



**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**EFFECTO DEL TIPO DE COCCIÓN EN EL
CONTENIDO ANTOCIÁNICO Y CAPACIDAD
ANTIOXIDANTE DE SACHAPAPA MORADA**

(Dioscorea trifida L.)

**Autor(a) :
Bach. Milton Ronald Esamat Yuu**

**Asesor(a) :
Ing. MsC. Segundo Grimaldo Chávez Quintana**

Registro:(....)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2020



**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**EFFECTO DEL TIPO DE COCCIÓN EN EL
CONTENIDO ANTOCIÁNICO Y CAPACIDAD
ANTIOXIDANTE DE SACHAPAPA MORADA**

(Dioscorea trifida L.)

**Autor(a) :
Bach. Milton Ronald Esamat Yuu**

**Asesor(a) :
Ing. MsC. Segundo Grimaldo Chávez Quintana**

Registro:(....)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2020

DEDICATORIA

A mis padres: Josué y Lidia por su apoyo en todo momento, por los consejos y el esfuerzo que han hecho día a día para que logre mis objetivos. Ellos fueron los artífices en mi formación profesional.

A mis hermanos y hermanas por ser motivos de superación y que siempre me han ofrecido el amor y cariño de familia.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios todopoderoso por permitirme formar parte de esta maravillosa etapa universitaria, por brindarme su protección, su amor y darme las fuerzas para seguir luchando día a día ante las adversidades que se me han presentado en este camino y compartir momentos con personas ilustres como son los docentes y amigos.

Asimismo, agradezco infinitamente a mis queridos padres Josué y Lidia por su apoyo incondicional, por sus sacrificios de día a día para poder darme el regalo más preciado, que es el estudio y, permanecer conmigo en los momentos más difíciles por los que he pasado. A mi asesor de tesis, al Ing. MsC. Segundo Grimaldo Chávez Quintana, por su valioso apoyo y orientación incondicional en la ejecución y elaboración del informe de esta investigación.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Dr. Policarpio Chauca Valqui

Rector

Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón

Vicerrector Académico

Dra. Flor Teresa García Huamán

Vicerrectora de Investigación

Msc. Ing. Erick Aldo Auquiñivin Silva

Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias

VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS

El docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas que suscribe, hace constar que ha asesorado la realización de la tesis titulada “**efecto del tipo de cocción en el contenido antociánico y capacidad antioxidante de sachapapa morada (*Dioscorea trifida* L.)**”; del bachiller de la facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería agroindustrial.

Bach. Milton Ronald Esamat Yuu

El suscrito da el visto bueno a informe de la tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, manifestando su voluntad de apoyar a tesista en el levantamiento de observaciones y en el acto de la sustentación.

Chachapoyas, 10 de febrero del 2020



M. Sc. Segundo Grimaldo Chávez Quintana

ASESOR

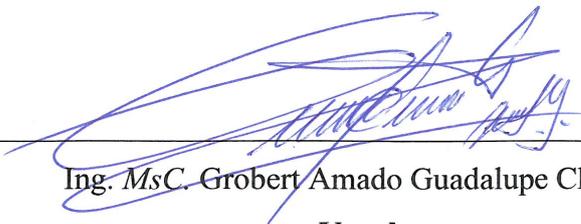
JURADO EVALUADOR



Ing. *Mg. Sc.* Armstrong Barnard Fernández Jeri
Presidente



Ing. *Ms.* Roberto Carlos Mori Zabarburú
Secretario



Ing. *MsC.* Grobert Amado Guadalupe Chuqui
Vocal

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, **Milton Ronald Esamat Yuu**, identificado con **DNI N° 76689928**, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería Y ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada:
Efecto del tipo de cocción en el contenido antociánico y capacidad antioxidante de sachapapa morada (*Dioscorea trifida* L.)
2. La misma que presento para optar:
El título profesional de Ingeniero Agroindustrial
3. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
4. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
5. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
6. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados ni duplicados ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumimos toda responsabilidad que pudiera derivarse por la tutoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente nos comprometemos asumir todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNTRM en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de los declarado o las que encontraren causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumimos las consecuencias y sanciones civiles y penales que de nuestra acción se deriven.

Chachapoyas, 10 de febrero del 2020



Milton Ronald Esamat Yuu
Tesista

ACTA DE EVALUACIÓN DE TESIS



UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS

Secretaría General
OFICINA DE GRADOS Y TÍTULOS

ANEXO 3-N

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 30 de Julio del año 2020, siendo las 4:00 pm horas, el aspirante Esamat Yuu Milton Ronald

defiende en sesión pública la Tesis titulada

EFEECTO DEL TIPO DE COCCIÓN EN EL
CONTENIDO ANTOCIÁNICO Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE
DE SACHAPAPA MORADA (Dioscorea trifida L.)

para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

obtener el a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente : Ing. Mg. Sr. Armatrong Barnard Fernández Jeri

Secretario : Ing. Ms. Roberto Carlos Mori Zabarburú

Vocal : Ing. Ms. C. Grobert Amado Guadalupe Chuqui

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de Sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto, a fin de que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado ()

Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en sesión pública. A continuación, se levanta la sesión.

Siendo las 5:00 pm horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

SECRETARIO

VOCAL

PRESIDENTE

OBSERVACIONES

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS.....	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS.....	vi
JURADO EVALUADOR.....	vii
DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO	viii
ACTA DE EVALUACIÓN DE TESIS	ix
ÍNDICE DE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXO.....	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT.....	xv
I. INTRODUCCIÓN.....	16
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
2.1. Ubicación del proceso investigativo	19
2.2. Procedencia del material de estudio.....	19
2.3. Diseño experimental.....	19
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos y procedimiento.....	19
2.5. Análisis de datos	23
III. RESULTADOS	24
3.1. Contenido de Antocianinas	24
3.1.1. Determinación del contenido de antocianinas según el tipo de cocción.	26
3.2. Determinación de la capacidad antioxidante.....	29
3.2.1. Análisis de determinación de la Capacidad antioxidante en cada tipo de cocción.....	30
IV. DISCUSIÓN.....	33
V. CONCLUSIONES.....	36
VI. RECOMENDACIONES	37
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	38
ANEXOS.....	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Arreglo Experimental del diseño bifactorial.....	19
Tabla 2. Tabla ANOVA de los resultados del efecto del tipo y tiempo de cocción sobre antocianinas de sachapapa morada	25
Tabla 3. Sub conjuntos mediante la prueba de comparaciones múltiples Tukey	25
Tabla 4. Contenido de antocianinas en diferentes tiempos de cocción por microondas.	26
Tabla 5. Contenido de antocianinas en diferentes tiempos de cocción por fritura	27
Tabla 6. Contenido de antocianinas en los diferentes tiempos de cocción por inmersión	28
Tabla 7. Tabla ANOVA de los resultados del efecto del tipo y tiempo de cocción sobre capacidad antioxidante de sachapapa morada.....	30
Tabla 8. Sub conjunto de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey	30
Tabla 9. Capacidad antioxidante en diferentes tiempos de cocción por fritura	31
Tabla 10. Capacidad antioxidante en diferentes tiempos de cocción por inmersión	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Contenido de antocianinas en cada tipo de cocción	24
Figura 2. Contenido de antocianinas en cada tiempo de cocción	24
Figura 3. Contenido de antocianinas en los tiempos de cocción por microondas	26
Figura 4. Contenido de antocianinas en la cocción por fritura	27
Figura 5. Contenido de antocianinas en la cocción por inmersión	28
Figura 6. Contenido de capacidad antioxidante según tipos de cocción.....	29
Figura 7. Contenido de capacidad antioxidante según tiempos de cocción.....	29
Figura 8. Contenido de capacidad antioxidante en la cocción por fritura	31
Figura 9. Contenido de capacidad antioxidante en la cocción por inmersión	32
Figura 10. Rodajas de Sachapapa morada	44
Figura 11. Proceso de cocción por inmersión	44
Figura 12 Triturado de la sachapapa morada cocido.	44
<i>Figura 13</i> Extracción de pigmento metanólico.....	44
Figura 14. Determinación de la Capacidad antioxidante	44

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1. Pruebas de efectos inter sujetos de la cocción por fritura para antocianinas. .	42
Anexo 2. Prueba de efectos inter sujetos de la cocción por Inmersión para antocianina.	42
Anexo 3. Pruebas de efectos inter sujetos de la cocción por fritura para capacidad antioxidante.....	43
Anexo 4. Pruebas de efectos inter sujetos de la cocción por Inmersión para capacidad antioxidante.....	43
Anexo 5. Imágenes del proceso de Investigación.....	44

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar el efecto del tipo de cocción en el contenido de antocianinas y capacidad antioxidante de sachapapa morada (*Dioscorea trifida* L.). Se empleó un diseño bifactorial anidado con tres factores y tres niveles cada uno, todos los tratamientos se realizaron por triplicado, teniendo un total de 27 unidades experimentales. Se realizó el análisis de varianza (ANOVA) para determinar la diferencia entre los tratamientos. El contenido de antocianinas se determinó por el método de pH diferencial y la determinación de la capacidad antioxidante por el método del radical libre 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH), llegando a determinar que el tipo de cocción sí influyen en la degradación de las antocianinas y también en la capacidad antioxidante y en cuanto al tiempo de cocción, se determinó que éste tiene efecto sólo en la degradación de las antocianinas. Se concluyó que el tratamiento térmico que mejor conserva la antocianina es la inmersión y la cocción por microondas e inmersión para la capacidad antioxidante.

Palabras clave. Sachapapa morada, cocción, antocianinas, capacidad antioxidante.

ABSTRACT

The objective of the investigation was to determine the effect of the type of cooking on the anthocyanin content and the antioxidant capacity of the purple sachapapa (*Dioscorea trifida* L.). A nested bifactorial design with three factors and three levels each was used, all treatments were performed in triplicate, with a total of 27 experimental units. The analysis of variance (ANOVA) was performed to determine the difference between treatments. The anthocyanin content was determined by the differential pH method and the determination of the antioxidant capacity by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil free radical method (DPPH), determining that the type of cooking influences the degradation of the anthocyanins and also in terms of antioxidant capacity and in terms of cooking time, it was determined that it only has an effect on the degradation of anthocyanins. It was concluded that the thermal treatment that best preserves anthocyanin is immersion and microwave cooking and immersion for antioxidant capacity.

Keywords Purple Sachapapa, cooking, anthocyanins, antioxidant capacity.

I. INTRODUCCIÓN

La región Amazónica posee una gran cantidad de recursos, uno de ellos es *Dioscoreácea*, una familia de tubérculos que agrupa a seis géneros diferentes; *Stenomeris*, *Avetra*, *Trichopus*, *Rajania*, *Tramus* y *Dioscorea* y desde el punto de vista alimentario, el más importante es el género *Dioscorea*, dentro de ellos se encuentra la sachapapa morada (*Dioscorea trifida* L.) (Ramos, Muñoz, Ortiz y Yañez, 2010), un tubérculo propio de las regiones tropicales, subtropicales y templadas del mundo (Bousalem *et al.*, 2010; Nascimento *et al.*, 2015; Rubatzky y Yamaguchi, 1997) apreciada por su sabor y textura fina, cuya difusión de su cultivo en la Amazonía Peruana sólo depende de los pobladores rurales y nativos, lo que sólo se cultivan a escalas mínimas como parte de su actividad tradicional ancestral y de subsistencia (Pilco & Sifuentes, 2014), no obstante, presenta alto contenido en proteínas, carbohidratos, calcio, fósforo, tiamina, riboflavina, niacina y ácido ascórbico (Montaldo, 1991) citado por (Colomé, Rivas, Fachin, & Alva, 2017), por todas estas importantes propiedades, estos tubérculos son utilizados tradicionalmente de generación en generación (Lock, 1994). Asimismo, la sachapapa morada es una fuente rica en pigmentos antociánicos, los que hacen más interesante en el campo de la salud. Su importancia radica en su capacidad antioxidante, que es la capacidad total que tiene una sustancia para disminuir la presencia de los radicales libres y retrasando así el daño oxidativo, asimismo ejercen efectos terapéuticos conocidos que incluyen la reducción de la enfermedad coronaria, efectos antitumorales (Aguilera, Reza, Chew y Meza, 2011), así como efectos terapéuticos y un rol en la prevención de enfermedades anticancerígenas, antiinflamatorias, protectores cardiovasculares, contra la diabetes, entre otros múltiples beneficios (Markakis, 1982), debido principalmente a su potente capacidad antioxidante por la capacidad de eliminación de los radicales libres y con ello, el estrés oxidativo (Medina & Echaiz, 2019).

Consumir alimento es una necesidad básica de todo ser vivo, es la única forma de obtener la energía y los elementos indispensables para el adecuado funcionamiento de nuestro organismo, pero para su consumo, la sachapapa es sometido a la cocción, uno de los procesos más utilizados en la transformación de los alimentos, sin embargo, al ser sometidos al tratamiento térmico, tienden a perder sus propiedades (Martinenko y Chen, 2006) entre ellas, las antocianinas y sus propiedades antioxidante, que son un grupo de pigmentos de color morado, responsable de la coloración de la sachapapa y también reconocidos como antioxidantes naturales.

Estas antocianinas presentan el inconveniente de ser inestables y muy susceptibles a la degradación durante el almacenamiento o el procesamiento. Además, son sensibles a los factores externos como la luz, el pH y la temperatura (Timberlake, 1980), por tal razón cuando es sometido a diferentes métodos de cocción, las antocianinas llegan a perderse.

Se han realizado algunos estudios sobre el efecto que genera el tipo de cocción de diferentes productos y determinar el mejor tratamiento térmico, en cuanto a la conservación de las antocianinas.

Hiermori, Koh, y Mitchel (2009) determinaron que cocinar arroz negro en una olla a presión produce la degradación de cianidin-3-glucósido, producto de la alta temperatura generada por la olla. Asimismo Aquino y otros (2017) señalan que el método y el tiempo de cocción influyen en el contenido final de compuestos con actividad antioxidante, siendo la cocción por ebullición por 3 minutos el que mejor conserva los compuestos bioactivos en gasparitos, lo mismo afirma Barragan y Aro, (2017), en un trabajo de investigación sobre la evaluación del efecto de la temperatura de cocción, concluyendo que el proceso de cocción que menos daña las antocianinas es la cocción por hervido.

Asimismo, Carlota, Andrade, Concellón, Lumiquinga y Oña (2015) determinaron que las papas cocidas a 90 °C por 21 minutos presentan mayor capacidad antioxidante que las papas frescas, concluyendo que este se debe a que el tratamiento térmico produce la liberación de compuestos antioxidantes de tipo enzimático y no enzimático.

Por otro lado, Escobar (2014) menciona que la manera más adecuada de conservar las antocianinas es por el tipo de cocción por fritura por un tiempo de 2 a 3 minutos a 180 °C, dado que las pérdidas de las antocianinas no son tan elevadas como en otras cocciones, esto es afirmado por Barragán (2017) donde señala que el tipo de cocción que tiene mayor efecto de degradación de los compuestos antioxidantes se da en el proceso de cocción por fritura mientras que la cocción por hervido conserva mejor las antocianinas, polifenoles totales y la capacidad antioxidante.

Otros autores como Díaz, Pesántes y Castro (2016) mencionan que el contenido de antocianinas está condicionado por el tipo de tratamiento térmico aplicado, determinando que la preservación de las antocianinas se logró con el uso de microondas de 160 W durante 3 minutos. Mientras que Ferracane y otros (2008) mencionan que la capacidad antioxidante de alcachofa aumentaron hasta 15 veces después de cocinar al vapor,

indicando que esta es la mejor práctica de cocción en cuanto a la conservación de los antioxidantes.

Cachay (2016) sometió a la arracacha con y sin cáscara a cocción por 20 minutos, determinando que el tiempo de cocción por hervido disminuye la capacidad antioxidante y el contenido de polifenoles totales, y los resultados obtenidos indican que para conservar las propiedades en estudio no se debe someter a ningún tratamiento térmico, porque en la cocción mientras más tiempo transcurre, la capacidad antioxidante también va disminuyendo de forma gradual, asimismo Cerrón (2012), menciona que en la cocción por inmersión, la degradación de las antocianinas son mayores pero indica que el mejor tipo de cocción y en donde las antocianinas se conservan más es en la cocción por microondas mientras que para la conservación de la capacidad antioxidante el mejor método de cocción es por horno. La investigación realizada por Gonzales y Simón (2016) también reportaron que la cocción por inmersión produjo pérdidas de fenoles y compuestos antioxidantes.

Alfaro , Montero y Grayma (2015) señalan que la mayor concentración de antocianinas se obtuvo en las muestras de papas nativas sin tratamiento térmico, y que la mayor pérdida se dió en la cocción por fritura. Asimismo Lizano , (2012) determinó que la fritura mostró una degradación muy significativa sobre el contenido de antocianinas, concluyendo que los sistemas de alta temperatura y corto tiempo son los adecuados para la conservación de las antocianinas.

La aplicación de tratamientos térmicos en alimentos ricos en antocianinas y por ende en antioxidantes disminuye su contenido debido a la naturaleza termosensible de estos compuestos. Pese a la gran cantidad de sachapapa morada que se cultiva en la Amazonía peruana, actualmente son escasos los estudios realizados sobre el contenido de antocianinas y la capacidad antioxidante en sachapapa morada después de la cocción, por lo que es fundamental medir la concentración de las antocianinas después de la cocción para garantizar la seguridad del producto para el consumo humano, por tal razón en la presente investigación se tuvo como objetivo determinar el efecto del tipo de cocción en el contenido antociánico y capacidad antioxidante de sachapapa morada.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación del proceso investigativo

La investigación se realizó en la ciudad de Chachapoyas, en los laboratorios de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, específicamente en los Laboratorios de Tecnología, Biotecnología Agroindustrial y de Química.

2.2. Procedencia del material de estudio

La *Dioscorea trifida* L utilizada en la presente investigación fue obtenido del mercado de Chiriaco.

La localidad de Chiriaco se encuentra ubicado en el distrito de Imaza, provincia de Bagua y región Amazonas, y es una zona donde produce la mayor cantidad de sachapapa de diferentes variedades.

2.3. Diseño experimental

Es una investigación experimental, para lo cual se empleó un diseño bifactorial anidado bajo un diseño completamente al azar, todos los tratamientos fueron evaluados por triplicado, teniendo un total de 27 unidades experimentales cuyo arreglo se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. *Arreglo Experimental del diseño bifactorial.*

Factor		Niveles								
A	Tipo de Cocción	Microondas			Fritura			Inmersión		
B	Tiempo de Cocción	7	9	11	3	4	5	13	15	17

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos y procedimiento

La sachapapa morada se adquirió del mercado de chiriaco con previa selección, de acuerdo al tamaño y madurez de tubérculo y luego se trasladó al laboratorio de tecnología agroindustrial de la UNTRM para su estudio.

Procedimiento

Lavado

La sachapapa morada fue sumergida en agua fría por 3 minutos para eliminar las impurezas adheridas en la superficie, posteriormente ha sido secado con papel toalla.

Pelado

Consistió en quitarle la capa que cubre toda la parte exterior de la sachapapa, para lo cual se utilizó un cuchillo.

Corte

Con la finalidad de uniformizar se realizó el mismo corte a todas las sachapapas, de manera circular con un espesor de 0.70 cm. Nuevamente se lavó por 1 minuto para eliminar un poco de almidón que se produjo luego del corte y se secó con papel toalla.

Cocción

Se llevó a cocinar a las sachapapas moradas cortadas mediante los siguientes métodos térmicos:

Cocción por inmersión

Se puso la olla en la cocina a gas con agua y se esperó que llegue a su punto de ebullición, cuando este llegó a su punto de ebullición, recién se colocó las rodajas de las sachapapas y desde ese momento se controló el tiempo, los cuales fueron: 13, 15 y 17 minutos.

Una vez cumplido los respectivos tiempos, se retiró las sachapapas cocidas con unas características muy aceptables en cuanto a la textura y dureza, luego se colocó en papel toalla para secar.

Cocción por fritura

Al igual que por inmersión, se puso la sartén con aceite vegetal en la cocina a gas hasta que se caliente y luego se colocó las rodajas de las sachapapas moradas a freír. Se fritó por 3, 4 y 5 minutos respectivamente.

Cocción por microondas

Las rodajas de la sachapapa morada fueron cubiertas con papel aluminio, los mismos que han sido colocadas en un plato con un poco de agua y luego puestos dentro de la microondas. Posteriormente se programó el tiempo de cocción de 7, 9 y 11 minutos.

Triturado

Luego de la cocción se trituró las rodajas de la sachapapa morada en un mortero hasta obtener una masa uniforme.

Pesado

Se pesó 1 gramo de la muestra triturada y se homogenizó con 9 mL de metanol al 96 % en un tubo de ensayo, este se realizó para todo tipo de cocción, luego se agitó con un Bordex protegiendo de la luz y a temperatura ambiente por 1 minuto.

Extracción

Se dejó en un lugar oscuro por 15 minutos a temperatura ambiente para su extracción.

Centrifuga

Luego las muestras fueron centrifugadas usando una se centrifuga MPW-251 a 4000 rpm durante 30 minutos a 4 °C, donde se formó dos fases: la fase sólida que son los residuos de la sachapapa que se concentró en la base del tubo y el sobrenadante.

Separación de extracto metanólico

Se extrajo el sobrenadante (extracto metanólico) y se guardó en unos frascos de color ámbar y se almacenó en la refrigeradora a 4 °C hasta su análisis.

Técnicas

➤ Determinación del contenido de antocianinas

Método de pH diferencial

El contenido de antocianinas de sachapapa morada se determinó mediante el método de pH diferencial.

Se prepararon dos soluciones diferentes, una con el buffer de cloruro de potasio (1,80 g) para pH 1, que se mezcló con 980 mL de agua destilada y luego se ajustó el pH con HCl (6 ml aprox.) hasta obtener el pH deseado (pH 1), posteriormente esa mezcla se transfirió a una fiola y se aforó. Para el Buffer de pH 4,5 se utilizó 4,5 g de acetato de sodio y se mezcló con 960 mL de agua destilada y se ajustó el pH con HCl (20 ml aprox.), a continuación, se transfirió a una fiola y se aforó con agua destilada llevándolos a un volumen final de 1 L.

Análisis de determinación del contenido de antocianinas

Se extrajo 1 mL del extracto metanólico y se mezcló con 9 ml buffer pH 1,0 y otro 1 mL de extracto metanólico con 9 mL de buffer 4,5 y se dejaron en un lugar oscuro por 15 minutos para que las mezclas se equilibren (Giusti y Wrolstad, 2001).

Se utilizó agua destilada como patrón para calibrar el equipo, posteriormente las muestras se llevaron al Espectrofotómetro UV-Visible donde se realizaron las lecturas de absorbancia a una longitud de onda de 520 nm a 700 nm.

Luego se calculó el contenido de antocianinas expresados como cianidina-3-glucósido, mediante la siguiente ecuación (Wrolstad, Durst, & Lee, 2005).

$$\text{Contenido de antocianinas}(mg/100g) = \frac{A * PM * FD * 10^3}{\epsilon * l}$$

Donde

A= absorbancia

= (A520 nm – A700 nm) * pH 1 – (A520 nm – A700 nm) * pH 4,5

PM= peso molecular de la cianidina-3-glucósido (449,2 g/mol).

FD = factor de dilución establecido.

l = espesor de la celda del espectrofotómetro UV (1cm).

ϵ = absortividad molar de cianidina (26 900 g /mol.cm).

Los análisis se realizaron por triplicado a cada tipo de cocción y tiempo de cocción.

➤ Capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante fue evaluada mediante el método del radical libre 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH) desarrollado por Brand-Williams, Cuvelier y Berset (1995), para lo cual se utilizó el Espectrofotómetro UV-Visible del Laboratorio de química de la UNTRM-A.

Se pesó 2,4 mg de DPPH y se mezcló con 120 mL de metanol en una fiola de 250 mL. Asimismo se preparó una solución metanólica de los extractos, que vendría a ser la solución madre a una concentración de 600 uL/2 mL de metanol, de esta solución se extrajo con una micropipeta 750 uL y se mezcló con 1.5 mL de metanol, preparando así el blanco de muestra y, para la muestra en sí también se

extrajo 750 uL y se mezcló con 1,5 mL de DPPH y se dejó por 5 minutos en un lugar oscuro para mayor protección contra la luz y para que se homogenice la mezcla.

Y para el patrón de referencia se mezcló 1,5 mL de DPPH con 750 uL de agua ultra pura. Por último y para ajustar el Espectrofotómetro a cero se empleó 2:1 de agua-metanol.

Luego se realizó las respectivas lecturas en el Espectrofotómetro a una longitud de onda de 517 nm. Este análisis se realizó por triplicado a cada tipo y tiempo de cocción.

Posteriormente, con los valores de la absorbancia obtenida, se calculó en porcentajes la captación de los radicales libres, expresados en capacidad antioxidante, mediante la siguiente fórmula

$$\text{Capacidad antioxidante (\%)} = \frac{1-(A2-A3)}{A1} * 100\%$$

Donde:

A1: Absorbancia del patrón de referencia

A2: Absorbancia de la muestra

A3: Absorbancia del blanco de muestra

2.5. Análisis de datos

Se estableció un experimento factorial anidado bajo un diseño completamente al azar, asimismo se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de comparaciones de medias (Tukey, $\rho \leq 0,05$) para establecer si existen diferencias significativas entre las medias de los valores resultantes de los análisis de contenido de antocianinas y capacidad antioxidante en los tipos de cocción (inmersión, fritura y microondas). El análisis estadístico se realizó mediante el programa estadístico SPSS versión 19.

III. RESULTADOS

3.1. Contenido de Antocianinas

En la figura 1, se observa los resultados obtenidos del contenido antociánico de sachapapa morada, de manera general, en diferentes tipos de cocción, donde se evidencia que existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,01$). Se observa además que el tiempo de cocción ($p < 0,048$) también influye en el contenido de antocianinas. Figura 2.

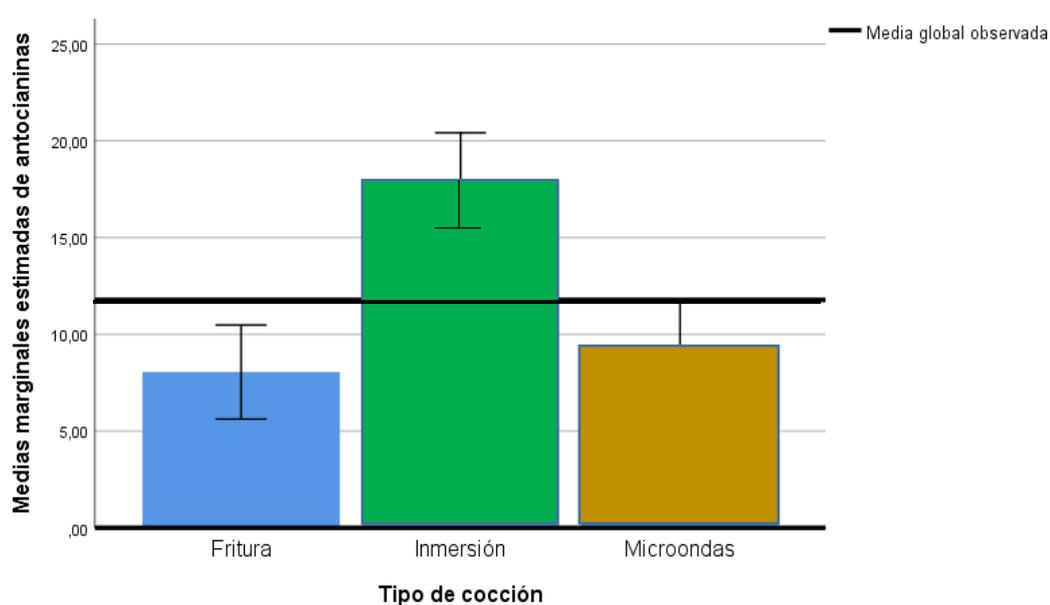


Figura 1. Contenido de antocianinas en cada tipo de cocción

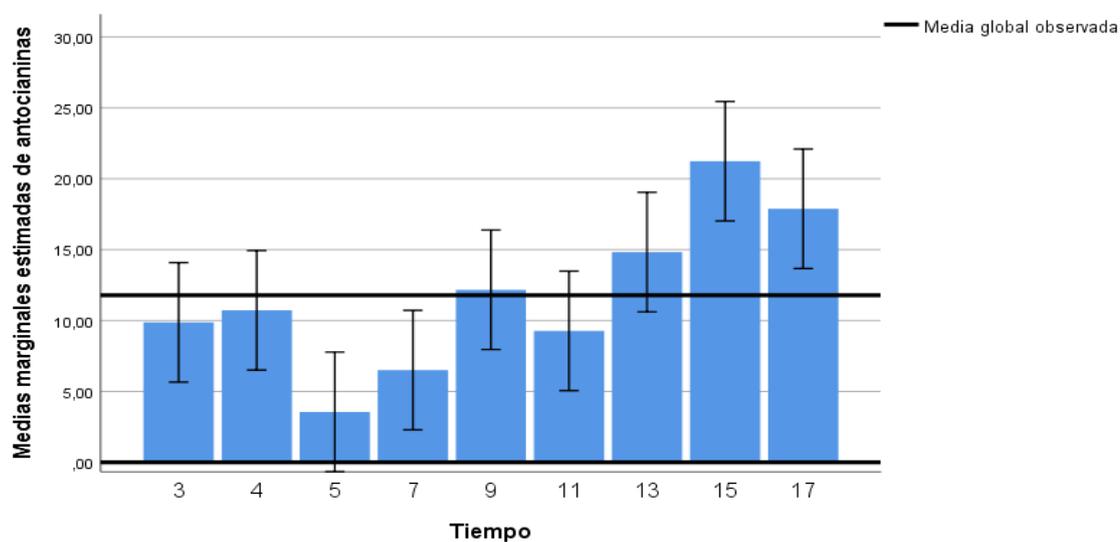


Figura 2. Contenido de antocianinas en cada tiempo de cocción

Para establecer estas diferencias se procedió a realizar el análisis de varianza con $p < 0,05$ de significancia. En la Tabla 2, se muestra los resultados, donde se observa que el tipo y el tiempo de cocción presentaron efectos en el contenido de antocianinas, puesto que hay diferencias estadísticamente significativas en el contenido de antocianinas de la sachapapa morada.

Tabla 2. *Tabla ANOVA de los resultados del efecto del tipo y tiempo de cocción sobre antocianinas de sachapapa morada*

Origen		Tipo I SC	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tipo de cocción	Capacidad antioxidante	2389,7127	2	1194,856	43,583	0,000
	Antocianinas	526,47876	2	263,239	21,809	0,000
Tiempo	Capacidad antioxidante	85,911273	6	14,319	0,522	0,784
	Antocianinas	201,82446	6	33,637	2,787	0,043

a. R al cuadrado = ,834 (R al cuadrado ajustada = ,760)

b. R al cuadrado = ,770 (R al cuadrado ajustada = ,668)

Tabla 3, muestra los subgrupos de tipos de cocción formados después de realizar la prueba de comparaciones de Tukey. Tal como se corrobora en la figura 1, existe un tipo de cocción, que es la inmersión en las que el contenido de antocianinas es más alto, por otro lado, las mayores pérdidas se observan en la fritura y microondas, encontrándose una pérdida de casi la mitad de antocianinas de los que se conserva en la inmersión.

Tabla 3. *Sub conjuntos mediante la prueba de comparaciones múltiples Tukey*

Antocianinas (mg cianidina-3-glucosido/100 g muestra)			
HSD Tukey _{a,b}			
Tipo de cocción	N	Subconjunto	
		1	2
Fritura	9	8,049	
Microondas	9	9,315	
Inmersión	9		17,985
Sig.		0,724	1

El término de error es la media cuadrática (Error) = 12,070.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9,000.

b. Alfa = .05.

3.1.1. Determinación del contenido de antocianinas según el tipo de cocción.

Al realizar la evaluación de los efectos individuales de los tiempos de cocción por microondas sobre el contenido de antocianinas de la sachapapa morada, Tabla 4, se observa la formación de tres subgrupos, evidenciando una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,01$) en cuanto a la conservación de antocianinas, registrando mayor contenido a los 9 minutos de cocción 12,172 mg de cianidina-3-glucósido /100 g, esta diferencia se puede apreciar mejor en la figura 3.

Tabla 4. Contenido de antocianinas en diferentes tiempos de cocción por microondas

Antocianinas (mg cianidina-3-glucósido/100 g)				
HSD Tukey _{a,b}				
Tiempo de cocción	N	Subconjunto		
		1	2	3
7	3	6,504		
11	3		9,268	
9	3			12,172
Sig.		6,504	1	1

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = ,407.

a. Utiliza el tamaño de la muestra armónica = 3,000.

b. Alfa = .50.

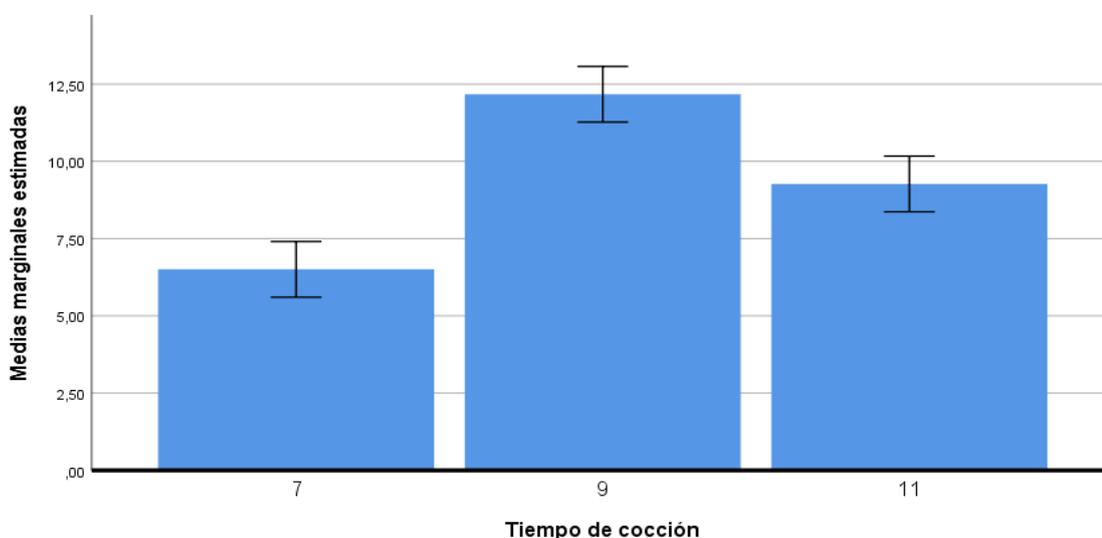


Figura 3. Contenido de antocianinas en los tiempos de cocción por microondas

La tabla 5 y la figura 4, muestra los resultados estadísticos del contenido de antocianinas en cada uno de los tiempos de fritura, donde se puede observar la formación de un solo grupos, clara evidencia de lo que se ve en la tabla del anexo 1, donde señala que el tiempo de cocción no afecta el contenido de antocianinas ($\rho < 0,175$).

Tabla 5. *Contenido de antocianinas en diferentes tiempos de cocción por fritura*

Antocianinas (mg cianidina-3-gulcósido/100 g)		
HSD Tukey _{a,b}		
Tiempo de cocción	N	Subconjunto
		1
3	3	3,557
5	3	9,869
4	3	10,721
Sig.		0,185

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 18,619.

a. utiliza el tamaño de la muestra mediana armónica = 3,000

b. Alfa =.05.

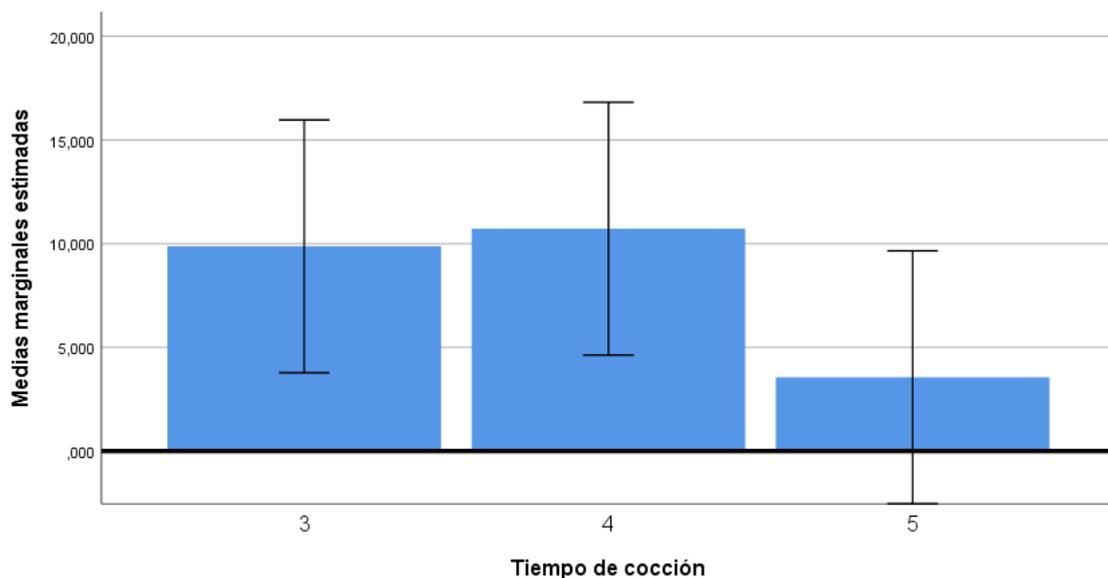


Figura 4. *Contenido de antocianinas en la cocción por fritura*

Asimismo, en la tabla 6 y en la figura 5, muestran el contenido de antocianinas en la sachapapa cocidas a diferentes tiempos por el método de cocción por inmersión, en la cual el tiempo no es un factor determinante en la conservación de las antocianinas, no presenta un efecto significativo ($p < 0,245$). Ver anexo 7.

Tabla 6. Contenido de antocianinas en los diferentes tiempos de cocción por inmersión

Antocianinas (mg cianidina-3-gulcósido/100 g)		
HSD Tukey _{a,b}		
Tiempo de cocción	N	Subconjunto
		1
13	3	14,829
17	3	17,885
15	3	21,241
Sig.		0,220

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos Se basa en las medias observadas.

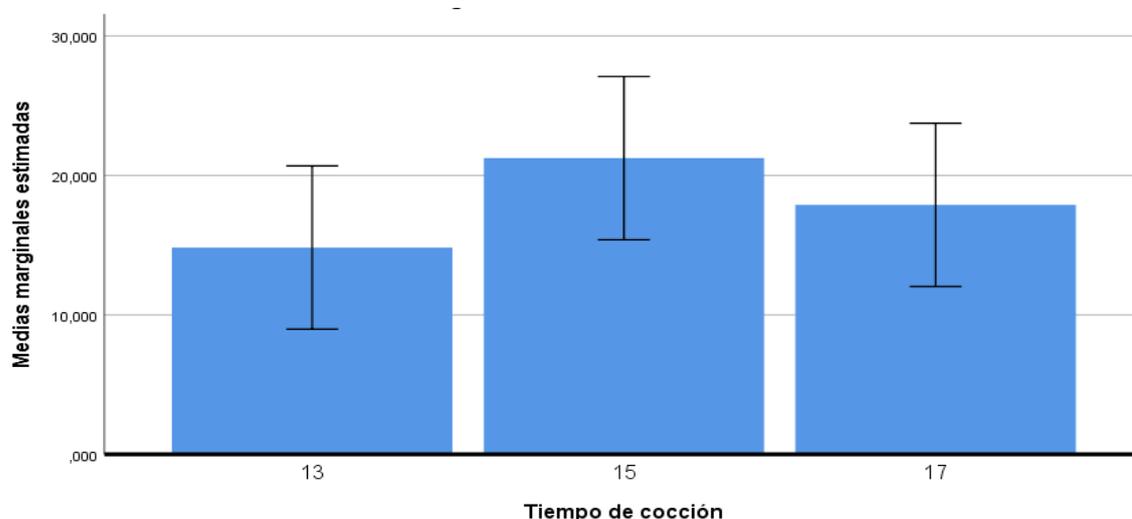


Figura 5. Contenido de antocianinas en la cocción por inmersión

3.2. Determinación de la capacidad antioxidante

La figura 6 y 7, muestran el contenido de la capacidad antioxidante de la sachapapa morada en diferentes tiempos y tipos de cocción, donde se puede observar que la capacidad antioxidante sí depende del tipo de cocción, mientras que el tiempo de cocción no es un factor determinante en cuanto a la conservación de los antioxidantes. Ver tabla 7.

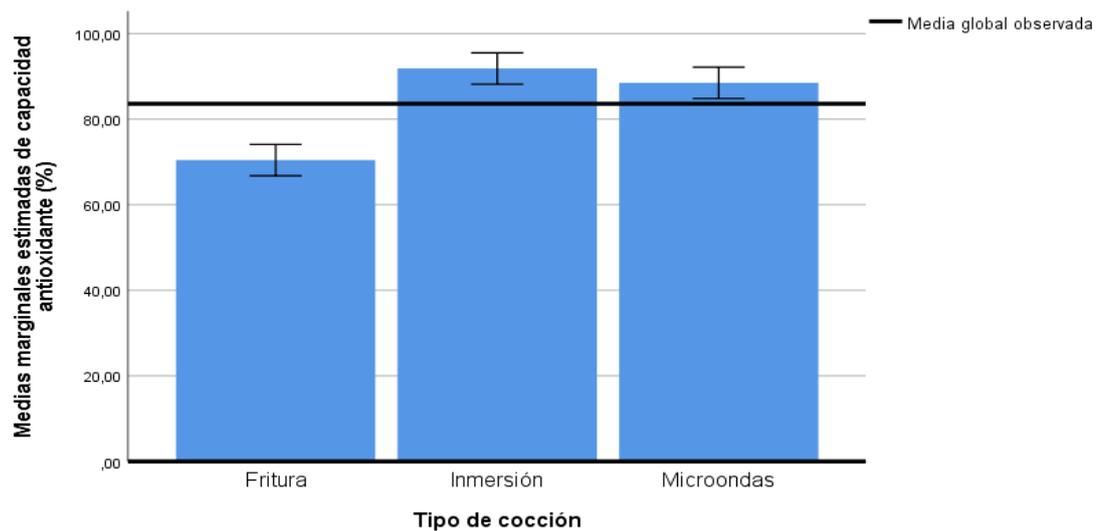


Figura 6. Contenido de capacidad antioxidante según tipos de cocción

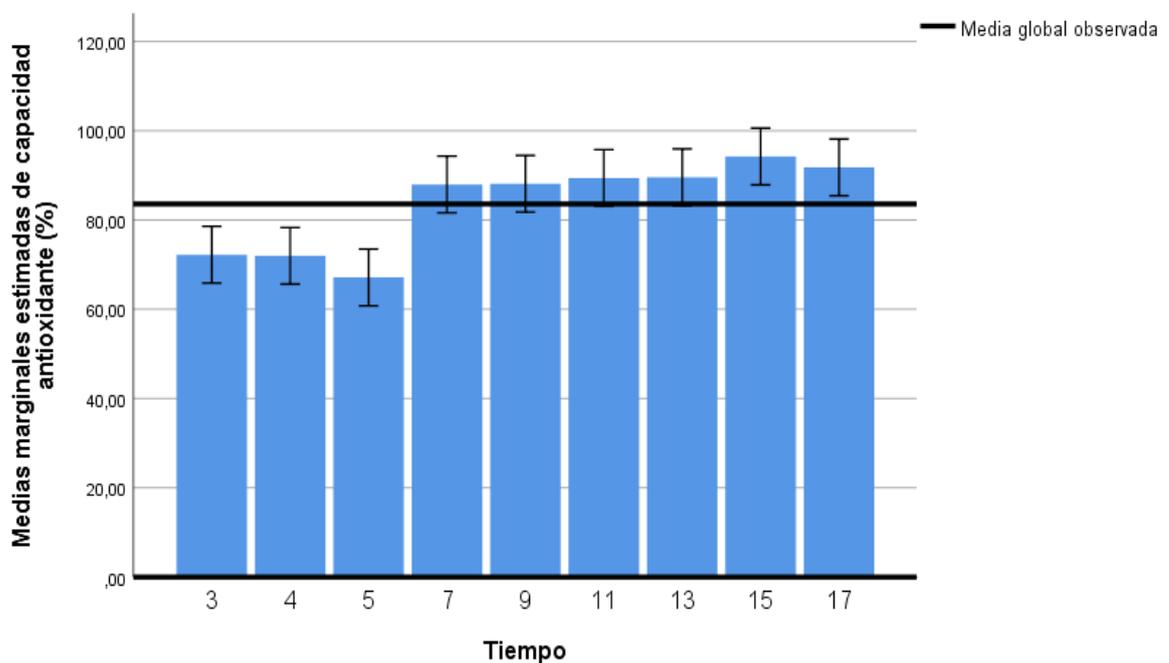


Figura 7. Contenido de capacidad antioxidante según tiempos de cocción.

Tabla 7. *Tabla ANOVA de los resultados del efecto del tipo y tiempo de cocción sobre capacidad antioxidante de sachapapa morada*

Origen		Tipo I SC	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tipo de cocción	Capacidad antioxidante	2389,7127	2	1194,856	43,583	0,001
Tiempo	Capacidad antioxidante	85,911273	6	14,319	0,522	0,784

a. R al cuadrado = ,834 (R al cuadrado ajustada = ,760)

b. R al cuadrado = ,770 (R al cuadrado ajustada = ,668)

La tabla 8, muestra los resultados de los sub grupos de tipos de cocción formados luego de realizar la prueba de Tukey, en ello se puede apreciar dos tipos de cocción; microondas e inmersión, que son el tipo de cocción en las que hay mayor contenido de capacidad antioxidante, expresado en porcentajes, lo cual indica que estos son los mejores tipos de tratamientos térmicos que más conservan los antioxidantes presentes en la sachapapa morada.

Tabla 8. *Sub conjunto de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey*

% Capacidad antioxidante			
HSD Tukey _{a,b}			
Tipo de cocción	N	Subconjunto	
		1	2
Fritura	9	70,430	
Microondas	9		88,495
Inmersión	9		91,853
Sig.		1	0,382

3.2.1. Análisis de determinación de la Capacidad antioxidante en cada tipo de cocción

Los análisis estadísticos realizados a los tiempos de cocción en fritura sobre la capacidad antioxidante de la sachapapa morada, Tabla 9, muestran que no existe una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,701$), ver anexo 3, lo cual nos indica que la capacidad antioxidante de la sachapapa morada no depende de los tiempos de cocción a la que ha sido sometido.

Tabla 9. Capacidad antioxidante en diferentes tiempos de cocción por fritura

% Capacidad antioxidante		
HSD Tukey _{a,b}		
Tiempo de cocción	N	Subconjunto
		1
5	3	67,121
4	3	71,962
3	3	72,207
Sig.		0,734

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 65,483.

utiliza el tamaño de la muestra mediana armónica = 3,000

a. b. Alfa =.05.

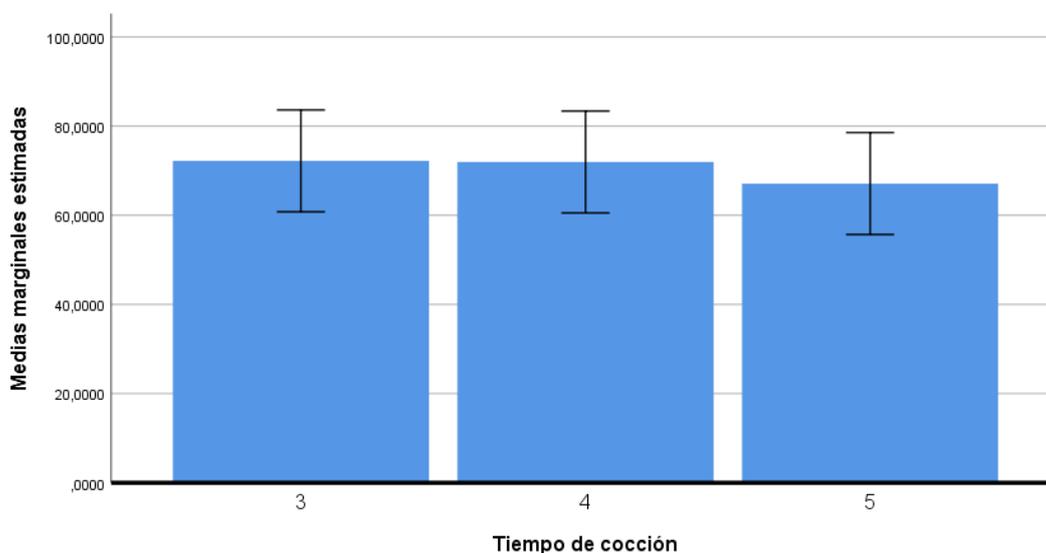


Figura 8. Contenido de capacidad antioxidante en la cocción por fritura

Lo mismo ocurre con otros tipos de cocción. Tal como se manifestó en la tabla 7, en la tabla 10 y figura 9, tampoco se muestran efecto de los tiempos de cocción ($p < 0,246$), por lo que podemos decir que la capacidad antioxidante es independiente de los tiempos de cocción propuestos para esta investigación.

Tabla 10. Capacidad antioxidante en diferentes tiempos de cocción por inmersión

% Capacidad antioxidante		
HSD Tukey _{a,b}		
Tiempo de cocción	N	Subconjunto
		1
13	3	89,551
17	3	91,786
15	3	94,222
Sig.		0,221

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 9,159.

a. utiliza el tamaño de la muestra mediana armónica = 3,000

b. Alfa =.05.

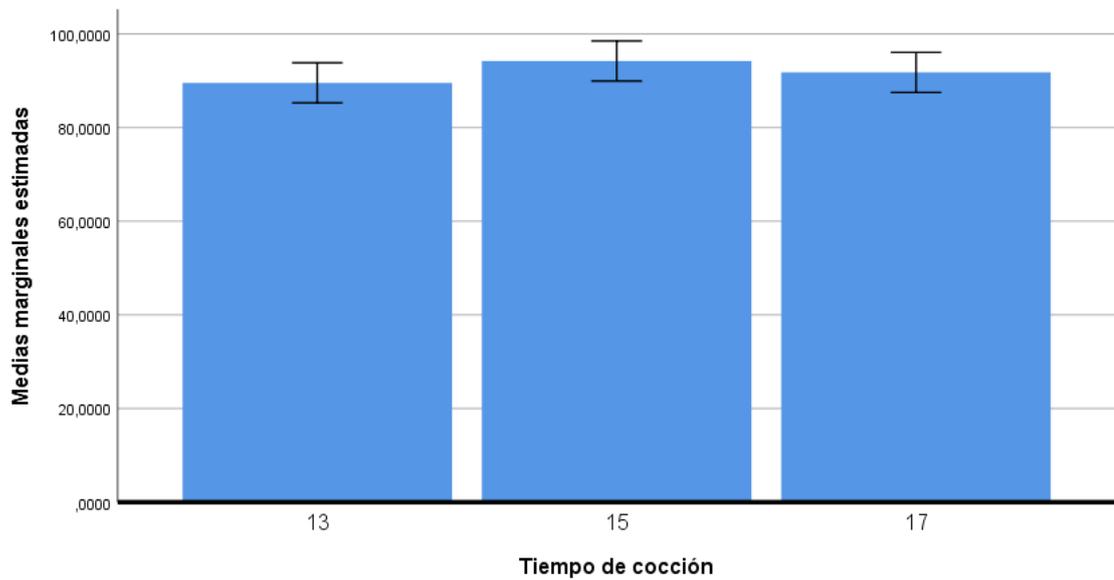


Figura 9. Contenido de capacidad antioxidante en la cocción por inmersión

IV. DISCUSIÓN

El tipo de cocción sí tuvo influencia en la conservación de las antocianinas de *D. trifida* L, donde se observa que el mejor tipo de cocción en la conservación de antocianinas fue la inmersión. Aunque no hay muchos trabajos realizados en esta especie, existen investigaciones realizadas en papas nativas pigmentadas, donde resultados similares han sido reportados por Barragan y Aro (2017), quienes encontraron que la cocción por hervido es el tratamiento que menos daña el contenido antociánico; otro estudio realizado por el mismo autor con dos especies diferentes de papas nativas también señala que la cocción por hervido conserva mejor las antocianinas, Ambos resultados concuerdan con los resultados obtenidos en la presente investigación. Esto podría atribuirse a que, en la cocción por inmersión la transferencia de calor se da mediante el agua, a diferencia de lo que ocurre en la fritura, y que al estar sumergido en poca cantidad de agua, temperatura inferior a los 100 °C y sobre todo en menor tiempo, no ha producido la lixiviación de las antocianinas, ya que las antocianinas sometidas al tratamiento térmico siguen una cinética de primer orden, lo cual indica que el mecanismo de degradación es dependiente del tiempo y temperatura de cocción, tal como lo demuestran los estudios realizados por Cemeroglu (1994) en jugos de mora y Hutchings (1999) quién evaluó la estabilidad de las antocianinas en camote morado.

Y con respecto al tiempo de cocción, sólo en la cocción por microondas y a los 9 minutos de la cocción se conservó la mayor cantidad de antocianinas. Sin embargo, este resultado es contrario a lo reportado por Díaz, Pesántes y Castro (2016) con relación al tiempo de cocción, quienes realizaron estudio en maíz negro, señalando que las antocianinas se preserva mejor en la cocción por microondas durante 3 minutos de cocción, frente a eso podemos indicar que el factor determinante podría ser la geometría del alimento, porque al tener un espesor mucho más grande (0,70 cm), la transferencia de calor hacia el interior del alimento experimenta ciertos cambios como es la diferencia de temperaturas, porque conforme va ingresando hacia el interior del alimento, va cambiando la temperatura (Loncin & Merson , 1979), lo cual conlleva a que el alimento se tarde más tiempo en calentarse por completo.

con respecto a los antioxidantes, los resultados muestran que la capacidad antioxidante de la sachapapa morada también depende del tipo de cocción ($p < 0,01$). En tal sentido,

se determinó que en la cocción por inmersión y microondas se encontraron elevada capacidad antioxidante, estos resultados obtenidos corroboran lo encontrado por Carlota, Andrade, Concellón, Lumiquinga y Oña (2015).

La conservación de la capacidad antioxidante de la *D. trifida* L., luego de la cocción podría relacionarse con varios factores, uno de ellos podría ser la ruptura de la membrana celular, que al romperse produce gran cantidad de compuestos con actividad antioxidante, otro factor podría ser el tipo de cocción, ya que los microondas emiten ondas electromagnéticas desde su interior y estos actúan sobre las moléculas de agua contenidas en los alimentos, provocando vibraciones y fricción, esa fricción es la que a la larga genera parte de la energía aportada en forma de calor y termina calentando por conducción el resto de la zona del alimento, produciendo un aumento de temperatura (pero que no supera a los 100 °C), y por ende originando la gelatinización del almidón, lo que ocasiona la llamada cocción del alimento, pero como la energía del microondas penetra más dentro del alimento, reduce el tiempo necesario para que el calor sea conducido a todo el volumen del alimento, de forma que se reduce el tiempo total de cocción Fonnema (1996), generando que los antioxidantes, conocidos generalmente por ser termolábiles, no sean afectados severamente.

Sin embargo, en la fritura sucede lo contrario, porque al ser sometidos a una temperatura muy alta (160-200°C), genera una serie de reacciones químicas que modifica la estructura del alimento; afectando la proteína, carbohidratos y sobre todo las vitaminas, principal antioxidante de la *D. trifida* L., puesto que la elevada temperatura del aceite ataca directamente a la parte externa del alimento produciendo la evaporación del agua de la superficie del alimento y generando que una cierta cantidad de agua del interior también se migre hacia la parte externa, lo que deja unos poros vacíos por donde el aceite y el flujo del calor ingresa hacia el interior del alimento, pero a pesar que el tiempo de cocción es muy corta, debido a esta transferencia de calor muy alta, genera la reacción de Maillard que inclusive provoca la quemadura del alimento y debido a todo esto, sucede la pérdida de los antioxidante. Coincidiendo con los resultados de esta investigación, Morillas y Delgado (2012) también mencionan que la concentración de los antioxidantes luego de la cocción por inmersión no se ve afectado severamente por el hecho de que los niveles de vitamina

que contiene este alimento aún siguen siendo altos por la misma temperatura a la que ha estado sometido.

Con respecto al tiempo de cocción ($p < 0,784$) se determinó que este no influye en la degradación de la capacidad antioxidante, a diferencia de los resultados obtenidos en este estudio, Kosambo, Carey, Misra, Wilkes y Hagenimana (1998) ha reportado que la cocción de tubérculo por inmersión en un tiempo mayor a 30 minutos provoca la disminución del contenido de compuestos antioxidantes.

V. CONCLUSIONES

De los resultados mostrados, el análisis y su discusión se puede concluir que el tipo de cocción sí influye en el contenido de antocianinas de la sachapapa morada, evidenciando el mayor contenido de antocianinas en la cocción por inmersión.

En cuanto a la capacidad antioxidante también se determinó que el tipo de cocción sí influye en la conservación, por lo que se determinó como mejores tipos de cocción, la microondas e inmersión.

Asimismo, se determinó que el tiempo de cocción sólo influye en el contenido de antocianinas, Obteniendo mayores contenidos de antocianinas a los 9 minutos de cocción por microondas.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar investigaciones en un futuro sobre la determinación de fenoles y la identificación de las antocianinas en la sachapapa morada, ya que este tubérculo aún no ha sido estudiado a profundidad.

Realizar un estudio sobre la extracción de antocianinas de la sachapapa morada con diferentes solventes orgánicos para determinar el efecto.

Estudio sobre la aplicación de las antocianinas de sachapapa morada como colorantes en la elaboración de alimentos y/o bebidas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilera, M., Reza, M., Chew, R., & Meza, J. (2011). Propiedades funcionales de las antocianinas. *Revistas de Ciencias Biológicas y de la Salud*, 13(2), 16-22.
- Alfaro, J., Montero, C., & Grayma, G. (2015). *Evaluación del contenido de Hierro, Zinc y efectos de los métodos de cocción en la degradación de compuestos antioxidantes en genotipos de papas nativas del valle de Mantaro*. Jauja - Junin.
- Aquino, E., Flores, A., Capistrán, A., Ruiz, Y., Velásquez, M., & Chávez, J. (2017). Efecto de diferentes métodos de cocción sobre compuestos fenólicos y actividad antioxidante en flor comestible de gasparitos (*Erythrina americana*). ISBN.
- Barragán, M. (2017). *Evaluación del efecto de la temperatura del proceso de cocción sobre el contenido de antocianinas y antioxidantes en variedades de papas nativas (*Solanum tuberosum* spp. andígena y *Solanum tuberosum* spp. stenotomum)*. Tesis de pregrado, Cusco-perú.
- Barragan, M., & Aro, J. (2017). Determination of the effect of cooking processes in pigmented native potatoes (*Solanum tuberosum* spp. adígena) on their bioactive compounds. *revista de investigación Alto Andina*, 19, 47-52. doi:<http://dx.doi.org/10.18271/ria.2017.254>
- Bousalem, M., Viader, V., Mariac, C., Gómez, R., Hochu, I., Santoni, S., & David, J. (2010). Evidence of diploidy in the wild Amerindian yam, a putative progenitor of the endangered species *Dioscorea trifida* (Dioscoreaceae). *Genome*, 53(5), 371-383.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 28(1), 25-30.
- Cachay, E. P. (2016). *efecto del tiempo de cocción por hervido sobre la capacidad antioxidante y contenido de polifenoles totales en Arracacha (*Arracacia Xanthorrhiza*) con y sin cáscara*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina, Lima.

- Carlota , M., Andrade, M. J., Concellón , A., Lumiquinga, T., & Oña, G. (2015). Efecto de la cocción sobre la composición química y las antocianinas de papas nativas (*Solanum tuberosum*) de Ecuador. *Revista científica Ecuatoriana*, 2.
- Castañeda , A., & Guerrero, J. (2015). Pigmentos en frutas y hortalizas rojas: Antocianinas .
- Cemeroglu, B. (1994). Degradation kinetics of anthocyanins in sour cherry juice and concentrate. *Journal of Food Science*, 1216-1218.
- Cerrón , L. M. (2012). *evaluación del efecto de tipo de cocción en el contenido de antocianinas y capacidad antioxidante en papa nativa (Cuchipelo)*. Tesis de pregrado , Huancayo-Perú.
- Colomé, f., Rivas, L., Fachin , N., & Alva, A. (2017). *Obtención de colorantes en polvo a partir de la especie Dioscorea trifida (Sachapapa morada) por atomización*. Tesis de pregrado , Universidad Nacional de la Amazonia Peruana , Iquitos, Perú.
- Díaz, C., Pesántes, M., & Castro, L. (2016). Extracción de antocianinas en maíz negro cultivado en Tunshi-Chimborazo sometido a diferentes tratamientos Térmicos para escaldado. *Instituto de Biología de la planta*, 16, 4. Obtenido de <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/539/html>
- Escobar, L. (2014). *Evaluación del tipo de cocción en el contenido de antocianinas en papa nativa (Azul Llumchuy Waqachi)*. tesis de grado, Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de ciencias agrarias , Acobamba-Huancavelica.
- Ferracane, R., Pellegrini, N., Visconti, A., Graziani, G., Chiavaro, E., Miglio, C., & Fogliano, V. (2008). Effects of Different Cooking Methods on Antioxidant Profile, Antioxidant Capacity, and Physical. *J Agric. Food Chem*, 56(18), 8601-8608. doi:10.1021/jf800408w
- Fonnema, O. (1996). *Química de los Alimentos*. Zaragoza,España: Acribia.
- Giusti, M., & Wrolstad, E. (2001). Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. doi:10.1002/0471142913.faf0102s00

- Gonzales, E., & Simón, A. (2016). Effect of cooking on antioxidant capacity and sensorial quality of minimally processed cauliflower. *Nutrición Hospitalaria*, 33, 372-378.
- Hiermori, M., Koh, E., & Mitchel, A. (11 de Marzo de 2009). Influence of cooking on Anthocyanins in Black rice (*Oriza sativa* L. *japanica* var. SBR). *J Agric Food Chem*, 57(5), 1908-1614. doi:10.1021/jf803153z
- Hutchings, B. (1999). Food Color and Appearance. *Chapman and May Food Science Book*. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=qomUwOXpUX4C>
- Kosambo, L., Carey, E., Misra, A., Wilkes, J., & Hagenimana, V. (1998). Influence of age, farming site and boiling on Pro-Vitamin A content in sweet potato (Ipomoea batatas Lam.). *Journal of Food composition and analysis*(11), 305-321.
- Lizano, A. (2012). *Efecto del proceso de fritura en el contenido de antocianinas en empanadas elaboradas con mezclas de harina de trigo-maíz morado (Zea mays L)*. Quito - Ecuador.
- Lock, O. (1994). Investigación fitoquímica: Métodos en el estudio de productos naturales. *Fondo editorial, 1*.
- Loncin, M., & Merson, R. (1979). "Food Engineering". Principles and Selected Applications". *Academic Press, Inc*, 11-40.
- Markakis, P. (1982). Anthocyanins as Food Additives. (P. Markakis, Ed.) *Anthocyanins As Food Colors*, 245-253.
- Markaris, P., Livingston, G., & Fellers, R. (1957). Quantitative Aspects of Strawberry Pigment Degradation. 117-130.
- Martinenko, A., & Chen, Y. (2006). Degradation kinetics of total anthocyanins and formation of polymeric color in blueberry hydrothermodynamic (HTD) processing. *J Food Eng*, 44-51.
- Medina, K., & Echaiz, M. (2019). *Actividad antioxidante y fotoprotectora UVB de una crema dermocosmética elaborada con el extracto acuoso liofilizado del tubérculo de Dioscorea trifida L. (sacha papa morada)*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Lima-Perú.

- Montaldo, A. (1991). *Cultivo de raíces y tuberculos tropicales* (Segunda edición ed.). San José, Costa rica: Servicio Editorial IICA.
- Morillas, R., & Delgado, A. (2012). Análisis nutricional de alimentos vegetales con diferentes orígenes: Evaluación de capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales. *Nutrición hospitalaria*, 2, 32.
- Nascimento , W., Siqueira, M., Ferreira, A., Ming, L., Peroni, N., & Veasey, A. (2015). Distribution, mangenment and divesity of the endangered Amerindian yam (*Dioscorea trifida* L.). *Brazilian Journal of Biology*, 75(1), 104-113.
- Pilco, M., & Sifuentes , J. (2014). *Valor nutricional de las especies vegetales calathea allouia (Dale Dale) y Dioscorea trifida L. (Sachapapa morada)*. tesis de pregrado, Universidad Nacional de Amazonía peruana , Facultad de Industria alimentarias , Iquitos.
- Ramos, F., Muñoz, A., Ortiz, A., & Yañez , J. (2010). Anthocyanins, polyphenols, antioxidante activity of purple sachapapa (*Dioscorea trifida* L) and evaluation of lipid peroxidation in human serum. *Sociedad Química del Perú*, 76(1), 61-72. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=371937616007>
- Rubatzky, V., & Yamaguchi, M. (1997). Yam *Dioscorea* . *World Vegetable* , 162-182.
- Timberlake, F. C. (1980). Anthocyanins. *Occurence, extraction and Chemystri*, 5(1), 69-80.
- Wrolstad, R., Durst, R., & Lee, J. (2005). Tracking colour and pigment changes in anthocyanins products. *Food Science y Technology*, 423–428.

ANEXOS

Anexo 1. *Pruebas de efectos inter sujetos de la cocción por fritura para antocianinas.*

	Origen	Tipo I de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	Antocianinas	91,890b	2	45.945	2.468	0.165
Intersección	Antocianinas	583.078	1	583.078	31.316	0.001
Tiempo de cocción	Antocianinas	91.89	2	45.945072	2.468	0.165
Error	Antocianinas	111.717	6	18.619		
Total	Antocianinas	786.684	9			
Total corregido	Antocianinas	203.607	8			

b. R al cuadrado = ,451 (R al cuadrado ajustada = ,268)

Anexo 2. *Prueba de efectos inter sujetos de la cocción por Inmersión para antocianinas*

	Origen	Tipo I de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	Antocianinas	61,722b	2	30.861	1.796	0.245
Intersección	Antocianinas	2911,07	1	2911,07	169,399	0.001
Tiempo de cocción	Antocianinas	61.722	2	30.861064	1.796	0.245
Error	Antocianinas	103.108	6	17.185		
Total	Antocianinas	3075.901	9			
Total corregido	Antocianinas	164.831	8			

b. R al cuadrado = ,374 (R al cuadrado ajustada = ,166)

Anexo 3. Pruebas de efectos inter sujetos de la cocción por fritura para capacidad antioxidante.

Origen		Tipo I de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	Capacidad antioxidante	49,358a	2	24.679	0.377	0.701
Intersección	Capacidad antioxidante	44643.915	1	44643.915	681.758	0.001
Tiempo de cocción	Capacidad antioxidante	49.358	2	24.6789	0.377	0.701
Error	Capacidad antioxidante	392.901	6	65.483		
Total	Capacidad antioxidante	45086.174	9			
Total corregido	Capacidad antioxidante	442.259	8			

a. R al cuadrado = ,112 (R al cuadrado ajustada = -,185)

Anexo 4. Pruebas de efectos inter sujetos de la cocción por Inmersión para capacidad antioxidante

Origen		Tipo I de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	Capacidad antioxidante	32,748a	2	16.374	1.788	0.246
Intersección	Capacidad antioxidante	75933.056	1	75933.056	8290.421	0.001
Tiempo de cocción	Capacidad antioxidante	32.748	2	16.374	1.788	0.246
Error	Capacidad antioxidante	54.955	6	9.159		
Total	Capacidad antioxidante	76020.759	9			
Total corregido	Capacidad antioxidante	87.702	8			

a. R al cuadrado = ,373 (R al cuadrado ajustada = ,165)

Anexo 5. Imágenes del proceso de Investigación



Figura 10. Rodajas de Sachapapa morada



Figura 11. Proceso de cocción por inmersión



Figura 12. Triturado de la sachapapa morada cocido

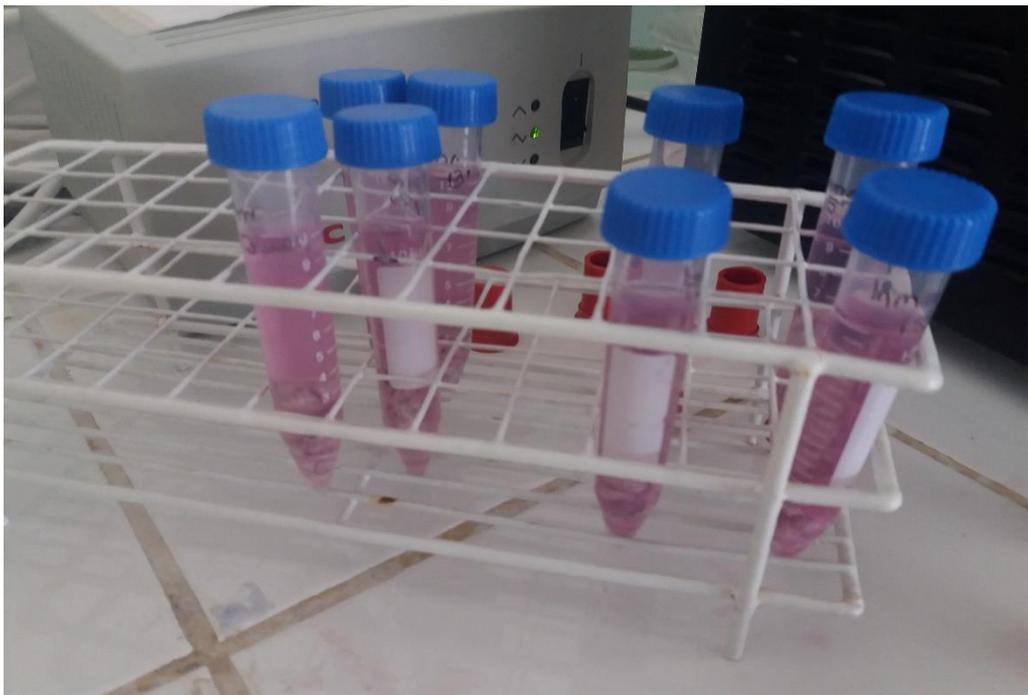


Figura 13. Extracción de pigmento metanólico

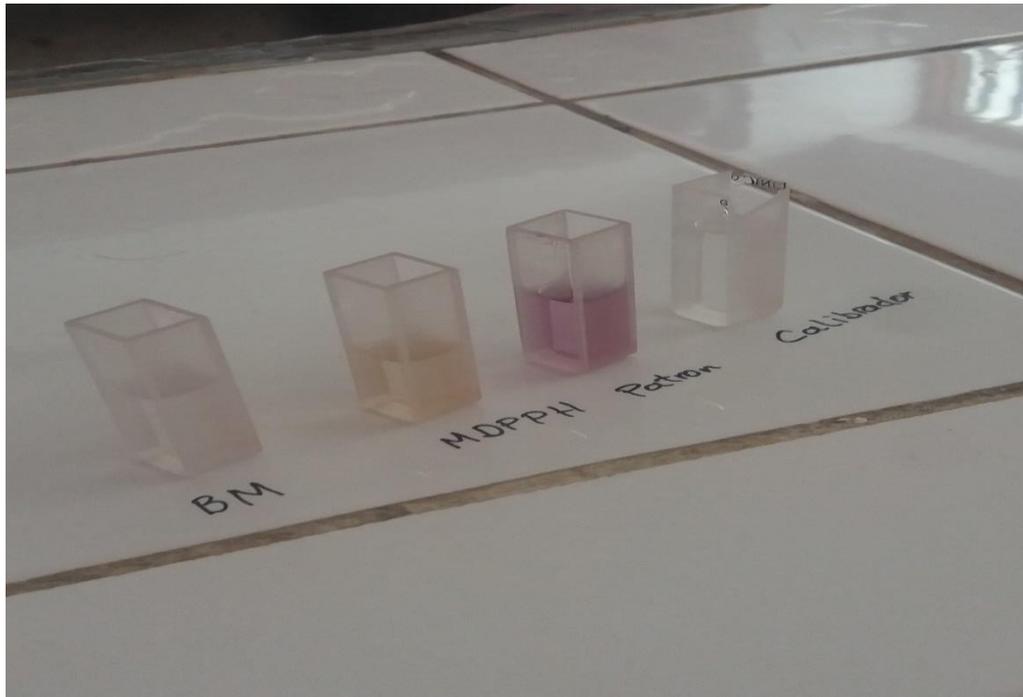


Figura 12. Determinación de la Capacidad antioxidante