



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE NUTRICIÓN**

**CONTENIDO DE COMPUESTOS FENÓLICOS Y ACTIVIDAD  
ANTIOXIDANTE DEL FRUTO DE *Rubus floribundus Kunth*  
“Zarzamora” EN DIFERENTES ESTADIOS DE MADURACIÓN**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
LICENCIADO EN NUTRICIÓN**

**AUTOR:**

**VÍCTOR GERÓNIMO BRICEÑO SEVILLANO**

**ORCID: 0000-0002-0362-1836**

**ASESORES:**

**Dr. JORGE LUIS DÍAZ ORTEGA**

**ORCID: 0000-0002-6154-8913**

**Dra. ROSA PATRICIA GALVEZ CARRILLO**

**ORCID: 0000-0002-4612-109**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**PROMOCIÓN DE LA SALUD Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

**TRUJILLO - PERU**

**2019**



---

Mg. Dan Orlando Altamirano Sarmiento

**Presidente.**



---

Mg. Pricila Pairazaman Murrugarra

**Secretario.**



---

Dra. Rosa Patricia Gálvez Carrillo

**Vocal.**

II

III

## **DEDICATORIA**

*A dios por darme la vida, ser mi guía espiritual y mi fortaleza para no dejar que renuncie a mis sueños, sobre todo por no dejarme abatir en los momentos más difíciles.*

*A mis queridos padres Alejandro y Juana por su amor, paciencia, consejos y sobre todo el esfuerzo brindado durante todos estos años y también por la confianza brindada y por estar siempre presentes cuando más los necesitaba.*

*A mis hermanos Luis y Martín que en todo momento me brindaron su apoyo incondicional y me dan la fuerza para seguir adelante a pesar de las adversidades que se han presentado en mi camino.*

*Y también a Maylot, un fiel amigo que en todo momento está presente dándome el cariño y amor como ningún otro.*

*Y por último a mis docentes que me apoyaron con mucha paciencia y comprensión con sus consejos, asesorías y por ser un gran ejemplo de profesionalismo, a los cuales siempre voy a recordar con cariño y aprecio.*

## **AGRADECIMIENTO**

A mis familiares y amigos por brindarme el apoyo en todo momento para salir adelante cada día de mi vida.

A los profesores Jorge y Patricia

Por su apoyo en la ejecución del presente trabajo de investigación, brindándome su asesoría profesional.

A los señores miembros del jurado

Mi especial agradecimiento por su tiempo brindado y su ayuda en la elaboración de este trabajo de investigación

## **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

Yo Briceño Sevillano Víctor Gerónimo con Documento nacional de identidad N° 72879138 a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ciencias Médicas - Escuela de Nutrición, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, Mayo del 2019

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada **CONTENIDO DE COMPUESTOS FENÓLICOS Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL FRUTO DE *Rubus floribundus* Kunth “Zarzamora” EN DIFERENTES ESTADIOS DE MADURACIÓN**, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Licenciado en Nutrición.

## ÍNDICE

Contenido	
<b>DEDICATORIA</b> .....	IV
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	V
<b>DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD</b> .....	VI
<b>PRESENTACIÓN</b> .....	VII
<b>RESUMEN</b> .....	IX
<b>ABSTRACT</b> .....	X
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1.1 Realidad problemática</b> .....	1
<b>1.2 Trabajos previos</b> .....	2
<b>1.3 Teorías relacionadas al tema</b> .....	4
<b>1.4 Formulación del problema</b> .....	11
<b>1.5 Justificación del estudio</b> .....	12
<b>1.6 Hipótesis</b> .....	12
<b>1.7 Objetivos</b> .....	13
<b>II. MÉTODO</b> .....	13
<b>2.1 Diseño de investigación</b> .....	13
<b>2.2 Variables, Operacionalización</b> .....	14
<b>2.3 Población y muestra</b> .....	14
<b>2.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad</b> .....	15
<b>2.5 Método de análisis de datos</b> .....	18
<b>III. RESULTADOS</b> .....	19
<b>IV. DISCUSIÓN</b> .....	19
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	21
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	22
<b>REFERENCIAS</b> .....	22
<b>ANEXOS</b> .....	26

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar el contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante del fruto de *Rubus floribundus Kunth* “Zarzamora” en diferentes estadios de maduración procedentes de Cajabamba – Cajamarca. Se elaboró el extracto etanólico al 80% para frutos de *Rubus floribundus Kunth* en estadio maduro “G<sub>0</sub>”, estadio intermedio “G<sub>1</sub>” y estadio inmaduro “G<sub>2</sub>” en un tiempo de maceración de 7 días, el cual se filtró para obtener un extracto con 12° Brix para G<sub>0</sub>, 11° Brix para G<sub>1</sub> y 10° Brix para G<sub>2</sub>. Para la determinación del contenido de compuesto fenólicos se aplicó el método de Folin Ciocalteu y para la determinación de la capacidad antioxidante se consideró el método DPPH. El contenido de compuestos fenólicos para 100 g en muestra fresca de *Rubus floribundus Kunth* “Zarzamora” en los estadios G<sub>0</sub>; G<sub>1</sub> y G<sub>2</sub> fue 99.76±3.10 mg Eq AG; 84.57±3.94mg Eq AG y 83.01±6.96mg Eq AG respectivamente

La capacidad antioxidante a través del coeficiente de inhibición para reducir en un 50% la concentración del radical DPPH (IC<sub>50</sub>) mediante el extracto etanólico al 80% del fruto de *Rubus floribundus Kunth* “Zarzamora” en el estadio de maduración “G<sub>0</sub>” necesito de 323.52µg/ml (0.322±0.009µg Eq AG), G<sub>1</sub> fue de 262.77µg/ml (0.232±0.024µg Eq AG) y para G<sub>2</sub> fue 162.52µg/ml (0.134±0.011µg Eq AG).

Los frutos de *Rubus floribundus Kunth* “Zarzamora” en diferentes estadios de maduración estudiados, debido a la presencia de compuestos fenólicos son fuente importante de compuestos fenólicos, siendo el de mayor actividad antioxidante el estadio inmaduro “G<sub>2</sub>”.

**Palabras Claves:** *Rubus floribundus Kunth*, compuestos fenólicos, antioxidante



## ABSTRACT

The objective of the present study was to determine the content of phenolic compounds and antioxidant activity of the fruit of *Rubus floribundus Kunth* "Zarzamora" in different stages of maturation affected Cajabamba - Cajamarca. The 80% ethanolic extract was made for fruits of *Rubus floribundus Kunth* in mature stage "G<sub>0</sub>", intermediate stage "G<sub>1</sub>" and immature stage "G<sub>2</sub>" in a maceration time of 7 days, which was filtered to obtain a extract with 12° Brix for G<sub>0</sub>, 11 ° Brix for G<sub>1</sub> and 10 ° Brix for G<sub>2</sub>. For the determination of the content of phenolic compounds, the Folin Ciocalteu method was applied and for the determination of the antioxidant capacity the DPPH method was considered. The content of phenolic compounds for 100 g in fresh sample of *Rubus floribundus Kunth* "Zarzamora" in stages G<sub>0</sub>; G<sub>1</sub> and G<sub>2</sub> was 99.76 ± 3.10 mg Eq AG; 84.57 ± 3.94mg Eq AG and 83.01 ± 6.96mg Eq AG respectively

The antioxidant capacity through the inhibition coefficient to reduce by 50% the concentration of the DPPH radical (IC<sub>50</sub>) by 80% ethanolic extract of the product of *Rubus floribundus Kunth* "Zarzamora" in the maturation stage "G<sub>0</sub>" I need 323.52 µg / ml (0.322 ± 0.009 µg Eq AG), G<sub>1</sub> was 262.77 µg / ml (0.232 ± 0.024µg Eq AG) and for G<sub>2</sub> it was 162.52 µg / ml (0.134 ± 0.011 µg Eq AG).

The fruits of *Rubus floribundus Kunth* "Zarzamora" in different stages of maturation studied, due to the presence of phenolic compounds are an important source of phenolic compounds, the largest immature activity being the immature stage "G<sub>2</sub>".

**Key Words:** *Rubus floribundus Kunth*, phenolic compounds, antioxidant

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Realidad problemática

Actualmente se conoce que muchas de las patologías que aquejan la salud de las personas son consecuencias de procesos inflamatorios y del desequilibrio entre agentes oxidantes y antioxidantes que se conoce como estrés oxidativo, esto a su vez está relacionado fuertemente con una amplia variedad de enfermedades crónico-degenerativas.

El radical libre es una molécula que en su estructura tiene uno o más electrones desapareados, es elevadamente reactivo y necesario para la formación de otros radicales libres en cadena, su vida media es de solo microsegundos, pero durante este corto tiempo se produce una acelerada distribución con las moléculas más cercanas produciéndose así un elevado deterioro celular. La producción de los radicales libres pueden ser durante el metabolismo por contaminantes ambientales como: las radiaciones, ingesta alcohol, tabaco, drogas y también consecuente a una inadecuada alimentación<sup>1</sup>.

La formación de radicales libres es un proceso que representa uno de los mayores problemas de salud cuando el propio organismo ya no es capaz de neutralizarlos, este desequilibrio que se genera entre la formación de radicales libres y la capacidad del cuerpo para neutralizar se conoce como estrés oxidativo, esto se relaciona con una amplia variedad de enfermedades crónico-degenerativas como la arterioesclerosis, osteoporosis, enfermedades cardiovasculares, diabetes mellitus, alzhéimer o párkinson e inclusive el cáncer<sup>2</sup>.

De acuerdo con Núñez<sup>3</sup> se han logrado estudiar alrededor de unas 100 enfermedades y su vínculo con el desequilibrio del sistema oxidativo y patologías como lo es el cáncer, enfermedades cardiovasculares, neurológicas y endocrinas.

Por eso para estas problemáticas ya mencionadas se busca nuevas formas de tratamiento para neutralizar los radicales libres, por ello se está utilizando alimentos funcionales los cuales han venido siendo estudiados ampliamente por que aportan compuestos con

propiedades antioxidantes, entre ellos los compuestos fenólicos, vitamina C, vitamina E, carotenoides, etc.<sup>4</sup>

El beneficio que aportan los alimentos funcionales mediante su consumo se debe principalmente a los compuestos bioactivos presentes en ellas; sustancias que tienen la capacidad de disminuir el riesgo de sufrir enfermedades crónico-degenerativas<sup>5,6</sup>, esto se debe principalmente al aporte de antioxidantes (compuestos que pueden prevenir o retrasar la oxidación de las células), vitamina E, provitamina A, vitamina C, carotenoides ( $\beta$ -caroteno,  $\alpha$ -caroteno, licopeno, luteína, zeaxantina) y compuestos fenólicos, de los cuales se derivan en polifenoles, ácidos fenólicos y flavonoides (flavonas, isoflavonas, catequinas, antocianinas, entre otros) los cuales han demostrado tener una fuerte capacidad antioxidante<sup>7,8</sup>.

Entonces la importancia de consumir alimentos funcionales que en su composición nutricional presentan compuestos con propiedades antioxidantes capaces favorecer la salud de la persona y en la reducción del riesgo de sufrir enfermedades crónico-degenerativas, es por eso que se llevará a cabo el siguiente estudio con el fin de determinar el contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante del fruto de *Rubus floribundus Kunth* “zarzamora” en diferentes estadios de maduración.

## **1.2 Trabajos previos**

### **1.2.1 Internacional**

Rojas J, Martínez J, Stashenko E.<sup>9</sup> en Colombia 2014; realizaron un estudio del tipo experimental sobre el “*Contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de extractos de mora (rubus glaucus benth) obtenidos bajo diferentes condiciones*”, se obtuvo que los extractos adquiridos con soluciones acuosas de acetona al 31% y la extracción con ultrasonido durante 100 min, demostraron un mayor contenido de compuestos fenólicos ( $30 \pm 1$  mg ácido gálico/g mora seca), además de tener los más altos valores de capacidad antioxidante ( $273 \pm 6$  mmol Trolox®/g mora seca). Los extractos de mora tuvieron una mejor capacidad antioxidante que el di-terc-butilhidroxitolueno (BHT) y la  $\alpha$ -tocoferol, se concluyó que en las mejores condiciones de extracción con las soluciones acuosas de

acetona se logró obtener un elevado contenido de compuestos fenólicos y una elevada capacidad antioxidante.

Tarín M.<sup>10</sup> en España 2015; en su investigación del tipo experimental sobre “*Evaluación de la calidad funcional de extractos de mora y fresa liofilizada*”. donde evaluó el efecto de la liofilización y del aditamento de goma arábiga al 1,2% en los principales compuestos orgánicos (fenoles y carotenoides) y la capacidad antioxidante de mora y fresa, demostró que la mora obtuvo un mayor contenido de fenoles totales (370.04mg de AG/100g de fruta) que la fresa (126.32mg de AG/100g de fruta), y también una elevada capacidad antioxidante de la mora ( $9\pm 2$  mMol Trolox/100g fruta) y la fresa ( $8,3\pm 0,8$  mMol Trolox/100g fruta). Concluyó que, la adición de goma arábiga como aditivo tecnológico beneficia a la estabilidad de los fitoquímicos estudiados, revelando su acción encapsulante y benefactor, y también favoreciendo la capacidad antioxidante de los productos en polvo de fresa y mora.

Cervera J.<sup>11</sup> en España 2016; realizó un estudio del tipo experimental sobre “*Evaluación del potencial nutracéutico de extractos de Mora (Morus alba)*”, como objetivo principal fue estudiar la aplicación de la liofilización y la adición de un agente encapsulante (goma arábiga) en su composición de bioactivos y capacidad antioxidante de extractos de mora. Demostró que la actividad antioxidante evaluada en los extractos hidrofílicos fue más alta ( $6,59\pm 0.01$  mMol Trolox/100g fruta en método DPPH) que en el extracto lipofílico ( $0.64\pm 0.03$  mMol Trolox/100g fruta en método DPPH). El contenido de compuestos fenólicos de la mora fresca fue de  $1792,1\pm 56,59$  mg AG/100g fruta, en mora liofilizada fue de  $2258,31\pm 25,95$  mg AG/100g fruta y en mora liofilizada con goma arábiga fue de  $2377,46\pm 23,21$  mg AG/100g fruta. Concluyó que la adición de goma arábiga favoreció la estabilidad de los fitoquímicos estudiados en la mora.

Torrenegra M. et al<sup>12</sup> en Colombia 2016; realizaron un estudio de tipo experimental sobre “*Evaluación de la actividad antioxidante de las pulpas de Rubus glaucus B, Vaccinium floribundum K y Beta vulgaris L*”, como objetivo principal fue evaluar la actividad antioxidante de las pulpas *Rubus glaucus B*, *Vaccinium floribundum K* y *Beta vulgaris L*. Demostraron que la *Vaccinium floribundum K* tuvo el mayor contenido de fenoles totales  $608,05\pm 0,53$  mg AG/100g pulpa, *B Vulgaris* tuvo  $147,07\pm 0,22$  mg AG/100g pulpa y *R*.

*glaucus B* tuvo  $118,29 \pm 0,26$  mg AG/100g pulpa; demostraron que *B. Vulgaris* tuvo la mayor actividad antioxidante siendo  $141,88 \pm 0,18$  mg/mL IC<sub>50</sub>, *R. glaucus B* tuvo  $79,16 \pm 0,02$  mg/mL IC<sub>50</sub> y *V. Floribundum* tuvo  $53,33 \pm 1,52$  mg/mL IC<sub>50</sub>. Se concluyó que la pulpa de *Rubus glaucus Benth* variedad Castilla, *Vaccinium floribundum K* y *Beta vulgaris L*, son considerados como promisorios para diseñar productos nutracéuticos por su elevada actividad antioxidante.

Lidija J. et al<sup>13</sup> en Croacia 2009; realizaron un estudio de tipo experimental sobre “Phenolic compound composition and antioxidant activity of fruits of *Rubus* and *Prunus* species from Croatia”, tuvieron como objetivo determinar la capacidad antioxidante y los compuestos fenólicos del fruto de *Rubus idaeus* “frambuesa roja”, *Rubus fruticosus* “zarzamora”, *Prunus cerasus* “cereza acida” y *Prunus avium* “cereza dulce”. Demostraron que *Prunus cerasus* tuvo  $189.5 \pm 10.6$  mg/100g fruta fresca, *Prunus avium* tuvo  $50.8 \pm 3.5$  mg/100g fruta fresca, *Rubus idaeus* tuvo  $57.4 \pm 4.9$  mg/100g fruta fresca y *Rubus fruticosus* tuvo  $63.8 \pm 3.4$  mg/100g fruta fresca, también se demostró que *Prunus avium* presento mayor actividad antioxidante  $1852 \text{mg/ml EC}_{50}$ , *Rubus idaeus* tuvo  $1010 \text{mg/ml EC}_{50}$ , *Prunus cerasus* tuvo  $807 \text{mg/ml EC}_{50}$  y *Rubus fruticosus* tuvo  $672 \text{mg/ml EC}_{50}$ . Concluyeron que el fruto de *Prunus cerasus* tiene mayor contenido de compuestos fenólicos y que el fruto de *Prunus avium* presento mayor capacidad antioxidante.

### 1.3 Teorías relacionadas al tema

La zarzamora pertenece al género *Rubus* y a la familia Rosaceae, su origen proviene de las zonas cálidas altas de América Latina; se puede encontrar en el Perú, Colombia, Panamá, Ecuador, Honduras, Guatemala, México, Salvador y Estados Unidos. Los frutos son parecidos a las bayas, pero no lo son; tiene un alto contenido nutricional entre vitaminas, minerales y compuestos orgánicos. El género *Rubus* es una de las especies con mayor número que existe, se sabe que existe más de 350 especies y por ello es común citar su nombre científico como *Rubus*, esta planta comienza a dar fruto entre los 6 a 8 meses después de haber sido sembrada y puede llegar a tener unos 10 o más años de producción<sup>14,15</sup>.

Planta leñosa de forma arbustiva de 1.5 m de altura, semierecta, tallos espinosos con bastante ramificación que recorren la superficie del suelo, crecen únicamente en rastrojos o bordes de caminos. Las hojas tienen entre 3 a 5 folíolos de borde en forma de sierra, tienen un color verde por el lado superior y blanquecino por el lado contrario. El color de su flor es blanco o rosado y tiene un diámetro de entre 2 a 2.5cm. Su fruto es carnoso y está formado por polidrupas que pueden ser de tamaño grande, mediano o pequeño; estos van a madurar de manera diferente porque su época de floración no es igual. En el momento que los frutos maduran se generan cambios en su consistencia (de duro a blando), en su sabor (de amargo a dulce) y en el color que va desde (verde, rojo y morado (Anexo 1), además de tener una vida muy corta (entre 3 a 5 días); la productividad del fruto es constante y que puede tener una duración de entre 5 a 6 meses si el clima es favorable<sup>15, 16, 17</sup>.

El clima que la planta necesita para un mejor desarrollo es entre los 1.800 y 3.000 m.s.n.m., cuando el clima no es el ideal la planta rinde menos y baja la calidad y tamaño del fruto. La humedad necesaria para desarrollarse adecuadamente está entre el 70 a 90%, el exceso de humedad favorece al desarrollo de enfermedades además de afectar la maduración del fruto; su temperatura adecuada es entre los 16 a 25° C. La planta necesita de al menos entre 3 a 4 horas de luz al día para un correcto desarrollo. El suelo ideal que necesita la planta es el de textura franco-arcilloso, con alto contenido en materia orgánica para que pueda retener cantidad suficiente de humedad y el exceso sea evacuado con facilidad, se desarrollan adecuadamente en suelos con pH entre 6 – 7.5<sup>16,17</sup>.

El fruto de la zarzamora está compuesto por un alto contenido de agua por lo mismo que tiene más jugo que pulpa, el contenido de agua comprende entre el 81 y 93% de su peso total lo que varía conforme pasa el día, es por eso que el fruto se debe recolectar en las primeras horas del día; en el fruto encontramos una amplia cantidad de nutrientes como vitaminas, potasio, hierro, calcio, fibra, almidón y ácidos orgánicos (málico, cítrico, láctico, succínico, oxálico y salicílico) pero conforme el fruto va madurando estos dos últimos se convierten en azúcares, las pectinas se hidrolizan de manera que se vuelven solubles y los taninos se van perdiendo<sup>18, 19</sup>.

El fruto contiene ácido clorogénico, ferúlico, ursólico y málico que le otorga propiedades anticancerígenas. Además, los frutos son caracterizados por poseer pigmentos como

carotenoides y antocianinas que les otorga color, sabor y capacidad antioxidante<sup>18,19</sup>. La *Rubus glaucus Benth*, contiene antocianinas y taninos del ácido elágico señala la Universidad Estatal de Ohio, estudios recientes demostraron que esta especie de *Rubus* posee una elevada capacidad antioxidante<sup>20</sup>. El fruto tiene 0.72 gr de proteínas, 12.7 gr de carbohidratos, 0.39 gr de grasa, 5.6 gr de fibra y 52 kcal por cada 100gr (Anexo 2)<sup>21</sup>.

La zarzamora es una fruta rica en ácidos orgánicos y compuestos bioactivos. Entre el grupo de compuestos fenólicos, las de mayor importancia son los flavonoles (quercetina, rutina), catequinas, ácidos cinámicos, ácidos benzoicos (ácido gálico y elágico) y antocianinas. Estas sustancias están ampliamente relacionadas por los beneficios que aportan a la salud de las personas, principalmente a los diabéticos<sup>21,22</sup>. Investigaciones *In vitro* e *In vivo* lograron demostrar que la mora presenta una gran actividad inhibidora de la  $\alpha$ -glucosidasa disminuyendo así las concentraciones de glucosa en sangre. Se demostró mediante estudios *in vitro* que los nutrientes presentes en la mora presentan un efecto antiinflamatorio, este efecto varía según el contenido y el tipo de compuesto fenólico que presenta la zarzamora. De todos los nutrientes presentes, las antocianinas tuvieron la mayor actividad antiinflamatoria<sup>22,23</sup>.

Muchas investigaciones han podido reconocer y determinar distintos tipos de antocianinas presentes en este fruto. Hasta el momento se ha identificado 5 tipos de diferentes antocianinas en distintas especies de mora, la cianidina-3-glucosido (antocianina principal), cianidina-3-rutinósido, ácido malónico acetilado, xilosa-cianidina derivado y cianidina 3-dioxalyl-glucósido. Se identificó la presencia de cianidina 3-(6'-p-coumaril)-glucósido en las moras Marion y la cianidina-3-arabinósido en moras Evergreen. En *Rubus adenotrichus*, se logró identificar la cianidina-3-glucósido y la cianidina-3-malonil glucósido como las principales antocianinas presentes en esta especie<sup>24</sup>.

Pérez F. et al<sup>25</sup>, realizó un estudio con la especie *Rubus floribundus Kunth* (Rosaceae) “zarzamora” el cual tuvo como objetivo realizar un análisis fitoquímico y evaluación de la actividad hipoglucemiante en *R. rattus var. albinus*, para ello usaron extractos acuosos de rama floral seca y molida. Como resultados obtuvieron que mediante el análisis fitoquímico preliminar indicó la presencia de esteroides, flavonoides, cardiotónicos, taninos y antocianinas. La evaluación de la actividad hipoglucemiante en *R. rattus var.*

*albinus*, demostró que a dosis de 28 mg de extracto acuoso de zarzamora/kg de peso corporal, a las doce horas, influyo significativamente en la normalización de la glucemia y tuvo efecto similar que la glibenclamida de 0.5 mg/kg de peso corporal, es por eso que esta planta y fruto de zarzamora tiene diversas aplicaciones medicinales entre las que destaca en el tratamiento de la diabetes.

Actividad antioxidante es la oxidación descontrolada de moléculas en nuestro organismo se debe a la elevada producción de radicales libres, estos son oxidantes y pueden formarse por influencia de agentes externos o naturalmente por el propio organismo, entonces la actividad antioxidante de una sustancia o molécula es la de prevenir o disminuir la oxidación de las células (perdida de uno más electrones) y que estará mediada por interacciones entre distintos compuestos con distintos mecanismos de acción, esto evitara la degeneración de la célula el cual está relacionado con distintas enfermedades degenerativas<sup>26, 27</sup>.

La idea entonces es mantener un buen nivel de antioxidantes, muchos de los antioxidantes los ingerimos en la dieta; la vitamina C presente en cítricos, carotenoides como licopeno en el tomate, polifenoles como el resveratrol en la uva, la vitamina E encontradas en aceites, etc. Algunos mecanismos antioxidantes como el sinergismo entre vitamina E y C; la vitamina E evita la oxidación de lípidos en la membrana, se forma un radical que es menos liposoluble y se acerca a la superficie donde encuentra al ascorbato (vitamina C) que lo regenera y deja pronta la vitamina E para iniciar un nuevo ciclo antioxidante. La actividad antioxidante de un vegetal va a depender mucho de su origen y contenido de compuestos bioactivos que presentan, entre ellos la vitamina C, E, o  $\beta$ -caroteno, así como compuestos fenólicos (flavonoides, isoflavonas, flavonas, catequinas y antocianinas)<sup>27</sup>.

Los antioxidantes son sustancias capaces de impedir o detener el daño de las moléculas frenando el inicio y/o proliferación de las reacciones en secuencia de los radicales libres. Existen antioxidantes endógenos y exógenos: los endógenos que son producidos por las propias células del cuerpo para disminuir daños potenciales al cuerpo o utilizarse para otras funciones y exógenos que los encontramos ampliamente distribuidos en frutas y verduras<sup>28</sup>.



El organismo se defiende con una batería de antioxidantes endógenos, algunos de bajo peso molecular como el glutatión peroxidasa, ascorbato, ubiquinol; otros enzimáticos como la catalasa, peroxirredoxinas y superóxido dismutasa; el organismo entonces trata de balancear la producción secundaria de radicales con un adecuado nivel de antioxidantes, pero cuando la producción de oxidantes es muy elevada o el nivel de antioxidantes es muy bajo, se produce un desbalance que conocemos como un estado de estrés oxidativo que está relacionado con enfermedades degenerativas. Los exógenos los encontramos de manera natural presente en las plantas: compuestos fenólicos, ácido ascórbico y carotenos<sup>29</sup>.

El ácido ascórbico es un monosacárido encontrado principalmente en frutas y verduras, como no puede ser producido por el organismo debe ser obtenido a través de la dieta, en la célula se encuentra en su forma reducida por acción del glutatión. Es un ácido orgánico que actúa como un agente reductor con propiedades antioxidantes que puede contrarrestar las especies reactivas del oxígeno como el peróxido de hidrógeno, inhibiendo el daño ocasionado por los radicales libres<sup>30</sup>.

La vitamina E es un conjunto de ocho tocoferoles y tocotrienoles relacionados (vitaminas liposolubles con una elevada actividad antioxidante). El  $\alpha$ -tocoferol tiene la mayor biodisponibilidad, ya que el organismo puede absorberlo y metabolizarlo y sin duda es la de mayor importancia ya que tiene la función de preservar a la célula de los daños producidos por el estrés oxidativo<sup>31</sup>.

Los carotenoides son pigmentos orgánicos muy repartidos de forma natural en las plantas y animales, los seres vivos no tienen la capacidad de producirlo; pero, tienen la capacidad de poder absorberlos con cambios en su configuración básica<sup>32</sup>. Se agrupan en carotenos ( $\beta$ -caroteno, licopeno) y xantófilas, estos son vinculados a los mecanismos de prevención de la oxidación, tienen una gran actividad antioxidante neutralizando a las especies reactivas de oxígeno y nitrógeno que son producidas en el organismo. El consumo de estas sustancias puede disminuir la probabilidad de tener cierto tipo de enfermedades degenerativas<sup>33</sup>.

Los compuestos fenólicos son compuestos químicos que se encuentran distribuidos en plantas, son metabolitos secundarios de gran interés por sus beneficios a la salud. La actividad antioxidante de los compuestos fenólicos está relacionada por su capacidad para secuestrar metales, ya sea conservar o incrementar su actividad catalítica o disminuyéndolos. Dentro de los compuestos fenólicos son 3 los grupos con mayor importancia en las cuales se dividen y que son: flavonoides, ácidos fenólicos y polifenoles<sup>34</sup>.

Las plantas poseen una amplia variedad de compuestos fenólicos como fenoles simples, taninos, estilbenos, flavonoides, derivados del ácido benzoico, fenilpropanoides, ligninas y lignanos; las antocianinas también son derivados de los fenoles los cuales se distribuyen en gran variedad de frutas y vegetales, estos se encargan de dar el color azul, violeta, morado y rojo a los frutos. Los flavonoides son una subclase de los polifenoles y se caracterizan por tener estructuras C6-C3-C6 y que pueden tener dos o más anillos aromáticos, y que cada uno puede tener al menos un hidroxilo aromático, los flavonoides que contienen mayor grupos hidroxilo son los que tienen una mayor actividad antioxidante contra los radicales libres<sup>34,35</sup>.

Sus propiedades redox de los compuestos fenólicos es lo que les otorga la actividad antioxidante, estos se encargan de absorber y neutralizar los radicales libres y a descomponer peróxidos. Los polifenoles tienen la capacidad de interferir en diferentes etapas que conllevan al desarrollo de tumores malignos, protegen al ADN del daño oxidativo, se encargan de inactivar los carcinógenos e inhiben los genes mutagénicos de la actividad de las enzimas que se encargan de la activación de procarcinógenos. Muchos estudios *in vivo* evidencian que los polifenoles tienen un efecto preventivo en cuanto a ciertos tipos de cáncer<sup>34,35</sup>.

Distintos estudios epidemiológicos demostraron que la alimentación que incorpora compuestos fenólicos de frutas y vegetales disminuye el riesgo de enfermedades cardiovasculares. Estos compuestos poseen efectos antiinflamatorios beneficiando así la salud humana. Todo alimento vegetal tiene una alta concentración de compuestos fenólicos y que estos significan una fuente natural de antioxidantes como por ejemplo los flavonoides, las antocianinas que ayudan a mejorar enfermedades cardiovasculares. Al

consumir estas sustancias en la dieta beneficiara la salud de la persona previniendo posibles enfermedades y ciertos tipos de cáncer<sup>34,35</sup>.

Polifenoles: sustancias químicas de bajo peso molecular, necesarios para el organismo, son generalmente subdivididos en taninos, ligninas y flavonoides. Estos compuestos son beneficiosos por su capacidad antioxidante capaces de disminuir el peligro de contraer enfermedades degenerativas y cardiovasculares. Su distribución está ampliamente en los vegetales, pues son parte integral de la alimentación del ser humano. Son secuestradores de radicales libres ya que estos donan electrones e hidrógenos, estas sustancias actúan como agentes reductores. La mayor parte de los vegetales pueden producir flavonoides, los cuales son presentados como glucósidos solubles en las hojas y frutas<sup>35</sup>. Tienen la capacidad de quelar el hierro, así como otros metales de transición, esto les concede una elevada capacidad antioxidante. Se pueden clasificar en flavanos (catequina), flavonoles (quercetina), flavonas y antocianinas<sup>28</sup>.

Las antocianinas son los pigmentos que dan el color rojo, azul y morado de los frutos y plantas. Este compuesto está presente en las frutas como la uva, arándanos, moras, frambuesas, fresas, vino tinto, etc. En la actualidad hay un gran interés por estas sustancias ya que tiene propiedades farmacológicas y terapéuticas, estas sustancias son capaces de disminuir el riesgo de enfermedades coronarias, tiene efecto anticancerígeno, efecto antitumoral, efecto antiinflamatorio y efecto antidiabético. Estudios que se realizaron sobre las antocianinas demostraron que pueden secuestrar las especies reactivas del oxígeno, también de detener la oxidación de lipoproteínas y la agregación de plaquetas. Se ha demostrado que las antocianinas tienen una elevada actividad antioxidante contra el peróxido de hidrogeno  $H_2O_2$ , y contra radicales superóxido ( $O_2^{\cdot-}$ ), hidroxilo (OH), peróxido (ROO.) y oxígeno singulete ( $O_2^1$ )<sup>36,37</sup>.

Los radicales libres son moléculas que tienen uno o varios electrones desapareados en sus orbitales externos, por lo que llegan a ser muy reactivos ya que sustraen un electrón de una molécula estable a la que la oxida con el propósito de lograr su propia estabilidad. Cuando el radical libre consigue el electrón que necesita, la molécula estable que ha perdido su electrón libre se oxida, transformándose en un radical libre por quedar con su electrón desapareado, de esta forma se inicia una reacción en cadena dañando o destruyendo a las

células del organismo; tienen un promedio de vida de microsegundos, pero pueden reaccionar con todas las células más cercanas dañando membranas y tejidos<sup>38</sup>.

También se conocen como especies reactivas de nitrógeno (ERN) y especies reactivas de oxígeno (ERO), estas especies desempeñan un rol importante en el equilibrio homeostático, es el normal funcionamiento de los mecanismos que regulan y preservan el estado fisiológico del organismo. Cuando el contenido intracelular de ERO son más elevados que la defensa antioxidante de la célula se origina el estrés oxidativo, el cual ocasiona el daño a las moléculas biológicas (proteínas, lípidos y ácidos nucleicos). Esto genera una alteración en el funcionamiento de la célula lo que produce el desarrollo de enfermedades degenerativas, neurológicas, cardiovasculares y cáncer<sup>38,39</sup>.

Existen tipos de radicales libres los cuales son clasificados de la siguiente manera: especies reactivas del oxígeno (ERO), están presentes en este grupo el ozono ( $O_3$ ), oxígeno singulete ( $O_2^1$ ) y oxígeno no molecular ( $O_2$ ), también están las especies de oxígeno parcialmente reducidas: radical hidroxilo ( $\bullet OH$ ), hidroperoxilo ( $HO_2\bullet$ ), peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) y el anión superóxido ( $O_2^{\bullet-}$ ); estos productos son producidos por la excitación del  $O_2$  y a la vez son más reactivos que el  $O_2$  en su estado basal. Estas especies de radicales libres son altamente reactivas ya que constantemente atacan a las células del organismo mediante reacciones bioquímicas de óxido-reducción que pueden darse de manera normal del metabolismo celular o por factores patológicos<sup>38,39</sup>.

También se encuentran los radicales libres de nitrógeno; como el dióxido nítrico ( $NO_2\bullet$ ) y el óxido nítrico ( $NO\bullet$ ), estas especies son muy reactivas por lo que pueden oxidar y dañar a las células, el óxido nítrico ( $NO\bullet$ ) con el  $O_2$  forman  $NO_2\bullet$ , este a su vez con el  $O_2^{\bullet-}$  forman peroxinitrito ( $ONOO^-$ ), esta especie de radical libre es capaz de producir daño oxidativo y producir la muerte de la célula. Los radicales libres a pesar de tener una corta vida son capaces de producir daño en cadena, generando daño a moléculas como las proteínas, ADN, carbohidratos y lípidos; esto sin duda es un peligro para el organismo ya que da lugar al desarrollo de enfermedades coronarias, tumores y cáncer<sup>38,39</sup>.

#### **1.4 Formulación del problema**

¿Cuál es el contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante del fruto de *Rubus floribundus Kunth* “zarzamora” comparados en diferentes estadios de maduración?

### **1.5 Justificación del estudio**

Por todo lo mencionado anteriormente, para poder enfrentar los problemas de salud como son las enfermedades crónico-degenerativas que son una de las causas de muerte en nuestro país y en el mundo, se ha venido estudiando ampliamente los alimentos funcionales, los cuales tienen la capacidad de neutralizar los agentes oxidantes que causan el deterioro celular mediante procesos inflamatorios. En este sentido se ha desarrollado estrategias de prevención en base al tratamiento terapéutico de algunas enfermedades con alimentos funcionales, dentro de estos alimentos funcionales tenemos a las del género *Rubus*, cuya especie silvestre es la *Rubus floribundus Kunth* “zarzamora”, que es poco conocida por la población, puesto que aún no se ha realizado estudios sobre sus compuestos bioactivos que presenta y su aplicación terapéutica.

Actualmente las personas usan la planta y su fruto como medicina tradicional como un antibacteriano, es por eso que el fruto no es muy consumido por las personas a diferencia de otras especies como *Rubus glaucus Benth* que es una especie cultivada y muy comercializada en nuestro país, dicho esto es que se debe poner énfasis en conocer más sobre esta especie de fruta silvestre, ya que sus componentes nutricionales no han sido modificados y que nos lo brindan de manera natural a través de su consumo.

Los compuestos fenólicos y actividad antioxidante del fruto de *Rubus floribundus kunth* “zarzamora” plantea nuevos caminos para futuras investigaciones sobre los beneficios que aportarían a nuestra salud.

### **1.6 Hipótesis**

**H<sub>1</sub>:** El contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante del fruto de *Rubus floribundus Kunth* “zarzamora” difieren en diferentes estadios de maduración.

**H<sub>0</sub>:** El contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante del fruto de *Rubus floribundus Kunth* “zarzamora” no se diferencian en diferentes estadios de maduración.

## 1.7 Objetivos

### General

- Comparar el contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante del fruto de *Rubus floribundus Kunth* “zarzamora” en diferentes estadios de maduración.

### Específicos

- Determinar el contenido de compuestos fenólicos del fruto de *Rubus floribundus Kunth* “zarzamora” en diferentes estadios de maduración.
- Determinar la actividad antioxidante del fruto de *Rubus floribundus Kunth* “zarzamora” en diferentes estadios de maduración.

## II. MÉTODO

### 2.1 Diseño de investigación

El diseño de investigación aplicado fue no experimental, descriptivo comparativo y transversal, representado mediante el siguiente gráfico<sup>40</sup>:

G<sub>0</sub> → X<sub>0</sub>, Y<sub>0</sub>

G<sub>1</sub> → X<sub>1</sub>, Y<sub>1</sub>

G<sub>2</sub> → X<sub>2</sub>, Y<sub>2</sub>

Donde:

G<sub>0</sub>: Estadio maduro del fruto de *Rubus floribundus kunth* “drupelas completamente moradas”

G<sub>1</sub>: Estadio intermedio del fruto de *Rubus floribundus kunth* “drupas con drupelas rojas y algunas moradas”.

G<sub>2</sub>: Estadio inmaduro del fruto de *Rubus floribundus kunth* “drupas con drupelas rojas y algunas verdes”.

X<sub>1</sub>: Contenido de compuestos fenólicos

Y<sub>1</sub>: Actividad antioxidante

## 2.2 Variables, Operacionalización

- Contenido de compuestos fenólicos del fruto de *Rubus floribundus kunth* “zarzamora” en diferentes estadios de maduración.
- Actividad antioxidante del fruto de *Rubus floribundus kunth* “zarzamora” en diferentes estadios de maduración.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>COMPUESTOS FENÓLICOS</b>	Son considerados metabolitos secundarios que poseen una gran capacidad antioxidante y que son muy beneficiosos para la salud del ser humano <sup>34</sup> .	Se determinó el contenido de compuestos fenólicos a través del método de Folin-Ciocalteu.	µg ácido gálico/100gr muestra	Cuantitativa de razón
<b>ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE</b>	Efecto que posee una sustancia para frenar o disminuir la oxidación de otras moléculas donando o quitando átomos de electrones desapareados en sus orbitales para de esta manera estabilizar a la molécula y evitar su oxidación <sup>28</sup> .	Se determinó la concentración inhibitoria media (IC <sub>50</sub> ) del extracto hidroalcohólico del fruto de <i>Rubus floribundus Kunth</i> “zarzamora” por el método del DPPH.	IC <sub>50</sub> µg/mL	Cuantitativa de razón

## 2.3 Población y muestra

- Población: Frutos de *Rubus floribundus kunth* “Zarzamora” en diferentes estadios de maduración de la provincia de Cajabamba, departamento Cajamarca.
- Muestra: 200gr de fruto de *Rubus floribundus Kunth* “zarzamora” en diferentes estadios de maduración, recolectadas de la provincia de Cajabamba del departamento de Cajamarca.

### Criterios de inclusión:

- El fruto debe tener características organolépticas aceptables.
- Drupelas completamente moradas.
- Drupas con drupelas rojas y algunas moradas.
- Drupas con drupelas rojas y algunas verdes.

#### **Criterios de exclusión**

- Frutos con presencia de golpes o heridas.
- Frutos no provenientes de la provincia de Cajabamba.

## **2.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **Técnica de recolección de datos**

Se utilizó como técnica la observación

### **Instrumento de recolección de datos**

Como instrumento se utilizó una ficha de recolección de datos en donde se registró las absorbancias de cada muestra del extracto hidroalcohólico del fruto de *Rubus floribundus Kunth* “zarzamora” (ver tabla n° 11 y 12).

### **Los procedimientos para la recolección de datos fueron los siguientes**

#### **Recolección de las muestras**

Se recolectó 1 Kg del fruto de *Rubus floribundus kunth* en en el mes de febrero del 2019 procedentes de la provincia de Cajabamba ubicada a 2654 m.s.n.m. departamento de Cajamarca. El fruto se empaqueta en un recipiente de plástico forrado con papel cartulina y se le adiciono una caja de cartón como soporte para evitar de esta manera golpes en el transcurso de su transporte hacia la ciudad de Trujillo.

#### **Preparación de la muestra<sup>41</sup>**

Se clasificaron los frutos de *Rubus floribundus Kunth* “zarzamora” de acuerdo a su estadio de maduración, siendo codificados de la siguiente manera G<sub>0</sub>: Estadio maduro “drupelas completamente moradas”, G<sub>1</sub>: Estadio intermedio “drupas con



drupelas rojas y algunas moradas” y G<sub>2</sub>: Estadio inmaduro “drupas con drupelas rojas y algunas verdes” (ver figura N° 2). Se pesó respectivamente, 200 g de cada estadio de maduración, luego se procedió a lavar con agua de caño, seguido de una desinfección utilizando hipoclorito de sodio diluido (1 ml de NaClO<sub>4</sub>% en 1 litro de agua potable), por un tiempo aproximado de 10 minutos para su completa desinfección; y finalmente se enjuagó con agua destilada para retirar los residuos del hipoclorito de sodio.

### **Preparación del extracto etanólico**

Una vez desinfectados los frutos de cada estadio de *Rubus floribundus Kunth* “zarzamora” se trituraron en un mortero, para luego llevarse a maceración con 200 ml de etanol al 80% en frascos de vidrio ámbar, se agito durante 15 minutos y se almaceno a temperatura ambiente en oscuridad por 7 días<sup>41</sup>.

El producto se filtró con papel filtro Whatman N° 41 en vasos de precipitación, se midió el volumen siendo 164ml para G<sub>0</sub>, 135ml para G<sub>1</sub> y 125ml para G<sub>2</sub>.

### **Determinación de solidos solubles**

Se tomó gotas de cada muestra del extracto madre del fruto de *Rubus florindus Kunth* “zarzamora” de cada estadio maduración, se midió en un refractómetro marca ATC, obteniéndose así el porcentaje de solidos solubles para cada muestra siendo 12° Brix para G<sub>0</sub>, 11° Brix para G<sub>1</sub> y 10° Brix para G<sub>2</sub>.

### **Determinación de fenoles totales**

#### **Curva patrón de ácido gálico**

El contenido de polifenoles se determinó mediante el método de Folin-Ciocalteu desarrollado por Dewanto et al<sup>42</sup>. El ensayo se realizó de la siguiente manera: se midió 125 µL de la solución patrón de ácido gálico, se le adicionó 0,5 mL de H<sub>2</sub>O destilada y 125 µL del reactivo de Folin-Ciocalteu; se dejó reaccionar por 6 min y se agregó 1,25 mL de una solución de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> al 7 %, por último, se agregó agua destilada para ajustar a 3 mL de solución total, y se dejó reposar por 90 min. Las

soluciones patrón y un blanco se llevaron a un espectrofotómetro para realizar las lecturas de las absorbancias a la longitud de onda de 760 nm.

### **Medida del contenido de polifenoles totales del extracto etanólico del fruto *Rubus floribundus Kunth* “zarzamora” en los diferentes estadios de maduración**

Luego, cada extracto del vegetal a evaluar se diluyó con agua destilada en la proporción 1:5 y se determinó el contenido de polifenoles totales de la misma forma como se hizo con los patrones de ácido gálico. Después por interpolación de las absorbancias de los extractos en la curva del ácido gálico se logró determinar el contenido de polifenoles totales. Todas las determinaciones se realizaron por quintuplicado

### **Evaluación de la actividad antioxidante por el método DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo)<sup>43</sup>.**

Se prepararon diluciones del extracto hidroalcohólico en concentraciones de 5, 25, 50, 75, 150, 300 µg/ml (ver tabla N° 8). Se mezcló 1,0 mL de cada una de las diluciones con 0,5 mL de una solución 0,3 mM de DPPH en metanol y se dejó reaccionar a temperatura ambiente por 30 minutos; pasado ese tiempo se midió la absorbancia de la mezcla a 517 nm. Todas las pruebas se realizaron por quintuplicado. Se determinó la capacidad antioxidante de cada muestra de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Actividad antioxidante (\%)} = \left( \frac{AC - AM - AB}{AC} \right) \times 100$$

### **Determinación de la concentración inhibitoria media (IC<sub>50</sub>) del extracto hidroalcohólico del fruto de *Rubus floribundus Kunth* “zarzamora” en los diferentes estadios de maduración**

Se graficó una recta obtenida por el % de captura de DPPH versus la concentración de cada una de las diluciones del extracto etanólico de los diferentes estadios de maduración de *Rubus floribundus Kunth* expresada en µg/mL.

Se utilizó el intercepto y la pendiente de la línea de regresión lineal para calcular el valor de IC<sub>50</sub>, aplicando la siguiente fórmula:

$$IC_{50} = \frac{50 - b}{m}$$

Donde:

IC<sub>50</sub>: Cantidad necesaria de la muestra para reducir en un 50% la concentración inicial del radical DPPH (μL)

b: Intercepto de línea de regresión lineal

m: Pendiente de la línea de regresión lineal

Las rectas obtenidas para la determinación del IC<sub>50</sub> para cada estadio estadios de maduración de *Rubus floribundus Kunth* fueron los siguientes:

$$G_0: y = 0.1198x + 11.242$$

$$R^2 = 0.9897$$

$$G_1: y = 0.1772x + 3.4362$$

$$R^2 = 0.9184$$

$$G_2: y = 0.2074x + 16.13$$

$$R^2 = 0.9584$$

## 2.5 Método de análisis de datos

Para los valores de contenido de compuestos fenólicos y la actividad antioxidante fueron procesados en el programa Microsoft Office Excel 2016 para el desarrollo de la estadística descriptiva en cuanto a la obtención de promedios y desviación estándar. Así mismo se utilizó la prueba estadística ANOVA para comparar el contenido de compuestos fenólicos y la actividad antioxidante del fruto de *Rubus floribundus Kunth* “zarzamora” en diferentes estadios de maduración.

## 2.6 Aspectos éticos

La investigación es cien por ciento original, asimismo la información utilizada para este estudio de investigación fue correctamente citada y los resultados son cien por ciento veraces. Por ello es importante preservar nuestra diversidad biológica, porque es un patrimonio invaluable y, como tal, es necesario asegurar su conservación y su uso sostenible. Por tal motivo, debe resaltarse y reconocerse su importancia.

### III. RESULTADOS

**TABLA N° 1: Contenido de compuestos fenólicos del fruto de *Rubus floribundus* Kunth “zarzamora” en diferentes estadios de maduración**

Estadios de maduración	Concentración del Extracto ( $\mu\text{g}$ Eq AG/ml)	Compuestos fenólicos (mg Eq AG/100g muestra)	Significancia
G <sub>0</sub>	1209.4	99.76 $\pm$ 3.10	0.000
G <sub>1</sub>	1252.9	84.57 $\pm$ 3.94	
G <sub>2</sub>	1328.5	83.01 $\pm$ 6.96	

\*\*P<0.05

Fuente: ficha de recolección de datos

**TABLA N° 2: Actividad antioxidante del fruto de *Rubus floribundus* Kunth “zarzamora” en diferentes estadios de maduración**

Estadios de maduración	IC50 ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	IC50 ( $\mu\text{g}$ Eq AG/ml)	Significancia
G <sub>0</sub>	323.52	0.322 $\pm$ 0.009	0.000
G <sub>1</sub>	262.77	0.232 $\pm$ 0.024	
G <sub>2</sub>	162.52	0.134 $\pm$ 0.011	

\*\*P<0.05

Fuente: ficha de recolección de datos

### IV. DISCUSIÓN

*Rubus floribundus* Kunth “Zarzamora”, es una planta que pertenece a la familia *Rosaceae* provenientes de las zonas altas de América Latina. Sus frutos son carnosos y que están formados por polidrupas de diferentes tamaños, su sabor cambia de amargo a dulce conforme el fruto va madurando y su coloración que va desde verde a rojizo y finalmente morado, coloración que es causada por la presencia de compuestos fenólicos (antocianinas).

Se trata de una especie de *Rubus* que no ha sido estudiado ampliamente por lo que se conoce poco en cuanto a su composición nutricional y compuestos bioactivos; sin embargo, si existe información taxonómica relevante. Es por eso el interés por conocer sus compuestos fenólicos y actividad antioxidante presentes en el fruto de zarzamora.

El contenido de compuestos fenólicos totales se determinó con el reactivo de Folin-Ciocalteu<sup>42</sup>, usando como estándar el ácido gálico para la elaboración de una curva estándar  $Y = 0.0031x - 0.042$ ;  $R^2 = 0.981$ , donde “Y” es la absorbancia a 760nm y “X” es la concentración de fenoles totales contenidos en la muestra (Anexo N° 6).

En la tabla N° 1 se evidencia el valor encontrado de compuestos fenólicos totales en el fruto de *Rubus floribundus kunth* en diferentes estadios de maduración, los resultados fueron  $99.76 \pm 3.10$  mg Eq AG/100g muestra para el estadio maduro (G<sub>0</sub>) y  $84.57 \pm 3.94$  mg Eq AG/100g muestra para el estadio intermedio (G<sub>1</sub>) y  $83.01 \pm 6.96$  mg Eq AG/100g muestra para el estadio inmaduro (G<sub>2</sub>). Estos datos son similares a un estudio reportado por Lidija J, et al<sup>13</sup> quienes obtuvieron  $63.8 \pm 3.4$  mg/100g fruta fresca y también en el estudio reportado por Torrenegra M et al<sup>12</sup>, donde el contenido de fenoles totales en *Rubus glaucus Benth* fue de  $118.29 \pm 0.26$  mg AG/100g pulpa; Sin embargo en comparación a otros tipos de mora es menor, así por ejemplo en el estudio de Cervera J<sup>11</sup>, desarrollado en *Morus alba* el contenido de compuestos fenólicos fue de  $1792,1 \pm 59.59$  mg AG/100g fruta fresca.

En la tabla N° 2 se observa la actividad antioxidante por medio de la determinación de la concentración inhibitoria media (IC<sub>50</sub>) del extracto hidroalcohólico del fruto de *Rubus floribundus kunth*.

La cantidad necesaria de la muestra hidroalcohólica del fruto de *Rubus floribundus kunth* en diferentes estadios de maduración para reducir en un 50% la concentración inicial del radical DPPH fue de  $0.322 \pm 0.009$  Eq  $\mu$ gAG/ml para el estadio maduro (G<sub>0</sub>) y  $0.232 \pm 0.024$  Eq  $\mu$ gAG/ml para el estadio intermedio (G<sub>1</sub>) y  $0.134 \pm 0.011$  Eq  $\mu$ gAG/ml para el estadio inmaduro (G<sub>2</sub>), siendo este último de mayor capacidad antioxidante por necesitar menos sustrato de compuestos fenólicos para la acción antioxidante, esto se presenció en la prueba correspondiente por presentar menor opacidad debido a que pudo neutralizar el radical libre del DPPH.

Asimismo, para el análisis comparativo de la actividad antioxidante entre los 3 estadios de maduración (estadio maduro, estadio intermedio, estadio inmaduro) se aplicó la prueba estadística ANOVA para obtener las diferencias entre las medias de la capacidad inhibitoria del radical DPPH. Observándose así que a los 30 minutos la capacidad antioxidante fue mayor en el estadio inmaduro y el estadio intermedio en comparación el estadio maduro ( $P < 0.05$ ).

Estos resultados refuerzan la teoría de Ibáñez A.<sup>18</sup> y Gil A.<sup>19</sup> que conforme el fruto va madurando los ácidos orgánicos y los taninos se van perdiendo lo cual indicaría que al perderse estas sustancias su capacidad antioxidante va disminuyendo. Estas sustancias le otorgan al fruto propiedades anticancerígenas. Asimismo, las antocianinas y taninos del ácido elágico de la especie *Rubus glaucus Benth* y *Rubus floribundus Kunth* en un estudio realizado por la Universidad Estatal de Ohio y por la Universidad Privada Antenor Orrego se demostró que estas especies de *Rubus* poseen una alta actividad antioxidante, así como también su efecto hipoglicemiante<sup>20,25</sup>.

## V. CONCLUSIONES

1. Se demostró que los compuestos fenólicos y actividad antioxidante del fruto de *Rubus floribundus Kunth* si difieren significativamente ( $P < 0.05$ ) en diferentes estadios de maduración.
2. Se determinó el contenido de compuestos fenólicos del fruto de *Rubus floribundus Kunth* siendo el estadio maduro ( $G_0$ ) el que más compuestos fenólicos presenta en comparación al estadio intermedio ( $G_1$ ) y el estadio inmaduro ( $G_2$ ).
3. Se determinó el coeficiente de inhibición para reducir en un 50% la concentración del radical DPPH ( $IC_{50}$ ) del extracto etanólico del fruto de *Rubus floribundus Kunth* en sus diferentes estadios de maduración siendo el más significativo el estadio inmaduro “ $G_2$ ” que fue de 162.52  $\mu\text{g/mL}$  a diferencia del estadio intermedio “ $G_1$ ” que fue de 262.77  $\mu\text{g/mL}$  y 232.52  $\mu\text{g/mL}$  para el estadio maduro “ $G_0$ ”.

## VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar diferentes extractos orgánicos del fruto de *Rubus floribundus Kunth* “zarzamora” en diferentes estadios de maduración comparándolo con otras especies de *Rubus*.
2. En investigaciones futuras se podría realizar la evaluación de la actividad antioxidante del fruto de *Rubus floribundus Kunth* “zarzamora” *in vitro e in vivo*.
3. Realizar estudios *in vivo* para determinar si las antocianinas presentes en el fruto de *Rubus floribundus kunth* “zarzamora” tienen efecto hipoglicemiante como tratamiento natural en la Diabetes Mellitus 2.
4. Realizar estudios para determinar efectos antibacterianos del extracto del fruto de *Rubus floribundus kunth* “zarzamora”.

## REFERENCIAS

1. Coronado M, Gutierrez R, Vazquez M, Radilla C. Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. Rev Chil Nutr. 2015; 42(2): 206 – 207.
2. NIH & NCCAM. Antioxidants and health: an Introduction. Get the facts; 2013.
3. Núñez A. Terapia antioxidante, estrés oxidativo y productos antioxidantes: retos y oportunidades. Rev Cubana Salud Pública. 2011; 37: 600-644.
4. Wang S, Melnyk J, Tsao R, Marcone M. How natural dietary antioxidants in fruits, vegetables and legumes promote vascular health. Food Research International. 2001; 44: 14-22.
5. Wootton P, Ryan L. Improving public health: The role of antioxidant rich fruit and vegetable beverages. Food Research International. 2011; 44: 3135-3148.
6. Ebrahimzadeh M, Nabavi S, Bahramian F, Bekhradnia A, Antioxidant And Free Radical Scavenging Activity Of *H. Officinalis L. Var. Angustifolius, V.Odorata, B.*

- Hircana And C. Speciosum. Pakistan Journal Of Pharmaceutical Sciences 2010; 23(1): 29-34.
7. MINSALUD. Promoción del consumo de frutas y verduras. Colombia; 2015.
  8. Sudha, G, Sangeetha M, Indhu R, Vadivukkarasi S. In vitro free radical scavenging activity of raw pepino fruit (*Solanum muricatum* Aiton). International Journal of Current Pharmaceutical Research. 2011; 3(2): 137-140.
  9. Rojas J. Martinez J. Stashenko E. Contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de extractos de mora (*Rubus glaucus* Benth) obtenidos bajo diferentes condiciones. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia; 2014.
  10. Tarín M. Evaluación de la calidad funcional de extractos de mora y fresa liofilizada. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia; 2015.
  11. Cervera J. Evaluación del potencial nutraceutico de extractos de Mora (*Morus alba*). España: Universidad Politécnica de Valencia; 2016.
  12. Torrenegra et al. Evaluación de la actividad antioxidante de las pulpas de *Rubus glaucus* B, *Vaccinium floribundum* K y *Beta vulgaris* L. Revista Cubana de Plantas Medicinales. Colombia: 2016; 21(4)
  13. Lidija J, et al. Phenolic compound composition and antioxidant activity of fruits of *Rubus* and *Prunus* species from Croatia. International Journal of Food Science and Technology. 2009; 44: 860 – 868.
  14. Franco G, Giraldo M. El cultivo de la Mora. Proyecto de Transferencia de Tecnología sobre el cultivo de la Mora. Colombia: Corpoica; 2010.
  15. Avila F. El cultivo de la Zarzamora. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”: México; 2011.
  16. Escobar C. El cultivo de la mora. Minagricultura; 2011.
  17. Casaca A. El cultivo de la Mora. [página en internet]. [citado el 14 de setiembre 2018]: Disponible en: [http://www.infoagro.com/documentos/el\\_cultivo\\_mora.asp](http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_mora.asp)
  18. Ibañez A. Caracterización de zarzamora silvestre (*Rubus* spp.) en la sierra norte y nororiente de Puebla, y sierra centro de Veracruz. México: Universidad Autónoma Chapingo; 2011.
  19. Gil A. Composición y calidad nutritiva de los alimentos. 2 ed. España: Médica Panamericana; 2010.



20. Donno D, Cerutti A, Prgomet I, Mellano M, Beccaro G. Foodomics for mulberry fruit (*Morus* spp.): Analytical fingerprint as antioxidants and health properties determination tool. *Food Research International*. 2015; 69: 179-188.
21. Botica-online. Propiedades de la zarzamora. [Citado el 08 de Octubre del 2018] Disponible en: <https://www.botanical-online.com/zarzamoraspiedadesalimentarias.htm>
22. Wang Y, Xiang L, Wang C, Tang C. Antidiabetic and antioxidant effects and phytochemicals of mulberry fruit (*Morus alba* L.) polyphenol enhanced extract. 2013; 8(7): 71-144.
23. Wang J, Mazza G. Inhibitory effects of anthocyanins and other phenolic compounds on nitric oxide production in LPS/IFN- $\gamma$ -activated RAW macrophages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2012; 50(4): 850-857.
24. Asuero A, Garcia M, Fett R, Kuskoski E, Troncoso A. Actividad antioxidante de Pigmentos Antocianinos. *Revista Brasileña de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 2012; 24(4): 691 – 693.
25. Pérez F. Análisis fitoquímico preliminar y evaluación de la actividad hipoglucemiante de *Rubus floribundus* Kunth (Rosaceae) “zarzamora”. *Arnaldoa*. 2014; 21: 391-402.
26. Kuskoski M, et al. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. Chile: *Revista CONABIO*; 2009.
27. Hirano R, Sasamoto W, Matsumoto A, Itakura H, Kondo K. Capacidad antioxidante de diversos flavonoides contra los radicales DPPH y LDL oxidation. *Internal Medicina I. J Nut Sci Vitaminol*; Tokio: 2010; 47:357-362
28. Avello M, Suwalsky M. Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección: Chile; 2009.
29. Londoño J. “Antioxidantes: importancia biológica y métodos para medir su actividad”. España: *Corporación Universitaria Grial*; 2008.
30. Simo C, Ibanez E, Barbas C, Reglero G, Cifuentes A. Análisis de antioxidantes naturales por métodos de electromigración capilar. Argentina: *Diario Agrícolas Chemist`s Alimentos*; 2012.
31. Morales A.” Fruto terapia, nutrición y salud. Colombia” *eco ediciones*; 2008.

32. Medina O, et al. Comparación de la composición y capacidad antioxidante de algunos cereales y pseudocereales. “Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos”. Colombia; 2008.
33. Reyes J. “Capacidad antioxidante de algunos vegetales crudos y cocidos.” México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; 2009.
34. Porras A, Lopez A. Importancia de los grupos fenólicos en los alimentos. México. Universidad de las Américas Puebla. 2009; 121 – 134
35. Quiñones M, Miguel M, Aleixandre A. Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. España. Nutr Hosp. 2012; 27(1): 76 – 89.
36. Garzón G. Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos: Colombia. revisión. Acta biol. Colomb. 2008; 13(3): 27 – 36.
37. Aguilera M, Reza M, Chew R, Meza J. Propiedades funcionales de las antocianinas. México: Revista de Ciencias Biológicas y Salud; 2011.
38. Avello M, Suwalsky M. “radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección.” Chile; 2009.
39. Maldonado O, et al. Radicales libres y su papel en las enfermedades crónico-degenerativas. México: Rev Med UV; 2010.
40. Hernández R, Fernández C, Baptista P. Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill Interamericana; 2015.
41. Jurado B, et al. Evaluación del contenido de polifenoles totales y la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos de los frutos de Aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) de diferentes lugares del Perú. Lima. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Rev Soc Quím Perú. 2016; 82(3): 272 - 279
42. Dewanto V, Wu X, Adom K, Hai R. Thermal Processing Enhances the Nutritional Value of Tomatoes by Increasing Total Antioxidant Activity. J. Agric. Food Chem. 2002; 50(10):3010-4.
43. Brand-Williams W, Cuvelier M, Berset C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensm. Wiss. Technol. 1995; 22: 25-30.
44. Zuloeta M. Efecto de la temperatura en la calidad fisicoquímica de los frutos de zarzamora (*Rubus robustus* C. Presl). Universidad Nacional de Cajamarca. Perú; 2017.

**ANEXOS**

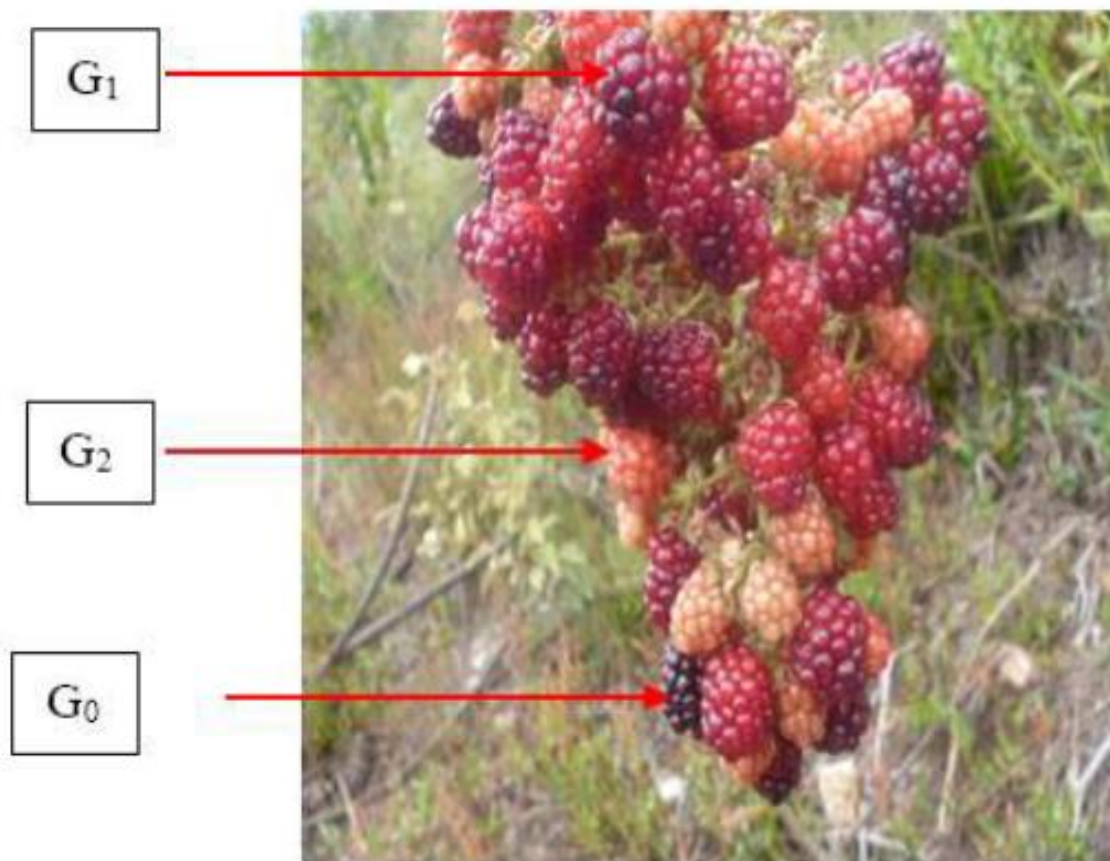
**ANEXO N°1**  
**IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA**



**Figura N° 1:** Especie *Rubus floribundus* Kunth “zanzamora” identificada e ingresada en el Herbario Antenor Orrego (HAO)

## ANEXO N°2

### CLASIFICACIÓN SEGÚN ESTADIOS DE MADURACIÓN



**Figura N° 2.** Racimo de zarzamora con frutos en diferente grado de madurez: Estadio maduro: drupas con todas sus drupelas completamente moradas ( $G_0$ ), Estadio intermedio: drupas con drupelas rojas y algunas moradas ( $G_1$ ) y Estadio inmaduro: drupas con drupelas rojas y algunas verdes ( $G_2$ )<sup>44</sup>.

### **ANEXO N°3. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL**

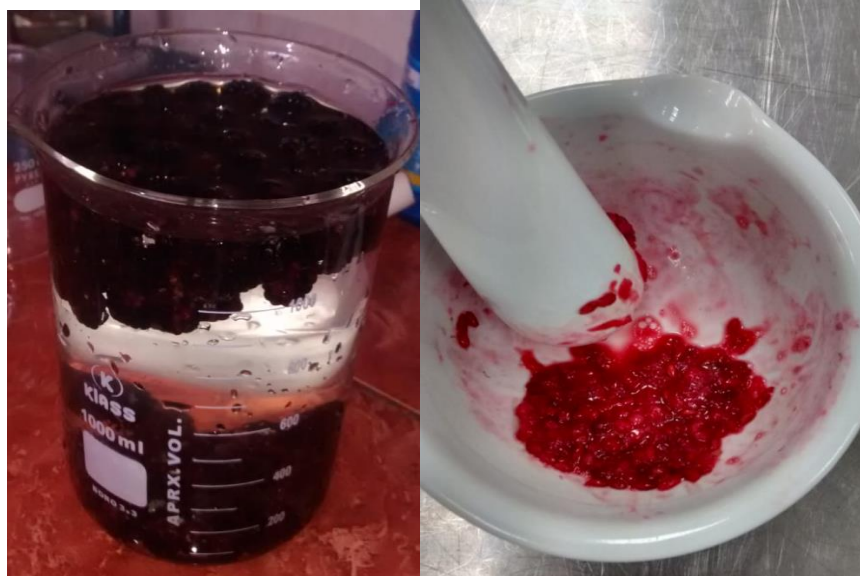
<b>Componente</b>	<b>Cantidad</b>
Agua	58.64g
Energía	52 kcal
Grasa	0.39 g
Proteína	0.72 g
Hidrato de carbono	12.7 g
Fibra	5.6 g
Potasio	196 mg
Fosforo	40 mg
Hierro	0.75 mg
Magnesio	20 mg
Manganeso	1.29 mg
Selenio	0.6 mg
Zinc	0.27 mg
Cobre	0.14 mg
Calcio	32 mg
Vitamina C	21 mg
Vitamina E	0.71 mg
Vitamina A	165 UI
Vitamina B <sub>1</sub> (Tiamina)	0.030 mg
Vitamina B <sub>2</sub> (Riboflavina)	0.40 mg
Ácido Fólico	34 mg
Niacina	0.40 mg

*Fuente: Chávez (2011)*

**Tabla N° 1.** Valor nutricional del fruto de *Rubus floribundus Kunth* “zarzamora” por cada 100g de producto fresco<sup>44</sup>.

## **ANEXO N°4**

### **PREPARACIÓN DE LA MUESTRA**



**Figura N° 3:** Selección, lavado y trituración de *Rubus floribundus* Kunth “zarzamora”



**Figura N° 4:** Preparación del extracto etanólico de *Rubus floribundus* Kunth “zarzamora”





**Figura N° 5:** Filtrado del extracto etanólico de *Rubus floribundus* Kunth “zarzamora”



## ANEXO N° 5

### ANÁLISIS COMPUESTOS FENÓLICOS Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE



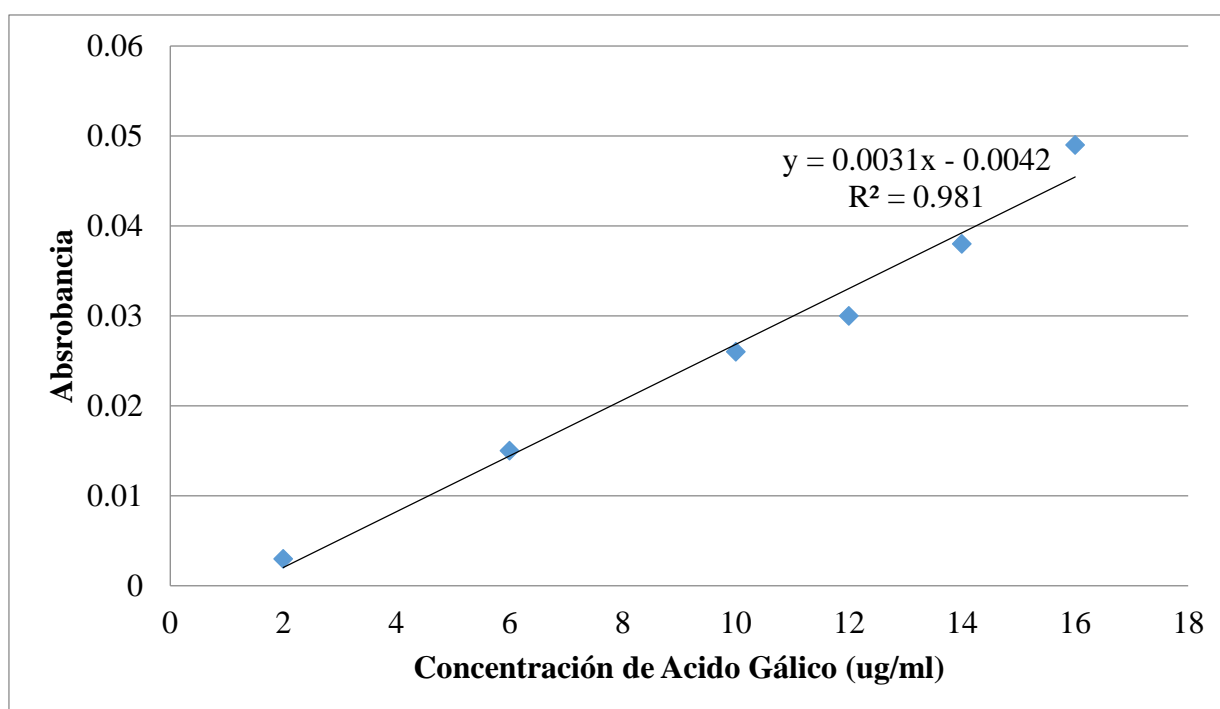
**Figura N° 6:** Determinación de contenido de compuestos fenólicos del fruto de *Rubus floribundus Kunth* “zarzamora” por el método de Folin Ciocalteu



**Figura N° 7:** Actividad antioxidante del fruto de *Rubus floribundus Kunth* “zarzamora” por el método DPPH.

## ANEXO N° 6

### DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE COMPUESTOS FENOLICOS TOTALES



**Gráfico N° 1:** Curva de calibración para el contenido de compuestos fenólicos totales

**Tabla N° 2:** Determinación de compuestos fenólicos en el fruto de *Rubus floribundus*  
*Kunth* “zarzamora” en estadio de maduración G<sub>0</sub>

N° de repeticiones	Absorbancia	Concentración de ácido gálico (ug/ml)	Contenido de equivalente en AG (mg/100 g de muestra)
1	0.625	202.97	99.86
2	0.640	207.81	102.24
3	0.608	197.48	97.16
4	0.647	210.06	103.34
5	0.602	195.55	96.21
Promedio		202.77	99.76
Desviación estándar		6.30	3.10

Fuente: ficha de recolección de datos

**Tabla N° 3:** Determinación de compuestos fenólicos en el fruto de *Rubus floribundus*  
*Kunth* “zarzamora” en estadio de maduración G<sub>1</sub>

N° de repeticiones	Absorbancia	Concentración de ácido gálico (ug/ml)	Contenido de equivalente en AG (mg/100 g de muestra)
1	0.642	208.45	84.42
2	0.609	197.81	80.11
3	0.771	250.06	88.52
4	0.618	200.71	81.28
5	0.727	235.87	88.52
Promedio		218.58	84.57
Desviación estándar		23.15	3.94

Fuente: ficha de recolección de datos

**Tabla N° 4:** Determinación de compuestos fenólicos en el fruto de *Rubus floribundus*  
*Kunth* “zarzamora” en estadio de maduración G<sub>2</sub>

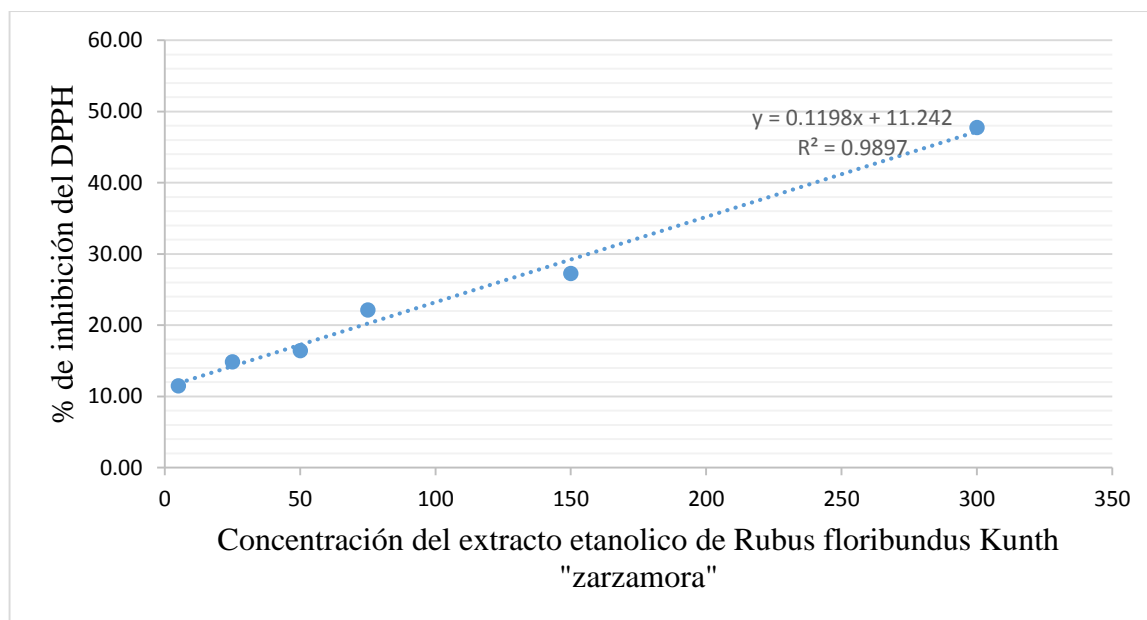
N° de repeticiones	Absorbancia	Concentración de ácido gálico (ug/ml)	Contenido de equivalente en AG (mg/100 g de muestra)
1	0.727	235.87	88.45
2	0.625	202.97	76.11
3	0.731	237.16	88.93
4	0.614	199.42	74.78
5	0.714	231.68	86.78
Promedio		221.42	83.01
Desviación estándar		18.62	6.97

Fuente: ficha de recolección de datos

## ANEXO N° 7

### DETERMINACIÓN DEL % DE INHIBICIÓN

**Grafico N° 2:** Porcentaje de inhibición del extracto etanólico del fruto de *Rubus floribundus Kunth* “zarzamora” en estadio de maduración G<sub>0</sub>.

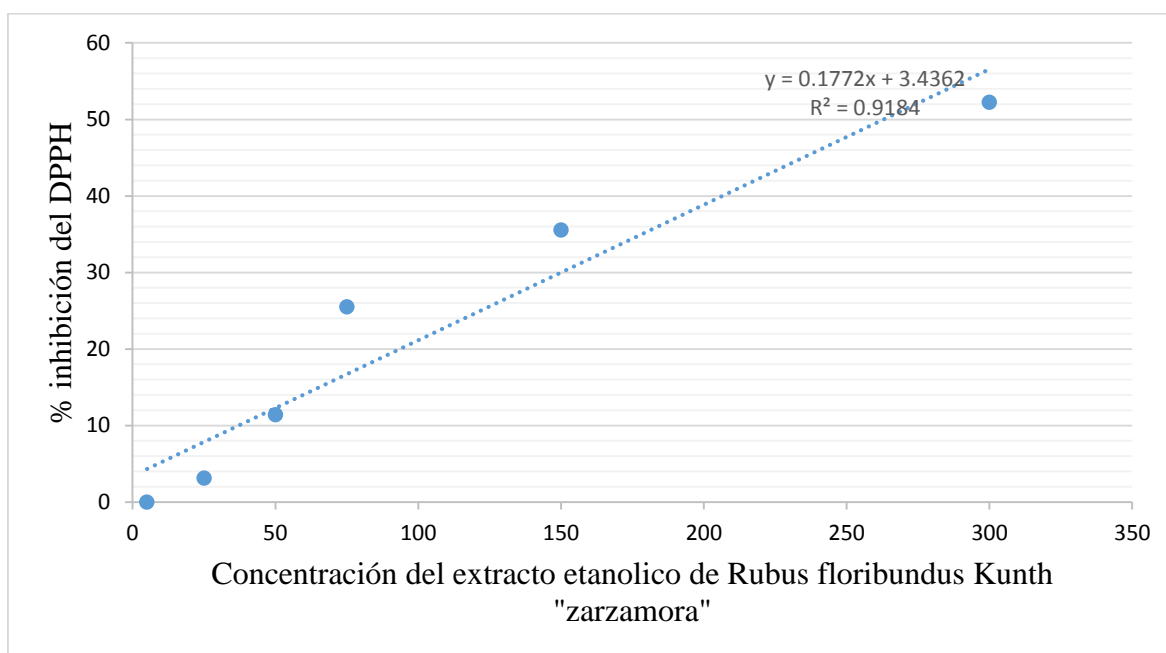


**Tabla N° 5:** Determinación del porcentaje de inhibición del DPPH del fruto de *Rubus floribundus Kunth* “zarzamora” en estadio de maduración G<sub>0</sub>.

Concentración del extracto G <sub>0</sub> en ug/ml	Absorbancia	Coeficiente de % inhibición
0	0.957	–
5	0.847	11.49
25	0.815	14.84
50	0.800	16.41
75	0.745	22.15
150	0.696	27.27
300	0.500	47.75

Fuente: ficha de recolección de datos

**Grafico N° 3:** Porcentaje de inhibición del extracto etanólico del fruto de *Rubus floribundus* Kunth “zarzamora” en estadio de maduración G<sub>1</sub>.

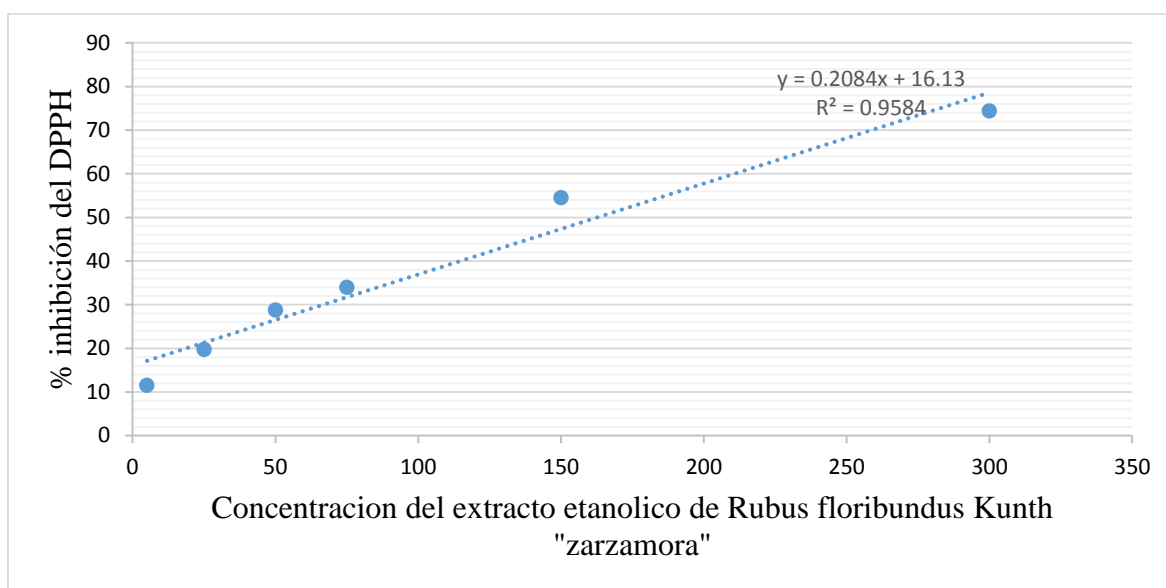


**Tabla N° 6:** Determinación del porcentaje de inhibición del DPPH del fruto de *Rubus floribundus* Kunth “zarzamora” en estadio de maduración G<sub>1</sub>.

Concentración del extracto G <sub>1</sub> en ug/ml	Absorbancia	Coefficiente de % inhibición
0	0.957	—
5	0.957	0.000
25	0.927	3.135
50	0.848	11.390
75	0.713	25.496
150	0.617	35.528
300	0.457	52.247

Fuente: ficha de recolección de datos

**Grafico N° 4:** Porcentaje de inhibición del extracto etanólico del fruto de *Rubus floribundus Kunth* “zarzamora” en estadio de maduración G<sub>2</sub>.



**Tabla N° 7:** Determinación del porcentaje de inhibición del DPPH del fruto de *Rubus floribundus Kunth* “zarzamora” en estadio de maduración G<sub>2</sub>.

Concentración del extracto G <sub>2</sub> en ug/ml	Absorbancia	Coefficiente de % inhibición
0	0.957	–
5	0.847	11.49
25	0.768	19.75
50	0.682	28.74
75	0.632	33.96
150	0.435	54.55
300	0.245	74.40

Fuente: ficha de recolección de datos

**Tabla N° 8:** Concentraciones ug/mL de dilución etanólico al 80%

	5 ug/ml	25 ug/ml	50 ug/ml	75 ug/ml	150 ug/ml	300 ug/ml
Sol Madre del extracto (ml)	0.033ml 33 uL	0.167ml 167 uL	0.33ml	0.5ml	1ml	2ml
Etanol 80%	9.967	9.833	9.670	9.5	9	8
Total	10ml	10ml	10ml	10ml	10ml	10ml

Fuente: ficha de recolección de datos

**Tabla N° 9:** Concentración ug/mL de la curva patrón de Ácido Gálico

Reactivos	0	1	2	4	6	8	10	12	14	16
Ácido Gálico	0	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.4	1.6
Agua destilada	10	9.9	9.8	9.6	9.4	9.2	9	8.8	8.6	8.4

Fuente: ficha de recolección de datos

**Tabla N° 10.** Ficha de recolección de datos de compuestos fenólicos

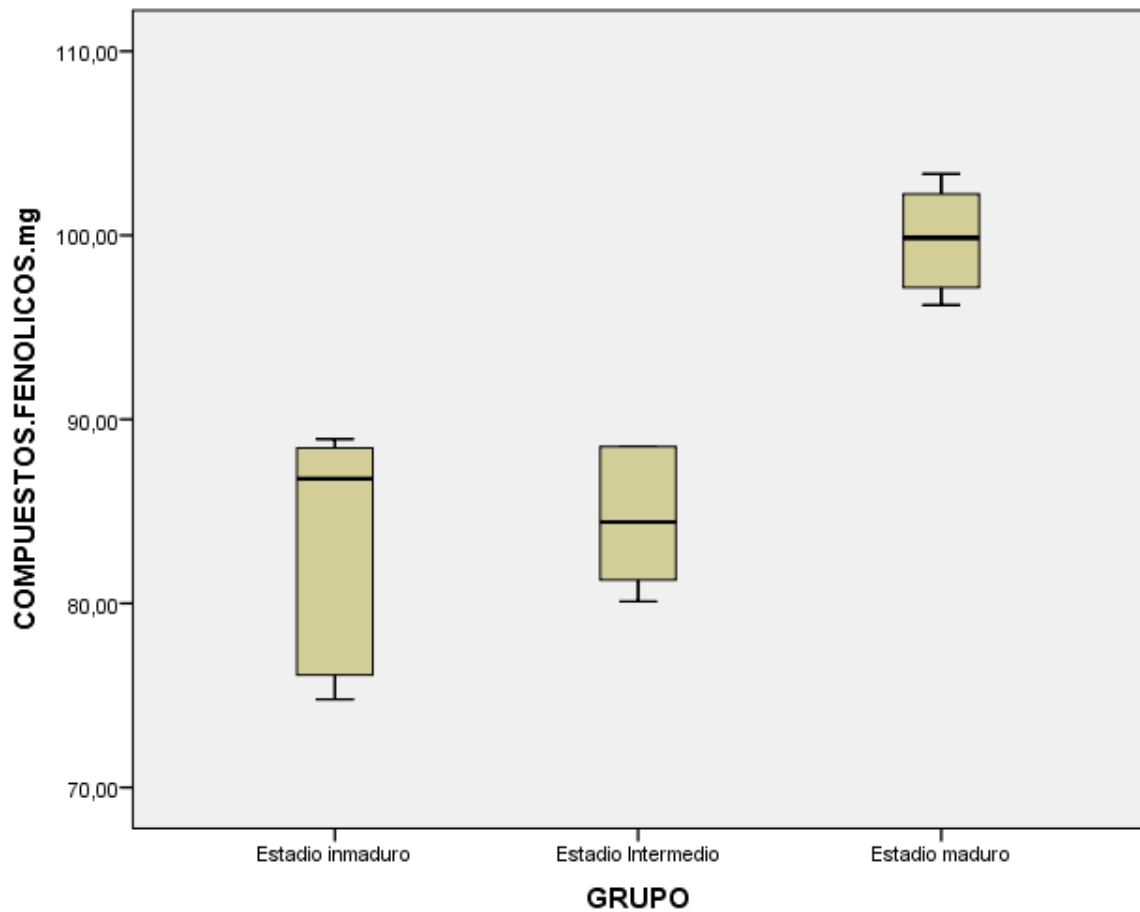
Estadio de maduración	N° de repeticiones	Absorbancia	Promedio	Desv. estándar

Fuente: elaboración propia

**Tabla N° 11.** Ficha de recolección de datos de actividad antioxidante DPPH.

Estadios de maduración	Concentración ug/ml	Absorbancia	Coficiente de inhibición	IC 50 (ug/ml)

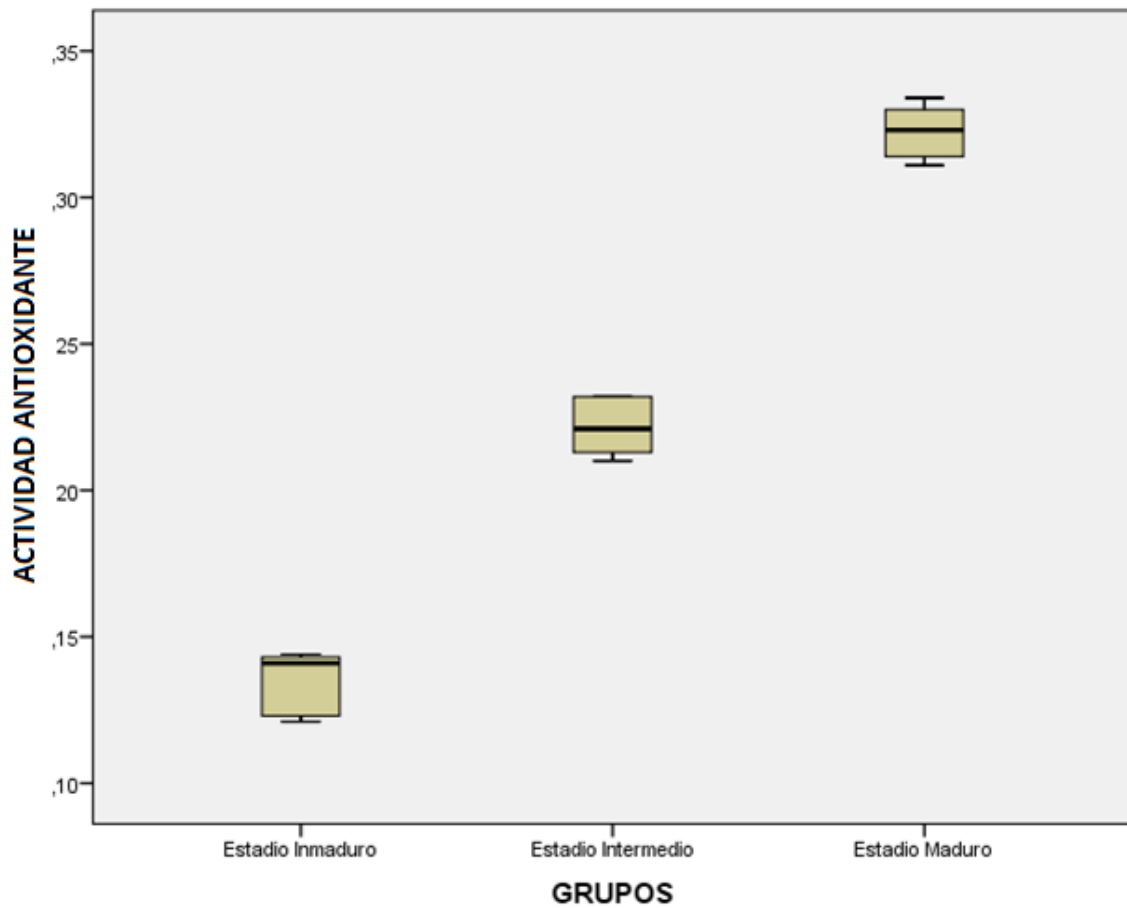
Fuente: elaboración propia



**Figura N° 8.** Comparación del contenido de compuestos fenólicos del fruto de *Rubus floribundus Kunth* “zarzamora” en diferentes estadios de maduración.

\*Prueba Anova;  $p < 0,05$ . \*Análisis Tukey: Estadio  $G_0$  (Maduro) vs Estadio  $G_1$  (Intermedio),  $p < 0,05$ ; Estadio  $G_0$  (Maduro) vs Estadio  $G_2$  (Inmaduro),  $p < 0,05$ .





**Figura N° 9.** Comparación de la actividad antioxidante del fruto de *Rubus floribundus* Kunth “zarzamora” en diferentes estadios de maduración.

\*Prueba Anova;  $p < 0,05$ . \*Análisis Tukey: Estadio  $G_0$  (Maduro) vs Estadio  $G_1$  (Intermedio),  $p < 0,05$ ; Estadio  $G_0$  (Maduro) vs Estadio  $G_2$  (Inmaduro),  $p < 0,05$ .