

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE MEDICINA HUMANA
PROGRAMA DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA



Contenido de flavonoides totales de los frutos de *Gaultheria myrsinoides* Kunth “macha macha” y *Vaccinium floribundum* Kunth “mortillo”

Tesis Para Obtener el Título de Químico farmacéutico

Autora:

Br. María Elizabeth Pastor Cabanillas

Asesor:

Mg. Julio Mariños Ginochio

CHIMBOTE – PERÚ

2019

i.- Palabras clave

Tema	Metabolitos antioxidantes
Especialidad	Farmacognosia

Keywords

Subject	Antioxidant metabolites
Speciality	Pharmacognosy

Línea de investigación	Recursos Naturales Terapéuticos y Fotoquímica
Área	Ciencias médicas y de la salud
Subárea	Medicina básica
Disciplina	Farmacología y farmacia

ii.- Título

Contenido de flavonoides totales de los frutos de *Gaultheria myrsinoides* Kunth “macha macha” y *Vaccinium floribundum* Kunth “mortillo”

iii.- Resumen

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo determinar el contenido de flavonoides totales de los frutos de *Gaultheria myrsinoides* Kunth (macha macha) y *Vaccinium floribundum* Kunth (mortiño). El estudio fue de tipo descriptivo, se trabajó con el método espectrofotométrico y se realizó en las instalaciones de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional de Trujillo. Se emplearon frutos de *Gaultheria myrsinoides* (macha macha) y *Vaccinium floribundum* (mortillo) colectados del distrito de Cutervo de la provincia de Cajamarca. La cantidad de flavonoides cuantificados fueron contrastados utilizando el análisis de varianza considerado un nivel de significancia del 5%. Se encontró que, el contenido de flavonoides totales de los frutos de *Gaultheria myrsinoides* Kunth “macha macha” fue de 41.16 y en *Vaccinium floribundum* Kunth “mortillo” fue de 10.85. Se concluyó que el contenido de flavonoides totales difiere entre ambas especies significativamente y que la cantidad de flavonoides totales presentes en el fruto de *Gaultheria myrsinoides* Kunth “macha macha” es mayor (3.79 veces más) en comparación a *Vaccinium floribundum* Kunth “mortillo”.

Palabras clave: *Gaultheria myrsinoides* Kunth, *Vaccinium floribundum* Kunth, flavonoides

iv.- Abstract

This research project aimed to determine the total flavonoid content of the fruits of *Gaultheria myrsinoides* (macha macha) and *Vaccinium floribundum* Kunth (mortiño). The study was descriptive, worked with the spectrophotometric method and was carried out in the facilities of the Faculty of Pharmacy and Biochemistry of the National University of Trujillo. Fruits of *Gaultheria myrsinoides* Kunth (macha macha) and *Vaccinium floribundum* Kunth (mortillo) collected from the Cutervo district of the province of Cajamarca were used. The amount of quantified flavonoids were checked using the analysis of variance considered a level of significance of 5%. It was found that the total flavonoid content of the fruits of *Gaultheria myrsinoides* Kunth "macha macha" was 41.16 and in *Vaccinium floribundum* Kunth "mortillo" it was 10.85. It was concluded that the content of total flavonoids differs significantly between both species and that the amount of total flavonoids present in the fruit of *Gaultheria myrsinoides* Kunth "macha macha" is greater (3.79 times more) compared to *Vaccinium floribundum* Kunth "mortillo".

Key words: *Gaultheria myrsinoides* Kunth, *Vaccinium floribundum* Kunth, flavonoid

ÍNDICE	Pág
Palabras clave	i
Título	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Introducción.....	1
Antecedentes y fundamentación científica	1
Justificación de la investigación.....	6
Problema	8
Conceptualización y operacionalización de variables	8
Hipótesis	9
Objetivos	9
Metodología.....	10
Materiales	10
Locales	11
Diseño	11
Población y muestra	12
Técnicas e instrumentos de investigación	12
Métodos de análisis estadístico.....	13
Resultados	14
Análisis y discusión	17
Conclusiones y recomendaciones	19
Agradecimientos	21
Referencias bibliográficas	22
Anexos.....	27

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes y fundamentación científica

Coba et al. (2012), partiendo de los análisis bromatológicos realizados en el Departamento de Nutrición y Calidad del INIAP y análisis desarrollados por la FDA determinó que el mortiño (*Vaccinium floribundum*) por su alto contenido de vitamina C (106,1 mg/100 g) y la presencia de antocianinas (5 %/100 g), es un indicador de su funcionalidad como antioxidante celular. Por su sabor agradable y cítrico es un fruto muy apetecido en la dieta de nuestras etnias, los registros de etnomedicina resaltan su importancia medicinal por sus propiedades curativas a nivel del sistema gastrointestinal y sanguíneo.

Castillo (2018), describe el aporte nutricional de *Vaccinium floribundum*, indicando la siguiente composición: Carbohidratos totales (16.9%), agua (80%), grasa (0.7%), cenizas (0.4%), fibra total (7.6%), Kcal (84 kcal/100g), ácido ascórbico (14g/100g) y antocianinas (5% en 100g).

Néstor y Orlando (2014), mencionan que *Gaultheria*, es una especie originaria de América del Sur, se encuentra en toda la Región Andina, en altitudes de 2500 a 4300 msnm; hace parte de la vegetación arbustiva que se localiza principalmente en sitios rocosos y pastizales, éstos se pueden mantener generalmente húmedos; se desarrollará mejor en suelos con pH o ácido; los frutos son en forma de uva pequeña, consumidos por aves silvestres y colibríes, por ende su dispersión en el páramo se da en base de estos animales.

Pérez (2014) realizó el estudio fitoquímico y evaluó la capacidad antioxidante *in vitro* del extracto hidroalcoholico de los frutos de *Gaultheria erecta*, utilizado como patrón la vitamina C. Encontró que el coeficiente de inhibición (CI50) para reducir en

un 50% la concentración de radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH) fue en 12,28 µg/mL a diferencia de la vitamina C que fue de 14,07 µg/mL, con el valor $p = 0.88$ ($p > 0.05$), lo cual nos da a conocer que la capacidad de antioxidante del extracto de los frutos de *Gaultheria erecta* es similar al patrón (vitamina C), entonces concluyó que los frutos son ricos en antocianinas con propiedades antioxidantes.

Plazas (2015) en su trabajo “Tamizaje fitoquímico preliminar y evaluación de la actividad antioxidante *in vitro* y toxicidad de seis especies de *Ericaceae* colombianas”, concluyó que por medio del tamizaje fitoquímico preliminar y el estudio de la variabilidad de los compuestos fenólicos y la actividad antioxidante de seis especies colombianas de la familia *Ericaceae* (*C. bracteata*, *G. erecta*, *T. floribunda*, *M. rupestris*, *B. resinosa* y *D. alaternoides*) fue posible determinar un alto contenido de compuestos de tipo fenólico y flavonoide en las hojas de todas las especies y bajas concentraciones en los frutos. Los extractos de hojas resultaron ser promisorios en el ensayo de actividad antioxidante por captación de radicales DPPH, mientras que los extractos de frutos fueron inactivos. Estos resultados sugieren una correlación directa de la concentración de fenoles totales con la actividad captadora de radicales libres.

Andrew y Elisabete (2018) mencionan al arbusto silvestre Salal (*Gaultheria shallon* Pursh), e indican que el contenido de proantocianidina fue extremadamente alto en las bayas jóvenes (280.7 mg / g de peso seco) pero se redujo durante el desarrollo a 52.8 mg / g de peso seco. Por el contrario, las antocianinas acumulado sólo en las etapas tardías de la baya y en general las concentraciones fueron más altas que las reportadas para muchos *Vaccinium*, arándanos y arándanos rojos. En general, el perfil fenólico de las bayas de salal indica que estas frutas contienen una diversidad de fenólicos que promueven la salud.

En otro estudio con la especie *Gaultheria shallon*, **McDougall y Austin (2016)** elaboraron vinos con los frutos, el cual tenía un mayor contenido de antocianinas, probablemente debido a la estabilidad relativa de las antocianinas diglicósido pentosa.

Alam y Saqib (2017), afirman que, *Gaultheria trichophylla* Royle, es una fuente de minerales y moléculas biológicamente activas con actividades antioxidantes y anti-lipoxigenasa. Este estudio mostró hallazgos actuales donde sugieren que esta planta es una buena fuente de minerales (K, Na, Ca, Mg, Fe y Cu) y que la concentración de todos los metales pesados se encontraba dentro de los límites permisibles. Los resultados revelaron que esta planta ignorada tiene un gran potencial farmacéutico y nutracéutico.

Espinoza y Gómez (2017) en su trabajo “Caracterización fisicoquímica y nutracéutica de frutos de sirimbache (*Gaultheria glomerata* (Cav.) Sleumer)”. Lo consideran un alimento funcional de gran Interés por la agroindustria alimentaria por su alto contenido de antocianinas monoméricas totales fenolicos.

Por otra parte, **Villagra y Campos (2014)**; indicaron la caracterización morfológica y fitoquímica de las frutas chaura (*Gaultheria pumila*): una baya nativa chilena con potencial comercial. Concluyeron que la cantidad total de antocianina fue mayor en frutos rojos, mientras que el contenido máximo de pectina se obtuvo en los frutos blancos redondos.

Díaz y Braúl (2018), en su estudio “Cuatificación de vitamina C y evaluación de la capacidad antioxidante del fruto de *Pernettya prostrata* frente al radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo”, a partir de una muestra de la provincia de Huamanga, reportan 19.02 mg de vitamina C por 100 g de fruto fresco y que el extracto crudo del fruto fresco en concentración de 200 μ g/mL presentó un porcentaje de captura de radicales libres de 73,2%.

En la actualidad se conoce que existe una relación entre la alimentación y las enfermedades crónicas no transmisibles, de la misma manera ciertos componentes mejoran o favorecen funciones cognitivas, inmunitarias, resistencia y rendimiento físico. De todos los posibles alimentos con estas propiedades, en los últimos años, se ha incrementado el consumo de berries, los mismos que han demostrado presentar efecto antioxidante, antiinflamatorio y anticancerígeno debido a la presencia de flavonoides, terpenos y antocianinas.

En un principio los flavonoides fueron consideradas sustancias sin acción beneficiosa para la salud humana, pero más tarde se demostraron múltiples efectos positivos debido a su acción antioxidante y eliminadora de radicales libres. (Martines, 2002)

Los flavonoides son los metabolitos más representativos de la familia *Ericaceae*. A partir de los géneros *Erica* y *Vaccinium* se han aislado: flavonoles, antocianinas y flavonas (catequina, quercetina y mircetina), debido a su estabilidad química y la variedad estructural, son de gran interés como moléculas antioxidantes (Chávez, 2017).

Se ha incrementado la preocupación de las personas por encontrar productos naturales con beneficios para la salud, unas de las sustancias fitoquímicas benéficas encontradas en los alimentos son los antioxidantes los cuales tienen un gran beneficio para la salud ya que disminuyen el estrés oxidativo neutralizando los radicales libres. (Munguía, 2011)

Los compuestos antioxidantes presentes en los berries pueden bloquear los radicales libres que modifican el colesterol (HDL) lo que reduce el riesgo de enfermedades cardiovasculares, así como diversos tipos de cáncer, entre otras enfermedades asociadas al estrés oxidativo e inflamación de ciertos tejidos (Chávez, 2017).

Muchos berries pertenecen a la familia Ericacea y dentro de esta familia el más representativo es el arándano (*Vaccinium corymbosum*), nuestro país es un gran productor de este fruto sin embargo también es zona endémica de algunas especies de berries nativos, algunas de estas especies que también pertenecen a la familia del arándano lo constituyen los géneros *Vaccinium*, *Gaultheria* y *Pernetia* (López *et al.*, 2014).

El género *Vaccinium* abarca una amplia gama de frutales de gran demanda en el mercado externo. Hasta hace poco, se creía que el Hemisferio Norte- especialmente Norteamérica y Europa- era el único centro geográfico de este género. Hoy en día se sabe que Perú presenta especies endémicas de este género y muchas otras que crecen en nuestros climas, que aún no han sido estudiadas, pero son consumidas y/o utilizadas por el poblador local como alimento o medicina. La concentración de principios activos de estas especies puede incluso superar considerablemente a aquellas especies del Hemisferio Norte. En la zona norte de Perú fueron registradas 10 especies del género *Vaccinium*, de las cuales 6 son endémicas y se hallan en bosque de árboles y arbustos, en laderas empinadas rocosas, en la jalca graminosa y en bosques montanos húmedos, a una altitud de entre 2,000- 4,000 m.s.n.m (López *et al.*, 2014).

El consumo de arándanos ha aumentado constantemente en las últimas décadas, debido a la globalización de la industria y los beneficios para la salud percibidos. Se ha sugerido que la fruta de arándanos de mayor calidad tiene valores de pH que oscilan entre 2.25 y 4.25, acidez de 0.3 a 1.3% (p/p), sólidos solubles >10% (p/p) y relación azúcar: ácido entre 10 y 33 (Retamales y Hancock, 2012).

Según Bañados (2005), la composición bromatológica del arándano como frutal de referencia de la familia botánica *Ericacea*, es la siguiente: agua 87.4%, proteínas 0.3%, carbohidratos 6.9%, fibra 1.7%, calorías 42 kcal, hierro 0.5 mg/100g. (Bañados, 2005)

Los resultados generales deben allanar el camino para una mayor domesticación e introducción de las especies de berries andinos en el sistema agro productivo en Perú.

1.2. Justificación de la investigación

El Perú ha dado gran importancia a aquellos productos naturales con alto valor nutritivo y requerido por el mercado internacional, siendo uno de ellos los berries, compuestos por arándanos, frambuesas, aguaymanto y fresas. A lo largo de los años los berries han ido cultivándose de forma silvestre en los distintos departamentos del Perú y desde hace unos cinco años ha tomado gran importancia en nuestra economía emergente, es así que el Gobierno peruano ha puesto interés en estos frutos tomando a Chile como referencia para su cultivo y venta internacional. (Gestión economía, 2016)

Perú cuenta con especies silvestres de berries con enorme potencial, sin embargo, poco o nada se ha hecho en cuanto a utilizar dicha riqueza genética mediante el desarrollo de programas de domesticación y mejoramiento genético. (Berrypro, 2016)

En cuanto al escenario mundial, se observa una consolidación de esta industria, con importantes avances en el desarrollo de nuevas variedades y productos. Es por ello, que los berries se han convertido en uno de los grupos más dinámicos del comercio a nivel mundial en alimentos.

El mercado de berries está experimentando un aumento que espera se expanda en los próximos años, impulsado por las últimas tendencias de consumo. Es importante resaltar las preferencias actuales de los consumidores por aquellos alimentos saludables. El valor agregado por los niveles altos de antioxidantes, polifenoles y fibra dietética en comparación con los berries tradicionales son los que impulsan a los consumidores a estar dispuestos a pagar precios superiores a los de las frutas más comunes. (Agrimundo, 2013)

En la zona norte del Perú en la región andina existen una serie de frutales menores los cuales maduran en época de lluvias, crecen en forma natural. La importancia de estos frutales es que existe gran interés a nivel mundial por ellos debido a sus propiedades nutraceuticas (nutritivas y medicinales) y son codiciados por su delicadeza y exquisito sabor. (Munguía, 2011)

Como van adquiriendo importancia económica estos frutales menores, se precisa obtener información específica para su cultivo, pero no se conocen datos básicos como su composición química o bromatológica que validen los usos etnobotánicos y su apropiado consumo. Es por este motivo que se justifica el presente trabajo de investigación para generar el conocimiento nutricional y funcional que puedan poner en valor y validar el consumo local como satisfacer la demanda de productos de este tipo con carácter nutraceutico.

Esta investigación tiene una importancia justificada desde cuatro perspectivas. En primer lugar, posee una justificación teórica, ya que la información que se presenta en esta investigación puede servir de base para futuras investigaciones. Por otra parte, se justifica de forma práctica, pues esta investigación posee múltiples beneficios, entre ellos está la presencia de antioxidantes (flavonoides) a nivel medicinal presentes en los frutos de dichas plantas, propiedad de gran importancia a nivel medicinal. A raíz de esto también se incrementará el consumo de estos frutos. Asimismo, también posee una justificación social, ya que los resultados de esta investigación, se obtendrá

el contenido de flavonoides, que es de gran valor de estos productos naturales, el cual aumentara el comercio a nivel mundial de estos alimentos.

Finalmente, esta investigación tiene una justificación metodológica, pues para determinar la presencia de flavonoides en ambas plantas, se utilizarán técnicas de investigación y equipos, los cuales se pueden emplear en otras investigaciones.

1.3. Problema

¿Cuál es el contenido de flavonoides totales de los frutos de *Gaultheria myrsinoides* Kunth “macha macha” y *Vaccinium floribundum* Kunth “mortillo”?

1.4. Conceptualización y operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimesiones	Indicadores	Unidad de Medida
Contenido de flavonoides.	Son metabolitos secundarios con capacidad antioxidante.	Es la cantidad de flavonoides totales expresado en mg/kg de fruto fresco.	<i>Gaultheria myrsinoides</i> kunth	Cantidad de flavonoides por muestra	Cuantitativo (mg/kg)
			<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth		

1.5. Hipótesis

H0: El contenido de flavonoides totales es igual en los frutos de *Gaultheria myrsinoides* Kunth “macha macha” y *Vaccinium floribundum* Kunth “mortillo”.

H1: El contenido de flavonoides totales es diferente en los frutos de *Gaultheria myrsinoides* Kunth “macha macha” y *Vaccinium floribundum* Kunth “mortillo”.

1.6. Objetivos

- Determinar el contenido de flavonoides totales de los frutos de *Gaultheria myrsinoides* Kunth “macha macha” y *Vaccinium floribundum* Kunth “mortillo”.
- Comparar la cantidad de flavonoides totales presentes en el fruto de *Gaultheria myrsinoides* Kunth “macha macha” versus *Vaccinium floribundum* Kunth “mortillo”

II. METODOLOGÍA

2.1 Materiales

Material biológico

- Frutos de *Gaultheria myrsinoides* Kunth (macha macha).
- Frutos de *Vaccinium floribundum* Kunth (mortillo)

Material de vidrio

- Matraz.
- Tubo de ensayo
- Vaso de precipitación
- Balón
- Pipeta
- Bureta

Equipos de laboratorio

- Baño María.
- Refrigeradora.
- Termómetro.
- pH-metro.
- Balanza Analítica.
- Bomba de Vacío.
- Equipo de Destilación
- Espectrofotómetro

Material reactivo

- Ácido ascórbico q.p (Sigma-Aldrich)/estándar
- Agua destilada
- Alcohol 96°
- Ácido sulfúrico

Solventes orgánicos

- Alcohol etílico 96°
- Alcohol metílico.
- Cloroformo.
- Hexano.

2.2 Locales

- Laboratorio de farmacognosia de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional de Trujillo.
- Laboratorio de Evaluación Nutricional de alimentos de la Universidad Nacional de Trujillo

2.3 Diseño

No experimental: es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para analizarlos con posterioridad. En este tipo de investigación no hay condiciones ni estímulos a los cuales se expongan los sujetos del estudio. Los sujetos son observados en su ambiente natural.

2.4 Población y muestra

Población:

- Frutos de *Gaultheria myrsinoides* (macha macha)
- Frutos de *Vaccinium floribundum* (mortillo)

Muestra

- Frutos de *Gaultheria myrsinoides* (macha macha) de la zona Cutervo - Cajamarca..... 1 kg
- Frutos de *Vaccinium floribundum* (mortillo) de la zona Cutervo - Cajamarca..... 1 kg

2.5 Técnicas e instrumentos de investigación

a. Identificación y determinación taxonómica de la especie

La identificación botánica de las especies se realizó mediante el método tradicional o clásico de herborización, seleccionando el material en el campo, verificando que se encuentre en buenas condiciones, llevando a cabo la clasificación. Las plantas fueron identificadas en el Herbario del Departamento de Biología de la Universidad Nacional de Trujillo.

b. Selección de la muestra de frutos

Se seleccionaron los frutos teniendo en cuenta su estado de maduración, excluyendo aquellos que tuvieron daños superficiales y con presencia de moho, deshidratados o arrugados. Una vez realizada la recolección de los frutos fueron trasladados al Laboratorio de Evaluación de la Universidad Nacional de Trujillo.

c. Análisis fitoquímico

El contenido total de flavonoides se midió con el ensayo colorimétrico de cloruro de aluminio. Se colocaron 1 mL de alícuotas y 1 mL de solución estándar de quercetina (100, 200, 400, 600, 800, 1000 $\mu\text{g}/\text{mL}$) en fioles de 10 mL y se añadieron 4 mL de agua destilada y 0,3 mL de solución de nitrito de sodio al 5 % en cada uno. Después de 5 minutos, se añadieron 0,3 mL de cloruro de aluminio al 10 %. A los 6 minutos, se añadieron 2 mL de hidróxido de sodio 1 M. Finalmente, el volumen fue de hasta 10 mL con agua destilada y se mezcló bien. Se desarrolló un color naranja amarillento. La absorbancia se midió a un espectrofotómetro de 510 nm. El blanco se realizó usando agua destilada.

Se usó quercetina como estándar. Las muestras se realizaron por triplicado. La curva de calibración se trazó usando quercetina estándar. Los datos de los flavonoides totales se expresaron en mg equivalentes de quercetina / 100 mg de masa seca (Patel *et al.*, 2010; Pallab *et al.*, 2013; Satish-Kumar *et al.*, 2008; Patel *et al.*, 2012)

2.6 Métodos de análisis estadístico

Para comparar los resultados respecto al contenido promedio de flavonoides totales se empleó el análisis de variancia considerado un nivel de significancia del 5%.

III. RESULTADOS

El contenido total de flavonoides para los extractos hidroalcoholicos se midió con el ensayo colorimétrico de cloruro de aluminio usando quercetina como estándar (Fig. 1).

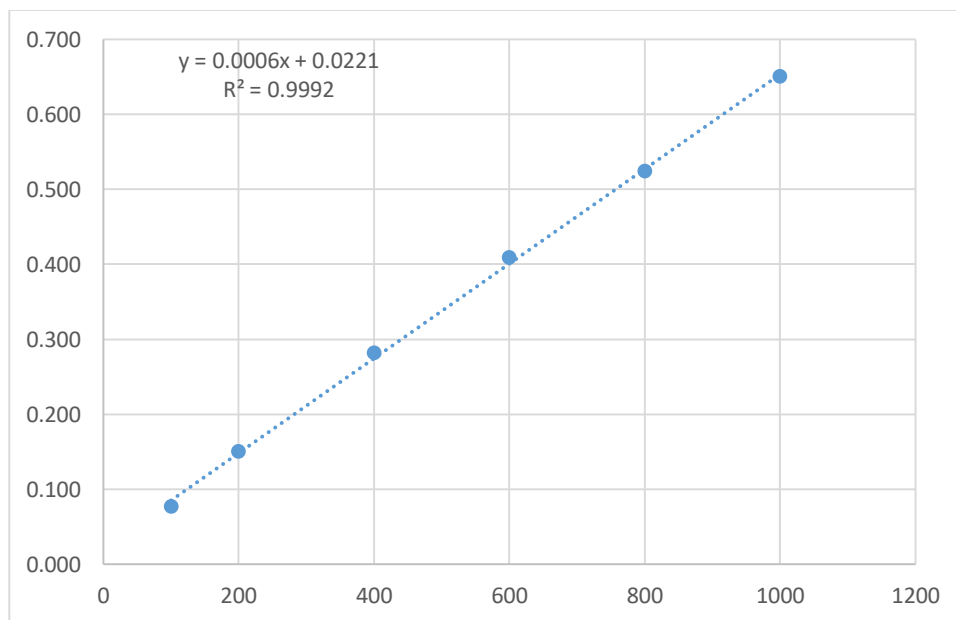


Fig. 1. Curva de calibración de quercetina

El cloruro de aluminio forma complejos ácidos estables con los grupos ceto C-4 y el grupo hidróxido C-3 o C-5 de flavonas y flavonoles. Además, también forma complejos responsables con grupos orto dihidróxido en los anillos A / B de flavonoides. La solución de concentración de quercetina (100-1000 ppm) se ajustó a la Ley de Beer a 510 nm con un coeficiente de regresión (R^2) = 0.9992 (Fig. 1). La gráfica tiene una pendiente (m) = 0.0006 e intercepción = 0.0221. La ecuación de la curva estándar es $y = 0.0006x + 0.0221$.

Tabla 1. Cuantificación de flavonoides totales por muestra y repeticiones

Muestra	Absorbancia por repetición	Absorbancia media	Equivalente	Dilución	Concentración	Resultado	
<i>Vaccinium floribundum</i>	0.529	0.527	842.056	5	38.8	10.85 ± 0.00233 a	mg de quercetina/100 mg de extracto
	0.526						
	0.527						
<i>Gaultheria myrsinoides</i>	0.626	0.628	1009.278	10	24.52	41.16 ± 0.00233 b	
	0.629						
	0.628						

a,b, indican tratamientos estadísticamente diferentes

Tabla 2. Análisis de varancia para el contenido de flavonoides totales en dos especies de blueberries nativos

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	FC	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre especies	0.01510017	1	0.01510017	6471.5	0.00000014312	7.708647422
Entre repeticiones	9.3333E-06	4	2.3333E-06			
Total	0.0151095	5				

La probabilidad menor al 0,05 indica diferencia significativa entre los extractos.

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

A nivel de Latinoamérica no se encontraron reportes de estudios fitoquímicos excepto en una especie de *Vaccinium*; por lo cual se infiere que no se han desarrollado estos estudios en las especies locales, o si se han realizado algunos, estos no se difunden convenientemente; sin embargo, el fruto de *V. floribundum*, ya se explota y comercializa en Ecuador, donde se exporta con el nombre de *Andean blueberry* según el Servicio de Información y Censo Agropecuario del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador (2003). Este ha sido empleado tradicionalmente por los locales como alimento y medicinal. y hoy día también se comercializa en forma de medicamento herbario o suplemento dietético.

Los compuestos fenólicos constituyen una de las categorías más importantes de los grupos fitoquímicos presentes en los frutos. Según su estructura química, se pueden agrupar en tres clases: los ácidos fenólicos, los polifenoles y los flavonoides; siendo los flavonoides, el más diverso y numeroso (Ochoa y Ayala, 2004), al respecto Seeram (2006) afirma que, la mayoría de compuestos fenólicos presentes en los berries lo constituyen los flavonoides como: antocianinas, flavonoles y flavanales; por ello en la presente investigación se determinó que, el contenido de flavonoides totales de los frutos de *Gaultheria myrsinoides* Kunth “macha macha” fue de 41.16 y en *Vaccinium floribundum* Kunth “mortillo” fue de 10.85 mg en equivalente de quercetina/100 mg de extracto.

La cantidad de flavonoides encontrados en estas dos especies difiere con otros autores quienes reportan contenidos diversos, como Surco (2018), que reportó que el contenido de fenoles totales y flavonoides del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Pernettya prostrata* (Cav.) DC. “macha macha” fueron 255,1 mg Eq AG/g ext. y 22,06 mg Eq Rutina/g.

estas diferencias como bien se observa se deban al método de valoración; por otro lado en los antecedentes y literatura consultada no se reporta la cantidad específica de flavonoides sino que de manera descriptiva se reportan sus tipos y sí se cuantifican por otro lado los polifenoles totales por lo que este trabajo aporta en esta temática; así Abreu *et al.* (2008), mencionan que, la familia de compuestos más investigada y descrita en mayor cantidad de especies y cultivares es la de los flavonoides, entre estos los más reportados son los pigmentos tipo antocianinas: cianidina, delphinina, malvidina, petunidina y peonidina; el hiperósido y la epi-catequina y proantocianidinas, principalmente en el fruto.

Como se ha visto entonces hasta ahora, varios pigmentos y otros flavonoides coinciden en gran número de especies pertenecientes a los géneros motivo de esta tesis, lo cual es consistente con criterios quimiotaxonómicos. De igual modo, Winkel-Shirley (2002) menciona que las antocianinas y otros flavonoides son sustancias que protegen a la planta contra situaciones de estrés provocadas por herbívoros por lo tanto puedan existir diferencias no sólo varietales sino también respecto al entorno donde crecen las plantas.

El número especies en Latinoamérica es elevado, por lo que, con las potencialidades de actividad biológica descritas, la prospección del género en el subcontinente es una necesidad con vistas a desarrollar medicamentos herbarios o alimentos funcionales. La explotación sostenible de estas ericáceas puede constituirse en fuente de ingresos y empleo para las poblaciones montanas donde generalmente se hallan.

V. CONCLUSIONES

- El contenido de flavonoides totales de los frutos de *Gaultheria myrsinoides* Kunth “macha macha” fue de 41.16 y en *Vaccinium floribundum* Kunth “mortillo” fue de 10.85.
- La cantidad de flavonoides totales presentes en el fruto de *Gaultheria myrsinoides* Kunth “macha macha” es mayor (3.79 veces más) en comparación a *Vaccinium floribundum* Kunth “mortillo”.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda estudiar la fitoquímica y actividad biológica de las especies latinoamericanas, con la perspectiva además del atractivo comercial de su explotación sostenible considerando el incremento en las investigaciones y la producción de bayas de diferentes especies de *Vaccinium* y el número de publicaciones relacionadas con este género en varios campos de la ciencia, principalmente en la última década

VII. AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la vida y haber puesto en mi camino a profesionales que han contribuido en mi formación profesional y humana a través de su destacada labor como docentes.

A mi familia, por brindarme su apoyo, comprensión y amor para enfrentar cada etapa de mi vida y concederme la oportunidad de estudiar esta hermosa carrera.

Muy especialmente, a mi asesor de tesis, Dr. Julio Mariños Ginocchio, por la acertada orientación, el arduo esfuerzo y la crítica constructiva que me permitió un buen aprovechamiento en el trabajo realizado.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu Guirado, Orlando A., Cuéllar Cuéllar, Armando, & Prieto, Sylvia. (2008). Fitoquímica del género *Vaccinium* (Ericaceae). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 13(3) Recuperado en 05 de diciembre de 2019, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962008000300003&lng=es&tlng=pt.

Agrimundo, (2013) *Perspectivas para los berries nativos en él.* - Se recuperó de http://www.agrimundo.cl/wpcontent/uploads/reporte_uno_berries_version_final.pdf.

Alam, F. Saqib, Ashraf, M. (2017). *Gaultheria trichophylla* (Royle): a source of minerals and biologically active molecules, its antioxidant and anti-lipoxygenase activities. *BMC Complementary And Alternative Medicine*, 17(1), 3. <https://doi.org/10.1186/s12906-016-1511-4>.

Andrew F., Elisabete C., Geraldine G., Vincent W., Stefan M., Juha-Pekka S., & C. Peter c. (2018). Análisis fitoquímico de la baya salal (*Gaultheria shallon* Pursh.), Una fruta tradicionalmente consumida del oeste de América del Norte con un contenido de proantocianidina excepcionalmente alto. En *Fitoquímica* (pp.203-210). sin lugar: Elsevier.

Bañados, P. (2005). *Fisiología, poda y nutrición del arándano*. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

Berrypro, (2016); presente en el VII Seminario Internacional de Cajamarca. Se recuperó de <http://berrypro.eu/berrypro-presente-en-el-vii-seminario-internacional-de-berries/>.

- Castillo, V. (2018). Desarrollo de una bebida gaseosa de mortiño (*Vaccinium meridionale*) en la comunidad de Sigchos provincia de Cotopaxi. Trabajo de titulación para optar el título de Ingeniera agroindustrial y de alimentos. Facultad de ingeniería y ciencias agropecuarias. Universidad de las Américas, Quito, Ecuador. Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/9292/4/UDLA-EC-TIAG-2018-15.pdf>
- Chaves, O. (2007). Retraso del enverdecimiento en las hojas nuevas de *Pernettya prostrata* (Ericaceae): posibles funciones adaptativas. *Rev. Pensam Actual*. Disponible en: <http://www.revistas.ucr.ac.cr/index.php/pensamiento-actual/article/view/4103/3930> (Accesado dd/mm/aa).
- Coba, S. (2012). Estudio etnobotánico del mortiño (*vaccinium*). *Ciencias de la Vida*. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/4760/476047400002.pdf>.
- Díaz, L. y Braúl, E. (2018). Cuantificación de vitamina C y evaluación de la capacidad antioxidante del fruto de *Pernettya prostrata* (macha macha) frente al radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo. Tesis para optar el grado académico de Bachiller en Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional de Trujillo, Perú. Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10648/Diaz%20Paico%20Lynda%20Yorani.pdf?sequence=1>
- Gestión economía (2016). *Perú incrementó producción de frambuesa en 120% en un año*. Se recuperó de <https://gestion.pe/economia/peru-incremento-produccion-frambuesa-120-ano-148990-noticia/>.

Horna, L. y López, C. (2012) Capacidad antioxidante in vitro de los flavonoides totales obtenidos de las hojas de *Sambucus peruviana* H.B.K. (saúco), proveniente de la ciudad de Huamachuco. Tesis para obtener el grado académico de bachiller en farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional de Trujillo, Perú. Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/1773/Horna%20Acvedo%20Lisette%20Gioanna.pdf?sequence=1>

López, E., Mostacero, J., Mejía, F., Diez, C., De La Cruz, J., Rodríguez, M., Zavaleta, C., Gonza, A. (2014). Registro del género *Vaccinium* en el norte del Perú. *Rev. Pueblo Continente*, Vol 23, N° 2, Trujillo, Perú.

Martínez, (2002); Los flavonoides propiedades y acciones antioxidantes. Se recuperó de: <http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/3338.pdf>

McDougall, G., Austin, C., Van Schayk, E., Martín, P. (2016). Frutos de Salal (*Gilltheria shallon*) y Aronia (*Aronia melanocarpa*) de Orkney: contenido fenólico, composición y efecto de la vinificación. En *Química de Alimentos* (pp.239-247). no hay lugar: Elsevier

Munguía, A. (2011). Antioxidantes la magia de lo natural. *Eumed.net*. recuperado de: <http://www.eumed.net/rev/tlatemoani/08/rgc.pdf>

Nestor, G., Orlando, V. & Yisela, F. (2014). Los cerros de Bogotá y su gestión ambiental. Bogotá: Acuerdo de Bogotá.

Ochoa, C. I., & Ayala, A. A. (2004). Los flavonoides: apuntes generales y su aplicación en la industria de alimentos. *Ingeniería y competitividad*, 6(2), 64-74.

Pallab K, Tapan B, Tapas P, Ramen K. (2013). Estimation of total flavonoids content (TPC) and antioxidant activities of methanolic whole plant extract

of *Biophytum sensitivum* Linn. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*; 3(4): 33-37.

Patel A, Patel A, Patel A and Dr. Patel N. (2010) Estimation of flavonoid, polyphenolic content and in vitro antioxidant capacity of leaves of *Tephrosia purpurea* Linn. (Leguminosae). *Int J Pharma Sci and Res*; 1(1): 66-77.

Patel S, Patel J, Patel RK. (2012). To study proximate analysis & biological evaluation of *Triphala Guggulu* formulation. *Int J PharmTech Res*; 4(4): 1520-1526.

Plazas (2015). Tamizaje fitoquímico preliminar, evaluación de la actividad. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S102847962015000200004.

Retamales, J. y Hancock, J. (2012). *Blueberries*. *Crop Production Science in Horticulture*. Oxfordshire, UK, CABI Publ. Co.

Rodríguez, L., López, L. y García, M. (2010). Determinación de la composición química y actividad antioxidante en distintos estados de madurez de frutas de consumo habitual en Colombia, mora (*Rubus glaucus* B.), maracuyá (*Passiflora edulis* S.), guayaba (*Psidium guajava* L.) y papayuela (*Carica cundinamarcensis* J.). *Alimentos hoy*, 0 (21), p. 35-42.

Satish Kumar T, Baskar, Shanmugam S, Rajasekaren P, Sadasivam and Manikandan V. (2008). Optimization of flavonoids extraction from the leaves of *Tabernaemontana Heyneana* Wall. Using L16 orthodesign. *Nature and Science*; 6(3): 10-21.

Seeram, N. P., Adams, L. S., Zhang, Y., Lee, R., Sand, D., Scheuller, H. S., & Heber, D. (2006). Blackberry, black raspberry, blueberry, cranberry, red raspberry, and strawberry extracts inhibit growth and stimulate apoptosis of human cancer cells in vitro. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(25), 9329-9339.

Servicio de Información y Censo Agropecuario del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador (2019). Disponible en: <http://www.sica.gov.ec>

Surco, H. (2018). Actividad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos y flavonoides de *Pernettya prostrata* (Cav.) DC. “macha macha”. tesis para obtener el título profesional de químico farmacéutico. Universidad San Cristobal de Huamanga, Lima, Perú. Disponible en: http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3348/TESIS%20Far534_Sur.pdf?sequence=1

Villagra, E., y Campos, H. (2014); Caracterización morfométrica y fitoquímica de frutos de chaura (*Gaultheria pumila*): una baya chilena nativa con potencial comercial, 47(1), 6287-47-26.

Winkel-Shirley B. (2002). Biosynthesis of flavanoids and effects of stress. *Curr Opin Plant Biol* 5:218–223.

ANEXOS



Fig. 2. *Gaultheria myrsinoides* Kunth.



Fig. 3. *Vaccinium floribundum* Kunth.

EL DIRECTOR DEL HERBARIUM TRUXILLENSE (HUT) DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO.

Da Constancia de la determinación taxonómica de un (01) espécimen vegetal:

- Clase: Equisetopsida
- Subclase: Magnoliidae.
- Super Orden: Asteranae
- Orden: Ericales
- Familia: Ericaceae.
- Género: **Gaultheria**
- Especie: **G. myrsinoides** Kunth
- Nombre común: "macha macha"

Muestra alcanzada a este despacho por MARÍA ELIZABETH PASTOR CABANILLAS, identificada con DNI: 76817391, con domicilio legal en Av. Los Incas Lote 7 San Juanito- Guadalupito. Estudiante de la Facultad de Medicina Humana, Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Privada San Pedro, cuya determinación taxonómica servirá para la realización del Proyecto de investigación para la Tesis: CONTENIDO DE FLAVONOIDES TOTALES DE LOS FRUTOS DE **Gaultheria myrsinoides** "macha macha" Y **Vaccinium floribundum** "mortillo".

Se expide la presente Constancia a solicitud de la parte interesada para los fines que hubiera lugar.

Trujillo, 25 de noviembre del 2019



Dr. JOSÉ MOSTACERO LEÓN
Director del Herbario HUT

Fig. 4. Determinación taxonómica de *Gaultheria myrsinoides* Kunth.

EL DIRECTOR DEL HERBARIUM TRUXILLENSE (HUT) DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO.

Da Constancia de la determinación taxonómica de un (01) espécimen vegetal:

- Clase: Equisetopsida
- Subclase: Magnoliidae.
- Super Orden: Asteranae
- Orden: Ericales
- Familia: Ericaceae
- Género: **Vaccinium**
- Especie: **V. floribundum** Kunth
- Nombre común: "mortillo"

Muestra alcanzada a este despacho por MARÍA ELIZABETH PASTOR CABANILLAS, identificada con DNI: 76817391, con domicilio legal en Av. Los Incas Lote 7 San Juanito- Guadalupito. Estudiante de la Facultad de Medicina Humana, Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Privada San Pedro, cuya determinación taxonómica servirá para la realización del Proyecto de investigación para la Tesis: CONTENIDO DE FLAVONOIDEOS TOTALES DE LOS FRUTOS DE *Gaultheria myrsinoides* "macha macha" Y *Vaccinium floribundum* "mortillo".

Se expide la presente Constancia a solicitud de la parte interesada para los fines que hubiera lugar.

Trujillo, 25 de noviembre del 2019




Dr. JOSE MOSTACERO LEON
Director del Herbario HUT

Fig. 5. Determinación taxonómica de *Vaccinium floribundum* Kunth.



Fig. 6. Peso de los frutos de *Gaultheria myrsinoides*.



Fig. 7. Peso de los frutos de *Vaccinium floribundum* Kunth.



Fig. 8 y 9. Proceso de lixiviación de *Gaultheria myrsinoides* Kunth.



Fig. 10 y 11. Proceso de lixiviación de *Vaccinium floribundum*.

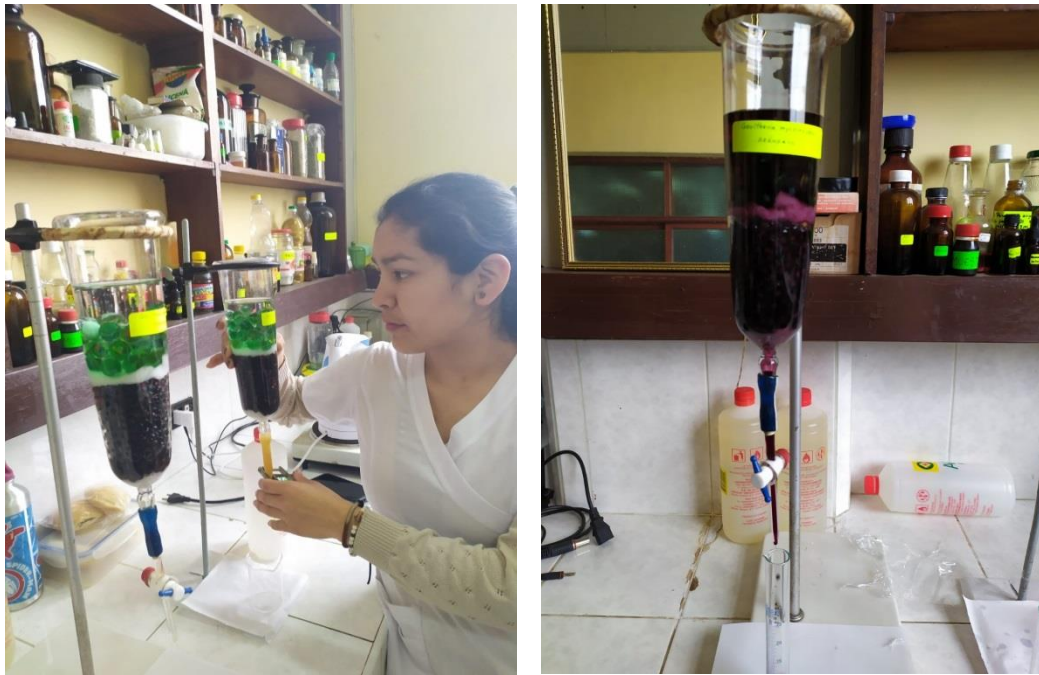


Fig. 12 y 13. Proceso de lixiviación de *Gaultheria myrsinoides* Kunth.



Fig. 14. Muestra patrón quercetina.



Fig. 15 y 16. Dilución de las muestras.



Fig. 17. Rotulación de las muestras .

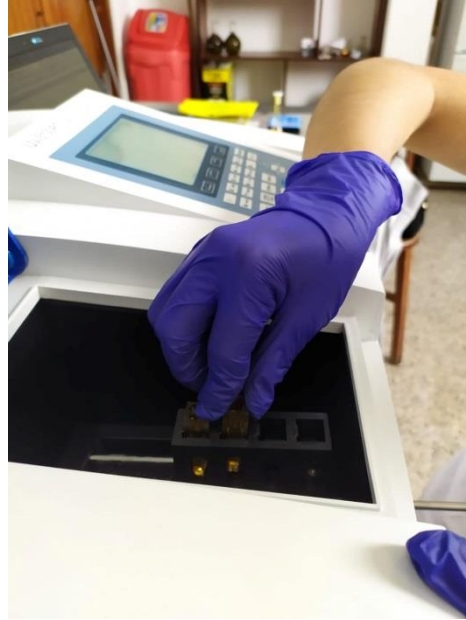


Fig. 18 y 19. Lectura de las muestras en el espectrofotómetro.

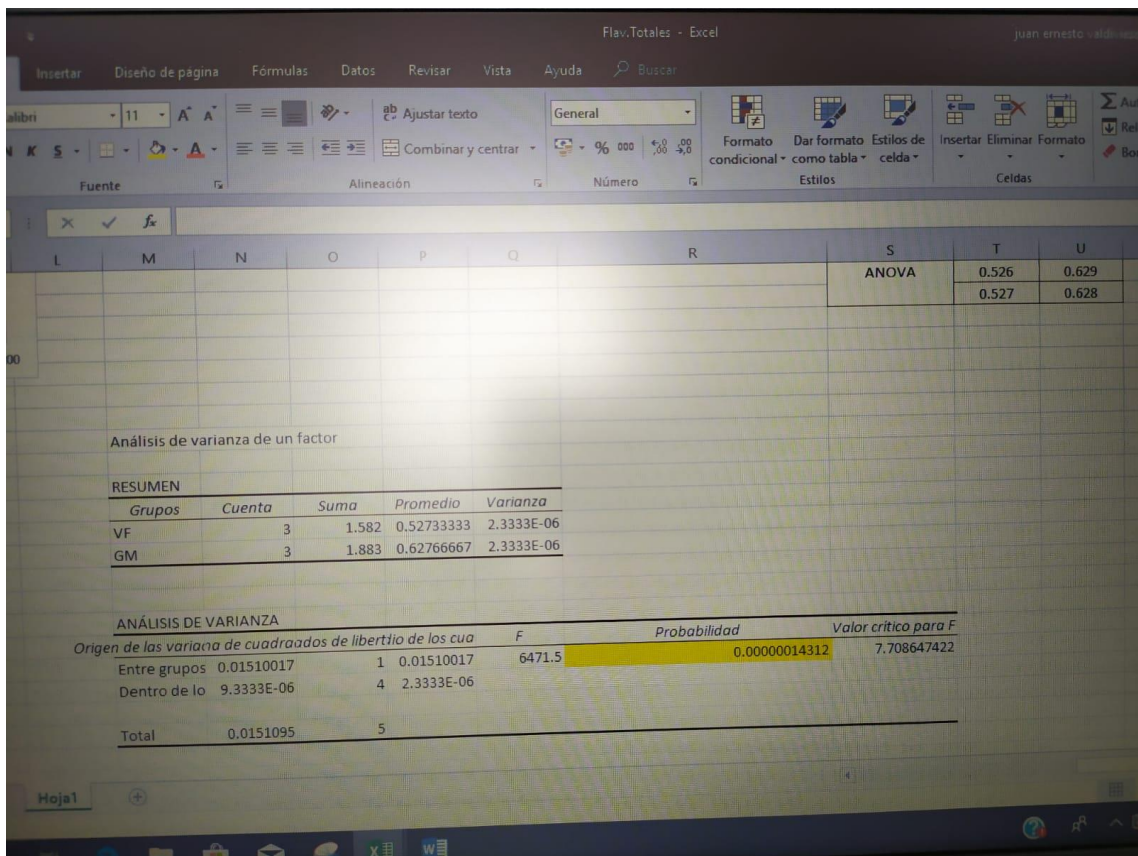


Fig. 20. Resultados estadísticos.