

**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**

**COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE DESHIDRATADO
PARA OBTENER HARINA DE CÁSCARA DE DOS
VARIETADES DE PITAHAYA CON POTENCIAL
BIOACTIVO**

Autor : Bach. Emilser Inga Valqui

Asesor: Ms. Roberto Carlos Mori Zabarrurú

Coasesor: MsC. Segundo Grimaldo Chavez Quintana

Registro: (.....)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2022

DATOS DEL ASESOR

Ms. Roberto Carlos Mori Zababurú

DNI: 43369387

Registro ORCID N° 0000-0003-2203-0465

<https://orcid.org/0000-0003-2203-0465>

Campo de Investigación y Desarrollo según la Organización para la Cooperación y el
Desarrollo Económico (OCDE):

2.11.00—Otras ingenierías, Otras tecnologías

2.11.01—Alimentos y bebidas

DEDICATORIA

A Dios por permitirme disfrutar cada momento de mi vida junto a mi familia y siempre derramar bendición infinita en mi hogar.

A mi madre querida, Gladis Noemí Valqui Pérez, por tu amor infinito que nos tienes a cada uno de tus hijos y por tu apoyo incondicional que me inspira a seguir siempre adelante.

A mi padre, Jacinto Inga Trauco, por sus consejos de superación, por apoyarme durante toda mi carrera universitaria y por enseñarme a conseguir mis objetivos propuestos.

A mis hermanos; Josias, Elver, Eslit, Elsa y Jorge Luis. Por su apoyo y estar siempre a mi lado a lo largo de mi vida personal y profesional.

Emilser Inga Valqui

AGRADECIMIENTO

A mis queridos padres, hermanos, abuelos, enamorada y amigos; por apoyarme de una y diferentes maneras durante toda mi formación profesional, por demostrarme que con dedicación y esfuerzo podemos cumplir nuestros objetivos, sin importar las dificultades que se nos presenten en el camino, gracias por que han sido, son y serán mi soporte para seguir adelante para alcanzar mis nuevos objetivos propuestos.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, alma máter de nuestra región, por permitirme formarme tanto personal y profesionalmente para contribuir con el desarrollo de nuestra región.

A mis asesores de mi tesis al, Ing. *Ms.* Roberto Carlos Mori Zababurú e Ing. *MsC.* Segundo Grimaldo Chavez Quintana, por su valioso tiempo y orientación, durante la formulación, ejecución y elaboración del informe de mi investigación.

A las encargadas de los laboratorios de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, por ser parte importante en la ejecución de mi investigación, dándome las facilidades y apoyo incondicional, en especial a las señoritas Marleny Ángeles T, Charito y Anita Valqui.

**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

Ing. Mg. Sc. ARMSTRONG BARNARD FERNÁNDEZ JERI

Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias

VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



ANEXO 3-K

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (x)/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada.....
COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE DESHIDRATADO PARA OBTENER HARINA DE
CÁSCARA DE DOS VARIEDADES DE PITAHAYA CON POTENCIAL BIOLÓGICO ;
del egresado.....Emilse Inga Valqui.....
de la Facultad de.....Ingeniería y Ciencias Agrarias.....
Escuela Profesional de.....Ingeniería Agroindustrial.....
de esta Casa Superior de Estudios.



El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, D.F. de Abril del 2022

Firma y nombre completo del Asesor

Ms. Roberto Carlos Mori Zabarrurú

VISTO BUENO DEL CO-ASESOR DE LA TESIS




ANEXO 3-K

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

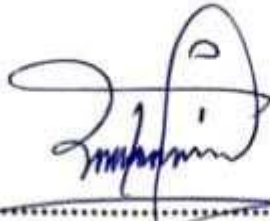
El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE DESHIDRATADO PARA OBTENER HARINA DE CÁSCARA DE DOS VARIETADES DE PITAHAYA CON POTENCIAL BIOACTIVO del egresado Emilse Inga Valqui de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 08 de Abril del 2022


Firma y nombre completo del Asesor
Ing. MsC. Segundo Grimaldo Chavez Quintana

JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



.....
Ing. Ms. Robert Javier Cruzalegui Fernández

Presidente

.....
Aline Camila Caetano

Lic.M.Sc. Aline Camila Caetano

Secretaria



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

Vocal

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA



ANEXO 3-0

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE DESHIDRATADO PARA OBTENER HARINA DE CÁSCARA DE DOS VARIETADES DE PITAHAYA CON POTENCIAL BIOMÁSICO.....

presentada por el estudiante ()/egresado (x) Emilser Inga Valqui.....

de la Escuela Profesional de Ingeniería y Ciencias Agrarias.....

con correo electrónico institucional 7533485121@untrm.edu.pe.....

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- a) La citada Tesis tiene 23 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (x) / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- b) La citada Tesis tiene % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.

Chachapoyas, 08 de Abril del 2022

Aline Camila Costano
SECRETARIO

[Signature]
PRESIDENTE

[Signature]
VOCAL

OBSERVACIONES:

.....
.....

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL

PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-Q

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 19 de Abril del año 2020, siendo las 08:00 horas, el aspirante: Emilser Inga Valqui, defiende en sesión pública presencial () / a distancia (x) la Tesis titulada: COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE DESHIDRATADO PARA OBTENER HARINA DE CÁSCARA DE DOS VARIEDADES DE PITAHAYA CON POTENCIAL BIOACTIVO, teniendo como asesor a Ing. Roberto Morán Z. y Ing. Segundo Chávez G., para obtener el Título Profesional de Ingeniera Agrícola Industrial, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Ing. Ms. Robert Javier Cusalegui Fernández

Secretario: Lic. M. Sc. Alina Camila Coatsano

Vocal: Ing. Mg. Sc. Aristides Bernard Fernández Jari

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 de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

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

Aprobado (x) Desaprobado ()

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

Siendo las 09:00 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

Alina Camila Coatsano
SECRETARIO

[Firma]
PRESIDENTE

[Firma]
VOCAL

OBSERVACIONES:

.....
.....

ÍNDICE O CONTENIDO GENERAL

DATOS DEL ASESOR.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS	vi
VISTO BUENO DEL CO-ASESOR DE LA TESIS.....	vii
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS.....	viii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....	ix
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESISL	x
ÍNDICE O CONTENIDO GENERAL	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT.....	xvi
I. INTRODUCCIÓN.....	17
II. MATERIAL Y MÉTODOS.....	20
2.1. Muestra	20
2.2. Diseño de la investigación.....	20
2.3. Proceso de deshidratado de la cáscara de la pitahaya.....	21
2.4. Obtención de extractos	21
2.5. Métodos	21
2.6. Análisis de datos	24
III. RESULTADOS.....	25
3.1. Determinación de la capacidad antioxidante de la harina de cáscara de dos variedades de pitahaya en tres métodos de deshidratado	25
3.2. Determinación de fenoles totales de la harina de cáscara de dos variedades de pitahaya en tres métodos de deshidratado	26
3.3. Determinación de vitamina C de la harina de cáscara de dos variedades de pitahaya en tres métodos de deshidratado.....	27
3.4. Determinación de carotenoides totales de la harina de cáscara de dos variedades de pitahaya en tres métodos de deshidratado.....	28
IV. DISCUSIÓN.....	29

V. CONCLUSIONES	31
VI. RECOMENDACIONES	32
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
ANEXOS.....	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Arreglo Experimental</i>	20
Tabla 2. <i>Factores inter-sujetos</i>	40
Tabla 3. <i>Pruebas multivariante</i>	40
Tabla 4. <i>Pruebas de efectos inter-sujetos</i>	41
Tabla 5. <i>CA ($\mu\text{mol TE/L}$)</i>	42
Tabla 6. <i>PFT(mgAGE/mL)</i>	42
Tabla 7. <i>mg/100ml</i>	43
Tabla 8. <i>Carotenoides totales (EBC/g)</i>	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Capacidad Antioxidante ($\mu\text{mol TE/L}$).</i>	25
Figura 2. <i>Contenido de Fenoles Totales (mgAGE/mL).</i>	26
Figura 3. <i>Contenido de Vitamina C (mg/100 mL).</i>	27
Figura 4. <i>Determinación de Carotenoides Totales (EBC/g).</i>	28
Figura 5. <i>Curva de Calibración con el Reactivo Trolox.</i>	38
Figura 6. <i>Curva de Calibración con el Reactivo Ácido Gálico para la Determinación de Fenoles Totales con la Método de Folin-Ciocalteu.....</i>	39
Figura 7. <i>Curva de Calibración con el Reactivo B-caroteno</i>	399
Figura 8. <i>Procedimiento para Obtener Harina de las Dos Variedades de Pitahaya....</i>	44
Figura 9. <i>Procedimiento para la Preparación de los Extractos.....</i>	45
Figura 10. <i>Procedimiento para Determinar Capacidad Antioxidante.</i>	46
Figura 11. <i>Procedimiento para Determinar Compuestos Fenólicos.....</i>	47
Figura 12. <i>Muestras para Curvas de Calibración.....</i>	48

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue comparar los métodos de deshidratado para obtener harina de cáscara de dos variedades de pitahaya con potencial bioactivo. Para lo cual se utilizó un arreglo factorial 2V x 3M donde V es la variedad (Amarilla y roja) y M el método de deshidratado (bandejas, estufa y microondas), todos los tratamientos se realizaron por triplicado, teniendo un total de 18 unidades experimentales. Las muestras de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) y roja (*Hylocereus monacanthus*) fueron recolectadas de la región de Amazonas, provincia de Bongará, distritos de Shipasbamba y Churuja. Se realizó la determinación de capacidad antioxidante, fenoles totales, vitamina C y carotenoides totales, mediante los métodos del DPPH (radical libre 2,2-difenil-1-picrilhidracilo), Folin-Ciocalteu, titulación con (2,6 diclorofenolindofenol) y extracción de carotenoides. Además, se utilizó el análisis de varianza (ANOVA), donde se encontró diferencias significativas ($p=0.05$) entre las dos variedades y los métodos de deshidratación. Se concluyó que el mejor método fue el deshidratado por bandejas en los componentes bioactivos de la fruta.

Palabras claves: Métodos de deshidratado, capacidad antioxidante, compuestos fenólicos, vitamina c, carotenoides totales.

ABSTRACT

The objective of the research was to compare the dehydration methods to obtain shell flour of two varieties of pitahaya with bioactive potential. For which a 2V x 3M factorial arrangement was used where V is the variety (Yellow and red) and M the dehydration method (trays, stove and microwave), all treatments were carried out in triplicate, having a total of 18 experimental units. Samples of yellow (*Selenicereus megalanthus*) and red (*Hylocereus monacanthus*) pitahaya were collected from the Amazon region, Bongará province, Shipasbamba and Churuja districts. The determination of antioxidant capacity, total phenols, vitamin C and total carotenoids was carried out using the methods of DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl free radical), Folin-Ciocalteu, titration with (2,6 dichlorophenolindophenol) and carotenoid extraction. In addition, the analysis of variance (ANOVA) was used, where significant differences ($p = 0.05$) were found between the two varieties and the dehydration methods. It was concluded that the best method was dehydration by trays in the bioactive components of the fruit.

Key words: Dehydration methods, antioxidant capacity, phenolic compounds, vitamin C, total carotenoids.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las personas buscan productos que les ayude a mejorar su salud, es por eso que la producción de frutas y verduras ha aumentado al pasar el tiempo con el apoyo de fitomejoramiento y la biotecnología, generando residuos que no son aprovechados, como es el caso de cáscaras de plantas silvestres y exóticas como una alternativa de alimento. Un residuo potencial es la cáscara de pitahaya con gran potencial bioactivo para mejorar la salud (Balendres & Bengoa, 2019). Siendo corroborado por, Corzo-Rios et al. (2017), los cuales señalaron que las frutas contienen compuestos bioactivos de mucha importancia para la salud, los cuales también son conocidos como sustancias bioactivas, aportan beneficios de prevención de desarrollo de cáncer, enfermedades cerebrovasculares y cardiovasculares e incluso protegen de la enfermedad de Alzheimer.

El potencial bioactivo cumplen funciones en el cuerpo que ayudan a promover la buena salud de las personas, lo podemos encontrar en diferentes alimentos, como son las frutas, verduras, aceites, etc., en pequeñas cantidades y ayudan a prevenir enfermedades (Silveira Agostini-Costa, 2020). Como resultado de una investigación de cáscaras de frutas, se confirmó que los subproductos de las frutas contienen mayor compuestos bioactivos que en la pulpa misma (Can-Cauich et al., 2017).

La pitahaya es conocida como fruta del dragón por su forma irregular de su cáscara, es procedente de plantas cactáceas que contienen antioxidantes y vitaminas como el ácido ascórbico, niacina, fenoles, entre otros. Así mismo es una fruta originaria de Centro América y la selva Peruana, se puede diferenciar dos principales variedades de pitahaya la amarilla (*Selenicereus megalanthus*) y la roja (*Hylocereus monacanthus*) (Velásquez & Paredes, 2020; Verona-Ruiz et al., 2020). Además tienen un gran contenido de antioxidantes, incluso superior a otras cactáceas, presenta compuestos bioactivos como la betalaína que ayuda a frenar el estrés, mejora la digestión de nuestro organismo, mantiene el sistema inmunológico sano y reduce el riesgo de sufrir enfermedades cardíacas (Chaemsanit et al., 2018). Por lo cual ha generado interés por parte de los consumidores al no aprovechar el subproducto de esta fruta muy novedosa que aportan potentes beneficios nutricionales y medicinales (Al-Mekhlafi et al., 2021).

La pitahaya roja proviene de una de las variedades de la fruta del dragón rica en betacianinas solubles en agua de color rojo violáceo, pigmentos naturales con

propiedades beneficiosas para las personas (Yong et al., 2018). Se afirma que la fermentación de la pulpa de la pitahaya roja por probióticos, incrementa la bioaccesibilidad en los fenoles y actividad antioxidante de la pitahaya (Morais et al., 2019). Complementando con lo mencionado, Tongkham et al. (2017) utilizaron la cáscara de pitahaya amarilla para la extracción de componentes bioactivos, a través de una extracción por microondas con diferentes potencias de 300, 450 y 600 W y tiempos de 5 y 10 min, obteniendo un mejor rendimiento de componentes bioactivos, utilizando una potencia de 600 W y un tiempo de 10 min. Además es necesario hacer mención, que a diferencia de otras cáscaras de frutas, la harina de cáscara de pitahaya roja de pulpa roja presenta resultados favorables en las propiedades químicas y microbiológicas para que se utilice como alimento de los animales (Calle & M, 2020).

La capacidad antioxidante retrasan o previenen significativamente la oxidación de sustratos oxidables (Kasote et al., 2015). Esto lo demuestran Salgado-Chávez et al. (2020) los cuales realizaron la metodología del pH diferencial, para la capacidad de antioxidantes mediante el método DPPH (2,2-difenil-1-picril hidrilo) y el ABTS (ácido 2,2, azina-bis(3-etilbenzotiazolin)-6- sulfónico), obteniendo que la cáscara de pitahaya contiene gran cantidad de antioxidantes con potencial para usos en la industria de alimentos; así mismo se estableció periodos para determinar la producción de polifenoles y potencial de antioxidantes en el extracto de *Merremia aegyptia*, con una durabilidad de un año mediante el método de Folin-Ciocalteu, correlación de la precipitación y el parámetro de la temperatura de forma mensual, obteniendo resultados favorables en el potencial de antioxidantes (85,15%) y (6.03%) en polifenoles por la disponibilidad de agua contenido en el suelo. Complementando con este estudio Soares et al. (2017) utilizaron la técnica de espectrofotometría molecular para determinar la capacidad antioxidante total (TAC) en frutas (manzana y naranja) y sus subproductos, analizando el contenido fenólico total (TPC) y el reductor férrico (FRAP) a diferentes temperaturas y tiempos, logrando mejorar el rendimiento.

Es necesario hacer mención que la vitamina C es soluble en el agua y ayuda a regular procesos biológicos. Borran et al. (2021) & Wang et al. (2020) determinaron que la vitamina C es un nutriente que lo podemos encontrar en diferentes frutas, para el caso de las personas actúa como antioxidante, lo cual permite cuidar las células de los radicales libres; también afirmaron que, entre las dos variedades de pitahaya, la

roja presenta mejor resultado de ácido ascórbico 25,0 mg, mientras que la amarilla un 4,0 mg de vitamina C.

De acuerdo a Jiang et al. (2021) encontraron 186 compuestos fenólicos en la baya de Lycium, basándose en la composición funcional de la fruta, sus posibles aplicaciones en la salud y productos alimenticios. Asimismo, Tirado et al. (2016) manifiestan que realizaron el método de deshidratado de alimentos por razones de conservación, reducir el contenido de agua, mejorar su estabilidad del alimento y con ello alargar la vida útil. Para complementar Medina Jaramillo (2015) emplearon dos métodos de deshidratación por microondas y energía solar para alimentos frutihortícolas, para ello se utilizó un prototipo para el secado solar que alcanzó una temperatura de 61 °C por 14 horas y por microondas a una potencia de 119 W durante 5 horas, alcanzando buenos resultados los dos métodos de secado.

El objetivo de esta investigación fue comparar los métodos de deshidratado para obtener harina de cáscara de dos variedades de pitahaya con potencial bioactivo.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Muestra

Las dos variedades de pitahaya se desarrollaron en dos fases de trabajo, la primera fue la recolección de las frutas y la segunda en laboratorio. En la fase de campo se recolectó las dos variedades de pitahaya, la pitahaya amarilla del distrito de Shipasbamba y la roja del distrito de Churuja, provincia de Bongará, región Amazonas, ambas se cosecho en un estado de madurez comercial y se transportó en contenedores herméticos en cadena de frío. La segunda fase se llevó a cabo en los laboratorios de microbiología y biotecnología, laboratorios de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias – UNTRM.

2.2. Diseño de la investigación

Para el trabajo de investigación se empleó un experimento factorial $2V \times 3M$, utilizando un diseño completamente aleatorizado (DCA) y 3 réplicas por cada tratamiento (Tabla 1), obteniendo 18 unidades experimentales. Donde el (factor V) estuvo representado por la variedad y el (factor M) por el método de deshidratado. Factor V: Variedad (V_1 = Amarilla y V_2 = Roja).

Factor M: Método de deshidratado (M_1 = Deshidratado por bandejas; M_2 = Deshidratado por estufa y M_3 = Deshidratado por microondas).

Tabla 1

Arreglo Experimental

Factor V (Variedad)	Amarilla			Roja		
Factor M (Método)	Bandejas	Estufa	Microondas	Bandejas	Estufa	Microondas
Tratamientos	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Repeticiones	3T1	3T2	3T3	3T4	3T5	3T6

Fuente: Elaboración propia

* Se realizó los tres métodos de deshidratación (M_1, M_2 y M_3) a una misma temperatura de 70 °C, por 19 , 21 horas y 6 min respectivamente (Medina Jaramillo, 2015; Ssemwanga et al., 2020; Vega et al., 2019).

2.3. Proceso de deshidratado de la cáscara de la pitahaya

Se recolectó un total de 6 kg de fruta de las dos variedades de pitahaya, luego se procedió a una selección del residuo que esté libre olores extraños y estado de putrefacción para obtener harina de buena calidad, luego se colocó en un tazón de aluminio, donde se realizó el lavado de los 6 kg, se colocó las muestras en 2 ollas de acero inoxidable, 3 kg de pitahaya para cada olla, para luego dejarlo en una mesa de acero inoxidable con la finalidad de disminuir la presencia de actividad de agua presente en la cáscara a una temperatura ambiente aproximadamente 5 minutos. Después del proceso de pre secado, se comenzó a realizar los tres métodos de deshidratación con una temperatura de 70 °C, por 19 , 21 horas y 6 min, tanto para el deshidratado por bandejas (Fischer Agro), por estufa (Ecocell, EC.55ECO, SA) y microondas (Smart Inverter MAGNETRON, marca LG), luego se realizó la molienda en un molino de granos para reducir las partículas, para luego realizar el tamizado en un tamiz 8” ASTM N° 40, con 425 um de abertura de la malla, para la obtención de harina sin grumos y más finas para diversos usos. Finalmente se colocó en bolsas de polietileno para realizar sus diferentes análisis de potencial bioactivo.

2.4. Obtención de extractos

Los extractos se obtuvieron colocando 10 mL de agua ultra pura con 0,5 g de harina, en un tubo de 15 mL con tapa de rosca, luego las mezclas se agitaron en un vortex mixer aproximadamente 1 minuto a velocidad máxima de (3200 rpm) y finalmente se colocó en una centrifuga por 30 minutos a 5000 rpm/min (Centrifuge MPW-251), conforme a la metodología de (Calle & M, 2020).

2.5. Métodos

2.5.1. Determinación de capacidad antioxidante

Según Abreu-Naranjo et al. (2020), en su investigación sobre la actividad antioxidante se estimó a partir de la solución estándar Trolox (2000 μ M). Se colocó en un frasco de vidrio 25 mg de Trolox y se añadió alcohol etílico hasta que complete 50 ml de solución patrón, en total se tuvo 5 concentraciones de 100,

500, 1000, 1500 y 2000 μM . Para el caso de las muestras se preparó 100 mL de solución de DPPH (2,2-difenil-1-picril hidrazilo) en metanol de 20 mg/L. Luego se preparó la solución metanólica de nuestra muestra para su análisis en una concentración de 300 $\mu\text{g/mL}$ (solución A). Se empleó un blanco para la calibración del espectrofotómetro, que estaba conformada de metanol agua 2:1 mL, el blanco de la muestra se preparó con 0.75 mL de muestra (solución A) y 1,5 mL de metanol, para el patrón de referencia se utilizó 1,5 mL de solución DPPH y 0,75 mL de agua ultra pura, se agregó a cada una de las muestras (0,5 mL de solución A) se agregó 1,5 mL de solución DPPH, obteniendo una concentración de 100 $\mu\text{g/mL}$, se dejó reposar en la oscuridad aproximadamente 30 min, para luego medir la absorbancia a 517 nm en un espectrofotómetro (UV-vis marca ÚNICO modelo S-2100UV+SPECTROPHOMETER, procedencia Alemana) se midió la absorbancia del patrón de referencia y del blanco de la muestra, todas las muestras se realizó por triplicado

Los resultados de las muestras se expresaron como porcentaje de inhibición (%) mediante la siguiente fórmula:

$$I (\%) = 100 - \left(\frac{Ab}{Ac} \right) * 100$$

Donde:

Ab: Promedio de absorbancias de cada concentración

Ac: Absorbancia de la disolución de trolox

2.5.2. Determinación del contenido fenólico total

De acuerdo con Camboim Rockett et al. (2020); Ding et al. (2020); & Jiang et al. (2021), para la solución madre se preparó en un matraz de 100 mL de metanol, lo cual estaba conformada de 70 mL de metanol y 30 mL de agua ultra pura. Luego se agregó 0,25 g de ácido gálico, a la mezcla que se realizó se le llamo solución madre y se envolvió con papel aluminio, se codificó 11 viales de 0 a 2500, cada vial tuvo un incremento de 250 hasta llegar a los 2500, se agregó agua ultra pura de forma descendente de 10 mL a 0 y la solución madre de forma ascendente de 0 a 10 mL en los 11 viales de las cuales cada una tendría 10 mL de solución que

se agregó anteriormente. Para preparar 100 mL de solución 1:10, se adicionó 10 mL de Folin-Ciocalteu y 90 mL de agua ultra pura, se pesó 7,5 g de carbonato de sodio y se diluyó en 100 mL de agua ultra pura. Luego de ello se dejó filtrar la solución por unos minutos. Se realizó la rotulación de los tubos de ensayo de los 11 viales por triplicado, en total 33 tubos de ensayo.

- Primero de cada vial se retiró 50 μ L de solución madre y se colocó a los 3 tubos de ensayo codificados que le correspondía.
- Segundo se colocó 450 μ L de agua ultra pura a los 33 tubos de ensayo.
- Tercero se colocó 2,5 mL de Folin-Ciocalteu a los 33 tubos de ensayo.
- Cuarto se agregó 2 mL de solución carbonatada a los 33 tubos de ensayo.

Se colocó las muestras en una estufa a 60 °C/ 5 min, se utilizó agua ultra pura para calibrar el espectrofotómetro y la lectura se realizó a 760 nm.

Para las muestras se preparó Folin-Ciocalteu al 10%, en una solución de 30 mL, de las cuales se agregó 27 mL fue agua ultra pura y 3 mL de Folin-Ciocalteu, en una fiola de 25 mL se preparó carbonato de sodio al 7,5 %, de las cuales se agregó 23,12 mL de agua ultra pura y 1,88 g de carbonato de sodio. Luego se codificó los 3 tubos de ensayo con sus tres repeticiones obteniendo un total de 9 tubos de ensayo, se agregó 500 μ L de extracto; 2,5 mL de Folin-Ciocalteu al 10% y 2 mL de carbonato de sodio al 7,5 % para cada tubo de ensayo, se colocó las muestras en una estufa a 60 °C/ 5 min, se utilizó agua ultra pura para calibrar el espectrofotómetro, la lectura se realizó a 760 nm.

2.5.3. Vitamina C

Según Borran et al. (2021); Vega et al. (2019); Velásquez & Paredes, (2020), para la preparación de la muestra se agregó 1 g de harina con 10 mL de ácido metafósforico al 3%, se agitó y se centrifugó a 5000 rpm por 30 minutos. Se preparó 50 mg de indofenol con 100 mL de agua destilada. Luego para el ácido ascórbico se utilizó (1:1), 1 mg de ácido ascórbico y 1 mL de agua destilada. Para determinar el contenido de vitamina C en las muestras se realizó por titulación, el blanco 1 se agregó 12,5 mL de ácido metafósforico, 5 mL de ácido ascórbico por tres repeticiones; el blanco 2 se agregó 25 mL de ácido metafósforico, 5 mL de

ácido ascórbico por dos repeticiones. Finalmente se agregó 5 mL de extracto y se agregó 12,5 mL de ácido metafósforico.

2.5.4. Carotenoides Totales

De acuerdo con Ibanez, (2018); Reyes & Fukalova, (2019), se maceró la harina deshidratada en una proporción de 2,5 g en 10 mL de alcohol etílico al 96% por 48 horas. Cumplido las horas de macerado se filtró el extracto. Luego de cada método de deshidratado se colocó 1,9 mL y se maceró con acetona-hexano (1:9) durante 2 horas. Se agregó 10 mL de acetona-hexano (1:9) al extracto macerado y se filtró. Se colocó 0,6 mL de la solución filtrada en un tubo de ensayo con 4 mL de éter de petróleo y se agitó durante 30 segundos. Por último, se utilizó al éter de petróleo como blanco y se realizó la lectura de la absorbancia a 449 nm. Para la curva patrón se utilizó β -caroteno (0,1-0,8mg/L), a diferentes concentraciones y el contenido de caroteno se expresó como μg equivalentes de β -caroteno/ gramos de muestra (EBC / g).

2.6. Análisis de datos

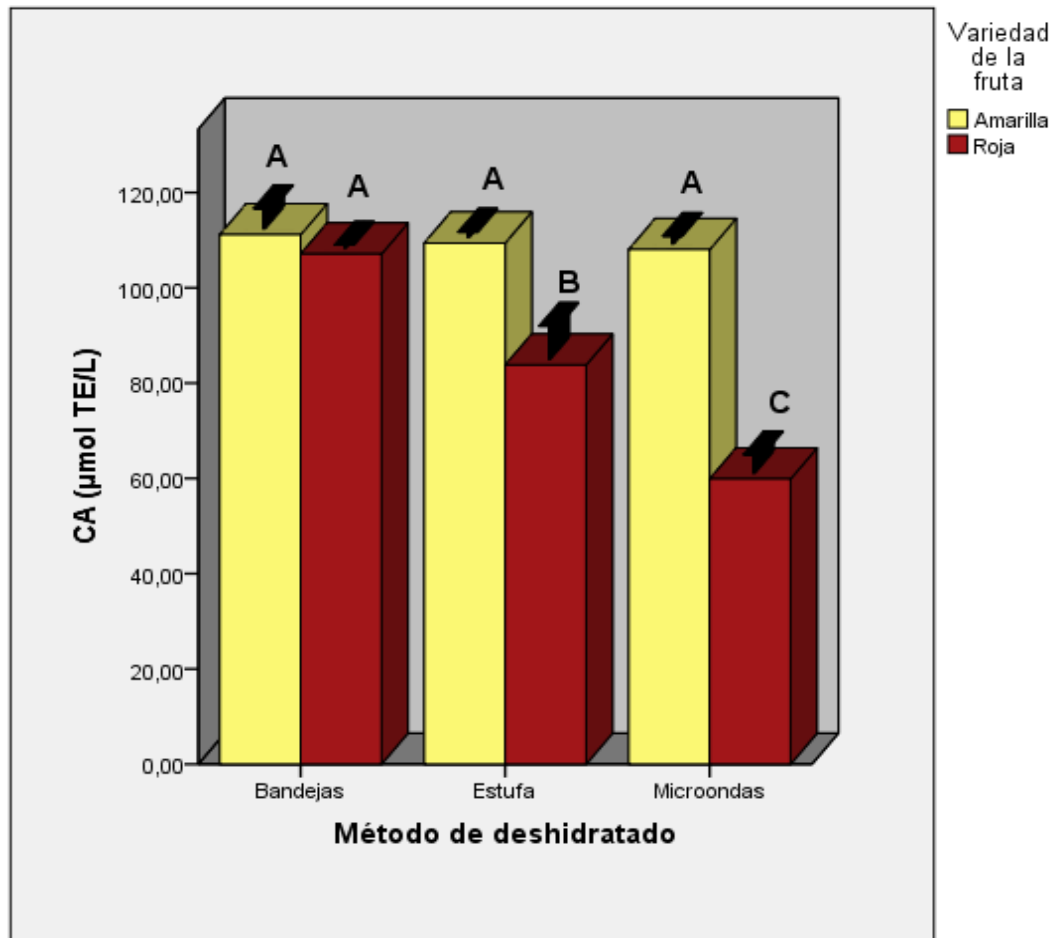
Para el análisis de datos se realizó el Análisis de Varianza (ANOVA) conjuntamente con la prueba de Tukey para la comparación múltiple al nivel de $p < 0.05$ % de significancia, para determinar si existe diferencias significativas entre las medias de los resultados obtenidos de los análisis de potencial bioactivos de dos variedades de pitahaya en diferentes tipos de deshidratación (bandejas, estufa y microondas), el análisis estadístico se realizó a través del programa estadístico IBS SPSS Statstcs versión 22.

III. RESULTADOS

3.1. Determinación de la capacidad antioxidante de la harina de cáscara de dos variedades de pitahaya en tres métodos de deshidratado.

Figura 1

Capacidad Antioxidante ($\mu\text{mol TE/L}$).

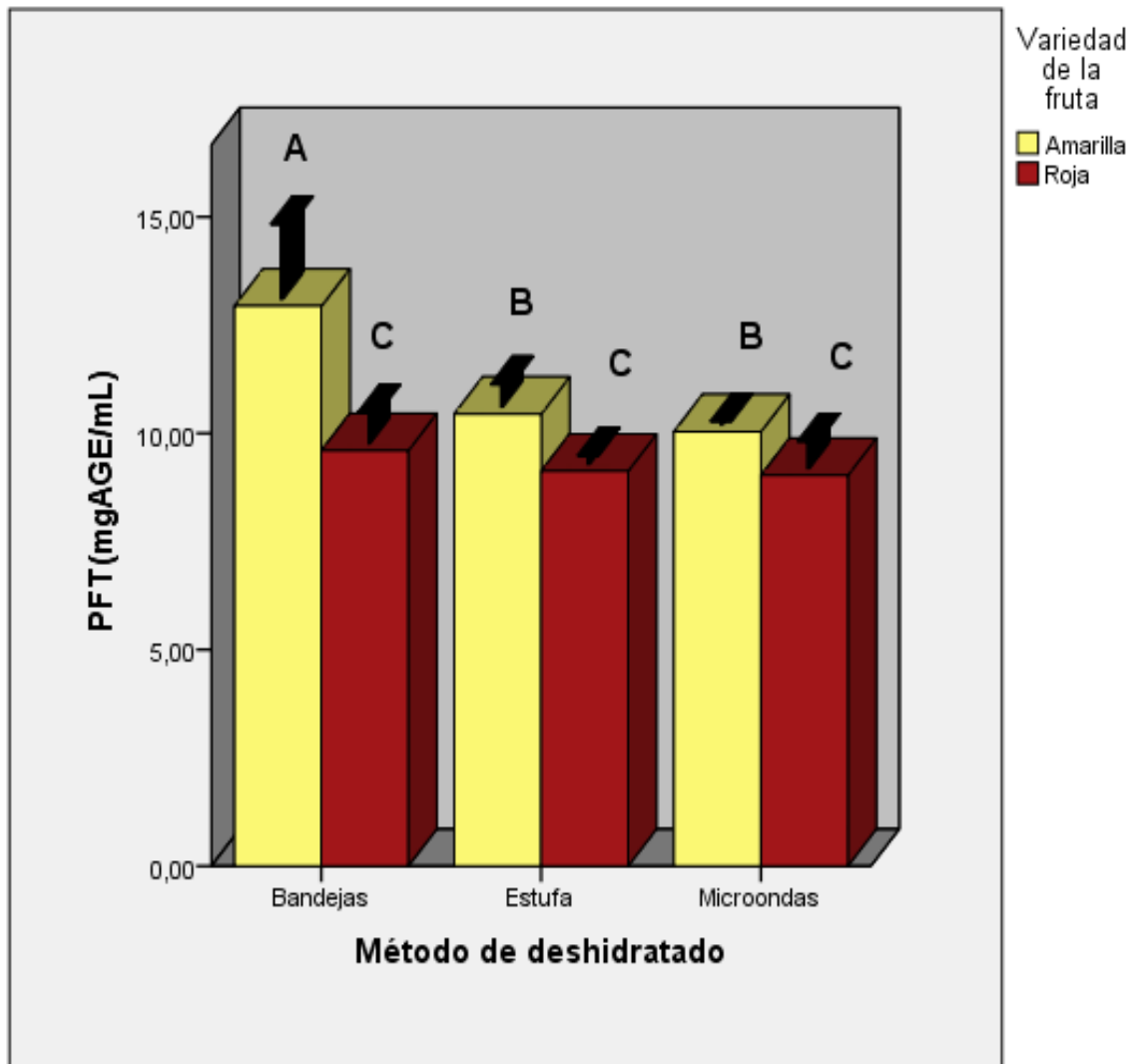


Barras de error: 95% CI

Nota. El gráfico presenta los resultados obtenidos de la variedad de pitahaya amarilla (111,160; 109,398; 108,045 $\mu\text{mol TE/L}$) y en la roja (107,106; 83,782; 59,886 $\mu\text{mol TE/L}$), con un nivel de significancia de $P=0.000$, de los métodos de bandejas, estufa y microonda.

3.2. Determinación de fenoles totales de la harina de cáscara de dos variedades de pitahaya en tres métodos de deshidratado

Figura 2



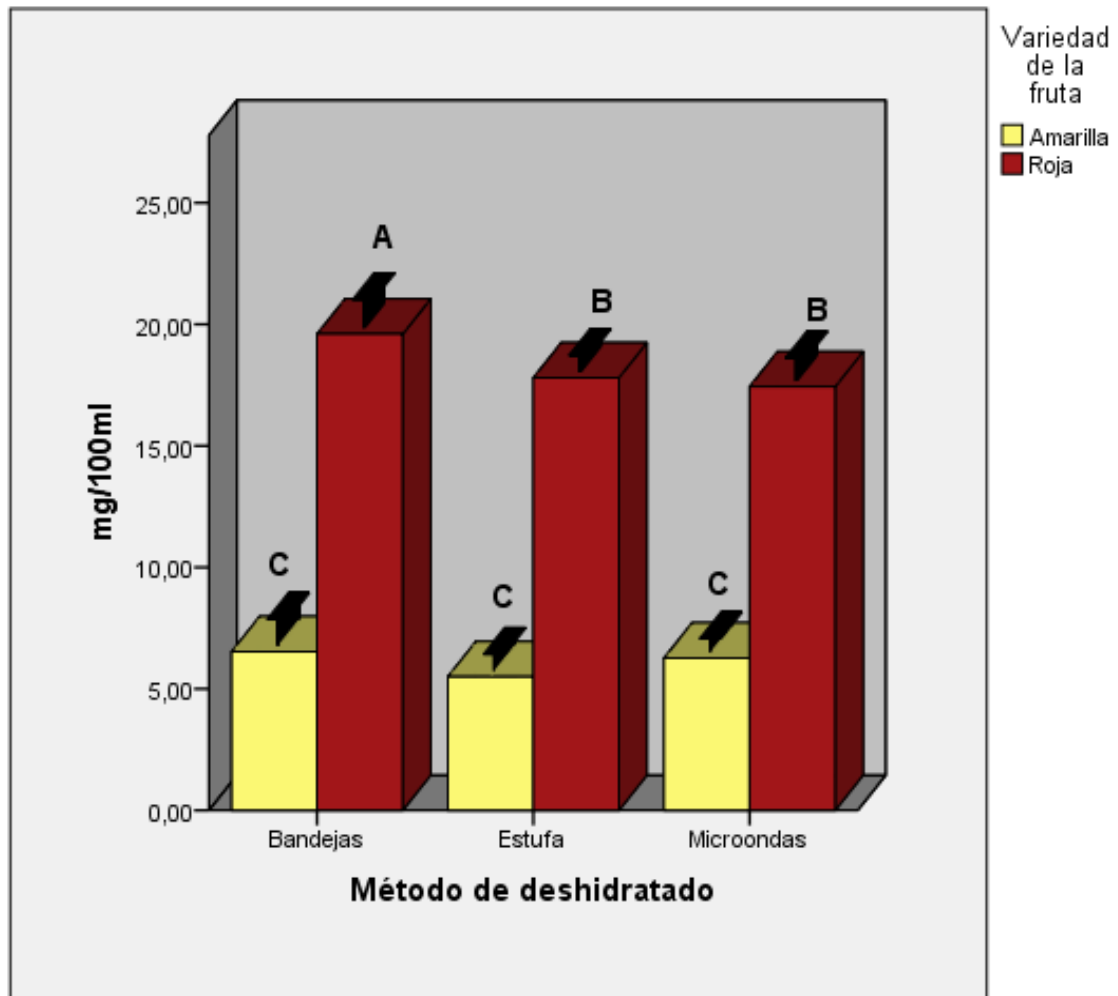
Barras de error: 95% CI

Nota. Se observa los resultados obtenidos de la variedad de pitahaya amarilla (12,938; 10,443; 10,038 mgAGE/mL) y en la roja (9,599; 9,127; 9,027 mgAGE/mL) con un nivel de significancia de $P=0.000$, de los métodos de bandejas, estufa y microonda.

3.3. Determinación de vitamina C de la harina de cáscara de dos variedades de pitahaya en tres métodos de deshidratado

Figura 3

Contenido de Vitamina C (mg/100 mL).



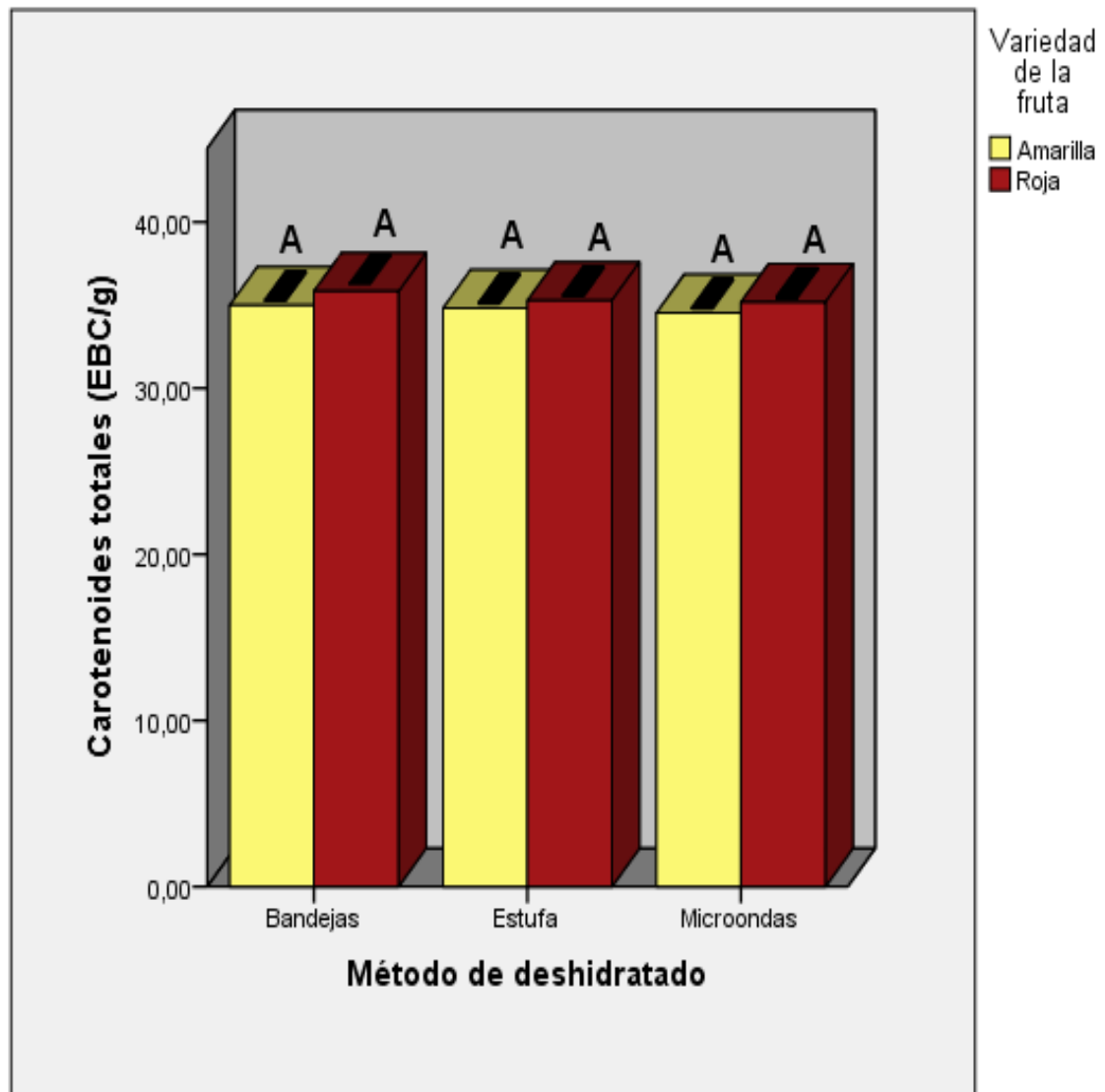
Barras de error: 95% CI

Nota. Se evidenciaron los resultados obtenidos de las dos variedades de pitahaya la amarilla (6,533; 5,625; 6,267 mg/100 mL) y en la roja (19,600; 17,800; 17,433 mg/100 mL), con un nivel de significancia de $P=0.003$, de los métodos de bandejas, estufa y microonda.

3.4. Determinación de carotenoides totales de la harina de cáscara de dos variedades de pitahaya en tres métodos de deshidratado

Figura 4

Determinación de Carotenoides Totales (EBC/g).



Barras de error: 95% CI

Nota. En el gráfico se observa los resultados obtenidos de la variedad de pitahaya amarilla (35,757; 34,817; 34,530 EBC/g) y la roja (35,837; 35,277; 35,180 EBC/g), con un nivel de significancia de $P=0.000$, de los métodos de bandejas, estufa y microonda.

IV. DISCUSIÓN

Tanto las variedades de las frutas y los métodos de deshidratado, influyen en los compuestos bioactivos de las frutas, como lo reportado por Vega et al. (2019). Se encontró que el método por bandejas presentó mejores resultados en los compuestos bioactivos en la deshidratación de pitahaya, tal como lo demuestran los estudios reportados por Ayala-Aponte et al. (2015), debido que el equipo por bandejas hace circular una corriente de aire caliente sobre el alimento a deshidratar, permitiendo controlar la velocidad y también la temperatura del flujo de aire, caso contrario que no pasa con el método de microondas que inducen una fricción entre las moléculas de agua, provocando calor que no es uniforme para reducir el contenido de agua de un alimento, mientras que el método por estufa se basa en la pérdida de agua de un alimento por evaporación (Cruz, 2015).

Con respecto al método de deshidratado por microondas, presentó menores resultados en contenido de capacidad antioxidante y fenoles totales en la variedad roja, el resultado es similar a lo reportado por Pérez-Loredo et al. (2017), quienes en su estudio mencionan que la aplicación de pretratamientos con microondas afecta el rendimiento de los compuestos bioactivos, existe varios factores, uno podría ser la ruptura de la membrana celular, otro factor podría ser el método de deshidratado, en el cual influye la geometría del alimento, porque al tener el espesor de la cáscara de la fruta mucho más grande, la transferencia de calor no es homogénea (Verona-Ruiz et al., 2020)

Referente a la capacidad antioxidante (Figura 1), la variedad amarilla presentó mayores resultados que la roja, similar a lo reportado por Corzo-Rios et al. (2017), en donde nos mencionan que trabajaron con la pulpa de pitahaya roja y además estos resultados demuestran que los metabolitos en los dos extractos analizados son diferentes. Asimismo, en la figura 2, se observó que la pitahaya roja tiene menor contenido de fenoles totales (9,027 mg del extracto de harina de cáscara de pitahaya roja), discrepando con lo encontrado por García-Cruz et al. (2016) siendo superior a lo investigado 52,8 mg de equivalentes de ácido gálico (AGE)/100 g de pulpa seca de la pitahaya roja, esto podría ser por el manejo de pre cosecha que involucra la temperatura e intensidad de la luz y el estado de madurez de la fruta ya que es un factor que determina la calidad del alimento.

En la figura 3 se observa el contenido de vitamina C obtenido de las dos variedades de pitahaya mediante el método de titulación con (2,6 diclorofenolindofenol) se logró obtener 6,5 mg en la variedad amarilla y 19,6 mg en la variedad roja, coincidiendo con lo encontrado por Torres-Bustillos, (2018). Se indica que los compuestos bioactivos dependen de su cultivo y la especie, teniendo mayor contenido de ácido ascórbico en la especie roja (Verona-Ruiz et al., 2020). Por otro lado, en la figura 4, se observó que el contenido de carotenoides totales fue de 35,8 mg EBC/g de la variedad amarilla; en comparación con el estudio de Giménez Solano et al. (2021) que reporta 18,0 mg en zumo de pitahaya, entonces el contenido del presente investigación es de alto contenido de carotenoides totales, aunque la pitahaya amarilla no presenta coloraciones intensas en la cáscara, esta contiene β -caroteno.

En la comparación de la harina de cáscara de pitahaya amarilla evaluada en este estudio se demostró que contiene mayor capacidad antioxidante y fenoles totales (Figura 1 y 2), así lo demuestran Figueroa et al. (2016), en donde mencionan que la pitahaya es una fuente de compuestos fenólicos con elevada actividad antioxidante, también, demuestran que influye el cultivo o lugar de producción de la fruta. Por otro lado, la harina de cáscara de pitahaya roja mostró mayor contenido en vitamina C y carotenoides totales (Figura 3 y 4), eso fue reportado por García-Cruz et al. (2016), donde muestran valores similares a los de este estudio y mencionan que el color de la fruta depende de las betalainas, que son compuestos nitrogenados hidrosolubles.

V. CONCLUSIONES

Los resultados muestran que las dos variedades de pitahaya de los distritos de Shipasbamba y Churuja; contienen compuestos bioactivos. En cuanto al mejor método de deshidratado de la fruta, el que presenta mejores resultados en las variables de estudio que permite obtener harina con potencial bioactivo, es el deshidratado por bandejas, luego el deshidratado por estufa y finalmente el deshidratado por microondas.

Por otra parte, la harina de cáscara de pitahaya de la variedad amarilla, presentó mejores resultados en capacidad antioxidante, fenoles totales y en la variedad roja el contenido de vitamina C y carotenoides totales.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar investigaciones sobre la comparación de métodos de deshidratado de harina de cáscara de pitahaya con diferentes temperaturas y tiempos.

Determinar los compuestos bioactivos de las dos variedades de pitahaya sin someterlo a ningún método de conservación.

Estudio sobre la aplicación de los compuestos bioactivos de la harina de cáscara de pitahaya en la elaboración de alimentos para el consumo humano.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu-Naranjo, R., Paredes-Moreta, J. G., Granda-Albuja, G., Iturralde, G., González-Paramás, A. M., & Alvarez-Suarez, J. M. (2020). Bioactive compounds, phenolic profile, antioxidant capacity and effectiveness against lipid peroxidation of cell membranes of *Mauritia flexuosa* L. fruit extracts from three biomes in the Ecuadorian Amazon. *Heliyon*, *6*(10), e05211. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05211>
- Al-Mekhlafi, N. A., Mediani, A., Ismail, N. H., Abas, F., Dymerski, T., Lubinska-Szczygeł, M., Vearasilp, S., & Gorinstein, S. (2021). Metabolomic and antioxidant properties of different varieties and origins of Dragon fruit. *Microchemical Journal*, *160*, 105687. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2020.105687>
- Ayala-Aponte, A. A., Serna Cock, L., & Rodriguez, G. (2015). Isotermas de desorción de humedad en pitahaya amarilla (*Selenicereus Megalanthus*). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, *10*(2), 135-143.
- Balendres, M. A., & Bengoa, J. C. (2019). Diseases of dragon fruit (*Hylocereus* species): Etiology and current management options. *Crop Protection*, *126*, 104920. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.104920>
- Borran, M., Dashti-Khavidaki, S., Alamdari, A., & Naderi, N. (2021). Vitamin C and kidney transplantation: Nutritional status, potential efficacy, safety, and interactions. *Clinical Nutrition ESPEN*, *41*, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2020.12.017>
- Calle, C., & M, R. (2020). *Evaluación de las propiedades físico químicas y microbiológicas, en la harina de cáscara de pitahaya (Selenicereus undatus (haw) d.r. Hunt) para uso de raciones alimenticias de animales*. <https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/878>
- Camboim Rockett, F., de Oliveira Schmidt, H., Schmidt, L., Rodrigues, E., Tischer, B., Ruffo de Oliveira, V., Lima da Silva, V., Rossini Augusti, P., Hickmann Flôres, S., & Rios, A. (2020). Phenolic compounds and antioxidant activity in vitro and in vivo of *Butia* and *Opuntia* fruits. *Food Research International*, *137*, 109740. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109740>

- Can-Cauich, C. A., Sauri-Duch, E., Betancur-Ancona, D., Chel-Guerrero, L., González-Aguilar, G. A., Cuevas-Glory, L. F., Pérez-Pacheco, E., & Moo-Huchin, V. M. (2017). Tropical fruit peel powders as functional ingredients: Evaluation of their bioactive compounds and antioxidant activity. *Journal of Functional Foods*, 37, 501-506. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.08.028>
- Chaemsanit, S., Matan, N., & Matan, N. (2018). Effect of peppermint oil on the shelf-life of dragon fruit during storage. *Food Control*, 90, 172-179. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.03.001>
- Corzo-Rios, L., Bautista-Ramírez, M., Gómez, Y., & Torres, L. (2017). *Frutas de cactáceas: Compuestos bioactivos y sus propiedades nutraceuticas* (pp. 35-66). <https://doi.org/10.3926/oms.360>
- Cruz, O. C. (2015). *Tipos de Secado en Alimentos*. 74.
- Ding, T., Cao, K., Fang, W., Zhu, G., Chen, C., Wang, X., & Wang, L. (2020). Evaluation of phenolic components (anthocyanins, flavanols, phenolic acids, and flavonols) and their antioxidant properties of peach fruits. *Scientia Horticulturae*, 268, 109365. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109365>
- Figueroa, R., Tamayo, J., González, S., Moreno, G., & Vargas, L. (2016). Actividad antioxidante de antocianinas presentes en cáscara de pitahaya (*Hylocereus undatus*). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 12(1), 44-50.
- García-Cruz, L., Salinas-Moreno, Y., & Valle-Guadarrama, S. (2016). Betalaínas, compuestos fenólicos y actividad antioxidante en pitaya de mayo (*Stenocereus griseus* H.). *Revista fitotecnia mexicana*, 35(spe5), 01-05.
- Giménez Solano, J., Larrea Santos, V., & Hernando Hernando, I. (2021). Caracterización de zumo y bagazo y bioaccesibilidad de sus principales compuestos bioactivos. *Ingeniería del agua*, 18(1), ix. <https://doi.org/10.4995/ia.2014.3293>
- Ibanez, F. (2018). *Protocolo para la determinación de carotenoides en frutos nativos*. https://www.researchgate.net/publication/332094222_421_
- Jiang, Y., Fang, Z., Leonard, W., & Zhang, P. (2021). Phenolic compounds in *Lycium berry*: Composition, health benefits and industrial applications.

- Journal of Functional Foods*, 77, 104340.
<https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.104340>
- Kasote, D. M., Katyare, S. S., & Hegde, M. V. (2015). Significance of Antioxidant Potential of Plants and its Relevance to Therapeutic Applications. *International Journal of Biological Sciences*, 982-991.
<https://doi.org/10.7150/ijbs.12096>
- Medina Jaramillo, C. (2015). *Estudio del proceso de deshidratación de alimentos frutihortícolas: Empleo de microondas y energía solar*.
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/46496>
- Morais, S. G. G., da Silva Campelo Borges, G., dos Santos Lima, M., Martín-Belloso, O., & Magnani, M. (2019). Effects of probiotics on the content and bioaccessibility of phenolic compounds in red pitaya pulp. *Food Research International*, 126, 108681.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108681>
- Pérez-Loredo, M. G., Hernández-De Jesús, L., & Barragán-Huerta, B. E. (2017). *Extracción de compuestos bioactivos de Pitaya Roja (Stenocereus stellatus) aplicando pretratamientos con microondas, ultrasonido y enzimáticos*.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952017000200135
- Reyes, J. C. A., & Fukalova, T. F. (2019). *Determinación de carotenoides totales en cuatro variedades de mashua (Tropaeolum tuberosum), deshidratada*. 89.
- Salgado-Chávez, J. A., Palacio-Valencia, A. E., Valero-Valero, N. O., Salgado-Chávez, J. A., Palacio-Valencia, A. E., & Valero-Valero, N. O. (2020). Antioxidant activity and seasonal influence on total polyphenols content in *Merremia aegyptia*. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 18(2), 82-93. [https://doi.org/10.18684/bsaa\(18\)82-93](https://doi.org/10.18684/bsaa(18)82-93)
- Sierra, A. (2015). *Compuestos fenólicos para superar situaciones de estrés abiótico – AEFA – Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes*. <https://aeфа-agronutrientes.org/compuestos-fenolicos-para-superar-situaciones-de-estres-abiotico>

- Silveira Agostini-Costa, T. (2020). Bioactive compounds and health benefits of Pereskioideae and Cactoideae: A review. *Food Chemistry*, 327, 126961. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126961>
- Soares, C., Correia, M., Delerue-Matos, C., & Barroso, M. F. (2017). Investigating the Antioxidant Capacity of Fruits and Fruit Byproducts through an Introductory Food Chemistry Experiment for High School. *Journal of Chemical Education*, 94(9), 1291-1295.
- Ssemwanga, M., Makule, E., & Kayondo, S. (2020). *The effect of traditional and improved solar drying methods on the sensory quality and nutritional composition of fruits: A case of mangoes and pineapples*. <https://www.semanticscholar.org/paper/The-effect-of-traditional-and-improved-solar-drying-Mohammed-Edna/9ecfcac7fa7a71391f73661f62519df7c982f0f9>
- Tirado, D. F., Acevedo-Correa, D., & Montero-Castillo, P. M. (2016). Secado de rodajas de fruto del árbol del pan mediante la técnica de Ventana Refractiva®. *Tecnológicas*, 19(36), 103. <https://doi.org/10.22430/22565337.591>
- Tongkham, N., Juntasalay, B., Lasunon, P., & Sengkhampan, N. (2017). Dragon fruit peel pectin: Microwave-assisted extraction and fuzzy assessment. *Agriculture and Natural Resources*, 51(4), 262-267. <https://doi.org/10.1016/j.anres.2017.04.004>
- Torres-Bustillos, L. G. (2018). *Propiedades-y-beneficios-de-las-pitayas*. <https://www.google.com/search?q=1.-Propiedades-y-beneficios-de-las-pitayas&oq=1.-Propiedades-y-beneficios-de-las-pitayas&aqs=chrome..69i57.1189j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
- Vega, J. C. D. la, Cañarejo, M. A., Cabascango, O. N., & Lara, M. V. (2019). Deshidratado de *Physalis peruviana* L. en dos Estados de Madurez y su Efecto sobre el Contenido de Polifenoles Totales, Capacidad Antioxidante, Carotenos, Color y Ácido Ascórbico. *Información tecnológica*, 30(5), 91-100. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000500091>
- Velásquez, C. M. B., & Paredes, R. E. P. (2020). *Valor nutritivo, valor calórico y valoración de vitamina C en el fruto de *Selenicereus Megalanthus* "Pitahaya Amarilla" procedente de la Región Amazonas – 2020*. 119.

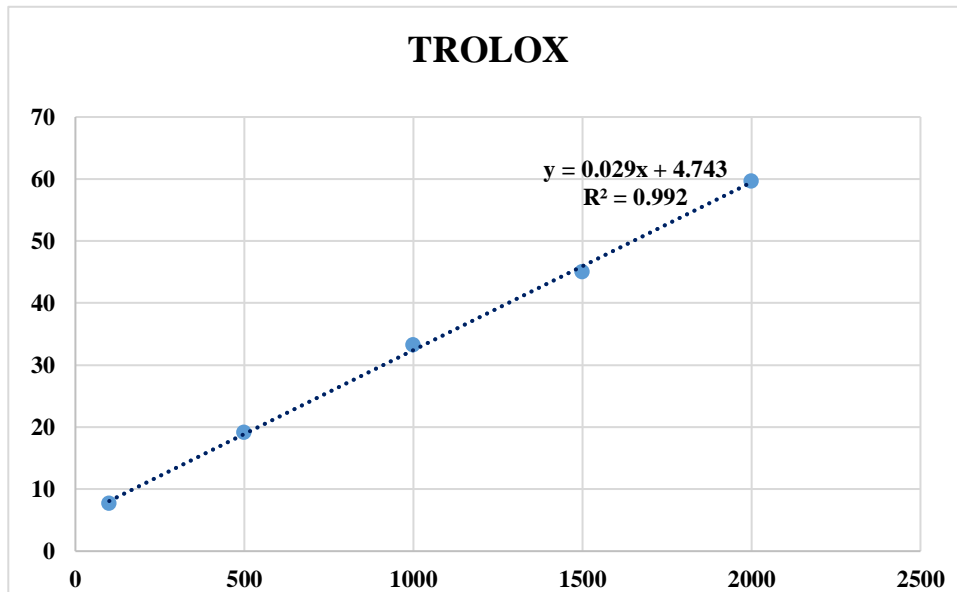
- Verona-Ruiz, A., Urcia-Cerna, J., & Paucar-Menacho, L. (2020). Pitahaya (Hylocereus spp.): Culture, physicochemical characteristics, nutritional composition, and bioactive compounds. *Scientia Agropecuaria*, *11*(3), 439-453. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.16>
- Wang, D., Yang, X., Chen, Y., Gong, K., Yu, M., Gao, Y., Wu, X., Hu, H., Liao, C., Han, J., & Duan, Y. (2020). Ascorbic acid enhances low-density lipoprotein receptor expression by suppressing proprotein convertase subtilisin/kexin 9 expression. *Journal of Biological Chemistry*, *295*(47), 15870-15882. <https://doi.org/10.1074/jbc.RA120.015623>
- Yong, Y. Y., Dykes, G., Lee, S. M., & Choo, W. S. (2018). Effect of refrigerated storage on betacyanin composition, antibacterial activity of red pitahaya (Hylocereus polyrhizus) and cytotoxicity evaluation of betacyanin rich extract on normal human cell lines. *LWT*, *91*, 491-497. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.01.078>

ANEXOS

Anexo 1. Curva de calibración para determinar capacidad antioxidante a 517 nm.

Figura 5

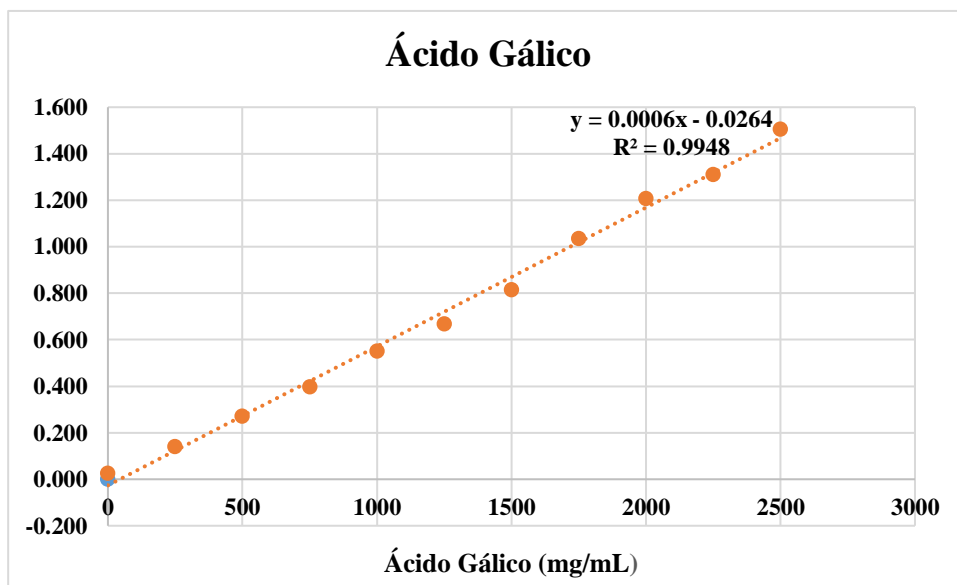
Curva de Calibración con el Reactivo Trolox.



Anexo 02. Curva de calibración para determinar fenoles totales a 760 nm.

Figura 6

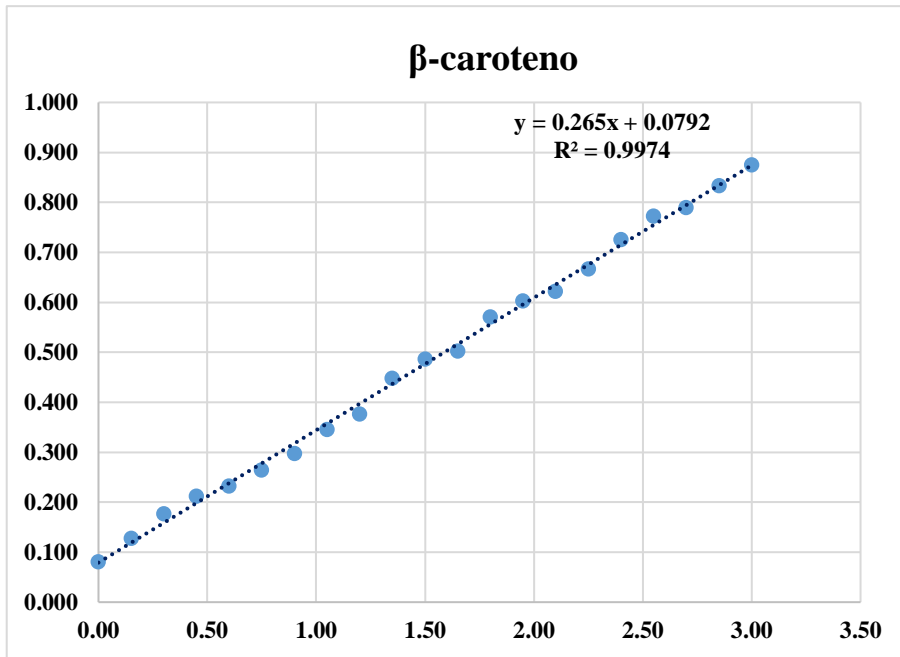
Curva de Calibración con el Reactivo Ácido Gálico para la Determinación de Fenoles Totales con la Método de Folin-Ciocalteu.



Anexo 03. Curva de calibración para determinar carotenoides a 449 nm.

Figura 7

Curva de Calibración con el Reactivo B-Caroteno



Anexo 04. Pruebas de efectos inter-sujetos de la variedad por método para los compuestos bioactivos.

Modelo Lineal General

Tabla 2

Factores inter-sujetos

		N
Variedad de la fruta	Amarilla	9
	Roja	9
Método de deshidratado	Bandejas	6
	Estufa	6
	Microondas	6

Tabla 3

Pruebas multivariante

Efecto		Valor	F	Gl de hipótesis	gl de error	Sig.
Interceptación	Traza de Pillai	1,000	7760967,332 ^b	4,000	9,000	,000
	Lambda de Wilks	,000	7760967,332 ^b	4,000	9,000	,000
	Traza de Hotelling	3449318,814	7760967,332 ^b	4,000	9,000	,000
	Raíz mayor de Roy	3449318,814	7760967,332 ^b	4,000	9,000	,000
Variedad	Traza de Pillai	,999	3085,708 ^b	4,000	9,000	,000
	Lambda de Wilks	,001	3085,708 ^b	4,000	9,000	,000
	Traza de Hotelling	1371,426	3085,708 ^b	4,000	9,000	,000
	Raíz mayor de Roy	1371,426	3085,708 ^b	4,000	9,000	,000
Método	Traza de Pillai	1,741	16,784	8,000	20,000	,000
	Lambda de Wilks	,001	58,725 ^b	8,000	18,000	,000
	Traza de Hotelling	188,420	188,420	8,000	16,000	,000
	Raíz mayor de Roy	185,482	463,705 ^c	4,000	10,000	,000
Variedad *	Traza de Pillai	1,912	54,594	8,000	20,000	,000
Método	Lambda de Wilks	,001	59,319 ^b	8,000	18,000	,000
	Traza de Hotelling	63,575	63,575	8,000	16,000	,000
	Raíz mayor de Roy	49,850	124,624 ^c	4,000	10,000	,000

a. Diseño : Interceptación + Variedad + Método + Variedad * Método

b. Estadístico exacto

c. El estadístico es un límite superior en F que genera un límite inferior en el nivel de significación.

Tabla 4*Pruebas de efectos inter-sujetos*

Origen	Variable dependiente	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	CA ($\mu\text{mol TE/L}$)	6388,141 ^a	5	1277,628	462,755	,000
	PFT(mgAGE/mL)	31,433 ^b	5	6,287	49,887	,000
	mg/100ml	677,138 ^c	5	135,428	933,983	,000
	Carotenoides totales (EBC/g)	2,995 ^d	5	,599	1078,048	,000
Interceptación	CA ($\mu\text{mol TE/L}$)	167838,661	1	167838,661	60790,886	,000
	PFT(mgAGE/mL)	1871,027	1	1871,027	14847,275	,000
	mg/100ml	2674,242	1	2674,242	18443,050	,000
	Carotenoides totales (EBC/g)	22181,796	1	22181,796	39927233,440	,000
Variedad	CA ($\mu\text{mol TE/L}$)	3028,703	1	3028,703	1096,991	,000
	PFT(mgAGE/mL)	16,065	1	16,065	127,482	,000
	mg/100ml	667,342	1	667,342	4602,360	,000
	Carotenoides totales (EBC/g)	1,921	1	1,921	3457,440	,000
Método	CA ($\mu\text{mol TE/L}$)	1900,216	2	950,108	344,128	,000
	PFT(mgAGE/mL)	10,562	2	5,281	41,907	,000
	mg/100ml	7,054	2	3,527	24,326	,000
	Carotenoides totales (EBC/g)	,960	2	,480	863,710	,000
Variedad * Método	CA ($\mu\text{mol TE/L}$)	1459,223	2	729,611	264,264	,000
	PFT(mgAGE/mL)	4,806	2	2,403	19,070	,000
	mg/100ml	2,741	2	1,371	9,452	,003
	Carotenoides totales (EBC/g)	,114	2	,057	102,690	,000
Error	CA ($\mu\text{mol TE/L}$)	33,131	12	2,761		
	PFT(mgAGE/mL)	1,512	12	,126		
	mg/100ml	1,740	12	,145		
	Carotenoides totales (EBC/g)	,007	12	,001		
Total	CA ($\mu\text{mol TE/L}$)	174259,933	18			
	PFT(mgAGE/mL)	1903,973	18			
	mg/100ml	3353,120	18			
	Carotenoides totales (EBC/g)	22184,798	18			
Total corregido	CA ($\mu\text{mol TE/L}$)	6421,272	17			

PFT(mgAGE/mL)	32,946	17
mg/100ml	678,878	17
Carotenoides totales (EBC/g)	3,001	17

- a. R al cuadrado = .995 (R al cuadrado ajustada = .993)
 b. R al cuadrado = .954 (R al cuadrado ajustada = .935)
 c. R al cuadrado = .997 (R al cuadrado ajustada = .996)
 d. R al cuadrado = .998 (R al cuadrado ajustada = .997)

Subconjuntos Homogéneos

Tabla 5

CA ($\mu\text{mol TE/L}$)

HSD Tukey^{a,b}

Método de deshidratado	N	Subconjunto		
		1	2	3
Microondas	6	83,9653		
Estufa	6		96,5902	
Bandejas	6			109,1328
Sig.		1,000	1,000	1,000

El término de error es la media cuadrática(Error) = 2.761.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 6.000.
 b. Alfa = .05.

Tabla 6

PFT(mgAGE/mL)

HSD Tukey^{a,b}

Método de deshidratado	N	Subconjunto	
		1	2
Microondas	6	9,5323	
Estufa	6	9,7850	
Bandejas	6		11,2688
Sig.		,458	1,000

El término de error es la media cuadrática(Error) = .126.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 6.000.
 b. Alfa = .05.

Tabla 7

mg/100ml

HSD Tukey^{a,b}

Método de deshidratado	N	Subconjunto	
		1	2
Estufa	6	11,6500	
Microondas	6	11,8500	
Bandejas	6		13,0667
Sig.		,645	1,000

El término de error es la media cuadrática(Error) = .145.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 6.000.

b. Alfa = .05.

Tabla 8

Carotenoides totales (EBC/g)

HSD Tukey^{a,b}

Método de deshidratado	N	Subconjunto		
		1	2	3
Microondas	6	34,8550		
Estufa	6		35,0467	
Bandejas	6			35,4117
Sig.		1,000	1,000	1,000

El término de error es la media cuadrática(Error) = .001.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 6.000.

b. Alfa = .05.

Anexo 05. Elaboración de harina de cáscara de pitahaya amarilla y roja en tres métodos de deshidratación.

Figura 8

Procedimiento para Obtener Harina de las Dos Variedades de Pitahaya



Recepción de la materia prima



Pesado de los 3 Kg de muestra.



Lavado



Extracción de la pulpa



Impurezas de la muestra



Cortado de la cáscara de pitahaya



M1 Deshidratado por microondas



M2 Deshidratado por estufa

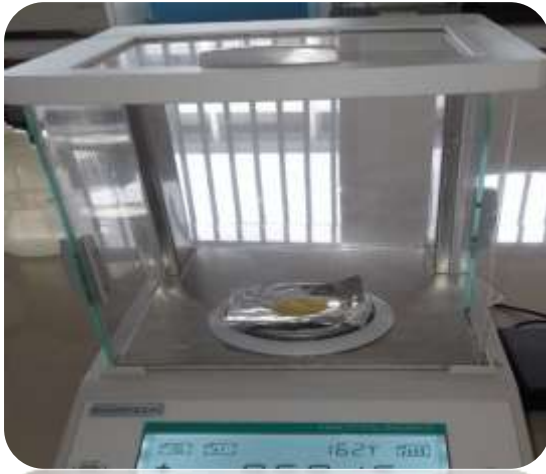


M3 Deshidratado por bandejas

Anexo 06. Preparación del extracto

Figura 9

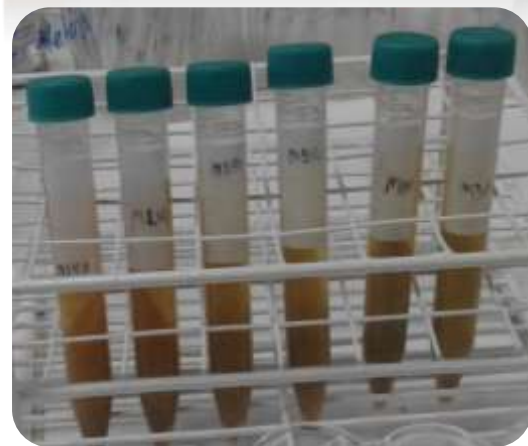
Procedimiento para la Preparación de los Extractos.



Pesado



Pesado de la harina M1, M2 y M3



Harina con agua destilada



Agitación del extracto



Centrifugación



Filtración del extracto

Anexo 07. Determinación de capacidad antioxidantes

Figura 10

Procedimiento para Determinar Capacidad Antioxidante.



Solución DPPH



Adición de metanol



Extracción del extracto



Adición del Dpph



Muestras de Dpph y metanol

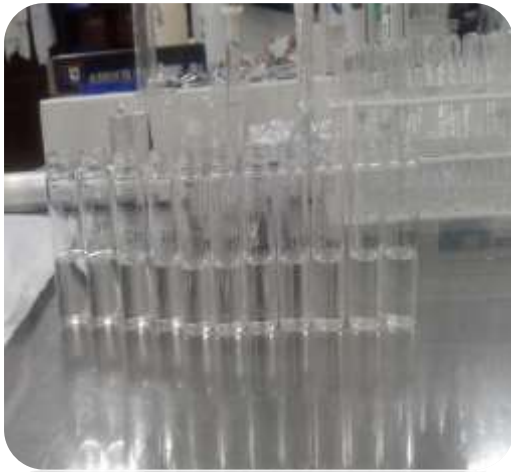


Obtención de resultados

Anexo 08. Determinación del contenido total de compuestos fenólicos.

Figura 11

Procedimiento para Determinar Compuestos Fenólicos.



Codificación de los 11 viales



Filtrado de la solución carbonatada



Material que nos permitirá que no le dé la iluminación a la muestra



Tubos de ensayo para llevar a estufa.



Colocando la muestra en la cubeta de vidrio.



Lectura de las muestras.

Anexo 09. Curva de calibración de capacidad antioxidante y fenoles totales.

Figura 12

Muestras para Curvas de Calibración.



Curva de calibración con reactivo Trolox



Curva de calibración con reactivo ácido gálico