



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD



CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título de **Trabajo final de investigación** es:

Determinación de fenoles y actividad antioxidante en extractos: etanólico y acuoso de hojas postcosecha de *Vaccinium corymbosum* (arándano azul)

Presentado por:

**PARI OLARTE, JOSEFA BERTHA
LOYOLA GONZALES, EDDIE
KONG CHIRINOS, JOSE FRANCISCO
APUMAYTA VEGA, UNFREDO PABEL**

De la Facultad de **FARMACIA Y BIOQUÍMICA**. El resultado obtenido es **5%** por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO, según Reglamento de Evaluación de la Originalidad.

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 18 de Diciembre de 2023

.....
Dra. JOSEFA BERTHA PARI OLARTE
DIRECTORA DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
Facultad de Farmacia y Bioquímica



Informe final

**Determinación de fenoles y actividad antioxidante en extractos: etanólico
y acuoso de hojas postcosecha de *Vaccinium corymbosum* (arándano
azul)**

Línea de Investigación:

Salud Pública y conservación del medio ambiente

INFORME FINAL DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Autores:

Q.F. Dra. Josefa Bertha Pari Olarte (responsable)

Q.F. Dra. Eddie Loyola Gonzáles

Dr. José Francisco Kong Chirinos

Q.F. Mag. Unfredo Pabel Apumayta Vega (colaborador)

Ica – Perú

2023

ÍNDICE.

ÍNDICE.....	2
Índice de tablas	2
Índice de figuras	3
RESUMEN	4
ABSTRACT	5
I. INTRODUCCIÓN	6
II. MATERIAL Y MÉTODOS	9
III. RESULTADOS	16
IV. DISCUSIÓN	22
V. CONCLUSIONES	23
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Esquema de trabajo para determinar la curva de valoración entre las soluciones estándares de ácido gálico versus el reactivo de Folin Ciocalteu.	12
Tabla 2. Esquema de trabajo para la determinación del contenido de fenoles en extractos de hojas secas y molidas de <i>Vaccinium corymbosum</i> (arándano)	12
Tabla 3. Esquema de trabajo para la determinación del contenido de fenoles en muestras de infusiones de uso común por la población.	13
Tabla 4. Esquema de trabajo para determinar la curva de valoración entre las soluciones estándares de ácido gálico versus el reactivo de Folin Ciocalteu	14
Tabla 5. Esquema de trabajo para la determinación la actividad antioxidante en extractos de hojas secas y molidas de <i>Vaccinium corymbosum</i> (arándano).....	15
Tabla 6. Procesos para la determinación del contenido de actividad antioxidante en infusiones de uso común por la población.....	15
Tabla 7. Resultados de las apreciaciones organolépticas a las hojas secas y molidas de arándanos de diferentes tamaños	16
Tabla 8. Resultados de la determinación del % de rendimiento de las infusiones 1 % hojas secas y molidas de arándanos.	17
Tabla 9. Resultados de las apreciaciones organolépticas de las infusiones acuosas y etanólicas de hojas secas y molidas de arándanos de tamaño menores a 1mm y preparadas a diferentes concentraciones.	17

Tabla 10. Resultados de las absorbancias de las soluciones estándares de ácido gálico versus el reactivo de Folin Ciocalteu.	18
Tabla 11. Resultados del contenido de fenoles en las infusiones de arándanos analizadas e infusiones de otras especies vegetales que son de mayor uso en la población.	19
Tabla 12. Resultados de las absorbancias de las soluciones estándares de ácido gálico versus el reactivo DPPH.	19
Tabla 13. Resultados de la actividad antioxidante de las muestras analizadas expresadas como actividad antioxidante equivalente a mg de ácido /100 mL.....	20
Tabla 14.....	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Curva de entre el ácido gálico y el reactivo de Folin Ciocalteu.....	18
Figura 2. Curva de valoración entre soluciones estándares de ácido gálico versus el reactivo DPPPH.	20

RESUMEN

Determinación de fenoles y actividad antioxidante en extractos: etanólico y acuoso de hojas postcosecha de *Vaccinium corymbosum* (arándano azul)

Autores: Josefa Bertha Pari Olarte¹, Eddie Loyola Gonzales¹, José Francisco Kong Chirinos², Unfredo Pabel Apumayta Vega¹

¹. Universidad Nacional San Luis Gonzaga Facultad de Farmacia y Bioquímica

². Universidad Nacional San Luis Gonzaga Facultad de Medicina Humana

El Objetivo de la investigación fue determinar el rendimiento de extractos: etanólico y acuoso obtenidos por infusión de hojas postcosecha de *Vaccinium corymbosum* (arándano azul); con contenido de fenoles y actividad antioxidante, Metodología utilizada: estudio básico, descriptivo, transversal y experimental. Resultados de 100g hojas post cosecha seleccionadas se obtiene 28.44 g de material seco que sometido a molienda con molino manual obteniendo 73.65 % de materia conformado por partículas menores a 1.0 mm. Con estas partículas se obtienen extracto acuoso y etanólico al 1.0 % y evaporados sus solventes los rendimientos de extracto libre de solvente son 0.682 % y 0.511 %, respectivamente. Las infusiones acuosas 1.0 % y etanólicas 1.0 % tienen un contenido de fenoles totales que son equivalentes a soluciones de ácido gálico de 73.116 y 30.419mg/100 mL, respectivamente. Y tienen la capacidad para inhibir el 84.28 % y 54.72 % la actividad radicalaria de una solución de DPPH de 1.018 de absorbancia. Conclusiones las hojas post cosecha de los frutos de *Vaccinium corymbosum* (Arándano azul) presentan grupos fenoles y poca actividad antioxidante.

Palabras claves: *Vaccinium corymbosum*, fenoles totales, actividad antioxidante.

ABSTRACT

Determination of phenols and antioxidant activity in extracts: ethanolic and aqueous of postharvest leaves of vaccinium corymbosum (blueberry).

Authors: Josefa Bertha Pari Olarte¹, Eddie Loyola Gonzales¹, José Francisco Kong Chirinos², Unfredo Pabel Apumayta Vega¹

¹. National University San Luis Gonzaga Faculty of Pharmacy and Biochemistry

². National University San Luis Gonzaga Faculty of Human Medicine

The objective of the research was to determine the performance of extracts: ethanolic and aqueous obtained by infusion of postharvest leaves of *Vaccinium corymbosum* (blueberry); with phenolic content and antioxidant activity, Methodology used: basic, descriptive, transversal and experimental study. Results of 100g selected post-harvest leaves, 28.44 g of dry material is obtained, which is subjected to grinding with a manual mill, obtaining 73.65% of matter made up of smaller particles. to 1.0 mm. With these particles, a 1.0% aqueous and ethanolic extract is obtained and after evaporating their solvents, the yields of solvent-free extract are 0.682% and 0.511%, respectively. The 1.0% aqueous and 1.0% ethanolic infusions have a total phenolic content that is equivalent to gallic acid solutions of 73.116 and 30.419mg/100 mL, respectively. And they have the capacity to inhibit 84.28% and 54.72% of the radical activity of a DPPH solution of 1.018 absorbance. Conclusions: Post-harvest leaves of *Vaccinium corymbosum* (Blueberry) fruits present phenolic groups and little antioxidant activity.

Keywords: *Vaccinium corymbosum*, total phenols, antioxidant activity.

I. INTRODUCCIÓN.

El auge agroindustrial de nuestra región origina la elevación de las ofertas de trabajo para la población y con ello prosperidad económica en los diferentes hogares cuyos moradores laboran en algún proceso que conlleva que el producto se exporta; así se benefician desde guardianes, campesinos, técnicos, profesionales hasta las inversionistas que se involucran en la actividad económica. Y finalmente nuestro estado con la recaudación de los impuestos y generación de divisas para el país.

Vaccinium corymbosum (arándano azul) planta terrestre con características rizomáticas, ramas que crecen subterráneamente, de color verde brillante sus hojas perennes de forma alterna, con bordes aserrado y/o lisos que se hallan adheridas al tallo por un corto peciolo. Las hojas en temporada de otoño presentan un color muy destacado, son considerados como plantas de aspecto ornamental por sus flores de forma acampanadas en color rosa, rojas, purpuras y/o blancas. Siendo comestible sus frutos los cuales nacen a partir del ovario inferior denominado bayas. Henostroza, et al (2016)^{1,2}.

Uno de los frutos privilegiados por su contenido de fenoles beneficiosos para la salud humana es el Arándano. Esta especie vegetal crece en diferentes regiones de nuestro país siendo en la actualidad el país que más arándanos exporta en el mundo; con una exportación para el año 2023 de 300 mil toneladas métricas principalmente como frutos frescos y muy poco como producto desecado³. Dependiendo de la cantidad y características fisicoquímicas estos residuos provocan problemas de gestión para su manejo y disposición final; generando altos costos asociados a transporte y tratamiento. Las hojas que quedan después de las cosechas de los frutos de arándanos terminan sin uso alguno a pesar de que tienen varios constituyentes químicos como: taninos catéquicos, triterpenos, ácidos fenólicos, leucoantocianidinas⁴. A la infusión de una onza de hojas de arándanos por litro de agua se le atribuyen excelentes propiedades antidiabéticas, astringentes, anti-flatulentas, anti-oxiuros, antisépticas de las vías urinarias entre otras. Las hojas en estado fresco tienen apreciable cantidad de Vit C y cuando están correctamente desecadas este contenido de Vit C se debe conservar⁵.

Aurazo D. (2017)⁶. En una investigación para determinar el consumo de té de las hojas de arándano en la población de Chiclayo, 2017, proporcionándoles información sobre las cuales son las bondades de las hojas de *vaccinium corymbosum*, utilizando la cuesta y cuestionario como técnica de 18 ítems aplicado a 383 familias, concluyendo que el

consumo de té de hierbas en las familias chiclayanas influye positivamente en su salud aceptando el consumo de las hojas de arándano.

Zurita K. (2021)⁷. estudia la presencia de fitoquímicos en toda la planta de arándano, es decir, raíz, tallo, hojas, flores y frutos. Objetivo que fue determinar compuestos grasos, compuestos lactónico, triterpenos en extracto etéreo; alcaloides, catequinas, azúcares reductores, saponinas, compuestos fenólicos, quinonas, flavonoides en extracto etanólico y en extracto acuoso compuestos fenólicos, flavonoides, mucílagos, principios amargos en conclusión el rendimiento del screening fitoquímico se encontraron elevada concentración de flavonoides. En la extracción sucesiva a partir de 200gr de hojas secas y molidas ERES cantidad obtenida 4.3gr., rendimiento 2.15%.

Guzmán E. (2019)⁸. Evaluó la actividad antioxidante y antibacteriana de hojas y frutos de *V. floribundum* Kunth. Reporta rendimientos de extracto etanólico de hojas de 11.189 % y determinó metabolitos secundarios: flavonoides y taninos en la hoja y flavonoides, taninos, fenoles y diterpenos En conclusión, encontrándose presencia de flavonoides en el fruto, asimismo la capacidad antioxidante por la técnica de DPPH se obtuvo 86,422 y 27,930 por ciento de la hoja y fruto.

Camelo V. (2021)⁹. desarrollan un proyecto para la creación de una bebida hipertónica a base de arándanos o extracto de la hoja de arándanos a fin de brindar hidratación y recuperación muscular después del entrenamiento. postula el aprovechamiento de la apreciable cantidad de proteína y compuestos fenólicos que presentan las dos bebidas y por tanto se tienen productos con un valor agregado lo que facilita un en el aumento de la calidad de vida de los consumidores. En conclusión, por motivos de precio de venta final de los productos la formulada con fruta de arándano es más económica que la bebida con extracto de hoja, puesto que no requiere de un subproceso minucioso para el alistamiento de materia prima.

Gozzi M. (2011)¹⁰. trabajó las hojas de *Vaccinium ashei*, variedad bonita, que en la actualidad estas partes de las plantas han sido poco estudiadas y podrían ser una fuente alternativa de antioxidantes naturales. El objetivo del trabajo fue evaluar los contenidos de los fenoles y las capacidades antioxidantes de estas hojas en diferentes condiciones de extracción. Se obtuvieron cuatro extractos a partir de las hojas secas: agua (A), etanol-agua 80% previo hexano (H), etanol-agua 80% (Et) y acetona-agua 75% (K). siendo sus extractos liofilizados. El contenido fenólico se determinado a través de reacción del

reactivo de Folin Ciocalteu; la actividad antioxidante se midió con el reactivo DPPH y ABTS los resultados se expresan como % de inhibición. Y como sustancias de referencia utilizó El butil hidroxil tolueno (BHT) y la catequina. Reporta que los extractos procedentes de las hojas tienen alto contenido de fenoles valores entre 9.99 – 53.73 mg de fenoles (EAG)/ g de hoja con una elevada actividad antioxidante. Concluye que las hojas de arándano podrían eventualmente utilizarse como fuente natural de antioxidantes en reemplazo de los sintéticos; o utilizarse como alimento funcional.

Torrenegra y Villalobos (2016)¹¹. Realizaron el estudio de la evaluación de la actividad antioxidante de las pulpas de *Rubus glaucus* B, *Vaccinium floribundum* K y *Beta vulgaris* L. La pulpa se obtuvo a partir del fruto fueron adquiridas en un mercado local de la ciudad de Cartagena, Bolívar, la actividad antioxidante fue determinada mediante la técnica de actividad anti radicalaria por el método DPPH. Concluyendo que la pulpa de *Rubus glaucus* B. variedad Castilla, *Vaccinium floribundum* K y *Beta vulgaris* L, son considerados como promisorios para diseñar productos nutraceuticos por su elevada actividad antioxidante.

Aldaba y Concha (2016)¹². En México realizaron un trabajo de investigación titulado: "Funcionalidad del arándano azul (*Vaccinium corymbosum* L.)". El objetivo del trabajo fue analizar el fenol total y la capacidad antioxidante en esta fruta usando el método del ABTS los resultados fueron expresados en mg de Trolox/100g de muestra. Concluyendo un alto contenido fenólico de las muestras analizadas.

Gaviria, et al (2012)¹³. En Colombia realizaron un trabajo titulado: "Cambios en la Actividad Antioxidante en Frutos de Mortiño (*Vaccinium meridionale* Sw.) durante su Desarrollo y Maduración." En su trabajo evaluó la diferenciación en los contenidos de fenoles y antocianinas totales y de las actividades antioxidantes por las metodologías de ABTS, DPPH, FRAP y ORAC. El contenido de antocianinas varió desde 4,2 mg eq cianidin-3-glucosido/ 100 g FF hasta 271,9 mg eq cianidin-3-glucosido/ 100 g FF al final de la maduración. Concluyendo que sus valores fueron altos.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Diseño de la investigación

Es un trabajo analítico cuantitativo porque se obtendrán datos cuantificables que dependerán del proceso seguido entre la muestra a analizar y la técnica extractiva. El producto de estos procesos será relacionado con su contenido de componentes químicos de naturaleza fenólica y su actividad antioxidante. Por la información que se obtiene al término de la investigación es de nivel básico:

Por los resultados que se pretende alcanzar en la investigación. Con respecto al tiempo el trabajo es transversal y longitudinal.

2.2. Población, Muestra y muestreo

Población: Especie vegetal de *Vaccinium corymbosum* (arándano) que crecen en el distrito de Parcona.

Muestra: 2 kg de Hojas postcosecha de los frutos de la especie vegetal de *Vaccinium corymbosum* (arándano)

Muestreo: Intencionado

2.3. Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión: Hojas postcosecha libres de daños y/o deterioro físico ni rasguñaduras de insectos o pájaros. Con tamaño que supere los 3 cm longitudinalmente.

Criterios de exclusión: Hojas postcosecha con signos de deterioro físico.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se usaron técnicas de entrevista y diálogos para la concertación de encuentros y poder acopiar las hojas postcosecha de los frutos del arándano; técnicas de extracción de compuestos químicos presentes en especies vegetales y reacciones químicas para determinar los compuestos fenólicos y contenido de su actividad antioxidante.

2.5. Procedimiento de recolección de datos

1°. Obtención de Plantas postcosecha de arándanos

Las plantas postcosecha de *Vaccinium corymbosum* (arándanos) fueron recolectadas en coordinación con el Ing. Agrónomo Carlos Ricardo Córdova Salas quien gentilmente colaboró aceptando la dación del material a analizar.

2°. Obtención de hojas postcosecha

Las hojas postcosecha de arándanos se retirará de cada planta y se determinará el rendimiento de hojas totales y seleccionadas.

3°. Obtención de hojas secas.

El proceso de secado se hizo de dos formas:

El primero secado al ambiente con remociones constantes y finalmente en la estufa hasta completa sequedad.

El segundo secado con corriente de aire caliente entre 45- 50°C hasta sequedad total.

De esta parte del trabajo se concluye que las muestras finalmente son idénticas y por razones de practicidad se prefiere trabajar con muestras que fueron secadas con corriente de aire caliente a 45 °C

4° Obtención de material para la elaboración de extractos.

Ambas muestras fueron sometidas a un proceso de molienda de utilizando un molino manual. El material molido se pasa a través de juegos de tamices y se separan en tres tamaños diferentes: Menores de 1 mm, más de 1 mm, pero menores de 4 mm y mayores de 4 mm.

5°. Obtención de extractos.

Extracto acuoso: Se utilizó el método de infusión usando como solvente agua destilada. De cada una de las muestras y tamaño del material molido se obtuvieron infusiones al 0.5, 1 y 2%.

Extracto etanólico: Se utilizó el método de infusión usando como solvente etanol 96 °. De cada uno de los tamaños del material molido se obtuvieron infusiones al 0.5, 1 y 2 %.

De esta parte del trabajo se concluye que las infusiones de mayor rendimiento son las obtenidas con tamaño de partícula menores a 1mm.

6°. Determinación de las características organolépticas de las infusiones obtenidas.

Para esta parte del trabajo se utilizó infusiones procedentes de muestras de tamaño menores a 1 mm, se prepararon a las concentraciones de 0.5 %, 1.0 % y 2.0 %. Los extractos fueron obtenidos utilizando agua destilada y etanol como disolvente y usando los órganos de los sentidos, para cada muestra analizada, se evaluó:

- Color: En un vaso de precipitados de 29 ml se colocan 10 mL del a muestra a analizar se deja en reposo por 10 minutos y luego se procede a evaluar su color
- Olor: El vaso conteniendo la muestra a analiza se acerca a las fosas nasales para percibirse el olor

- Sabor: Con una bajalengua se retira 2-3 ml para su degustación
- Aspecto: Un pequeño volumen se analiza, se observa y se coloca entre los dedos índice y pulgar para juzgar su consistencia.

Evaluadas las características organolépticas se procede a la concentración hasta la eliminación total de los solventes. Para la desecación de los extractos acuosos se lleva a la estufa a 85°C hasta desecación total e inmediatamente se procede a la evaluación de los extractos acuosos libres de solvente. Para desecar los extractos etanólico se llevó a la estufa a una temperatura de 65°C hasta la eliminación total del solvente e inmediatamente se procede a la evaluación de su rendimiento.

7°. Análisis cuantitativo de fenoles totales en las diferentes infusiones obtenidas.

Para esta parte del trabajo se utilizó las infusiones obtenidas con partículas de las muestras menores de 1 mm y de concentración 1.0 %.

a) Preparación de la muestra:

Las muestras utilizadas fueron las de concentración 1.0% y obtenidas con partículas menores de 1 mm. Se trabajaron directamente y el trabajo se hizo por triplicado.

b) Método:

Se uso el método colorimétrico con el reactivo de Folin- Ciocalteu.

c) Fundamento:

El método se basa en la reacción que ocurre entre los fenoles del material que se analiza versus el reactivo de Folin Ciocalteu que es de color amarillo en estado puro, pero al reaccionar se oxida por acción de los fenoles; la intensidad de la reacción se mide con el espectrofotómetro a una longitud de onda de 760 nanómetros.

d) Procedimiento:

Para la obtención de la curva de valoración con un polifenol de referencia:

El polifenol de referencia utilizado es el ácido gálico.

- Se prepara una solución madre de ácido gálico de concentración 1 %. y a partir de aquí se preparan soluciones estándares de concentraciones 20, 40, 60, 80 y 100 ppm.
- Se prepara solución de Na₂CO₃ al 7.5 %
- Se procede como se indica en la tabla siguiente:

Tabla 1. Esquema de trabajo para determinar la curva de valoración entre las soluciones estándares de ácido gálico versus el reactivo de Folin Ciocalteu.

Solución de ácido gálico	Alícuota (mL)	Reactivo de Folin Ciocalteu (mL)	Na ₂ CO ₃ 7.5 % (mL)
20 mg/100 mL	1.0	5.0	4.0
40 mg/100 mL	1.0	5.0	4.0
60 mg/100 mL	1.0	5.0	4.0
80 mg/100 mL	1.0	5.0	4.0
100 mg/100 mL	1.0	5.0	4.0

Los reactivos se agregan en el orden de izquierda a derecha, se homogeniza y se deja en reposo durante 60 minutos a temperatura ambiente protegidas de la luz. Transcurrido el tiempo se realizó las lecturas de las absorbancias en un espectrofotómetro calibrado a 765 nm. El trabajo se hizo por triplicado con cada muestra y el equipo se calibró con el blanco respectivo¹³.

El promedio del resultado de las absorbancias en cada una de las c.c. ensayadas fue utilizado para determinar los valores de la recta $y = mx + b$; donde:

y=absorbancia

x= concentración

m= valor de la pendiente

b = valor del intercepto

y conociendo estos valores poder calcular matemáticamente los valores de las concentraciones para absorbancias conocidas.

e) Determinación del contenido de fenoles en las muestras analizadas

Tabla 2. Esquema de trabajo para la determinación del contenido de fenoles en extractos de hojas secas y molidas de *Vaccinium corymbosum* (arándano)

Muestra	Nº determinaciones	Alícuota (mL)	Reactivo de Folin Ciocalteu (mL)	Na ₂ CO ₃ 7.5 % (mL)
Extracto acuoso 1.0 %	1	1.0	5.0	4.0
	2	1.0	5.0	4.0
	3	1.0	5.0	4.0
Extracto etanólico 1.0 %	1	1.0	5.0	4.0
	2	1.0	5.0	4.0
	3	1.0	5.0	4.0

Los reactivos se agregan en el orden de izquierda a derecha, se homogeniza y se deja en reposo durante 60 minutos a temperatura ambiente protegidas de la luz. Transcurrido el tiempo se realizó las lecturas de las absorbancias en un espectrofotómetro calibrado a 765 nm. El trabajo se hizo por triplicado con cada muestra y el equipo se calibró con el blanco respectivo¹¹.

El promedio de los resultados de las absorbancias de cada una de las concentraciones ensayadas será utilizado para determinar los valores de la recta m y conociendo estos valores poder calcular matemáticamente los valores de las concentraciones para absorbancias conocidas.

f) Determinación de la actividad antioxidante de infusiones de uso común por la población

Para esta parte del trabajo se utilizaron muestras de: Té puro, te, clavo y canela, manzanilla y anís con cada una de ellas se preparó la infusión de un sobre filtrante con 100 mL de H₂O destilada.

El esquema de trabajo se presenta en la tabla siguiente:

Tabla 3. Esquema de trabajo para la determinación del contenido de fenoles en muestras de infusiones de uso común por la población.

Muestra	Nº determinaciones	Alicuota (mL)	Reactivo de Folin Ciocalteu (mL)	Na ₂ CO ₃ 7.5 % (mL)
Te puro	1	1.0	5.0	4.0
	2	1.0	5.0	4.0
	3	1.0	5.0	4.0
Te clavo y canela	1	1.0	5.0	4.0
	2	1.0	5.0	4.0
	3	1.0	5.0	4.0
Manzanilla	1	1.0	5.0	4.0
	2	1.0	5.0	4.0
	3	1.0	5.0	4.0
Anís	1	1.0	5.0	4.0
	2	1.0	5.0	4.0
	3	1.0	5.0	4.0

Los reactivos se agregan en el orden de izquierda a derecha, se homogeniza y se deja en reposo durante 60 minutos a temperatura ambiente protegidas de la luz. Transcurrido el tiempo se realizó las lecturas de las absorbancias en un espectrofotómetro calibrado a 765 nm de longitud de onda. El trabajo se hizo por triplicado con cada muestra y el equipo se calibró con el blanco respectivo.

8° Determinación de la actividad antioxidante

Para esta parte del trabajo se utilizó las mismas infusiones utilizadas en la determinación del contenido de fenoles.

Determinación de actividad antioxidante por método DPPH

Para evaluar la capacidad antioxidante se empleará el método basado en la molécula del radical 2,2- difenil-1-picrilhidracilo (DPPH). El proceso de valoración de la capacidad antioxidante por DPPH radica en utilizar dicha molécula, la cual es un radical libre estable que al combinarse con una sustancia que le concede un átomo de hidrógeno pasa a su forma reducida, el transcurso de ese proceso se puede observar ya que cuando la molécula se encuentra como radical es coloreada (violeta) y al reducirse pierde su color (pasa a amarillo). Para el protocolo desarrollado se emplearon 3.9 mg del radical DPPH y se diluyeron en 100mL de metanol grado analítico y mediante el espectrofotómetro se determina la absorbancia entre 0,9 - 1,1 a una longitud de onda de 517 nm, en donde el radical presenta su máximo pico de absorción y por ende un comportamiento lineal de las absorbancias con relación a las concentraciones del extracto, lo que permite que los datos sean más precisos” (Molyneux P, 2004)¹⁵.

Tabla 4. Esquema de trabajo para determinar la curva de valoración entre las soluciones estándares de ácido gálico versus el reactivo de Folin Ciocalteu

Solución de ácido gálico	Alícuota (mL)	DPPH (mL)
Blanco	3.00	0.0
DPPH puro	0.00	3.0
5 mg/ mL	0.1	2.9
10 mg/ mL	0.1	2.9
15 mg/mL	0.1	2.9
20 mg/ mL	0.1	2.9
25 mg/ mL	0.1	2.9

Los reactivos se agregan en el orden de izquierda a derecha, se homogeniza y se deja en reposo durante 10 minutos a temperatura ambiente protegidas de la luz. Transcurrido el tiempo se realizó las lecturas de las absorbancias en un espectrofotómetro calibrado a 517 nm. El trabajo se hizo por triplicado con cada muestra y el equipo se calibró con el blanco respectivo.

El promedio de los resultados de las absorbancias de cada una de las concentraciones ensayadas fue utilizado para determinar los valores de la recta $y = mx + b$ y conociendo estos valores se calculó matemáticamente los valores de las concentraciones de las muestras analizadas usando sus absorbancias determinadas.

Determinación de la actividad antioxidante en las muestras analizadas

Tabla 5. Esquema de trabajo para la determinación la actividad antioxidante en extractos de hojas secas y molidas de *Vaccinium corymbosum* (arándano)

Muestra	N° Determinaciones	Alícuota (mL)	Solución de DPPH (mL)
Extracto acuoso 1.0 %	1	0.1	2.9
	2	0.1	2.9
	3	0.1	2.9
Extracto etanólico 1.0 %	1	0.1	2.9
	2	0.1	2.9
	3	0.1	2.9

Los reactivos se agregan en el orden de izquierda a derecha, se homogeniza y se deja en reposo durante 10 minutos a temperatura ambiente protegidas de la luz. Transcurrido el tiempo se realizó las lecturas de las absorbancias en un espectrofotómetro calibrado a 517 nm. El trabajo se hizo por triplicado con cada muestra y el equipo se calibró con el blanco respectivo.

Determinación de la actividad antioxidante de infusiones de uso común por la población

Tabla 6. Procesos para la determinación del contenido de actividad antioxidante en infusiones de uso común por la población

Muestra	N° determinación	Alícuota (mL)	DPPH solo (mL)
Te puro	1	0.1	2.9
	2	0.1	2.9
	3	0.1	2.9
Té clavo y canela	1	0.1	2.9
	2	0.1	2.9
	3	0.1	2.9
Manzanilla	1	0.1	2.9
	2	0.1	2.9
	3	0.1	2.9
Anis	1	0.1	2.9
	2	0.1	2.9
	3	0.1	2.9

Los reactivos se agregan en el orden de izquierda a derecha, se homogenizan y se deja en reposo durante 10 minutos a temperatura ambiente, protegidas de a luz. Transcurrido el tiempo se realizó las lecturas de las absorbancias en un espectrofotómetro calibrado a 517 nm. El trabajo se hizo por triplicado con cada muestra y el equipo se calibró con el blanco respectivo.

III. RESULTADOS

3.1. De la especie vegetal a estudiar

La especie vegetal por estudiar es *Vaccinium corymbosum* (arándano) de la variedad azul

3.2. Del rendimiento de hojas postcosecha.

El promedio de hojas que se obtiene de 10 plantas a las que se controló el peso de hojas post cosecha fue de 1.24 Kg.

3.3. De la obtención de material seco y molido

DE 1.0 Kg de hojas postcosecha recolectadas se obtiene 866.82 g de hojas seleccionadas

De 100 g de hojas seleccionadas se obtiene 28.44 g de material seco.

100.0 g de material seco que fue sometido al proceso de molienda en molino manual producen: 2.60 % de partículas mayores a 4 mm, 21.65 % de partículas cuyos tamaños fueron menores de 4 mm., pero mayores a 1 mm y 73.65 % de partículas cuyos tamaños fueron menores a 1 mm.

3.4. De las características organolépticas del material seco y molido

Para esta parte del trabajo se utilizó las partículas de procedentes de la molienda.

Tabla 7. Resultados de las apreciaciones organolépticas a las hojas secas y molidas de arándanos de diferentes tamaños

TAMAÑO DE MUESTRA	APRECIACIONES ORGANOLEPTICAS			
	COLOR	OLOR	SABOR	ASPECTO
menores de 1 mm	Verde metálico	planta	astringente	Pulverulento
Menores de 4 mm, pero mayores a 1 mm	verde	planta	Leve astringente	Partículas pequeñas
Mayores a 4 mm	verde	inodoro	insípido	Partículas grandes

Fuente: de los autores del trabajo.

De esta parte del trabajo concluimos que tanto las hojas de arándanos secas y molidas cuyos tamaños fueron mayores a 4.0 mm no conservan el aroma suigéneris de los frutos de arándanos, similarmente ocurre con las partículas más pequeñas. Si se puede apreciar que las partículas mayores a 1 mm tienen un sabor ligeramente astringente el cual es más marcado en las partículas menores de 1 mm.

3.5. Del rendimiento de la obtención de extractos

Tabla 8. Resultados de la determinación del % de rendimiento de las infusiones 1 % hojas secas y molidas de arándanos.

TIPO DE EXTRACTO	TAMAÑO DE PARTICULA	RENDIMIENTO DE EXTRACTO SEGÚN SU CONCENTRACION		
		0.5 %	1.0 %	2.0 %
Extracto acuoso	Menos de 1.0 mm	0.366	0.682	1.241
Extracto etanólico	Menos de 1.0 mm	0.272	0.511	0.983

Fuente: de los autores del trabajo.

3.6. De las características organolépticas de los extractos acuosos y etanólico 0.5 %, 1.0 % y 2.0 % obtenidos con partículas de material seco y molido de tamaño menores a 1 mm.

Tabla 9. Resultados de las apreciaciones organolépticas de las infusiones acuosas y etanólicas de hojas secas y molidas de arándanos de tamaño menores a 1mm y preparadas a diferentes concentraciones.

Extracto	Evaluación Organoléptica	Concentración		
		0.5 %	1.0 %	2.0 %
Acuoso	Color	Levemente ámbar	Ámbar	Ámbar marcado
	Olor	Particular aceptable	Particular aceptable	Particular Aceptable
	Sabor	Particular aceptable	Particular aceptable	Particular aceptable
	Aspecto	Líquido fluido límpido	Líquido fluido Límpido	Líquido fluido Opaco
Etanólico	Color	Verde claro	Verde	Verde oscuro
	Olor	etanol	etanol	Etanol
	Sabor	etanólico	etanólico	Etanólico
	Aspecto	Líquido	líquido	Líquido

Fuente: De los autores del trabajo

De esta parte del trabajo se concluye que las infusiones acuosas de las hojas secas y molidas de los arándanos no conserva el olor y sabor suigéneris de los frutos de arándanos, sin embargo, tanto su olor como sabor son bastante aceptables como para ser ingeridos.

3.7. De la cuantificación de fenoles

a) De la determinación de la curva de valoración entre el ácido gálico (fenol de referencia) versus reactivo de Folin Ciocalteu.

Tabla 10. Resultados de las absorbancias de las soluciones estándares de ácido gálico versus el reactivo de Folin Ciocalteu.

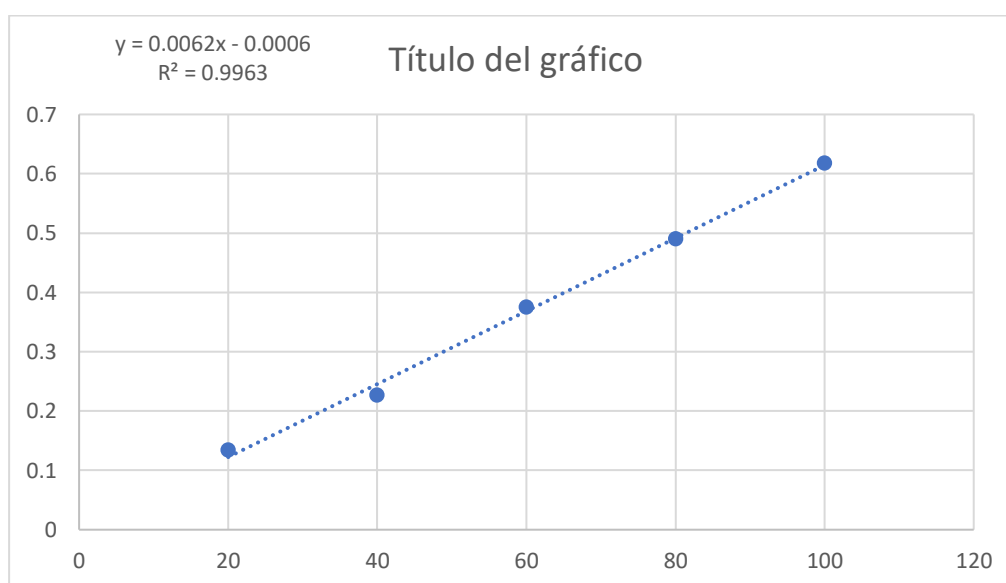
Muestra	Blanco	Absorbancia-blanco
blanco	0.018	0.122
20 mg/100 ml	0.274	0.256
40 mg/100 ml	0.366	0.348
60 mg/100 ml	0.515	0.497
80 mg/100 ml	0.630	0.612
100 mg/100 ml	0.757	0.739

Fuente: de los autores del trabajo.

b) Curva de valoración entre el ácido gálico (fenol de referencia) y el reactivo de Folin Ciocalteu.

Se presenta en el grafico siguiente:

Figura 1. Curva de entre el ácido gálico y el reactivo de Folin Ciocalteu.



Los resultados de las absorbancias de las soluciones estándares de ácido gálico fueron tratados por el método estadístico de los mínimos cuadrados y se procesan para hallar los valores de la recta $y = mx + b$. Determinándose los valores de la pendiente $m=0.0062$ y en intercepto $b= -0.0006$ con los cuales matemáticamente las concentraciones de las muestras cuyas absorbancias de las muestras analizadas.

c) De las absorbancias de las muestras analizadas y su contenido de fenoles.

Tabla 11. Resultados del contenido de fenoles en las infusiones de arándanos analizadas e infusiones de otras especies vegetales que son de mayor uso en la población.

Muestra	Absorbancia	Contenido de fenoles (equivalentes a mg de ácido gálico /100mL)
Extracto acuoso 1.0 %	0.453	73.116
Extracto etanólico 1.0 %	0.188	30.419
Te puro	0.384	62.032
Te clavo canela	0.324	52.355
Manzanilla	0.080	13.00
Anís	0.094	15.258

Fuente: Los autores del trabajo

De esta parte del trabajo se concluye que la infusión de hojas de arándanos secas y molidas en tamaño de particular menores a 1 mm y preparada al 1.0 % tiene un contenido de fenoles totales de 73.116 mg fenoles (EAG/100 mL) que resulta ser superior al determinado para infusión de un sobre filtrante de te puro(1.5341 g de te) /100 ml que tuvo mayor contenido de fenoles con respecto a las muestras analizadas : Infusión de Te clavo canela 1.14323 g/100 ml, infusión de manzanilla 0.9888 g/100 ml e infusión de anís 0.9583 g/100 ml.

3.8. De la determinación de la actividad antioxidante

a) de la determinación de la curva de valoración entre soluciones estándares el ácido gálico (fenol de referencia) y versus el reactivo DPPH.

Tabla 12. Resultados de las absorbancias de las soluciones estándares de ácido gálico versus el reactivo DPPH.

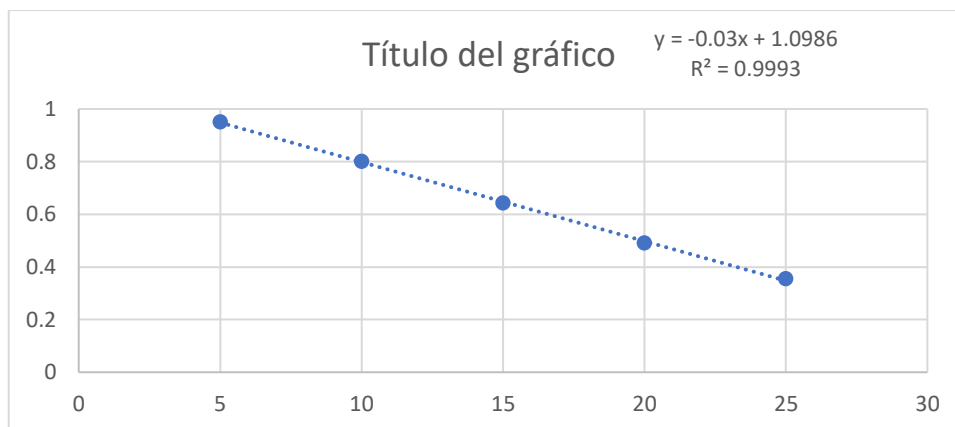
Muestra	Absorbancia
Blanco	0.000
DPPH solo	1.018
5 mg/100 ml	0.951
10 mg/100 ml	0.801
15 mg/100 ml	0.642
20 mg/100 ml	0.491
25 mg/100 ml	0.355

Fuente: de los autores del trabajo

b) Curva de valoración entre soluciones estándares de ácido gálico y el reactivo DPPH

Se presenta en el grafico siguiente:

Figura 2. Curva de valoración entre soluciones estándares de ácido gálico versus el reactivo DPPPH.



Fuente: Tabla 12.

Los resultados de las absorbancias de las soluciones estándares de ácido gálico fueron tratados por el método estadístico de los mínimos cuadrados para hallar los valores de la recta $y = mx + b$. Determinándose los valores de la pendiente $m = -0.03$ y en intercepto $b = 1.0986$ con los cuales matemáticamente se determinan las concentraciones de las muestras analizadas ya que se conocen sus absorbancias.

c) De las absorbancias de las muestras analizadas y su equivalencia antioxidante como mg de ácido gálico/100 mL.

Los resultados, promedio de tres determinaciones, se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 13. Resultados de la actividad antioxidante equivalente a mg de ácido /100 mL

Muestra	Absorbancia	Actividad antioxidante equivalente a soluciones de mg de ácido gálico /100 mL
Extracto acuoso 1.0 %	0.160	31.29
Extracto etanólico 1.0 %	0.461	21.25
Te puro	0.194	30.15
Te clavo canela	0.183	30.52
Manzanilla	0.447	21.72
Anís	0.408	23.02

Fuente: De los autores del trabajo

Se puede apreciar que la infusión de hojas secas y molidas de arándanos 1.0 % con partículas menores de 1.0 mm tiene una actividad antioxidante que es equivalente a la actividad antioxidante de una solución 31.29 mg de ácido gálico/100 mL. Este valor es ligeramente al determinado para infusiones de té puro y té clavo y canela que tienen actividades antioxidantes equivalentes a la de soluciones de 30.15 y 30.52 mg de {ácido gálico/100 mL, respectivamente.

d) De la actividad antioxidante expresada como porcentaje de inhibición al radical libre DPPH

Tabla 14.

Muestra	Absorbancia	Actividad de radical libre	Actividad antioxidante
DPPH solo	1.018	100 %	0.00 %
Extracto acuoso 1 %	0.160	15.72	84.28 %
Extracto etanolico	0.461	45.28	54.72 %
Té puro	0.194	19.06	80.94 %
Té clavo canela	0.183	17.98	82.02
Manzanilla	.0.447	43.81	56.19
Anis	0.408	40.08	59.92

Fuente: Los autores del trabajo.

Se puede apreciar que la infusión de hojas secas y molidas de arándanos 1.0 % con partículas menores de 1.0 mm tiene 84.28 % de actividad antioxidante sobre una solución de DPPH de absorbancia 1.018. Este valor es ligeramente superior al determinado para el té puro y Té clavo y canela que tiene 82.02 % y 80.94 % de actividad antioxidante, respectivamente. Mientras que las infusiones de manzanilla y anís tienen menos % de actividad antioxidante 56.19 % y 59.92 %, respectivamente.

IV. DISCUSIÓN

La infusión de hojas de arándanos post cosecha secas y molidas a partículas menores de 1 mm y preparada con agua destilada a una concentración de 1.0 %; tiene una actividad antioxidante de 84.28 % para atrapar radicales libres de una solución de DPPH de absorbancia 1.018, esta actividad es equivalente a la actividad antioxidante de una solución 31.29 mg de ácido gálico /100 ml. La infusión de hojas de arándanos post cosecha secas y molidas a partículas menores de 1 mm y preparada con etanol 96° como solvente a una concentración de 1.0 %; tiene una actividad antioxidante de 54.72 % para atrapar radicales libres de una solución de DPPH de absorbancia 1.018, esta actividad es equivalente a la actividad antioxidante de una solución 21.15 mg de ácido gálico /100 ml., lo cual concuerda con los datos encontrados por Guzman E (2019) donde evaluó la actividad antioxidante y antibacteriana de hojas y frutos de *V.floribundum kunth* donde reporta rendimientos de extracto etanólico de hojas de 11,189% y determino metabolitos secundarios; flavonoides y taninos en la hoja y actividad antioxidante por la técnica DPPH se obtuvo 86,422% de la hoja y fruto . La infusión acuosa de hojas de arándanos secas y molidas a partículas menores de 1 mm de tamaño y preparadas al 1.0 % tiene ligeramente mejor contenido de fenoles actividad antioxidante los cuales serían una alternativa de dar como producto agregado a preparados de infusiones y bebidas en la mesa familiar, así como el consumo de Te puro y Te clavo canela por su contenido de fenoles y actividad antioxidante que las infusiones de manzanilla y anís, resultados que concuerdan los hallados por Aruazo D.(2017) presenta un estudio de mercado para determinar el consumo saludable de infusión de hoja de arándano en la ciudad de Chiclayo 2017, donde se les proporcionó información a la 383 familias chiclayana sobre los beneficios saludables de las *vaccinium corymbosum*, se usó la técnica de encuesta y cuestionario que constan de 18 ítems, concluyendo que la población en estudio si consumen te a base de hierbas debido a los beneficios que influyen en su salud positivamente.

V. CONCLUSIONES

La infusión de hojas de arándanos post cosecha secas y molidas a partículas menores de 1 mm y preparada con agua destilada a una concentración de 1.0 %; después de evaporarse todo el disolvente deja como rendimiento 0.682 g de extracto libre de solvente.

La infusión de hojas de arándanos post cosecha secas y molidas a partículas menores de 1 mm y preparada con etanol 96° a una concentración de 1.0 %; después de evaporarse todo el disolvente deja 0.511 g como rendimiento de extracto libre de solvente.

La infusión de hojas de arándanos post cosecha secas y molidas a partículas menores de 1 mm y preparada con agua destilada a una concentración de 1.0 %; tiene un contenido de fenoles que es equivalente al de una solución.73.116 mg de ácido gálico/100 mL. La infusión de hojas de arándanos post cosecha secas y molidas a partículas menores de 1 mm y preparada con etanol 96° como solvente y preparada a una concentración de 1.0 %; tiene un contenido de fenoles que es equivalente al de una solución.30.419 mg de ácido gálico/100 mL.

La infusión de hojas de arándanos post cosecha secas y molidas a partículas menores de 1 mm y preparada con agua destilada a una concentración de 1.0 %; tiene una actividad antioxidante de 84.28 % para atrapar radicales libres de una solución de DPPH de absorbancia 1.018, esta actividad es equivalente a la actividad antioxidante de una solución 31.29 mg de ácido gálico /100 ml. La infusión de hojas de arándanos post cosecha secas y molidas a partículas menores de 1 mm y preparada con etanol 96° como solvente a una concentración de 1.0 %; tiene una actividad antioxidante de 54.72 % para atrapar radicales libres de una solución de DPPH de absorbancia 1.018, esta actividad es equivalente a la actividad antioxidante de una solución 21.15 mg de ácido gálico /100 ml. La infusión acuosa de hojas de arándanos secas y molidas a partículas menores de 1 mm de tamaño y preparadas al 1.0 % tiene ligeramente mejor contenido de fenoles actividad antioxidante que las infusiones de Te puro y Te clavo canela; y una marcada mejor cantidad de fenoles y actividad antioxidante que las infusiones de manzanilla y anís.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Henostroza, EA., Humán, LD. (2016). Características fisicoquímicas del zumo del fruto maduro de *Vaccinium corymbosum* arándano morado procedente del distrito de Virú noviembre 2016 [Internet]. Universidad nacional de Trujillo; 2018. Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/10607>
2. Valencia E, Ignacio I, Sosa E, Bartolomé M, Martines H, Estrella M. Polifenoles: propiedades antioxidantes y toxicológicas Polyphenols: antioxidant and toxicological properties . Revista de la Facultad de Ciencias Químicas • ISSN: 1390-1869 • N° 16 • Octubre, 2016-enero, 2017.
3. Producción de Arándanos en el Perú. Disponible en <https://dialogochino.net/es/comercio-y-inversiones-es/60107-peru-el-principal-exportador-de-arandanos-del-mundo-se-enfrenta-a-retos-de-sostenibilidad/>
4. Arándanos. Disponible en: <https://revistalacampina.mx/2018/06/13/propiedades-medicinales-de-las-hojas-de-arandano/>
5. Arándanos. Disponible en: <https://www.alesframa.com/hierbas-medicinales/940-arandano-mirtilo-hoja-triturada.html>
6. Aurazo Choque David. “Estudio de mercado para la comercialización de infusión de hoja de arándano y satisfacer el consumo saludable en la ciudad de Chiclayo – 2017”. Tesis Para título profesional de Licenciado en Administración. Facultad de Ciencias Empresariales. Universidad de Sipán. 2017
7. Zurita Morales Karla Fernanda. Extracción hidroalcohólica de los compuestos bioactivos del mortiño (*Vaccinium meridionale*) en función de polifenoles y capacidad antioxidante. Trabajo de titulación previo a la obtención del título de magister en Agroindustria mención Tecnología de Alimentos. Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador 2021.
8. Guzman Poaquiza Edith Johanna. Evaluación de la actividad antioxidante y antimicrobiana de la hoja y fruto del mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth) frente a bacterias patógenas (*Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Listeria monocytogenes*). Informe Final para título de Ingeniera en Biotecnología. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.2019
9. Camelo Vaca Valentina. Caracterización de una bebida funcional a base de arándanos (*Vaccinium* subg. *oxycoccus*) para deportistas post entrenamiento. Trabajo de grado.

Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Química y de Alimentos.
Universidad de los Andes.2021

10. Gozzi M. Variabilidad de la capacidad antioxidante de extractos foliares de arándano *Vaccinium ashei* obtenidos en diferentes condiciones de extracción. Tesis de Maestría en Calidad Industrial INCALIN (INTI – UNSAM.2011
11. Torrenegra, M., Villalobos, O., Castellar, E. (2016). “Evaluación de la actividad antioxidante de las pulpas de *Rubus glaucus* B, *Vaccinium floribundum* K y *Beta vulgaris* L”. Rev. Cubana de Plantas Medicinales; 21(4). Recuperado desde: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962016000400009
12. Aldaba, J., Concha, V., Enciso V., Carranza J. (2016). Funcionalidad del arándano azul (*Vaccinium corymbosum* L.). Revista Cubana de Plantas Medicinales, 21(4), 1-8. Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962016000400009&lng=es&tlng=es.
13. Gaviria, C., Hernández J., Lobo, M., Medina, C., Rojano, B. (2012). Cambios en la Actividad Antioxidante en Frutos de Mortiño (*Vaccinium meridionale* Sw.) durante su Desarrollo y Maduración, Rev. Facultad Nac. de Agronomía Medellín, 65(1), 87-6495. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472012000100019&lng=en&tlng=es
14. Decker EA. Phenolics: Prooxidants or antioxidants? Nutritional Reviews, 1997;55(1),396-398. [[Links](#)]
15. Molyneux P. The use of the stables free radical DPPH for estimating antioxidants activity's. Songklanakarin Journals of Sciences and Technology's 2,004; 26 (02): pág. 211 a 219.

ANEXOS



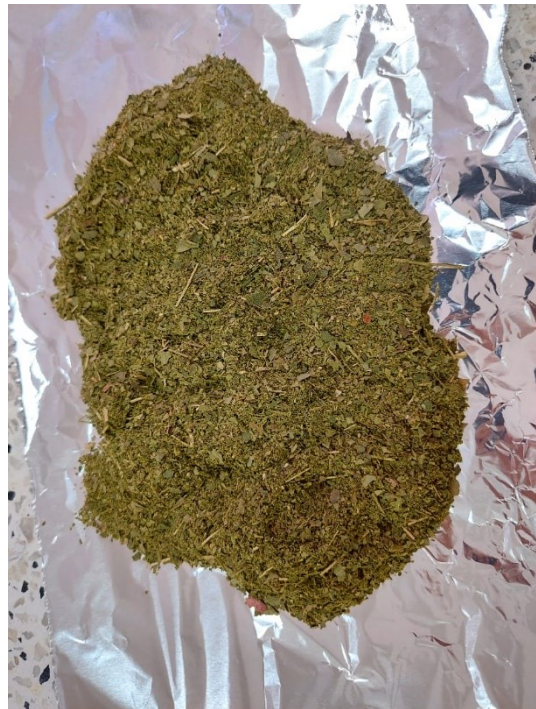
Vaccinium corymbosum(arándano azul)



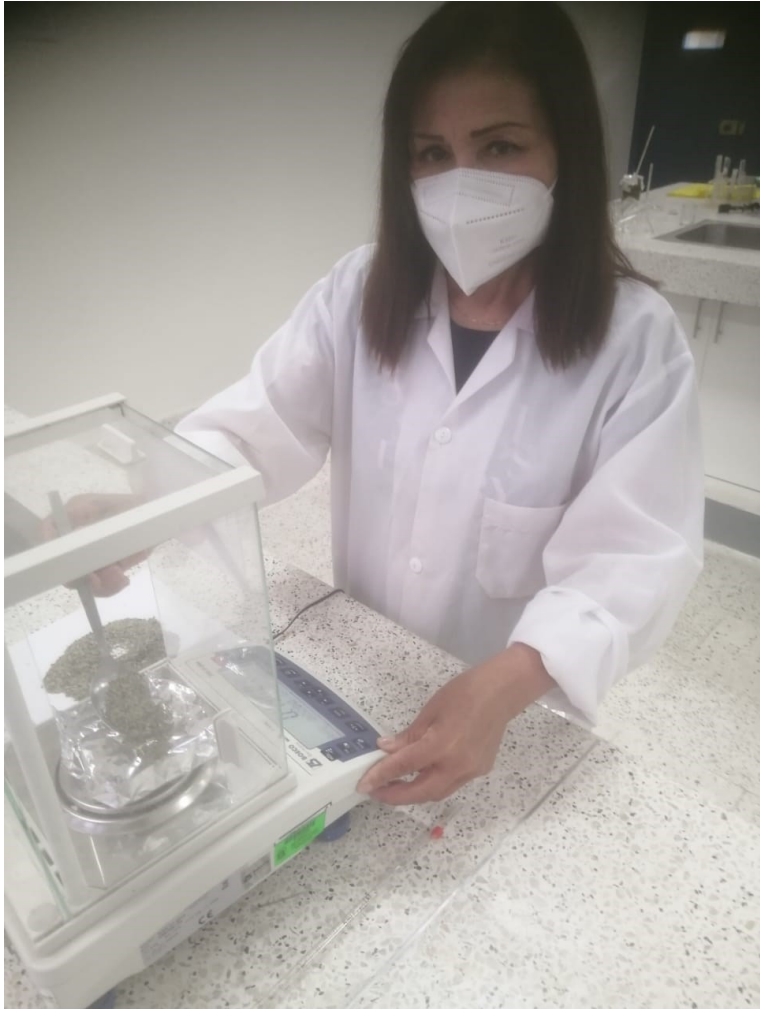
Fruto de *Vaccinium corymbosum*



Hojas secas de *Vaccinium corymbosum*



Hojas secas molidas (muestra de estudio)

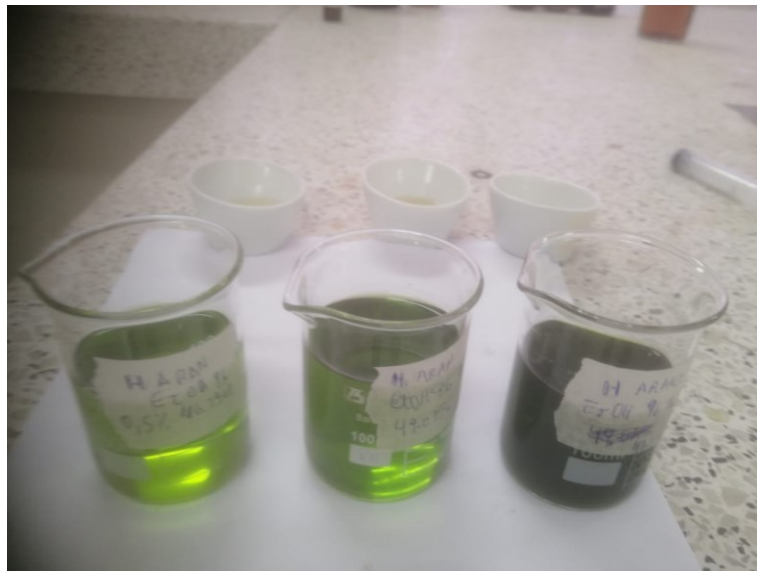




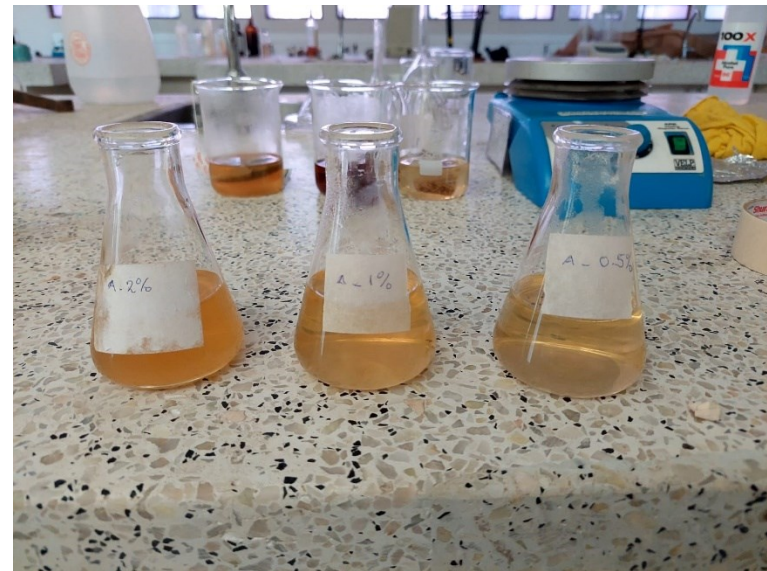
Extracto etanólico de las hojas pos-cosecha de *Vaccinium corymbosum*



Extracto acuoso de las hojas pos-cosecha de *Vaccinium corymbosum*



Infusión etanólica



Infusión acuosa