



**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**

**FENOLES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE GUAYABA  
(*Psidium guajava*), ARÁNDANO (*Vaccinium myrtillus*) Y  
FRACCIONES COMESTIBLES Y NO COMESTIBLES DE  
PITAHAYA (*Selenicereus megalanthus*) Y AGUAYMANTO  
(*Physalis peruviana*)**

**AUTOR:**

Bach. Miguel Angel Chauca Aguilar

**ASESORES**

**Asesor:** Ing. *MSc.* Segundo Grimaldo Chavez Quintana

**Co asesor:** Ing. *MSc.* Erick Aldo Auquiñivin Silva

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2019**



**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**

**FENOLES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE GUAYABA  
(*Psidium guajava*), ARÁNDANO (*Vaccinium myrtillus*) Y  
FRACCIONES COMESTIBLES Y NO COMESTIBLES DE  
PITAHAYA (*Selenicereus megalanthus*) Y AGUAYMANTO  
(*Physalis peruviana*)**

**AUTOR:**

Bach. Miguel Angel Chauca Aguilar

**ASESORES**

**Asesor:** Ing. *MSc.* Segundo Grimaldo Chavez Quintana

**Co asesor:** Ing. *MSc.* Erick Aldo Auquiñivin Silva

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2019**

## DEDICATORIA

A Dios:

Por bendecirme, y otorgarme salud, protección y conocimientos necesarios para finalizar esta investigación.

A mi madre:

Deidad de María Aguilar Lacerna, por ser quien me guio en todas las etapas de mi vida, por su apoyo y amor incondicional.

A mis hijos:

Ariana y Sebastian, que son un pilar importante en mi vida y punto de partida para seguir superándome.

A mi compañera:

Erika, por brindarme unos hijos maravillosos y ser paciente y consecuente conmigo.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por darme salud, regalarme la vida y permitirme día a día superarme y permitirme conocer diferentes personas que con el tiempo se convirtieron en grandes compañeros y amigos.

A mi madre Deidad de María Aguilar Lacerna, por su apoyo y amor incondicional, por a ver estado siempre a mi lado en cada que di, por haberme guiado, enseñado el camino y darme el mejor regalo que son los estudios.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, por haberme brindado una pasantía a la Universidad de São Paulo (USP), Escuela Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) Brasil, en donde se dio inicio a esta investigación.

A mis asesores, Ms. Segundo Grimaldo Chavez Quintana y Ms. Erick Aldo Auquiñivin Silva, porque gracias a sus conocimientos y apoyo, he logrado realizar y culminar esta investigación.

Asimismo, agradecer de manera especial a las personas que trabajan en el laboratorio de Bioquímica y análisis Instrumental de la Escuela Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, al profesor Dr. Severino Mathias de Alencar, Dra. Priscila Siqueira Melo, Dra. Adna Prado y un gran amigo Dr. Daniel Vieira Morais por su paciencia, conocimientos compartidos y haberme guiado en el proceso de aprendizaje en esta investigación.

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI**

**Rector**

**Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN**

**Vicerrector Académico**

**Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN**

**Vicerrectora de Investigación**

**MSc. ERICK ALDO AUQUIÑIVIN SILVA**

**Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias**

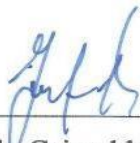
## VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS

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 **fenoles y capacidad antioxidante de guayaba (*Psidium guajava*), arándano (*Vaccinium myrtillus*) y fracciones comestibles y no comestibles de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) y aguaymanto (*Physalis peruviana*)**; del bachiller de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, egresado de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

**Bach. Miguel Angel Chauca Aguilar**

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

**Chachapoyas, 03 de septiembre de 2019**



---

Segundo Grimaldo Chavez Quintana

**Docente de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias**

## VISTO BUENO DEL CO ASESOR DE 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 **fenoles y capacidad antioxidante de guayaba (*Psidium guajava*), arándano (*Vaccinium myrtillus*) y fracciones comestibles y no comestibles de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) y aguaymanto (*Physalis peruviana*)**; del bachiller de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, egresado de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

**Bach. Miguel Angel Chauca Aguilar**

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

**Chachapoyas, 03 de septiembre de 2019**



---

**Erick Aldo Auquiñivin Silva**  
**Docente de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias**

**JURADO EVALUADOR**



---

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



---

**Ing. Ms. Efraín Manuelito Castro Alayo**  
**Secretario**



---

**Ing. Ms. Jannie Caroll Mendoza Zuta**  
**Vocal**



## DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo **Miguel Angel Chauca Aguilar**, identificado con DNI N° 47501609 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: **Fenoles y capacidad antioxidante de guayaba (*Psidium guajava*), arándano (*Vaccinium myrtillus*) y fracciones comestibles y no comestibles de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) y aguaymanto (*Physalis peruviana*)**, que presento para obtener el título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, y para su realización se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis presentada no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. La información presentada es real y no ha sido falsificada, ni duplicada, ni copiada.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda la responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la Tesis para obtener el Título Profesional, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran que pudieran derivarse para la UNTRM en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo 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, asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción deriven.

Chachapoyas, 03 de septiembre de 2019



---

**Firma del tesista**



**ANEXO 3-N**

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

En la ciudad de Chachapoyas, el día 03 de Setiembre del año 2019, siendo las 12:00 pm horas, el aspirante Miguel Angel Chauca Aguilar defiende en sesión pública la Tesis titulada: Fenolas y capacidad antioxidante de guayaba (Psidium guajava), Arándano (Vaccinium myrtillus) y Fracciones comestibles y no comestibles de pitahaya (Salicornia megalanthus) y aguaymanto (Physalis peruviana).

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

Presidente : Mg. Ing. Sr. Armstrong Fernández Jeri  
Secretario : Msc Ing. Efraín Manuelito Castro Alayo  
Vocal : Mg. Ing. Jannie Carroll Mandoza Zuta

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y método, 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 ..... horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

[Signature]  
SECRETARIO

[Signature]  
VOCAL

[Signature]  
PRESIDENTE

OBSERVACIONES

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS.....	vi
VISTO BUENO DEL CO ASESOR DE TESIS .....	vii
JURADO EVALUADOR.....	viii
ÍNDICE GENERAL .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
ABSTRACT.....	xv
I. INTRODUCCIÓN.....	16
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
2.1. Obtención, tratamientos iniciales y extracción.....	18
2.2. Obtención de los extractos.....	18
2.3. Determinación de la composición fenólica .....	19
2.4. Evaluación de la actividad antioxidante .....	20
2.5. Análisis estadístico .....	22
III. RESULTADOS .....	23
3.1. Obtención, tratamientos iniciales y extracción.....	23
3.2. Determinación del contenido de compuestos fenólicos .....	23
3.3. Método de secuestro del radical DPPH.....	24
3.4. Método de secuestro de radical ABTS <sup>+</sup> .....	26
3.5. Análisis de correlación entre el contenido fenólico y la capacidad antioxidante ... .....	27
IV. DISCUSIÓN.....	28
V. CONCLUSIONES.....	31
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	32
ANEXOS .....	36
Anexo 1. Valores de ° Brix y % de Acidez para el índice de madurez .....	36
Anexo 2. Curvas de calibración de ácido gálico y Trolox, para análisis de fenoles totales y capacidad antioxidante.....	37
Anexo 3. Cálculo del porcentaje de actividad antioxidante (%AA).....	39
Anexo 4. Muestras de Perú y de Brasil.....	40
Anexo 5. Pruebas espectrofotométricas.....	41

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rendimiento (%) de las muestras liofilizadas obtenidas de Perú .....	23
Tabla 2. Correlación entre las variables de análisis multivariado .....	27
Tabla 3. Valores de ° Brix y % de Acidez para el índice de madurez .....	36
Tabla 4. Porcentaje de inhibición de la actividad antioxidante obtenida por el método de secuestro de radical libre DPPH de guayaba, arándano, pulpa y cáscara de pitahaya y aguaymanto. ....	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Contenido de compuestos fenólicos totales del extracto de guayaba, arándano, pulpa y cáscara de pitahaya y aguaymanto expresados en mg GAE/g de muestra liofilizada .....	24
Figura 2. Actividad antioxidante obtenida por el método de secuestro de radical libre DPPH, para guayaba, arándano, pulpa y cáscara de pitahaya y aguaymanto expresados en $\mu\text{mol}$ Trolox/g de muestra liofilizada .....	25
Figura 3. Actividad antioxidante obtenida por el método de secuestro de radical libre ABTS, para guayaba, arándano, pulpa y cáscara de pitahaya y aguaymanto, expresados en $\mu\text{mol}$ Trolox/g de muestra liofilizada .....	26
Figura 4. Curva de calibración del ácido gálico para la determinación de fenoles totales por el método Folin-Ciocalteu .....	37
Figura 5. Curva patrón de calibración de Trolox para la determinación de antioxidantes por DPPH .....	37
Figura 6. Curva patrón de calibración de Trolox para la determinación de antioxidantes por ABTS .....	38
Figura 7. Muestras de Perú (A=aguaymanto cáscara, B=guayaba, C=pitahaya pulpa, D=pitahaya cáscara, E=arándano y F=aguaymanto pulpa). .....	40
Figura 8. Muestras de Brasil (A=guayaba, B=arándano, C=pitahaya pulpa, D=pitahaya cáscara, E=aguaymanto pulpa y F=aguaymanto cáscara). .....	40
Figura 9. Procedimientos para fenoles, DPPH y ABTS .....	41
Figura 10. Lectura de absorbancia para fenoles, DPPH y ABTS; en ambientes oscuros ....	41
Figura 11. Curva para fenoles .....	42
Figura 12. Curva para DPPH .....	42
Figura 13. Curva para ABTS .....	42

## RESUMEN

El objetivo de investigación fue determinar el contenido de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de guayaba (*Psidium guajava*), arándano (*Vaccinium myrtillus*) y fracciones comestibles y no comestibles de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*), y aguaymanto (*Physalis peruviana*). Se obtuvieron extractos etanólicos de muestras adquiridas en Brasil y Perú, luego se determinó los compuestos fenólicos y actividad antioxidante. La actividad antioxidante se midió mediante las técnicas de captura de radicales libres DPPH y ABTS<sup>+</sup> y los fenoles totales mediante la técnica de Folin Ciocalteu. El contenido de compuestos fenólicos de los extractos de arándano proveniente de Leymebamba, seguido de la guayaba proveniente de Rodríguez de Mendoza, presentan los mejores resultados, 22,70 y 15,78 mg GAE/g respectivamente, asimismo, mediante las dos técnicas para actividad antioxidante se obtuvieron los valores más altos (205,33 y 123,14  $\mu\text{mol Trolox/g}$  para DPPH y, 238,37 y 98,78  $\mu\text{mol de Trolox/g}$  para ABTS). Las muestras de procedencia peruana muestran mejores resultados en el contenido de compuestos fenólicos que las del Brasil. También se encontró una correlación directa (0,85-0,95) entre el contenido de compuestos fenólicos y la actividad antioxidante.

*Palabras Clave:* Compuestos fenólicos, Radical libre, actividad antioxidante.

## ABSTRACT

The objective of the research was to determine the content of phenolic compounds and the antioxidant capacity of guayaba (*Psidium guajava*), blueberry (*Vaccinium myrtillus*) and edible and inedible fractions of pitahaya (*Selenicereus megalanthus*), and aguaymanto (*Physalis peruviana*). Ethanol extracts were obtained from samples acquired in Brazil and Peru, then the phenolic compounds and antioxidant activity were determined. The antioxidant activity was measured by free radical capture techniques DPPH and ABTS<sup>•+</sup> and total phenols by the Folin Ciocalteu technique. The content of phenolic compounds of blueberry extracts from Leymebamba, followed by guayaba from Rodríguez de Mendoza, presented the best results, 22.70 and 15.78 mg GAE / g respectively, also, by means of the two techniques for activity antioxidant the highest values were obtained (205.33 and 123.14  $\mu\text{mol Trolox} / \text{g}$  for DPPH and, 238.37 and 98.78  $\mu\text{mol Trolox} / \text{g}$  for ABTS). The samples of Peruvian origin show better results in the content of phenolic compounds than those of Brazil. A direct correlation (0.85-0.95) was also found between the content of phenolic compounds and the antioxidant activity.

*Keywords:* Phenolic compounds, free radical, antioxidant activity.

## I. INTRODUCCIÓN

La naturaleza posee una alta diversidad de especies vegetales que presentan una amplia gama de sustancias bioactivas, como compuestos fenólicos y antioxidantes, las cuales vienen siendo estudiadas por sus beneficios a la salud humana (Balasundram, Sundram, & Samman, 2006); estas sustancias son capaces de aumentar la resistencia a los daños oxidativos provocados por radicales libres que están presentes en diversos alimentos y productos alimenticios (Bianchi & Antunes, 1999).

Los compuestos fenólicos pueden ser definidos como sustancias orgánicas, ya que poseen un anillo aromático, constituyendo uno de los grupos más numerosos del reino vegetal, y debido a su composición química presentan propiedades antioxidantes (Soares, 2002; Farah & Marino, 2006). Estos compuestos son importantes constituyentes de muchas frutas y hortalizas, diversos investigadores vienen estudiando su identificación y cuantificación, dado que estas revelan la información al respecto de la actividad antioxidante, calidad del alimento y de los potenciales beneficios a la salud (Ferguson & Harris, 1999; King & Young, 1999).

Diversas investigaciones demuestran que el uso de antioxidantes de origen vegetal tiene mayor importancia debido a los beneficios para la salud, recomendando el consumo de fruta fresca, ya que dichos compuestos bioactivos reducen el estrés oxidativo y modifican el perfil lipídico, con lo cual se reduce el riesgo de enfermedades causadas por radicales libres y el elevado colesterol sanguíneo (Daza, Herrera, Murillo, & Mendez, 2014).

La diversidad de climas en el Perú, lo hacen un país perfecto para la producción de frutas; asimismo, cuenta con más de 600 especies, entre ellas conocidas y algunas desconocidas para el mundo; entre ellas tenemos: el aguaymanto, la pitahaya, berries, entre otros (Minagri, 2019).

La guayaba es un fruto nativo de la Amazonía peruana, puesto que no cuenta con plantaciones específicas establecidas, generalmente la pulpa es utilizada en el procesamiento de jugos, néctares y rellenos para dulces sin considerar su verdadero valor nutricional y antioxidante (Ordoñez, León, Reátegui, & Sandoval, 2012). Sin embargo, los componentes fenólicos de esta fruta se descubrieron recientemente, dándose a conocer como una fuente óptima de



antioxidantes naturales (Liu, y otros, 2018). Asimismo, la guayaba es rica en vitamina C, A, B, entre otros nutrientes (San-Gwang, Yi-Ying, & Huey-Lin, 2017).

La pitahaya pertenece a la familia Cactaceae, es una fruta nativa de Sudamérica, existiendo dos especies *Hylocereus undatus* (roja) y *Selenicereus megalanthus* (amarilla), este fruto es considerado como alimento funcional por contener compuestos bioactivos y propiedades nutraceuticas (Esquivel & Araya, 2012).

El arándano es conocido por su potencial beneficio para la salud debido a la capacidad antioxidante de diversos fitoquímicos que posee, los cuales son capaces de prevenir los procesos oxidativos, ello se debe a los compuestos fenólicos con los que cuenta. Esta fruta es conocida por ser una de las mejores fuentes de fenoles de distinta naturaleza (Arteaga & Arteaga, 2016).

El aguaymanto (*Physalis peruviana*) pertenece a la familia Solanaceae, contiene propiedades tanto medicinales como nutricionales, este fruto es utilizado para la preparación de: mermeladas, salsas, pies, pudines y helados; además en su composición contiene compuestos bioactivos como: polifenoles, vitamina C, vitamina E y algunos complejos de vitamina B, siendo una potencial fruta de nuestro territorio (Corrales-Bernal, Vergara, Rojano, Yahia, & Maldonado, 2015; Jurado, y otros, 2016)

El objetivo de este trabajo fue determinar el contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de guayaba (*P. guajava*), arándano (*V. myrtillus*) y fracciones comestibles y no comestibles de pitahaya (*S. megalanthus*) y aguaymanto (*P. peruviana*); para ello se colectaron muestras comercializadas en Perú y Brasil, siendo una de las muestras comercializadas en Brasil de procedencia norteamericana y otra colombiana.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Obtención, tratamientos iniciales y extracción

Las muestras de guayaba, arándano, pitahaya y aguaymanto (fruto y cáscara) fueron adquiridos en Piracicaba-São Paulo, Brasil; se colectó aproximadamente 0,6 kg de guayaba procedente de Campinas-São Paulo (GB), 0,3 kg de arándano proveniente de Estados Unidos (ArEU), 1 kg de pitahaya entre pulpa (PPB) y cáscara (CPB) proveniente de Rio Grande-Brasil y 0,5 kg de aguaymanto en pulpa (PAgB) y cáscara (CAgB) de procedencia colombiana. En seguida, fueron llevadas al laboratorio de Bioquímica y análisis instrumental de la Escuela Superior de Agricultura “Luis de Queiroz” – ESALQ/USP, para realizar los análisis.

De igual manera, el mismo tipo de frutas fueron adquiridas en el mercado modelo de la ciudad de Chachapoyas-Amazonas, Perú; se colectó aproximadamente 0,5 kg de guayaba procedente de Rodríguez de Mendoza (GP), 0,5 kg de arándano proveniente de Leymebamba (ArP), 0,35 kg de pitahaya tanto pulpa (PPP), como cáscara (CPP) proveniente de Leymebamba y 0,25 kg de aguaymanto en pulpa (PAgP) y cáscara (CAgP) procedente de Santo Tomas - Amazonas.

Se utilizó el fruto entero de guayaba y arándano, mientras que la pitahaya y aguaymanto fueron divididos en pulpa y cáscara. Las muestras fueron higienizadas, picadas y congeladas, posteriormente liofilizadas y almacenadas a -18 °C hasta su uso. Las muestras fueron pesadas antes y después de la liofilización para obtener el rendimiento, asimismo, se midió los grados Brix y acidez titulable de las pulpas conforme a la Tabla 5 (Anexo 2).

### 2.2. Obtención de los extractos

Para la obtención de los extractos inicialmente se pesó un gramo de cada muestra liofilizada y molida, adicionando 10 mL de solvente etanol-agua (80:20 v/v)

conforme a lo descrito por Díaz-de-Cerio, Gómez-Caravaca, Verardo, Fernández-Gutiérrez y Segura-Carretero (2016). La extracción se llevó a cabo con el inicio en ultrasonido a temperatura ambiente durante 30 minutos. Posteriormente, el extracto fue centrifugado a 5 000 rpm durante 15 minutos y fue filtrado el sobrenadante para ser ocupado en los análisis.

### **2.3. Determinación de la composición fenólica**

#### **2.3.1. Determinación del contenido de compuestos fenólicos totales**

El análisis fue realizado por el método espectrofotométrico descrito por Singleton, Orthofer y Lamuela-Raventós (1999) con modificaciones. Los extractos fueron diluidos en las siguientes proporciones de extracto-solvente de extracción: guayaba 1:30 (v/v), arándano 1:40 (v/v), pulpa de pitahaya 1:5 (v/v), cáscara de pitahaya 1:10 (v/v), pulpa de aguaymanto 1:10 (v/v) y cáscara de aguaymanto 1:40 (v/v). En un tubo de ensayo se colocó 0,5 mL de la muestra o patrón y 2,5 mL de la solución de Folin-Ciocalteu (10%). La mezcla permaneció en reposo por 5 minutos. En seguida fue adicionado 2 mL de la solución de NaCO<sub>3</sub> al 4%. Un blanco fue hecho usando 0,5 mL de agua destilada en el lugar da muestra. Las misturas quedaron en reposo por 2 horas, protegidas de la luz. La absorbancia fue medida en un espectrofotómetro (SECOMAM-Uviline 9400) con lecturas a 740 nm. Una curva patrón de ácido gálico (10-100 µg/mL) fue analizada en las mismas condiciones. A partir de la ecuación de la recta obtenida en la curva patrón ( $y = 118,78x + 0,866$ ;  $R^2 = 0,9996$ ), fue realizado el cálculo del contenido de fenólicos totales. Los valores fueron expresados en miligramos equivalente de ácido gálico por gramo de muestra liofilizada (GAE ácido gálico/g muestra liofilizada). Los análisis fueron realizados en triplicado.

## 2.4. Evaluación de la actividad antioxidante

### 2.4.1. Método de secuestro del radical DPPH

El 2,2-difenil-1-picrilidrazil (DPPH) por ser un radical inestable de coloración violeta, acepta un electrón o un radical de hidrógeno para tornarse una molécula estable, siendo reducido en la presencia de un antioxidante y adquiriendo una coloración amarilla. En la forma de radical, el DPPH posee una absorción característica a 517 nm, que desaparece a la medida que él va siendo reducido por el hidrógeno donado por un antioxidante (Brand-Williams, Cuvelier, & Berset, 1995; Moraes-de-Souza, Oldoni, Regitano-d'Arce, & Alencar, 2008). Para la determinación de la actividad antioxidante, los extractos de las frutas de diferentes procedencias fueron diluidos en las siguientes proporciones de extracto-solvente de extracción: guayaba 1:100 (v/v), arándano 1:200 (v/v), pulpa de pitahaya 1:20 (v/v), cáscara de pitahaya 1:10 (v/v), pulpa de aguaymanto 1:30 (v/v) y cáscara de aguaymanto 1:40 (v/v). En un tubo de ensayo se adicione 500 µL de los extractos y/o patrones (Trolox), 3,0 mL de etanol absolute (v/v) y 300 µL del radical DPPH en solución de etanol 0,5mM. La mistura fue incubada por 45 minutos, a temperatura ambiente y protegida de la luz. La absorbancia fue medida en el espectrofotómetro (SECOMAM-Uviline 9400) a 517 nm. La actividad secuestrante del radical DPPH fue determinada en la forma de Actividad Antioxidante (AA), de acuerdo con la ecuación:

$$AA (\%) = (1 - (Aa / Ac)) * 100 \dots\dots\dots \text{Ecuación (1)}$$

Donde:

Aa = absorbancia de la muestra

Ac = absorbancia del control negativo

El control negativo se obtuvo sustituyéndose el volumen del extracto por igual volumen del solvente utilizado en la extracción. Además, se construyó una curva patrón con valores de 20-140  $\mu\text{mol}$  Trolox. A partir de la recta obtenida en la curva patrón ( $y = -0,0007x + 0,1022$ ;  $R^2 = 0,9997$ ), fue realizado el cálculo para el contenido de antioxidantes. Los resultados fueron expresados en  $\mu\text{mol}$  de Trolox/g de muestra.

#### **2.4.2. Método ABTS<sup>•+</sup>**

La actividad antioxidante por el método de secuestro del radical 2,2-azino-bis-(3-etil-benzotiazolina-6-ácido sulfónico (ABTS<sup>•+</sup>) fue realizada de acuerdo con lo descrito por Re, y otros (1999) con modificaciones. El radical ABTS<sup>•+</sup> fue formado por la reacción de ABTS<sup>•+</sup> 7 mM con persulfato de potasio 14 mM, incubándose a temperatura ambiente en la oscuridad, por un periodo de 12-16 horas. Una vez formado, el radical fue diluido con etanol hasta obtener una absorbancia de  $0.700 \pm 0.02$  a 734 nm. Para la determinación de la actividad antioxidante, los extractos de las frutas de diferentes procedencias fueron diluidos en las siguientes proporciones de extracto-solvente de extracción: guayaba 1:10 (v/v), arándano 1:30 (v/v), pulpa de pitahaya 1:2 (v/v), cáscara de pitahaya 1:2 (v/v), pulpa de aguaymanto 1:5 (v/v) y cáscara de aguaymanto 1:5 (v/v). En un ambiente oscuro, un volumen de 4,5 mL de la solución de radical ABTS<sup>•+</sup> fue adicionado a 45  $\mu\text{L}$  de cada dilución de los extractos y las absorbancias fueron leídas después de seis minutos en el espectrofotómetro (SECOMAM-Uviline 9400) a 734 nm, utilizando etanol Absolute como blanco. Se utilizó como referencia el Trolox, un antioxidante sintético análogo a la vitamina E, en las concentraciones de 100-1000  $\mu\text{M}$ . obteniendo una curva patrón  $y = -0,0003x + 0,7087$ , con un  $R^2 = 0,9991$  próximo a 1; los resultados de la actividad antioxidante fueron expresados en  $\mu\text{mol}$  Trolox/g de muestra.

## **2.5. Análisis estadístico**

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y para determinar la diferencia estadística entre las medias de los factores e interpretación se empleó la prueba Duncan al nivel de  $p < 0,05$  de significancia. Los resultados fueron expresados en medias  $\pm$  desviación estándar. Además, fue realizada una correlación entre el contenido de compuestos fenólicos y la actividad antioxidante de las muestras por medio del coeficiente de correlación de Pearson. Todos los ensayos fueron realizados por triplicado y analizados utilizando el software SPSS v. 23.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Obtención, tratamientos iniciales y extracción

Los valores de la Tabla 1 representan el rendimiento en peso seco de las muestras liofilizadas, expresados en porcentaje (%). La cáscara de aguaymanto fue la que presentó el mayor rendimiento dentro de todas las muestras; asimismo, la que presentó menor rendimiento en ambos casos fue la cáscara de pitahaya.

Tabla 1. Rendimiento (%) de las muestras liofilizadas obtenidas de Perú

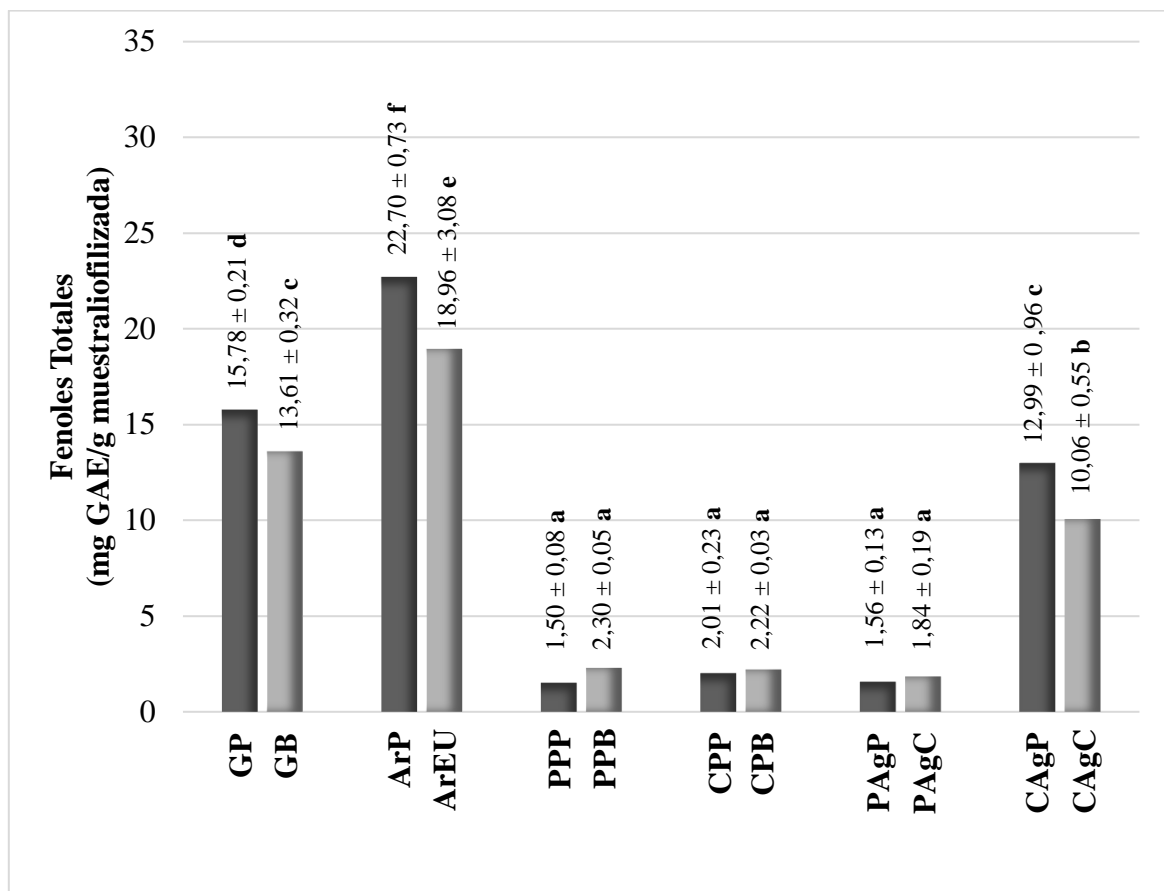
Muestra	Rendimiento de la muestra liofilizada (%)			
	Perú	Brasil	Colombia	Estados Unidos
Guayaba	17,40	16,10		
Arándano	16,25			15,63
Pulpa de pitahaya	20,45	19,08		
Cáscara de pitahaya	9,45	8,12		
Pulpa de aguaymanto	19,87		19,32	
Cáscara de aguaymanto	48,27		81,60	

Los valores representan el rendimiento de las muestras antes y después de ser liofilizadas.

#### 3.2. Determinación del contenido de compuestos fenólicos

El contenido de compuestos fenólicos totales se muestra en la Figura 1; en la cual, se observa que el extracto de arándano procedente de Leymebamba presentó la mayor cantidad de fenoles totales con 22,70 mgAG/g muestra liofilizada. Asimismo, se muestra que las muestras procedentes de Perú poseen mayor contenido de fenoles totales que las muestras obtenidas en Brasil (las muestras de arándano y aguaymanto

son procedentes de Estados Unidos y Colombia en ese orden, las cuales son comercializadas en Brasil).



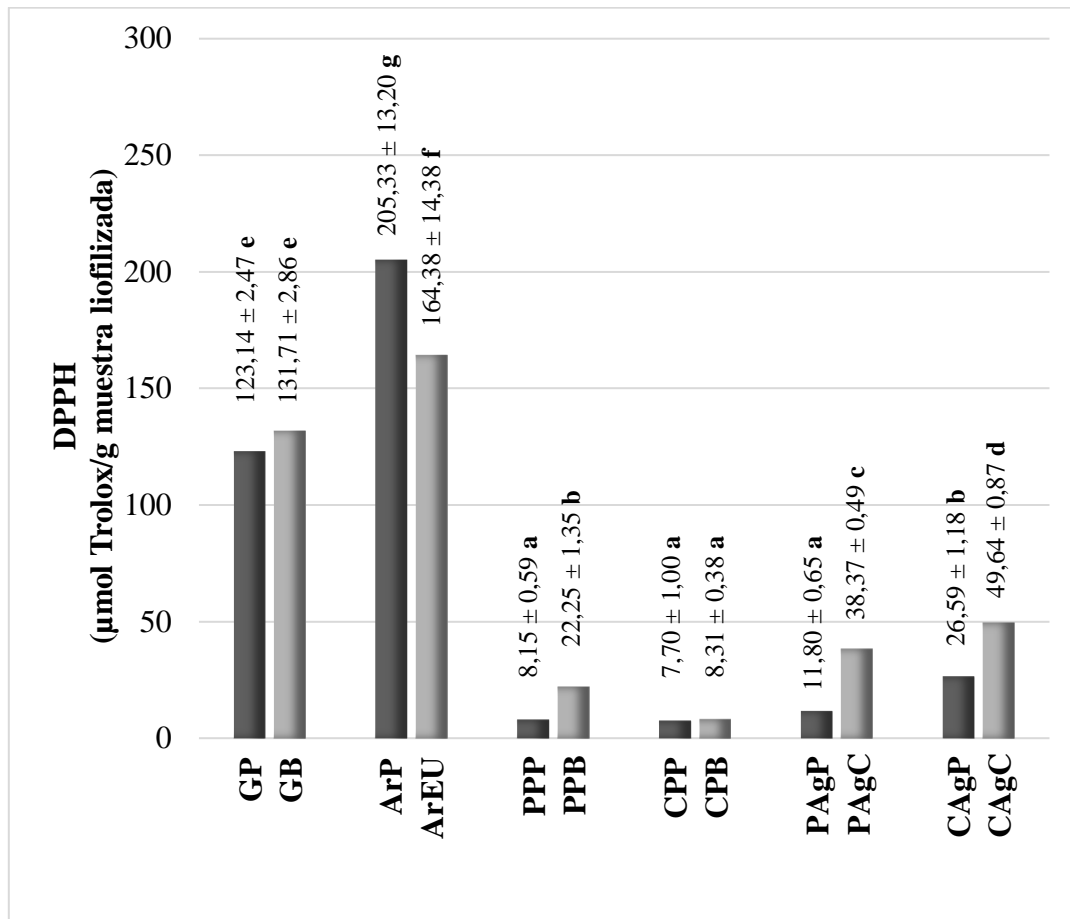
Los valores representan las medias  $\pm$  desviación estándar con un  $n=3$ ; medias seguidas por las mismas letras que no difieren a la prueba Duncan  $p$ -valor  $<0,05$

Figura 1. Contenido de compuestos fenólicos totales del extracto de guayaba, arándano, pulpa y cáscara de pitahaya y aguaymanto expresados en mg GAE/g de muestra liofilizada

### 3.3. Método de secuestro del radical DPPH

En la figura 2 se observa que el arándano de Leymebamba presenta mayor actividad antioxidante con valor de  $205,33 \pm 13,20$  seguido del arándano de Estados Unidos  $164,38 \pm 14,38$ , guayaba de Campinas  $131,71 \pm 2,86$  y guayaba de Rodríguez de Mendoza  $123,14 \pm 2,47$ , siendo éstas las muestras con mayor actividad antioxidante según el método de DPPH; de igual forma se muestra la relación de las medias, parte y procedencia de las frutas.



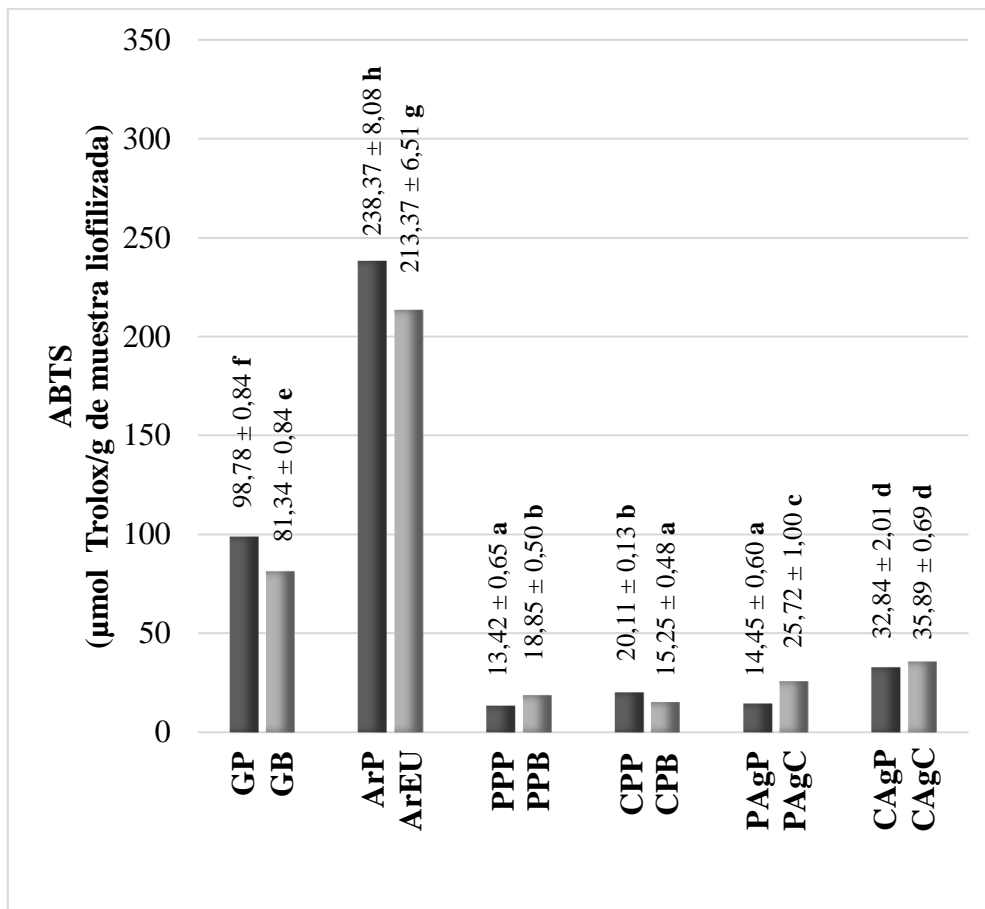


Los valores representan las medias  $\pm$  desviación estándar con un  $n=3$ , medias seguidas por las mismas letras que no difieren a la prueba de Duncan  $p$ -valor $<0,05$

*Figura 2. Actividad antioxidante obtenida por el método de secuestro de radical libre DPPH, para guayaba, arándano, pulpa y cáscara de pitahaya y aguaymanto expresados en  $\mu\text{mol Trolox/g}$  de muestra liofilizada*

### 3.4. Método de secuestro de radical ABTS<sup>•+</sup>

Los resultados muestran que el arándano proveniente de Leymebamba presenta mayor actividad antioxidante con valor de  $238,37 \pm 8,08$  seguido del arándano de Estados Unidos  $213,37 \pm 6,51$ , guayaba de Rodríguez de Mendoza  $98,78 \pm 0,84$  y guayaba de Campinas  $81,34 \pm 0,84$ , siendo estas las muestras con mayor actividad antioxidante según el método de ABTS<sup>•+</sup> (Figura 3). Asimismo, se muestra la relación de las medias, parte y procedencia de las frutas.



Los valores representan las medias  $\pm$  desviación estándar con un  $n=3$ , medias seguidas por las mismas letras que no difieren a la prueba Duncan  $p$ -valor $<0,05$

Figura 3. Actividad antioxidante obtenida por el método de secuestro de radical libre ABTS, para guayaba, arándano, pulpa y cáscara de pitahaya y aguaymanto, expresados en  $\mu\text{mol Trolox/g}$  de muestra liofilizada

### 3.5. Análisis de correlación entre el contenido fenólico y la capacidad antioxidante

Tabla 2. Correlación entre las variables de análisis multivariado

	<b>FT</b>	<b>DPPH</b>	<b>ABTS</b>
<b>FT</b>	1		
<b>DPPH</b>	0.85**	1	
<b>ABTS</b>	0.88**	0.95**	1

FT= Fenoles Totales; DPPH= secuestro de radical libre DPPH; ABTS= secuestro del radical ABTS<sup>+</sup>.

\*\* La correlación es significativa ( $p < 0,01$ ).

#### IV. DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se observó que hubo una variación en el redimiento de las muestras liofilizadas obtenidas en este estudio, ya que las muestras obtenidas en Perú presentaron mejor rendimiento que las muestras comercializadas en Brasil, excepto la cáscara de aguaymanto; según los resultados, se puede afirmar que las frutas obtenidas en Perú cuentan con menor contenido de agua y mayor contenido de sólidos, pudiéndose reflejar estos resultados en el alto contenido de nutrientes como lo describe Amores (2011) en su estudio.

Comparando los resultados de las muestras obtenidas de las diferentes procedencias, fue observada una diferencia significativa en la cantidad de compuestos fenólicos (Figura 1) de arándano, guayaba y cáscara de aguaymanto; no fue observada una diferencia en la pulpa de pitahaya, cáscara de pitahaya y pulpa de aguaymanto, ya que muestran valores similares y menores; del mismo modo, se encontró diferencia significativa en la actividad antioxidante desarrolladas por los métodos de DPPH y ABTS<sup>+</sup>, esto está influenciado según Moure y otros (2001) y Vasco, Ruales y Kamal-Eldin (2008), por factores genéticos y condiciones ambientales, sin mencionar el estado de madurez o la variedad de la planta, ya que estos son factores que afectan la actividad antioxidante de los compuestos bioactivos en alimentos de origen vegetal dependiendo de su concentración y su estructura. Asimismo, se mostró que las muestras que presentan mayor contenido fenólico como el arándano y la guayaba, presentan mayor actividad antioxidante, esto se corroboró con la prueba de correlación de Pearson, donde muestra que la actividad antioxidante tiene correlación directa a la cantidad de compuestos fenólicos.

Los extractos de pitahaya (pulpa y cáscara) y pulpa de aguaymanto, presentaron menor concentración de compuestos fenólicos (Figura 1), cuyos valores no difieren estadísticamente en un rango de 1,50-2,22. La cáscara de pitahaya presenta menor contenido de compuestos fenólicos, pero según Mello y otros (2015), en donde muestran valores próximos a los de este estudio, mencionan que la cáscara de pitahaya se puede utilizar como materia prima para extracción de betalainas. Asimismo, la pulpa de aguaymanto es una de las muestras con menor composición fenólica, pero puede presentar un potencial en la inhibición lipídica tal y como lo muestra en su estudio Daza, Herrera, Murillo y Mendez (2014).

En la comparación de las cáscaras de aguaymanto de ambas procedencias evaluadas en este estudio se mostró una diferencia entre el contenido de compuestos fenólicos y la actividad antioxidante (Figura 1 y 2), siendo la cáscara de aguaymanto proveniente de Santo Tomás la que obtuvo mayor contenido fenólico que la cáscara de aguaymanto de Colombia, pero a su vez la cáscara proveniente de Colombia presenta mayor actividad antioxidante por los métodos DPPH y ABTS<sup>+</sup>, tal vez esto se deba a la presencia de vitamina C, como lo mencionan Du, Li, Ma y Liang (2009).

En esta investigación podemos ver que el arándano es el que presenta mayor potencial de actividad antioxidante (Figura 2 y 3), eso lo podemos observar en estudios como el de Rodrigues y otros (2011), en donde mencionan que esta fruta es una fuente de compuestos fenólicos con elevada actividad antioxidante, también, demuestran que existen diferencias en los niveles de concentración de los mismos, debiéndose al cultivo o lugar de producción de esta fruta. Asimismo, una de las frutas que podría ser equivalente al arándano es la guayaba ya que presenta alto contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante (Figura 1,2 y 3), así lo demuestran estudios como el de Prado (2009); de igual manera podríamos mencionar que estas frutas pueden ser una fuente natural de antioxidantes que pueden ser utilizadas para la aplicación en la industria de alimentos.

Los resultados de guayaba y cáscara de pitahaya de procedencia peruana (Figura 2 y 3), muestran que los valores obtenidos por el método ABTS<sup>+</sup> son mayores que por el método DPPH, esto se debe a la selectividad del ABTS<sup>+</sup> que reacciona con cualquier compuesto aromático hidroxilado; a comparación del DPPH que tiene mayor selectividad y además de tener una reacción frente a los ácidos fenólicos, polifenoles y flavonoides como el ABTS<sup>+</sup>, este no presenta reacción alguna con flavonoides que no tienen grupos hidroxilos en el anillo B, así lo muestran estudios como el de Roginsky y Lissi (2005).

Se realizó un análisis multivariado de correlación de Pearson entre el contenido de fenoles totales y la actividad antioxidante, como se muestra en la Tabla 3, los contenidos fueron significativamente positivos e iguales con los valores de DPPH y ABTS<sup>+</sup> ( $P < 0,01$ ); asimismo, se puede observar que todos presentan actividad antioxidante completa. Esto demostró que el contenido de compuestos fenólicos es directamente proporcional con la

capacidad antioxidante, así lo demuestran estudios como el de Lillo, Carvajal-Caiconte, Nuñez, Balboa y Alvear (2016) y Cheung, Cheung y Ooi (2002).

## V. CONCLUSIONES

Para los compuestos fenólicos los extractos de arándano proveniente de Leymebamba, seguido de la guayaba proveniente de Rodríguez de Mendoza, presentaron mejores resultados que los obtenidos en Brasil.

La pulpa de aguaymanto y pitahaya (pulpa y cáscara) son los que presentaron menor contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante, frente a los de arándano, guayaba y cáscara de aguaymanto.

Las muestras obtenidas en Perú presentaron mayor potencial antioxidante que las muestras obtenidas en Brasil.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amores, D. d. (2011). *Evaluación nutritiva y nutracéutica de la mora de castilla (Rubus glaucus) deshidratada por el método de liofilización y comparación con la obtenida por deshidratación en microondas y secador de bandejas*. Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1989/1/56T00297.pdf>
- Arteaga, A., & Arteaga, H. (2016). Optimización de la capacidad antioxidante, contenido de antocianinas y capacidad de rehidartación en polvo de arándano (*Vaccinium corymbosum*) microencapsulado con mezclas de hidrocoloides. *Scientia Agropecuaria*, 7(3), 191-200. doi:10.17268/sci.agropecu.2016.03.05
- Balasundram, N., Sundram, K., & Samman, S. (2006). Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, 99(1), 191-203. doi:10.1016/j.foodchem.2005.07.042
- Bianchi, M. L., & Antunes, L. M. (1999). Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. *Revista de Nutrição de Campinas*, 12(2), 123-130. doi:10.1590/S1415-52731999000200001
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *Lebensmittel-Wissenschaft Technologie*, 28, 25-30. Obtenido de [http://radio.cuci.udg.mx/bch/EN/Manuals/Techniques/DPPH-original\\_LebensWissTechnol\\_1995-v28-p25.pdf](http://radio.cuci.udg.mx/bch/EN/Manuals/Techniques/DPPH-original_LebensWissTechnol_1995-v28-p25.pdf)
- Cheung, L. M., Cheung, P. C., & Ooi, V. E. (2002). Antioxidant activity and total phenolics of edible mushroom extracts. *Food Chemistry*, 81(1), 249-255. doi:10.1016/S0308-8146(02)00419-3
- Corrales-Bernal, A., Vergara, A. I., Rojano, B., Yahia, E., & Maldonado, M. E. (2015). Características nutricionales y antioxidantes de la uchuva colombiana (*Physalis peruviana L.*) en tres estadios de su maduración. *Archivos Latinoamericanos de Nutición*, 65(4), 254-262. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/296331908>



- Daza, L. D., Herrera, A. V., Murillo, E., & Mendez, J. J. (2014). Evaluación de propiedades antioxidantes de parte comestible y no comestible de pitahaya, uchuva y mangostino. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12(1), 98-105. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/266327328>
- Díaz-de-Cerio, E., Gómez-Caravaca, A. M., Verardo, V., Fernández-Gutiérrez, A., & Segura-Carretero, A. (2016). Determination of guava (*Psidium guajava* L.) leaf phenolic compounds using HPLC-DAD-QTOF-MS. *Journal of Functional Food*, 22, 376-388. doi:10.1016/j.jff.2016.01.040
- Du, G., Li, M., Ma, F., & Liang, D. (2009). Antioxidant capacity and the relationship with polyphenol and Vitamin C in Actinidia fruits. *Food Chemistry*, 113(2), 557-562. doi:10.1016/j.foodchem.2008.08.025
- Esquivel, P., & Araya, Y. (2012). Características del fruto de la pitahaya (*Hylocereus* sp.) y su potencial de uso en la industria alimentaria. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 3(1), 113-129.
- Farah, A., & Marino, C. (2006). Phenolic compounds in coffee. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 18(1), 23-36. doi:10.1590/S1677-04202006000100003
- Ferguson, L. R., & Harris, P. J. (1999). Protection against Cancer by Wheat Bran: Role of Dietary Fibre and Phytochemicals. *European Journal of Cancer Prevention*, 8(1), 17-25. doi:10.1097/00008469-199902000-00003
- Jurado, B., Aparcana, I. M., Villareal, L. S., Ramos, E., Calixto, M. R., Hurtado, P. E., & Acosta, K. M. (2016). Evaluación del contenido de polifenoles totales y la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos de los frutos de aguaymanto (*Physalis peruaviana* L.) de diferentes lugares del Perú. *Revista de la sociedad química del Perú*, 82(3), 272-279. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v82n3/a03v82n3.pdf>
- King, A., & Young, G. (1999). Characteristics and Occurrence of Phenolic Phytochemicals. *Journal of the American Dietetic Association*, 99(2), 213-218. doi:10.1016/S0002-8223(99)00051-6

- Lillo, A., Carvajal-Caiconte, F., Nuñez, D., Balboa, N., & Alvear, M. (2016). Cuantificación espectrofotométrica de compuestos fenólicos y actividad antioxidante en distintos berries nativos del Cono Sur de América. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 42(2), 168-174. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/864/86447075010.pdf>
- Liu, X., Yan, X., Bi, J., Liu, J., Zhou, M., Wu, X., & Chen, Q. (2018). Determination of Phenolic Compounds and Antioxidant Activities from Peel, Flesh, Seed of Guava (*Psidium guajava* L.). *Electrophoresis-journal*, 1-32. doi:10.1002/elps.201700479
- Mello, F., Bernardo, C., Odebrecht, C., Gonzaga, L., Regina, E., Fett, R., & Bileski, L. M. (2015). Antioxidant properties, quantification and stability of betalains from pitaya (*Hylocereus undatus*) peel. *Food Technology*, 45(2), 323-328. doi:10.1590/0103-8478cr20140582
- Minagri. (2019). *Ministerio de Agricultura y Riego*. Obtenido de Minagri: <https://www.minagri.gob.pe/portal/32-sector-agrario/frutas>
- Moraes-de-Souza, R. A., Oldoni, T., Regitano-d'Arce, M. A., & Alencar, S. M. (2008). Antioxidant activity and phenolic composition of herbal infusions consumed in brazil. *Journal of Food*, 6(1), 41-47. doi:10.1080/11358120809487626
- Morais, L., Bezerra, M., Mancini-Filho, J., & De Lima, A. (2011). Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de polpas de frutos tropicais. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33(3), 888-897. doi:10.1590/S0100-29452011005000099
- Moure, A., Cruz, J., Franco, D., Domínguez, M., Sineiro, J., Domínguez, H., . . . Parajó, J. C. (2001). Natural antioxidants from residual sources. *Food Chemistry*, 72(1), 145-171. doi:10.1016/S0308-8146(00)00223-5
- Ordoñez, E., León, A., Reátegui, D., & Sandoval, M. (2012). Cuantificación de polifenoles totales y actividad antioxidante en hojas, corteza y fruto de dos variedades de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Investigación y Amazonía*, 1(2), 48-52. Obtenido de [http://www.academia.edu/download/32119318/antioxidantes\\_en\\_hojas\\_de\\_guayaba.pdf](http://www.academia.edu/download/32119318/antioxidantes_en_hojas_de_guayaba.pdf)

- Prado, A. (2009). *Composição fenólica e atividade antioxidante de frutas tropicais*. Tesis de Maestrado, Universidade de São Paulo, Piracicaba. doi:10.11606/D.11.2009.tde-09112009-135846
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology & Medicine*, 26, 1231-1237. doi:10.1016/S0891-5849(98)00315-3
- Rodrigues, E., Poerner, N., Rockenbach, I. I., Gonzaga, L. V., Mendes, C. R., & Fett, R. (2011). Phenolic compounds and antioxidant activity of blueberry cultivars grown in Brazil. *Food Science and Technology*, 31(4), 911-917. doi:10.1590/S0101-20612011000400013
- Roginsky, V., & Lissi, E. A. (2005). Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food. *Food Chemistry*, 92(1), 235-254. doi:10.1016/j.foodchem.2004.08.004
- San-Gwang, H., Yi-Ying, L., & Huey-Lin, L. (2017). Excellent nutritional value in fruits of three guava cultivars in Taiwan. *International Society for Horticultural Science*, 209-213. doi:10.17660/ActaHortic.2017.1166.30
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178. doi:10.1016/S0076-6879(99)99017-1
- Soares, S. E. (2002). Ácidos fenólicos como antioxidantes. *Revista de Nutrición*, 15(1), 71-81. doi:10.1590/S1415-52732002000100008
- Vasco, C., Ruales, J., & Kamal-Eldin, A. (2008). Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from ecuador. *Food Chemistry*, 111(1), 816-823. doi:10.1016/j.foodchem.2008.04.054

## ANEXOS

### Anexo 1. Valores de ° Brix y % de Acidez para el índice de madurez

Tabla 3. Valores de ° Brix y % de Acidez para el índice de madurez

Muestra (pulpa)	° Brix	% de Acidez	Índice de Madurez (°Brix/%Acidez)
Guayaba (Rodríguez Mendoza)	8,8 ± 0,06	0,74	11,89
Guayaba (Campinas)	8,4 ± 0,06	0,74	11,35
Arándano (Leymebamba)	10,2 ± 0,06	0,64	15,93
Arándano (Estados Unidos)	9,1 ± 0,06	0,58	15,59
Pitahaya (Leymebamba)	17,4 ± 0,06	0,20	80,00
Pitahaya (Rio Grande)	17,0 ± 0,06	0,23	73,91
Aguaymanto (Santo Tomás)	13,9 ± 0,06	2,37	5,86
Aguaymanto (Colombia)	13,0 ± 0,09	2,27	5,73

Los valores representan los ° Brix representan las medias con un n=3, y % de acidez para encontrar el índice de madurez

**Anexo 2. Curvas de calibración de ácido gálico y Trolox, para análisis de fenoles totales y capacidad antioxidante**

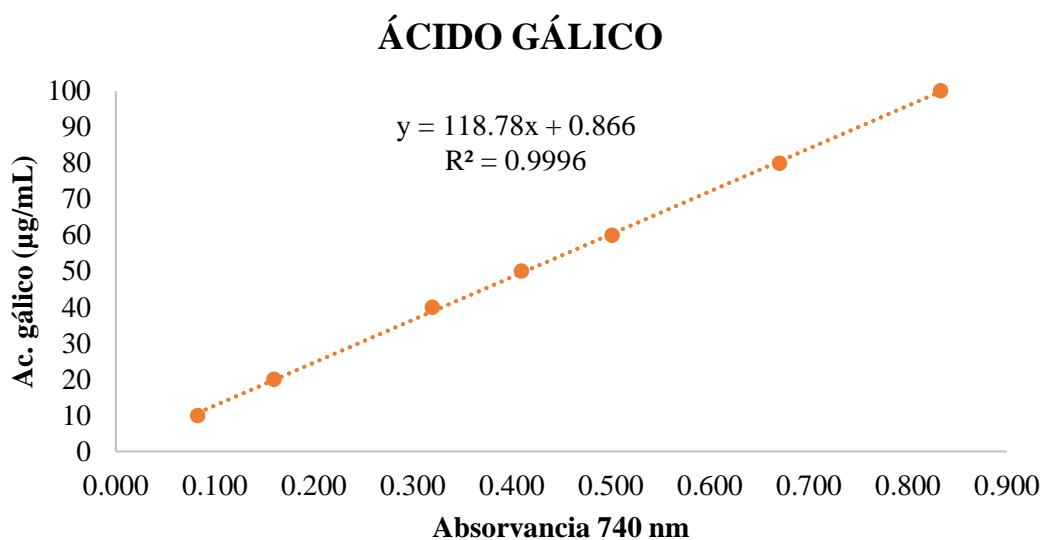


Figura 4. Curva de calibración del ácido gálico para la determinación de fenoles totales por el método Folin-Ciocalteu

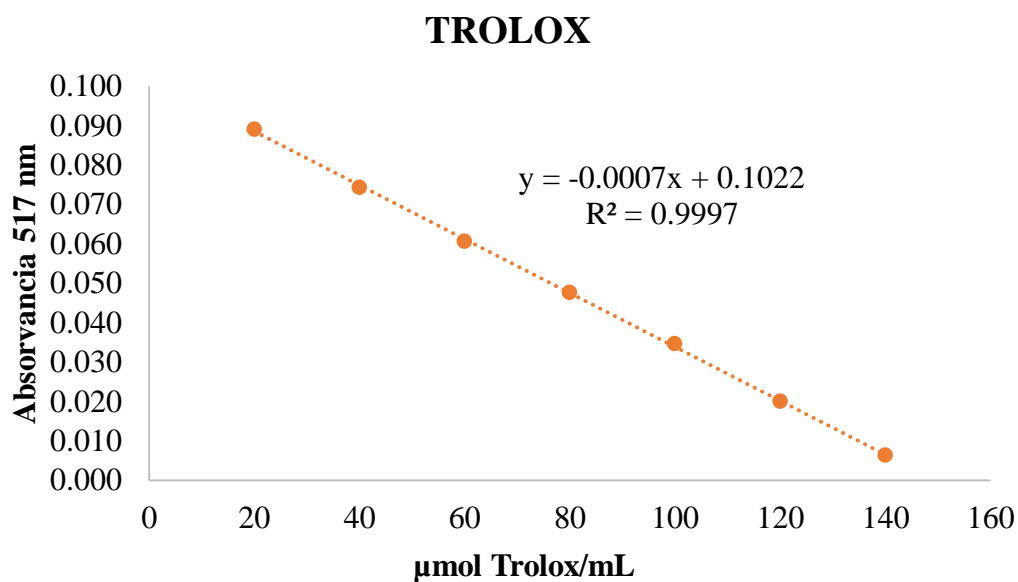
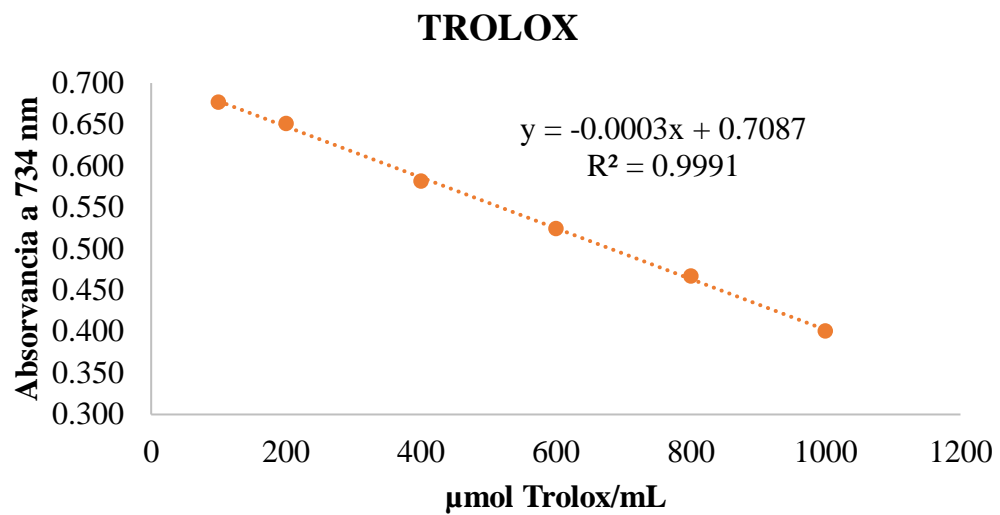


Figura 5. Curva patrón de calibración de Trolox para la determinación de antioxidantes por DPPH



*Figura 6. Curva patrón de calibración de Trolox para la determinación de antioxidantes por ABTS*

### Anexo 3. Cálculo del porcentaje de actividad antioxidante (%AA)

Para el cálculo del porcentaje de actividad antioxidante (%AA) se empleó la ecuación 1. descrita en el método de secuestro del radical libre DPPH, independientemente de la dilución de las muestras.

*Tabla 4. Porcentaje de inhibición de la actividad antioxidante obtenida por el método de secuestro de radical libre DPPH de guayaba, arándano, pulpa y cáscara de pitahaya y aguaymanto.*

<b>Extracto</b>	<b>Dilución</b>	<b>% inhibición DPPH</b>
GP	1:100	85,63 ± 1,56
GB	1:100	91,02 ± 1,79
ArP	1:200	72,75 ± 4,14
ArEU	1:200	59,88 ± 4,52
PPP	1:20	33,83 ± 1,87
PPB	1:20	78,14 ± 4,24
CPP	1:10	56,59 ± 6,31
CPB	1:10	60,48 ± 2,38
PAgP	1:30	30,84 ± 8,85
PAgC	1:30	88,62 ± 1,03
CAGP	1:40	47,60 ± 4,24
CAGC	1:40	86,23 ± 1,37

Los valores representan las medias ± desviación estándar con un n=3.

#### Anexo 4. Muestras de Perú y de Brasil

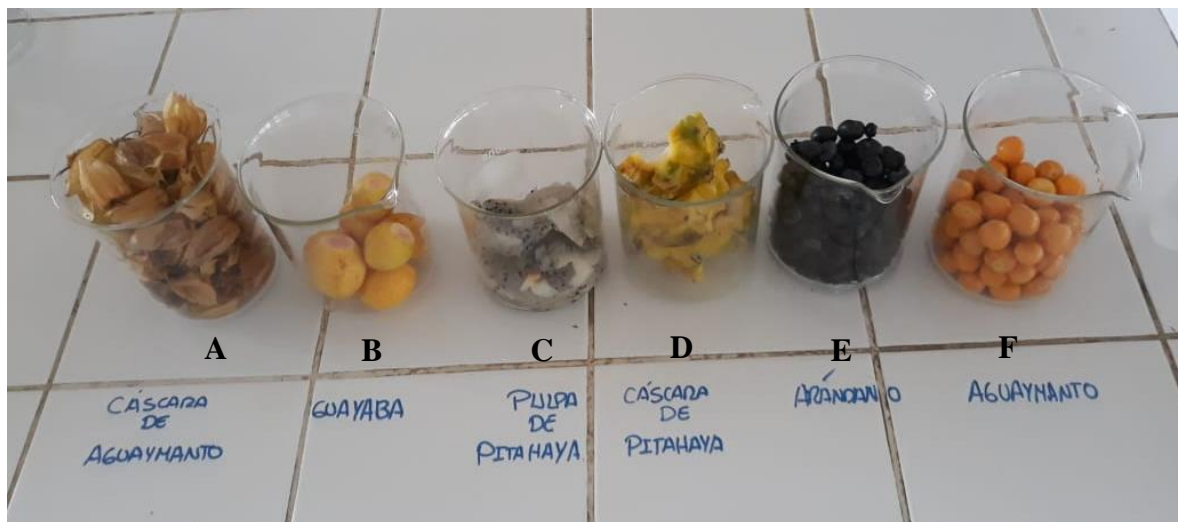


Figura 7. Muestras de Perú (A=aguaymanto cáscara, B=guayaba, C=pitahaya pulpa, D=pitahaya cáscara, E=arándano y F=aguaymanto pulpa).

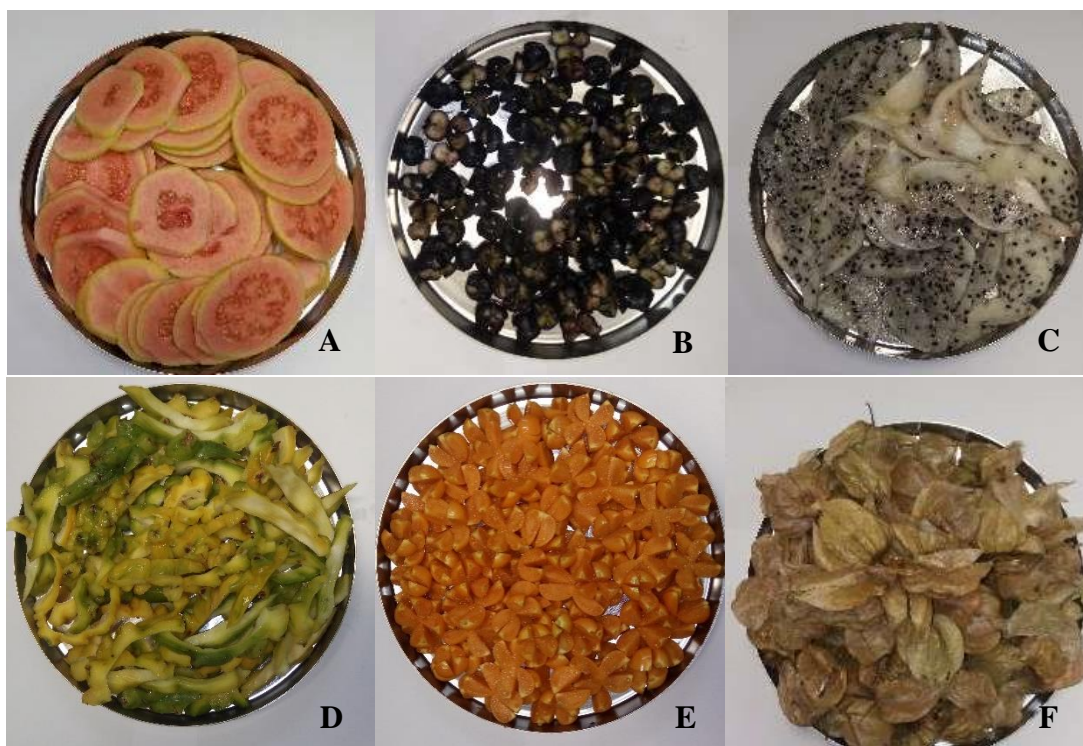
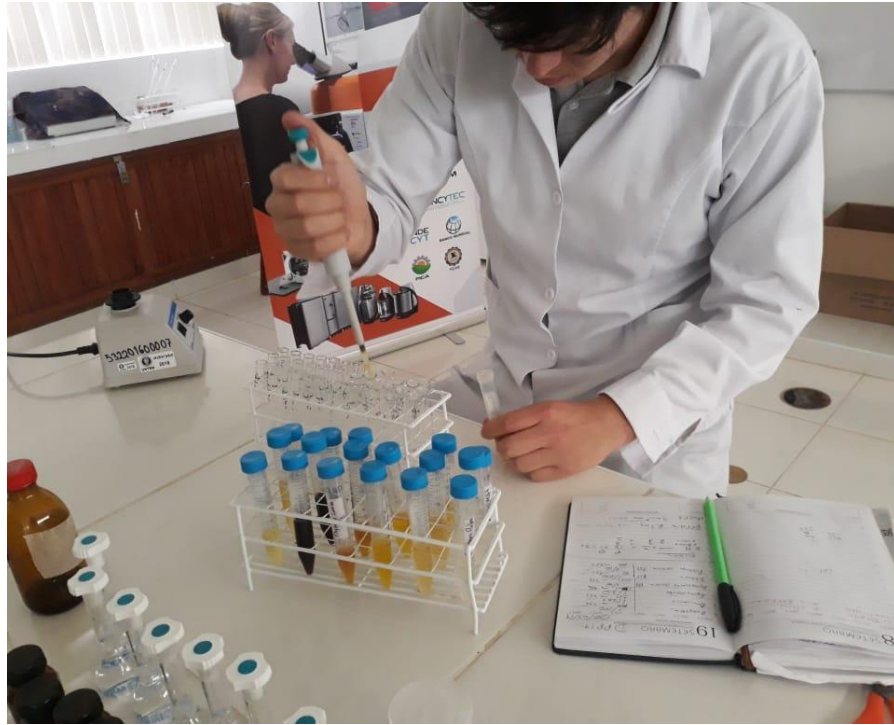


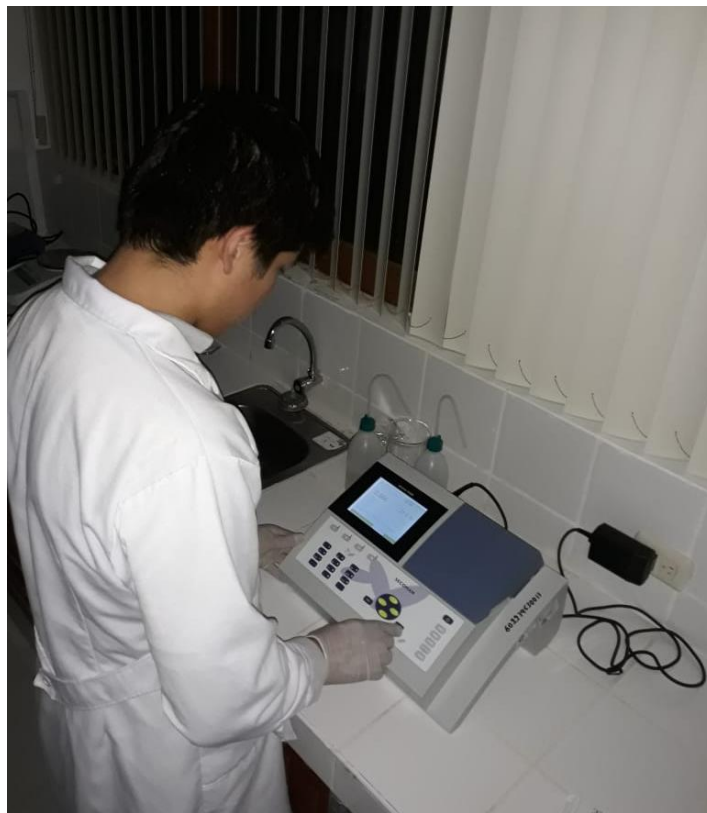
Figura 8. Muestras de Brasil (A=guayaba, B=arándano, C=pitahaya pulpa, D=pitahaya cáscara, E=aguaymanto pulpa y F=aguaymanto cáscara).



## Anexo 5. Pruebas espectrofotométricas



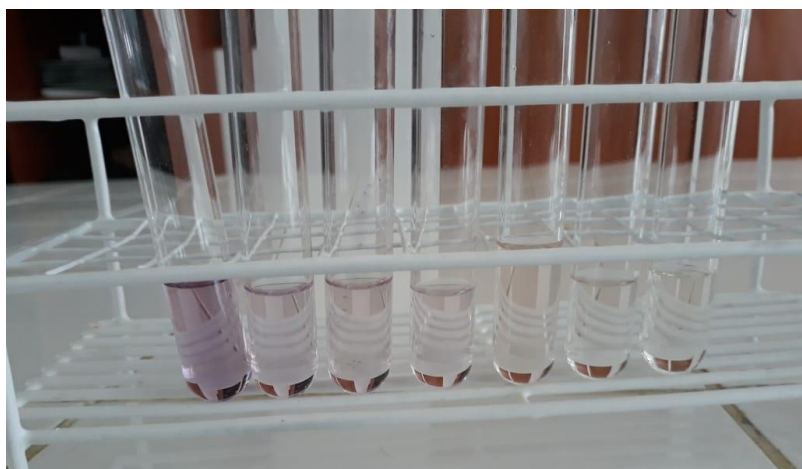
*Figura 9. Procedimientos para fenoles, DPPH y ABTS*



*Figura 10. Lectura de absorbancia para fenoles, DPPH y ABTS; en ambientes oscuros*



*Figura 11. Curva para fenoles*



*Figura 12. Curva para DPPH*



*Figura 13. Curva para ABTS*