos tipo snack, en funcion de la oxidacion lipidica*. Universidad Nacional del Callao. Perú.
- Lercker, G., y Carrasco, A. (2010). El proceso culinario de fritura y el uso del aceite de oliva en el mismo. recuperado de <https://es.slideshare.net/nataliaespinozabarrientos/friturayaceitedeoliva>.
- Liria , M., (2007). Guia para la evaluacion sensorial de alimentos.Lima – Perú. Instituto de Investigacion Nutricional.
- Lopez, E., Mostacero, J., Gil, A. E., Lopez, A., Dela cruz, A., y Villena, L. (2019). Efecto Sinergico del Acido Giberelico y del Acido Indolacetico en la Propagacion In Vitro de Solanum tuberosum L Papa Nativa de Pulpa de Color. *Rebiollo*, 39(2), 49–57.
- Lucas, J. C. (2011). Evaluación De Los Parametros de calidad durante la fritura de rebanadas de papa criolla. *Scientia Et Technica*, 16(48), 299–304. <https://doi.org/10.22517/23447214.1317>
- Marmesat, S., Morales, A., Velasco, J., Ruiz-Méndez, M. V., y Dobarganes, M. C. (2009). Relationship between changes in peroxide value and conjugated dienes during oxidation of sunflower oils with different degree of unsaturation. *Grasas y Aceites*, 60(2), 155–160. <https://doi.org/10.3989/gya.096908>.
- Martín, D. A. (2018). Los Compuestos Fenólicos, Un Acercamiento A Su Biosíntesis, Síntesis Y Actividad Biológica. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 9(1), 81–104. <https://doi.org/10.22490/21456453.1968>.
- Martinez, P., Malaga, A., Betalleluz, A., y Ibarz, C. (2015). Caracterización funcional de almidones nativos de papa (*Solanum phureja*) nativas peruanas. *Scientia*



- Agropecuaria* (online). 2015, vol.6, n.4, pp.291-301. ISSN 2077-9917. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2015.04.06>.
- Martinez, F. (2009). Caracterización morfológica e inventario de conocimientos colectivos de variedades de papa nativa (*solanun tuberosum L.*) en la provincia de chimborazo. Escuela Superior de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de ingeniería Agronomica. Ecuador.
- Mehta, M., Darji, B., y Aparnathi, D. (2015). Comparison of five analytical methods for the determination of peroxide value in oxidized ghee. *Food Chemistry*, 185, 449–453. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.04.023>.
- Montes, N., Millar, I., Provoste, R., Martinez, N., Fernandez, D., Morales, G., y Valenzuela, R. (2016). Absorción de aceite en alimentos fritos. *Revista Chilena de Nutricion*, 43(1), 87–91.
- Montgomery, D., (2004). Diseño y análisis de experimentos. Universidad Estatal de Arizona. Editorial Limusa. S.A.
- Muñoz, A., Sáenz, A., López, L., Cantú, L., y Barajas, L. (2014). Ácido Cítrico: Compuesto Interesante. *Revista Científica de La Universidad Autónoma de Coahuila*, 6(12), 18–23. <http://www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx/AQM/No.12/4.pdf>
- Muñoz, J. (2007). Reduccion del contenido de acrilamida en hojuelas de papas fritas por aplicacion de pre tratamientos y diferentes temperaturas de fritado. In *Universidad de chile*. <https://doi.org/10.5354/0717-8883.1955.11040>.
- Muñoz, M. A., Ramos, F., Alvarado, C., y Castañeda, B. (2007). Evaluación de la Capacidad Antioxidante y Contenido de Compuestos Fenólicos en Recursos Vegetales Promisorios. *Rev Soc Quím Perú*, 73(3), 142–149.



<http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v73n3/a03v73n3.pdf>

OMS.(2014). *Aditivos alimentarios*. 1–6.

<https://doi.org/http://www.milenaria.umich.mx/ojs/index.php/milenaria/article/view/31>

Paternina, K., Acevedo, D., y Montero, P. M. (2018). Evaluación de la Vida Útil de una Pasta de Ajonjolí Azucarada mediante Pruebas Aceleradas. *Información Tecnológica*, 29(4), 3–12. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642018000400003>.

Peña, C. B., y Restrepo, L. P. (2013). Compuestos fenólicos y carotenoides en la papa : revisión. *Actualización En Nutrición*, 14(1), 25–32.

Ramirez, C., Tarazona, F., Huaquisto, H., Del Rio, A., y Apaza, A., (2018). Peru lugar de origen y de la papa en el mundo, La revista de papa y los cultivos andinos, Volumen (1), 5-12.

[https://issuu.com/floirotarazonaramirez/docs/revista\\_de\\_la\\_papa\\_numero\\_1](https://issuu.com/floirotarazonaramirez/docs/revista_de_la_papa_numero_1).

Roldan, A., Palomino, L., y Salas, A. R. (2019). *Catalog of native potato varieties from Apurimac, Cusco and Puno regions - Peru*.

Suaterna, A. (2009). La fritura de los alimentos: el aceite de fritura: *Perspectivas En Nutricion Humana*, 11(1), 39–53.

Surco, J., y Alvarado, J. (2011). Estudio estadístico de pruebas sensoriales de harinas compuestas para panificación. *Revista Boliviana de Química*, 28(2), 79–82.

Tapia, M. E., y Fries, A. M. (2007). Guía de campo de los cultivos andinos Asociación Nacional de Productores Ecológicos del Perú Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Cadmo Rosell. In *Guia de campo de los cultivos Andinos*.  
<http://quinua.pe/wpcontent/uploads/2013/07/ai185s.pdf%0Ahttp://bibliotecavirtual.minam.gob.pe/biam/bitstream/handle/minam/1703/BIV01474.pdf?sequence1>.



- Valdez, K. C. (2014). " Estimación de la vida útil de productos procesos velsac . sac mediante análisis fisicoquímicos y sensoriales ". Universidad Nacional del Callao, Facultad de Ingenieria Quimica, Escuela Profesional de Ingenieria Quimica.
- Vieira, M., Caneppele, M., y Bianchini, A. (2016). Total alcoholic acidity and pH tests as quality parameters in stored soybean grains. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 46(2), 191–196. <https://doi.org/10.1590/1983-40632016v4638707>.
- Zamboni, I. R., Ballesteros, M. I., y Zamudio, A. M. (2006). Caracterización de ácidos húmicos y fúlvicos de un mollisol bajo dos coberturas diferentes. *Revista Colombiana de Quimica*, 2, 191–203. [posgradoeinvestigacion.uadec.mx/AQM/No.12/4.pdf](http://www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx/AQM/No.12/4.pdf)<http://www.posgradoeinv>



# ANEXOS



## Anexo A

### Anexo A.1. Resultados de fenoles totales en hojuelas fritas y crudas de papa nativa

#### Amachi.

**Tabla 8.** Resultados de fenoles totales en hojuelas fritas y crudas de papa nativa Amachi donde: los FT están expresados en EQ-Ac. Gálico mg/100 g seco.

	Repeticiones	Resultados
Hojuelas crudas de papas nativas sin cáscara	R1	327.8
	R2	329.5
	R3	329.5
	PROMEDIO	328.93
	DS	0.98149546
Hojuelas crudas de papas nativas con cáscara	R1	490.7
	R2	484.1
	R3	490.7
	PROMEDIO	488.5
	DS	3.81051178
(a1b1c1)	R1	129.6
	R2	127.1
	R3	128.7
	PROMEDIO	128.47
	DS	1.26622799
(a1b1c2)	R1	137.4
	R2	136.7
	R3	138.1
	PROMEDIO	137.41
	DS	0.7
(a1b1c3)	R1	204.2
	R2	203.9
	R3	201.3
	PROMEDIO	203.13
	DS	1.59478316
(a2b1c1)	R1	117.8
	R2	115.4
	R3	116.9
	PROMEDIO	116.7
	DS	1.21243557
(a2b1c2)	R1	122.1
	R2	121.4
	R3	122.8
	PROMEDIO	122.11
	DS	0.7
(a2b1c3)	R1	176.9



---

	R2	177.6
	R3	178.3
	PROMEDIO	177.62
	DS	0.7
(a1b2c1)	R1	129.6
	R2	127.1
	R3	128.7
	PROMEDIO	128.47
	DS	1.26622799
(a1b2c2)	R1	180.2
	R2	182.3
	R3	182.9
	PROMEDIO	181.8
	DS	1.41774469
(a1b2c3)	R1	264
	R2	265.4
	R3	263.3
	PROMEDIO	264.24
	DS	1.06926766
(a2b2c1)	R1	117.8
	R2	115.4
	R3	116.9
	PROMEDIO	116.7
	DS	1.21243557
(a2b2c2)	R1	165.8
	R2	163.8
	R3	165.2
	PROMEDIO	164.92
	DS	1.02632029
(a2b2c3)	R1	201.8
	R2	200.3
	R3	199.4
	PROMEDIO	200.5
	DS	1.21243557

---

**Tabla 9.** *Análisis de varianza (ANOVA) con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), para fenoles totales en hojuelas crudas de papa nativa Amachi.*

<b>Fuente</b>	<b>G L</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tipo de presentación de hojuelas</b>	1	207.682	207.682	135.15	0.000
<b>Error</b>	4	6.147	1.537		
<b>Total</b>	5	213.828			

**Tabla 10.** *Prueba de múltiple rango Tukey para hojuelas crudas de papa nativa con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), en el contenido de fenoles totales.*

<b>Tipo de presentación de hojuelas</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>
<b>HPNCC</b>	3	128.467	A
<b>HPNSC</b>	3	116.700	B

**Tabla 11.** *Análisis de varianza (ANOVA) con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), para fenoles totales en hojuelas fritas de papa nativa Amachi.*

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Acidulante</b>	1	7416.1	7416.1	4020.16	0.000
<b>Presentación</b>	1	5326.6	5326.6	2887.46	0.000
<b>Porcentaje</b>	2	49135.1	24567.6	13317.75	0.000
<b>Acidulante*Presentación</b>	1	415.5	415.5	225.23	0.000
<b>Acidulante*Porcentaje</b>	2	3714.8	1857.4	1006.86	0.000
<b>Presentación*Porcentaje</b>	2	1890.2	945.1	512.33	0.000
<b>Acidulante*Presentación*Porcentaje</b>	2	683.9	341.9	185.36	0.000
<b>Error</b>	24	44.3	1.8		
<b>Total</b>	35	68626.4			



**Tabla 12.** Prueba de múltiple rango (TUKEY) para la presentación, acidulante y porcentaje de acidulante con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), en el contenido de fenoles totales.

Presentación* Acidulante*Porcentaje	N	Media	Agrupación
(a1 b2 c3)	3	264.233	A
(a1 b1 c3)	3	203.133	B
(a2 b2 c3)	3	200.500	B
(a1 b2 c2)	3	182.800	C
(a2 b1 c3)	3	177.600	D
(a2 b2 c2)	3	164.933	E
(a1 b1 c2)	3	137.400	F
(a1 b2 c1)	3	128.467	G
(a1 b1 c1)	3	128.467	G
(a2 b1 c2)	3	122.100	H
(a2 b2 c1)	3	116.700	I
(a2 b1 c1)	3	116.700	I



**Anexo A.2. Resultados de antocianinas totales en hojuelas fritas y crudas de papa nativa Amachi.**

**Tabla 13.** Resultados de antocianinas totales en hojuelas fritas y crudas de papa nativa Amachi donde: las AT están expresadas en EQ-Cya-3G mg / 100 g seco.

	Repeticiones	Resultados
Hojuelas crudas de papas nativas sin cáscara	R1	34.76
	R2	33.39
	R3	32.83
	PROMEDIO	33.66
	DS	0.99292497
Hojuelas crudas de papas nativas con cáscara (a1b1c1)	R1	44.19
	R2	43.49
	R3	42.44
	PROMEDIO	43.37
	DS	0.88081402
(a1b1c2)	R1	31.98
	R2	32.87
	R3	30.53
	PROMEDIO	31.79
	DS	1.18111529
(a1b1c3)	R1	30.42
	R2	33.3
	R3	32.35
	PROMEDIO	32.02
	DS	1.46752626
(a2b1c1)	R1	37.08
	R2	38.07
	R3	37.75
	PROMEDIO	37.63
	DS	0.50520623
(a2b1c2)	R1	20.62
	R2	21.72
	R3	20.05
	PROMEDIO	20.79
	DS	0.84890125
(a2b1c3)	R1	19.59
	R2	18.85
	R3	19.85
	PROMEDIO	19.43
	DS	0.51884487
(a2b1c3)	R1	25.86
	R2	24.96



	R3	24.4
	PROMEDIO	25.07
	DS	0.73656862
(a1b2c1)	R1	31.98
	R2	32.87
	R3	30.53
	PROMEDIO	31.79
	DS	1.18111529
(a1b2c2)	R1	32.92
	R2	33.6
	R3	34.26
	PROMEDIO	33.59
	DS	0.67002488
(a1b2c3)	R1	39.66
	R2	38.84
	R3	38.74
	PROMEDIO	39.08
	DS	0.50477718
(a2b2c1)	R1	20.62
	R2	21.72
	R3	20.05
	PROMEDIO	20.79
	DS	0.84890125
(a2b2c2)	R1	20.61
	R2	21.96
	R3	21.52
	PROMEDIO	21.36
	DS	0.68850079
(a2b2c3)	R1	28.86
	R2	28.91
	R3	27.46
	PROMEDIO	28.41
	DS	0.82310388

**Tabla 14.** *Análisis de varianza (ANOVA) con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), para antocianinas totales en hojuelas crudas de papa nativa Amachi.*

<b>Fuente</b>	<b>G L</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tipo de presentación de hojuelas</b>	1	181.390	181.390	171.47	0.000
<b>Error</b>	4	4.231	1.058		
<b>Total</b>	5	185.621			

**Tabla 15.** Prueba de múltiple rango Tukey para hojuelas crudas de papa nativa con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), para el contenido de antocianinas totales.

Tipo de presentación de hojuelas	N	Media	Agrupación
HPNCC	3	31.7933	A
HPNSC	3	20.7967	B

**Tabla 16.** Análisis de Varianza (ANOVA) con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), para antocianinas totales en hojuelas fritas de papa nativa Amachi.

Fuente	G L	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Acidulante	1	17.17	17.17	22.13	0.000
Presentación	1	1226.63	1226.63	1581.5 3	0.000
Porcentaje	2	298.29	149.14	192.30	0.000
Acidulante*Presentación	1	1.27	1.27	1.64	0.213
Acidulante*Porcentaje	2	9.20	4.60	5.93	0.008
Presentación*Porcentaje	2	3.02	1.51	1.95	0.165
Acidulante*Presentación* Porcentaje	2	1.51	0.75	0.97	0.393
Error	24	18.61	0.78		
Total	35	1575.70			



**Tabla 17.** Prueba de múltiple rango Tukey para presentación, acidulante y porcentaje con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), para el contenido de antocianinas totales.

Presentación* Acidulante*Porcentaje	N	Media	Agrupación
(a1 b2 c3)	3	39.0800	A
(a1 b1 c3)	3	37.6333	A
(a1 b2 c2)	3	33.5933	B
(a1 b1 c2)	3	32.0233	B
(a1 b1 c1)	3	31.7933	B
(a1 b2 c1)	3	31.7933	B
(a2 b2 c3)	3	28.4100	C
(a2 b1 c3)	3	25.0733	D
(a2 b2 c2)	3	21.3633	E
(a2 b1 c1)	3	20.7967	E
(a2 b2 c1)	3	20.7967	E
(a2 b1 c2)	3	19.4300	E

### Anexo A.3.: Resultados del análisis sensorial de las hojuelas fritas de papa nativa Amachi.

**Tabla 18.** Resultados de la evaluación sensorial del atributo sabor para las hojuelas fritas de papa nativa Amachi.

Numero de Jueces	ATRIBUTO SABOR					
	T0 CONTROL		T1 HPNCC AC 0.5 %		T2 HPNCC PAS 0.5 %	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
1	5	5	5	5	7	6
2	6	5	5	4	6	6
3	6	5	3	3	6	6
4	5	5	3	4	6	6
5	6	5	4	3	7	5
6	6	6	4	4	6	5
7	6	5	4	4	6	6
8	5	6	4	5	5	7
9	5	5	3	3	6	6
10	4	5	4	4	7	7
11	5	6	4	4	6	6
12	5	5	3	3	7	6
13	6	6	3	4	6	5
14	5	5	3	3	6	7
15	5	5	3	3	6	7
16	5	5	3	3	7	6
17	5	5	4	4	6	7
18	5	5	3	3	6	7
19	5	6	4	4	7	6
20	5	6	3	3	6	7
<b>PROMEDIO</b>	5.25	5.30	3.60	3.65	6.25	6.20



**Tabla 19.** Resultados de la evaluación sensorial del atributo color para las hojuelas fritas de papa nativa Amachi.

Numero de Jueces	ATRIBUTO COLOR					
	T0 CONTROL		T1 HPNCC AC 0.5 %		T2 HPNCC PAS 0.5 %	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
1	4	4	6	5	6	5
2	6	6	5	5	5	5
3	5	5	7	7	6	5
4	5	5	6	6	5	6
5	6	5	7	7	6	5
6	6	6	7	6	6	6
7	5	4	6	7	6	6
8	4	5	7	5	7	6
9	5	6	5	4	6	6
10	5	5	5	5	6	6
11	5	5	5	6	6	6
12	4	4	5	7	5	5
13	5	5	5	6	6	6
14	4	4	6	6	5	5
15	4	3	5	5	6	6
16	5	4	7	5	6	5
17	4	4	6	6	5	6
18	5	4	5	6	6	5
19	4	5	7	6	5	6
20	5	5	4	4	5	5
<b>PROMEDIO</b>	4.80	4.70	5.80	5.70	5.70	5.55

**Tabla 20.** Resultados de la evaluación sensorial del atributo textura para las hojuelas fritas de papa nativa Amachi.

Numero de Jueces	ATRIBUTO TEXTURA					
	T0 CONTROL		T1 HPNCC AC 0.5 %		T2 HPNCC PAS 0.5 %	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
1	6	5	7	7	6	6
2	5	6	6	6	7	7
3	6	7	6	6	6	7
4	7	7	7	7	7	6
5	7	6	6	7	6	6
6	6	6	7	6	7	6
7	7	5	7	7	5	7
8	6	6	6	6	7	6
9	7	5	7	7	5	7
10	7	7	7	7	6	5
11	5	6	7	6	5	6
12	6	6	6	6	7	6
13	6	5	6	6	5	6
14	4	7	6	7	7	7
15	7	7	6	6	7	7
16	7	6	6	7	6	6
17	5	6	7	6	6	6
18	6	6	6	6	6	6
19	6	6	7	6	6	6
20	6	6	6	6	6	5
<b>PROMEDIO</b>	6.10	6.05	6.45	6.40	6.15	6.20

**Tabla 21.** Resultados de la evaluación sensorial para la apariencia general de las hojuelas fritas de papa nativa Amachi.

Numero de Jueces	APARIENCIA GENERAL							
	T0 CONTROL		T1 HPNCC AC 0.5 %		T2 HPNCC PÁS 0.5 %			
	R 1	R2	R 1	R2	R 1	R2		
1		6	7	5	5	7	7	
2		6	7	5	5	6	7	
3		6	6	6	5	6	7	
4		5	7	5	5	7	7	
5		6	6	6	5	7	6	
6		6	6	5	5	7	6	
7		6	6	6	5	6	7	
8		6	5	5	4	7	6	
9		6	7	5	5	7	7	
10		6	5	5	4	7	7	
11		5	5	5	5	7	6	
12		6	6	5	5	7	7	
13		6	5	5	5	6	6	
14		7	6	5	5	7	6	
15		7	6	5	5	7	7	
16		6	7	5	6	6	7	
17		6	5	5	6	7	7	
18		6	6	5	6	7	6	
19		7	7	5	5	6	7	
20		7	6	5	6	7	7	
<b>PROMEDIO</b>		6.1	6.05	5.15	5.1	6.7	6.65	

**Tabla 22.** *Análisis de Varianza (ANOVA) con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), para el atributo sensorial de sabor en hojuelas fritas de papa nativa Amachi.*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Pre Tratamiento	2	6.92333	3.46167	2769.33	0.000
Error	3	0.00375	0.00125		
Total	5	6.92708			

**Tabla 23.** *Prueba de comparación Dunnett, con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), para el atributo sensorial de sabor en hojuelas fritas de papa nativa Amachi.*

Pre Tratamiento	N	Media	Agrupación
T0 (Control)	2	5.275	A
T2 (a1b2c3)	2	6.225	
T1 (a1b1c3)	2	3.625	

**Tabla 24.** *Análisis de Varianza (ANOVA) con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), para el atributo de color en hojuelas fritas de papa nativa Amachi.*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Pre Tratamiento	2	1.18750	0.593750	83.82	0.002
Error	3	0.02125	0.007083		
Total	5	1.20875			

**Tabla 25.** *Prueba de de comparación Dunnett, con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), para el atributo sensorial de color en hojuelas fritas de papa nativa Amachi.*

Pre Tratamiento	N	Media	Agrupación
T0 (Control)	2	4.750	A
T1 (a1b1c3)	2	5.750	
T2 (a1b2c3)	2	5.625	

**Tabla 26.** *Análisis de Varianza (ANOVA) con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), para el atributo sensorial textura en hojuelas fritas de papa nativa Amachi.*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Pre Tratamiento	2	0.130000	0.065000	52.00	0.005
Error	3	0.003750	0.001250		
Total	5	0.133750			

**Tabla 27.** *Prueba de comparación Dunnett con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), para el atributo sensorial de textura en hojuelas fritas de papa nativa Amachi.*

Pre Tratamiento	N	Media	Agrupación
T0 (Control)	2	6.075	A
T1 (a1b1c3)	2	6.425	
T2 (a1b2c3)	2	6.175	A

**Tabla 28.** *Análisis de Varianza (ANOVA) con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), para la apariencia general de las hojuelas fritas de papa nativa Amachi.*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Pre Tratamiento	2	2.44333	1.22167	977.33	0.000
Error	3	0.00375	0.00125		
Total	5	2.44708			

**Tabla 29.** *Prueba de comparación Dunnett, con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), para la apariencia general de las hojuelas fritas de papa nativa Amachi.*

Pre Tratamiento	N	Media	Agrupación
T0 (Control)	2	6.075	A
T2 (a1b2c3)	2	6.675	
T1 (a1b1c3)	2	5.125	



**Anexo A. 4: Resultados del índice de peróxido del mejor pre tratamiento de la  
hojuela frita de papa nativa Amachi mas la muestra control.**

**Tabla 30.** *Resultados del índice de peróxido para las hojuelas fritas de papa nativa Amachi: donde indice de peróxido esta expresado en meq O<sub>2</sub>/kg.*

<b>Pre tratamiento</b>	<b>Tiempo de almacenamiento (Dias)</b>	<b>Repetición</b>	<b>Índice de Peróxido</b>
S0 (control)	1	R1	4.00
		R2	4.00
		R3	4.00
		PROMEDIO	4.00
		DS	0.00
	4	R1	5.00
		R2	5.00
		R3	5.00
		PROMEDIO	5.00
		DS	0.00
	8	R1	6.00
		R2	6.00
		R3	6.00
		PROMEDIO	6.00
		DS	0.00
	12	R1	7.00
		R2	7.00
		R3	7.00
		PROMEDIO	7.00
		DS	0.00
	16	R1	8.05
		R2	8.10
		R3	8.15
		PROMEDIO	8.10
		DS	0.05
	20	R1	9.20
		R2	9.20
		R3	9.20
PROMEDIO		9.20	
DS		0.00	
24	R1	10.30	
	R2	10.30	
	R3	10.30	
	PROMEDIO	10.30	
	DS	0.00	
28	R1	11.40	



---

		R2	11.30
		R3	11.50
		PROMEDIO	11.40
	32	DS	0.10
		R1	12.40
		R2	12.50
		R3	12.40
		PROMEDIO	12.40
S1(a1b2c3)	1	DS	0.06
		R1	2.00
		R2	2.00
		R3	2.00
		PROMEDIO	2.00
	4	DS	0.00
		R1	2.00
		R2	2.00
		R3	2.00
		PROMEDIO	2.00
	8	DS	0.00
		R1	2.00
		R2	2.00
		R3	2.00
		PROMEDIO	2.00
	12	DS	0.00
		R1	3.00
		R2	3.00
		R3	3.00
		PROMEDIO	3.00
	16	DS	0.00
		R1	3.10
		R2	3.10
		R3	3.10
		PROMEDIO	3.10
	20	DS	0.00
		R1	3.40
		R2	3.47
		R3	3.33
		PROMEDIO	3.40
	24	DS	0.07
		R1	3.70
		R2	3.72
		R3	3.68
		PROMEDIO	3.70
	28	DS	0.02
		R1	4.10
		R2	4.10

---



	R3	4.10
	PROMEDIO	4.10
	DS	0.00
32	R1	4.40
	R2	4.30
	R3	4.50
	PROMEDIO	4.40
	DS	0.10

**Tabla 31.** *Análisis de varianza (ANOVA) con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), para el contenido de índice de peróxido de hojuelas fritas de papa nativa Amachi.*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
<b>Pre tratamiento</b>	1	116.54	116.536	56.45	0.000
<b>Tiempo de almacenamiento (días)</b>	8	58.56	7.320	3.55	0.046
<b>Error</b>	8	16.51	2.064		
<b>Total</b>	17	191.61			

**Tabla 32.** *Prueba comparación Dunnett con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), para los pre tratamientos frente al índice de peróxido.*

Pre tratamiento	N	Media	Agrupación
<b>S0 (Control)</b>	9	8.16667	A
<b>S1</b>	9	3.07778	



**Tabla 33.** Prueba comparación Dunnett con un nivel confianza del 95 % y una significancia de ( $p < 0.05$ ), para el tiempo de almacenamiento frente al índice de peróxido.

Tiempo de almacenamiento (días)	N	Media	Agrupación
D1 (Control)	2	3.00	A
D32	2	8.45	
D28	2	7.75	A
D24	2	7.00	A
D20	2	6.30	A
D16	2	5.60	A
D12	2	5.00	A
D8	2	4.00	A
D4	2	3.50	A



## Anexo B

### Evaluación Sensorial

#### PRUEBA DEL GRADO DE SATISFACCIÓN CON UNA ESCALA

#### HEDONICA

**Nombre del producto:** Hojuelas de papa nativa con cáscara frita

Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_\_

#### INSTRUCCIONES

Frente a usted hay tres muestras de hojuelas de papa nativa con cáscara frita, los cuales debe de observar y probar cada una de ellas indicando el grado en que le gusta o le disgusta cada una de ellas de acuerdo al puntaje/ categoría escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra, para los atributos de sabor, color, olor y apariencia.

Categoría	Numero
Me gusta mucho	7
Me gusta moderadamente	6
Me gusta poco	5
No me gusta ni me disgusta	4
Me disgusta un poco	3
Me disgusta moderadamente	2
Me disgusta mucho	1

Código de muestra	SABOR	COLOR	TEXTURA	APARIENCIA GENERAL
R				
C				
D				

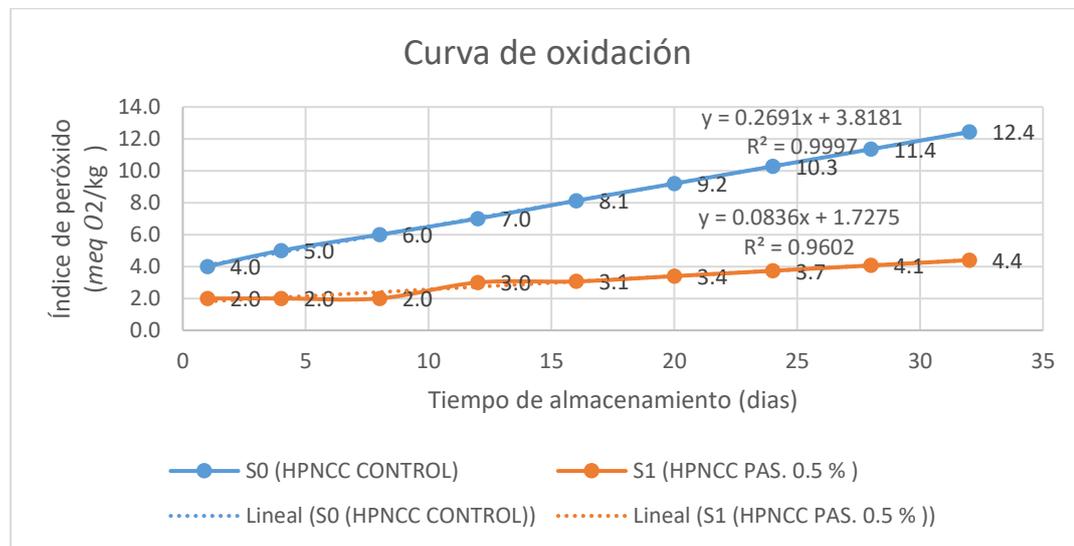
Observaciones:

.....  
 .....  
 .....

“Muchas Gracias”

## Anexo C

### Ecuacion de Orden Cero



### Ecuación de orden cero

$$\text{Orden cero: } A = A_0 - K_c t$$

En consecuencia, la vida útil (t) será:

$$t = \frac{A - A_0}{K_c}$$

Donde:

t: tiempo de vida útil

A: valor final del atributo en el tiempo

$A_0$ : Valor inicial del atributo de calidad

$K_c$ : Constante de velocidad de orden cero

Para S0 (Muestra control) hojuelas de papa nativa frita.

$$A = 3.8181 - 0.2691t$$



Considerando que  $A = 10 \text{ meq } O_2/\text{kg}$

$$t = \frac{10 - 3.8181}{0.2691} = 22.97 \cong 23 \text{ días}$$

Para S1 hojuelas de papa nativa frita con cáscara sometida a pre tratamiento con PAS al 0.5%.

$$A = 1.7275 - 0.0836 t$$

$$t = \frac{10 - 1.7275}{0.0836} = 98.95 \cong 99 \text{ días}$$

## Anexo D

### Panel Fotográfico

	
<b>Fotografía 1:</b> Papa nativa Amachi con cáscara	<b>Fotografía 2:</b> Papa nativa Amachi sin cáscara
	
<b>Fotografía 3:</b> Laminado de las hojuelas de Papa nativa Amachi.	<b>Fotografía 4:</b> Inmersión de las hojuelas de papa nativa Amachi con acidulantes.
	
<b>Fotografía 5:</b> Fritado de las hojuelas de papa nativa Amachi	<b>Fotografía 6:</b> Hojuelas de papa nativa Amachi frita con ácido cítrico



**Fotografía 7:** Hojuelas de papa nativa Amachi frita con pirofosfato ácido de sodio.



**Fotografía 8:** Embolsado de las hojuelas de papa nativa Amachi frita.



**Fotografía 9:** Determinación de pH de las hojuelas de papa nativa Amachi.



**Fotografía 10:** Pesado de las muestras para la obtención de compuestos bioactivos.



**Fotografía 11:** Trituración de las de las hojuelas de papa nativa Amachi .



**Fotografía 12:** Precipitación para la separación del material vegetal y pigmentos de las hojuelas de papa nativa Amachi.



**Fotografía 13:** Obtención de muestras de antocianinas totales de las hojuelas de papa nativa frita Amachi.



**Fotografía 14:** Evaluación sensorial de las hojuelas de papa nativa Amachi.



**Fotografía 15:** Trituración de las hojuelas de papa nativa Amachi para la determinación de índice de peróxido.



**Fotografía 16:** Extracción de grasa para el índice de peróxido de las hojuelas de papa nativa frita Amachi.