

## CAPÍTULO 2

# CALIDAD NUTRICIONAL DE SEMILLAS DE ZARZAMORA (*Rubus sp.*) DE CULTIVOS BAJO DIFERENTE MANEJO

---

Data de submissão: 07/02/2025

Data de aceite: 05/03/2025

### **Emma Gloria Ramos Ramírez**

Investigadora titular en el Departamento de Biotecnología y Bioingeniería del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, CDMX, México

### **Julieta Flores Escalona**

Egresada del CECyT No.6-IPN, CDMX, México

### **Aimme del Carmen Romero Domínguez**

Graduadade maestría en el Departamento de Biotecnología y Bioingeniería del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, CDMX, México

### **María del Pilar Méndez Castrejón**

Auxiliar de investigación en el Departamento de Biotecnología y Bioingeniería del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, CDMX, México

### **Juan Alfredo Salazar Montoya**

Investigador titular en el Departamento de Biotecnología y Bioingeniería del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, CDMX, México

**RESUMEN:** El objetivo de este trabajo fue determinar la calidad nutricional de semillas de zarzamora (*Rubus sp.*) de frutos mejorado y silvestre, mediante su análisis químico. Las determinaciones de los principales componentes: proteínas, lípidos, humedad, contenido de cenizas y carbohidratos, se llevaron a cabo por los métodos del AOAC. Adicionalmente se realizó el análisis morfométrico de las semillas. De los resultados obtenidos, las semillas de zarzamora silvestre presentaron diferencias en comparación con las de cultivo mejorado, donde la semilla cultivada presenta un 24% menos de grasa y la morfología entre las dos variedades presenta diferencias. Ambas muestras presentan un contenido similar de fibra (26%) y proteínas (8%). El contenido de fenoles totales fue diferente entre las muestras, sin diferencias estadísticas en su capacidad antioxidante. Por tanto, las semillas pueden considerarse como un bioproducto con potencial nutricional.

**PALABRAS-CLAVE:** semillas, zarzamora, análisis químico, bioproducto

## NUTRITIONAL QUALITY OF BLACKBERRY SEEDS (*Rubus sp.*) OF CROPS UNDER DIFFERENT MANAGEMENT

**ABSTRACT:** The objective of this work was to determine the nutritional quality of blackberry (*Rubus sp.*) seeds from wild and improved fruits, through chemical analysis. The determinations of the main components: proteins, lipids, humidity, ash content and carbohydrates, were conducted by the AOAC methods. Additionally, the determination of antioxidant phenols and the morphometric analysis of the seeds were conducted. From the results obtained, the wild blackberry seeds presented differences with respect to those of improved cultivation, where the cultivated seed presents 24% less fat, and the morphology between the two varieties presents differences. Both samples have a similar content of fiber (26%) and protein (8%). The total phenol content was different between the samples, with no statistical differences in their antioxidant capacity. Therefore, blackberry seeds can be considered as a bioproduct with nutritional potential.

**KEYWORDS:** seeds, blackberry, chemical analysis, bioproduct

### INTRODUCCIÓN

En los últimos años, México ha incrementado significativamente la producción de frutillas, colocándose en las primeras posiciones como país productor de estos frutos. En 2016 el ingreso nacional por la exportación de berries frescas fue de \$1,564 millones de dólares, de los cuales 888 millones correspondieron a framboesas, zarzamoras, moras y moras-frambuesa. Estados Unidos de América aportó \$1,509 millones de dólares del total mencionado, por lo que se convirtió en el principal mercado para las exportaciones de frutos rojos (CEDRSSA., 2017). La demanda de frutos de zarzamora, ha aumentado considerablemente su valor en el mercado. En 2015, Michoacán, aportó el 94% de la producción nacional de zarzamoras, equivalente a 123 mil Ton, observando un incremento de 3,075%, con respecto a las 4 mil Ton producidas en 1993. Sin embargo, a pesar de la gran cantidad de frutos rojos producidos, se estima que cerca del 40% de la producción se desaprovecha debido a factores climatológicos adversos, prácticas inapropiadas de postcosecha y el alto contenido de humedad presente en los frutos rojos que los hace altamente perecederos (Zamudio, J. et al., 2015). En 2019, la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) reportó que, durante el año 2017, hubo una producción de zarzamora superior a las 270 mil Ton, (219.51% mayor que en 2015).

Las plantas de zarzamora se caracterizan por presentar frutos carnosos (moras), de tamaño pequeño y formados por múltiples dupras, cada una de ellas con una semilla en su interior. Estos frutos presentan un alto contenido de compuestos benéficos para el organismo humano, tales como vitamina C, ácidos grasos poliinsaturados, alto contenido de carbohidratos y fibra dietética, entre otros. Actualmente, los frutos de zarzamora son de interés debido a al contenido de antocianinas, compuestos fenólicos y flavonoides, por lo que son reconocidos por su capacidad antioxidante y recomendados en el campo de la salud nutricional (Zafra, Q., 2019).

Existen alrededor de 300 especies de zarzamora en todo el mundo pertenecientes al género *Rubus*, entre ellas la variedad Brazos, cuya planta es perenne con raíces subterráneas de forma irregular. Puede crecer aproximadamente hasta 2 metros de altura y presentar un ligero arqueo hasta que los tallos se desarrollan completamente. El fruto de esta variedad es grande, en comparación con otras, presenta formas irregulares y su sabor es agridulce. La planta de zarzamora variedad Brazos fue por muchos años la planta de referencia, debido a que a partir de ella se desarrollaron otras variedades. La mora de Castilla (*Rubus glaucus Benth*) es originaria de la zona andina tropical de América. Su planta también es perenne y arbustiva, conformada de varios tallos espinosos cuyo diámetro aproximado es de 2 a 3 cm y puede llegar a medir hasta 3 m de altura. Su fruto presenta una forma redonda o elipsoidal, con drupas de tamaño similar y colores brillantes. (Farinango, 2010). En las Figuras 1 y 2 se observan los frutos de zarzamora variedades Brazos y de Castilla:



Figura 1. Mora variedad Brazos (*Rubus sp.*).

Fuente: [letsgrowflorida.com](http://letsgrowflorida.com)



Figura 2. Mora de Castilla (*Rubus glaucus Benth*).

Fuente: [asmobel.com.co](http://asmobel.com.co)

La oxidación de las moléculas biológicas y tejidos ocasionada por el oxígeno activo, generalmente está relacionada con la presencia de enfermedades en los seres humanos, como artritis, insuficiencia cardiaca, Parkinson, entre otras, por lo que el ser humano ha desarrollado mecanismos endógenos de protección antioxidante; sin embargo, cuando estos mecanismos de defensa resultan inefficientes se incrementa la formación de radicales libres, provocando daño celular, también nombrado daño oxidativo. Las frutas, en general, presentan sustancias que permiten atrapar radicales libres, de tal manera que mejoran la defensa antioxidante del organismo humano, dichas sustancias son, por ejemplo: ácido ascórbico (vitaminas C), tocoferol (vitamina E), compuestos polifenólicos, carotenoides, entre otros. Los frutos rojos son una fuente importante de estos compuestos antioxidantes (Farinango, 2010). En la Figura 3 se observan algunas estructuras de compuestos polifenólicos, mientras que la Figura 4 muestra la estructura química de los principales carotenoides ( $\alpha$  y  $\beta$ -caroteno).

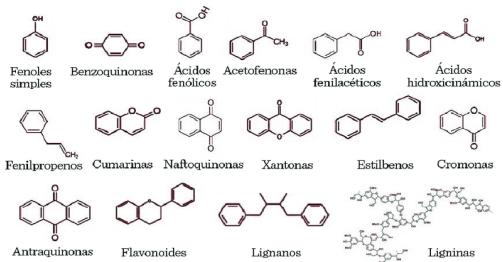


Figura 3. Estructuras de polifenoles.

Fuente: [riuat.uat.edu.mx/  
bitstream/123456789/2184/1/2184.pdf](http://riuat.uat.edu.mx/bitstream/123456789/2184/1/2184.pdf)

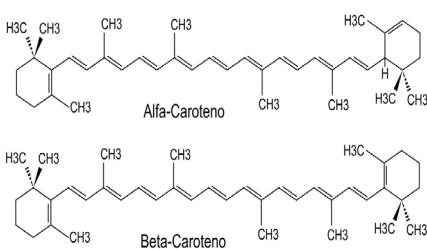


Figura 4. Estructuras de carotenoides.

Fuente: [plantasyhongos.es/glosario/  
carotenoide.htm](http://plantasyhongos.es/glosario/carotenoide.htm)

Los frutos de zarzamora son destinados principalmente a la producción de jugos, mermeladas, yogurt, helados entre otros productos alimenticios, además del consumo directo. También suelen ser empleadas como colorantes naturales debido a los pigmentos que el fruto presenta, en su mayoría carotenoides y antocianinas (Figura 5) siendo este último el que proporciona el color característico morado-negruzco. Durante el procesamiento de los frutos de zarzamora, las semillas presentes son consideradas residuos o bioproductos, por lo tanto, se eliminan del proceso de elaboración de alimentos, debido a que no existe un objetivo específico para su uso y, por tanto, se ignora el aporte funcional y nutracéutico que esta fracción del fruto pueda proporcionar al organismo, ya que las semillas de las berries u otras especies frutales pueden aportar sustancias importantes como: ácidos grasos, fibra dietética y compuestos antioxidantes.

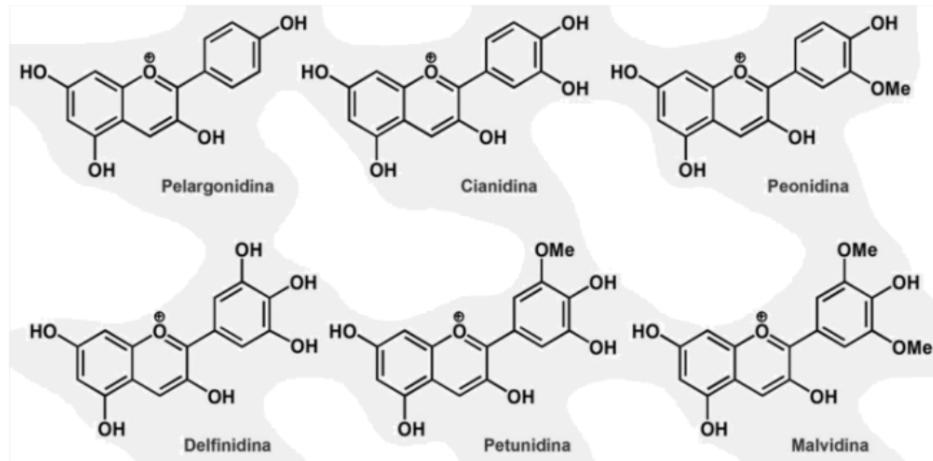


Figura 5. Estructuras de antocianinas.

Fuente: [ubuscientia.blogspot.com/2014/01/antocianinas-los-otros-pigmentos-del.html](http://ubuscientia.blogspot.com/2014/01/antocianinas-los-otros-pigmentos-del.html)

Los subproductos generados por la industria de las berries suponen entre el 20 y 30% de subproductos, (incluyendo semillas, piel y en ocasiones tallos), provenientes de grosella, frambuesa, arándanos y zarzamora. Los subproductos de alimentos de origen vegetal generan aproximadamente 15 millones de toneladas anualmente; dichos componentes son, en ocasiones, utilizados como material orgánico o alimento para animales, no obstante, no todos los animales pueden alimentarse de cualquier tipo de residuo (Zafra, Q., 2019). Para determinar el potencial de aprovechamiento que tienen las semillas, el objetivo de este trabajo fue determinar la calidad nutricional de semillas de zarzamora (*Rubus sp.*) de frutos mejorado y silvestre, mediante su análisis químico. Las determinaciones de los principales componentes: proteínas, lípidos, humedad, contenido de cenizas y carbohidratos compuestos fenólicos, se llevaron a cabo por los métodos oficiales del AOAC; así mismo, se determinó el contenido de fenoles totales y se evaluó su funcionalidad como antioxidante.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Acondicionamiento de la muestra

Las semillas de los frutos de zarzamora en estudios: silvestre y cultivada (Driscoll®), empleadas para el análisis se limpian de residuos de pulpa y piel, mediante lavados con agua destilada y fueron secadas a temperatura ambiente. Posteriormente, se llevó a cabo la molienda empleando un molino analítico (Analytical Cole Palmer, modelo 4301-00). El polvo de semillas (harina) se homogenizó y tamizó para obtener un tamaño de partícula de 38um, finalmente se almacenó protegidos de luz y humedad, hasta su análisis.

### Análisis Químico Proximal

El análisis se efectuó empleando los métodos de la Association of Official Analytical Chemists (Tabla 1):

DETERMINACIÓN	MÉTODO
HUMEDAD	Pérdida de masa. 925.10, (AOAC, (1998)
GRASA TOTAL	SOXHLET. 920.39, (AOAC, (1998)
CENIZAS	Calcinación de la materia orgánica. 923.03 (AOAC, (1998)
FIBRA TOTAL	Método gravimétrico. 991.43, AOAC, (1996)
PROTEÍNAS	KJELDAHL. 920.87, AOAC, (1998)

Tabla 1. Métodos AOAC

### Determinación de Fenoles Totales y Capacidad Antioxidante

La determinación de capacidad antioxidante se determinó por los métodos de ABTS y DPPH (Rivas Navia, *et al.*, 2020, y Tahipong, *et al.*, 2006) y el contenido de fenoles totales se determinó por el método de Singleton y Rossi (1967). Los análisis se llevaron a cabo en muestras sin desengrasar y muestras desengrasadas.

## Análisis Morfométrico y Microscopía óptica

Se seleccionaron semillas secas de ambas muestras y se colocaron en una cubierta ad-ok, se cubrieron inicialmente con una capa de carbón para después ser recubiertas con una capa de oro; posteriormente, fueron observadas en el microscopio electrónico (MEB).

## RESULTADOS

### Análisis Químico Proximal

La composición química conocida mediante el análisis bromatológico evidencia el valor nutricional de productos alimenticios, permitiendo evaluar su vida útil y a su vez mejorar la calidad nutricional de alimentos, permitiendo la formulación de alimentos con alto potencial nutricio. Para este estudio, se utilizó una muestra total de 358.405g de subproductos de zarzamora silvestre y 301.055g de la variedad cultivada®, cuyo aprovechamiento de semillas limpias fue de 14.067% y 17.542%, respectivamente. El contenido de humedad, por ejemplo, permite conocer el nivel de estabilidad de los alimentos y las condiciones de almacenamiento, evitando en lo posible el crecimiento de microorganismos, como hongos. Mientras que el contenido de carbohidratos representa la principal fuente de energía suministrada por el alimento.

Los parámetros determinados en ambas muestras de zarzamora (Tabla 1) indican que, si bien el fruto es *Rubus sp.*, se obtuvo una diferencia significativa en el porcentaje de humedad y grasa total, donde las semillas del fruto silvestre presentan 1.66% menos de humedad y son 3.93% más ricas en ácidos grasos, con respecto a las semillas de frutos cultivados. Por otro lado, los parámetros como cenizas, fibra, proteínas y carbohidratos no presentaron diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.001$ ); no obstante, el contenido y la calidad nutricional de las semillas puede diferir entre sí mismas, a pesar de presentar la misma composición química.

Algunos autores reportan que las semillas de zarzamora presentan una concentración de 6-7% de proteínas, y 11-18% de lípidos, los cuales a su vez contienen 53-63% ácido linoleico, 15-31% ácido linolénico, y 3-8% ácidos grasos saturados (Shaun, B. et al., 2004). Por su parte, Cedeño, M. (2015), informa una composición de  $6.695 \pm 1.11\%$  de humedad,  $1.685 \pm 0.23\%$  de cenizas y  $11.01 \pm 1.34\%$  de proteínas. Zafra, Q. (2019), reportó un contenido de  $44.26 \pm 0.09\%$  de fibra dietética. Los resultados obtenidos en nuestro trabajo se muestran en el Tabla 2, donde se puede observar que el porcentaje de humedad obtenido en las semillas de frutos silvestres es 1.638% mayor al reportado por Cedeño, mientras que las semillas de frutos cultivados presentaron 3.29% más humedad que el valor reportado en la literatura.

DETERMINACIÓN	FRUTO SILVESTRE	FRUTO CULTIVADO	VALOR DE REFERENCIA
HUMEDAD	8.333±0.09 <sup>a</sup>	9.993±0.03 <sup>b</sup>	6.7±1.11*
GRASA TOTAL	16.415±0.86 <sup>a</sup>	12.485±1.08 <sup>b</sup>	11.0 - 18.0**
CENIZAS	1.325±0.14 <sup>a</sup>	1.263±0.17 <sup>a</sup>	1.68±0.23*
FIBRA TOTAL	26.510±0.65 <sup>a</sup>	26.140±0.27 <sup>a</sup>	44.26±0.09***
PROTEÍNAS	8.118±0.23 <sup>a</sup>	8.018±0.15 <sup>a</sup>	11.01±1.34* 6.0 - 7.0**
CARBOHIDRATOS	39.29±1.63 <sup>a</sup>	42.09±1.44 <sup>a</sup>	NR

Tabla 2. Composición química proximal en porcentaje de semillas de zarzamora

a,b= Análisis estadístico t-Student ( $P<0.001$ ); \*Cedeño, M., 2015; \*\*Shaun, B *et al.*, 2004; \*\*\*Zafra, Q., 2019

El porcentaje de cenizas obtenido no presentó diferencias significativas entre las dos muestras de zarzamora analizadas. Al mismo tiempo se observó que el resultado de cenizas obtenido por Shaun B., *et al.*, (2004) es en promedio un 0.4 % mayor que los obtenidos en el presente trabajo. A su vez, el porcentaje de fibra total no presentó diferencias significativas entre los resultados obtenidos, sin embargo, se encuentran entre 17.75 y 18.12% por debajo de los valores reportados por Zafra, Q., (2019).

La composición proteica resulta aproximadamente 2.94 % menor con respecto a los resultados obtenidos por Cedeño, M., (2015) y 1.56 % mayor en comparación al porcentaje reportado por Shaun B., *et al.*, (2004). Finalmente, la presencia de carbohidratos fue aproximadamente 2.80 % mayor en semillas de zarzamora cultivada.

### Determinación de Fenoles Totales y Capacidad Antioxidante

El contenido de fenoles totales fue similar para las muestras desengrasadas, obteniendo en la variedad cultivada 132.06 ug/mL y en la silvestre 136.9 ug/mL, las cuales no presentaron diferencias estadísticas significativas.

En general, los valores de capacidad antioxidante obtenidos por ambos métodos (DPPH y ABTS) fueron similares. En particular, las muestras que fueron sometidas a un previo proceso de desengrasado mostraron una actividad antioxidante (DPPH) significativamente menor y osciló entre 418.57 uM y 511.90 uM de trolox. Con el método ABTS los valores de actividad antioxidante oscilaron entre 460.51 uM de trolox hasta 516.67 uM de trolox, para las dos variedades. Si bien las diferencias no fueron significativas entre variedades, las muestras desengrasadas mostraron la mayor capacidad antioxidante entre 510.77 y 516.67 uM de trolox, para las harinas de ambas semillas, cultivadas y silvestres, respectivamente.

## Análisis Morfométrico y Microscopía óptica

Los resultados obtenidos en las micrografías ópticas de las semillas de zarzamora silvestre y cultivada (*Rubus sp.*), demuestran que las semillas tienen una forma reniforme, abultada, testa rugosa y un color de rojizo a café claro, antes de limpieza, como puede apreciarse en la Figura 6.

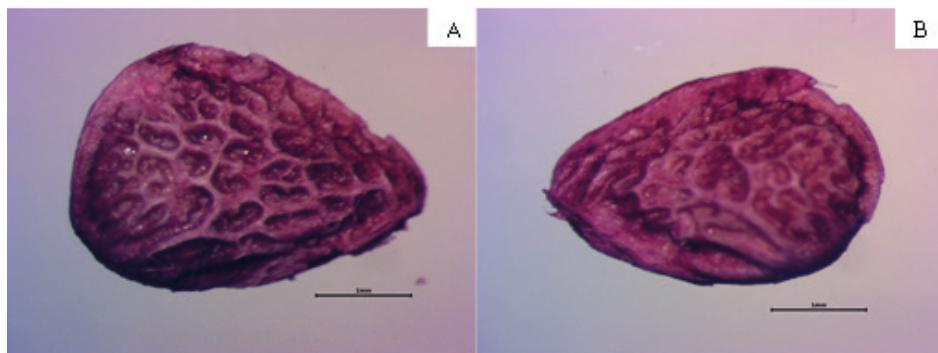


Figura 6. Micrografías de Semillas de zarzamora (*Rubus sp.*), A: Silvestre, B: Cultivada®.

Al respecto, Tomlik, *et al.*, (2010), al estudiar la morfología de las semillas de diversas especies de *Rubus* de origen europeo, señalaron que éstas eran lateralmente comprimidas y a menudo aplanadas o ligeramente cóncavas en la superficie adaxial y redondeadas en la abaxial. En concordancia con lo encontrado, la presencia de semillas reniformes en la especie del estudio actual, Tomlik, *et al.*, (2010) indicaron que los grupos taxa *R. arcticus L.*, *R. caesius L.* y *R. idaeus L.*, del género *Rubus*, también exhiben semillas con dicha morfología.

En cuanto al tamaño de las semillas, obtenido con base en el promedio de 20 semillas, éstas presentaron tamaños en un intervalo de 2.45 a 3.00 mm de largo y de 1.60 a 2.00 mm de ancho; con un valor promedio de 2.82 mm y 2.88 mm para la primera dimensión, 1.91 mm y 1.69 mm para la segunda, en ambas muestras silvestre y cultivada, respectivamente (Tabla 3). Al respecto, Tomlik, *et al.*, (2010) informaron que, en el conjunto de especies del género, las que presentan un valor mayor son *R. chamaemorus L.* y *R. saxatilis L.*, con 4.00 mm de largo y 1.80 mm de ancho; así mismo, las más pequeñas correspondieron a *R. idaeus L.* y *R. arcticus L.*, las cuales presentan una longitud de 2.10 mm y un ancho de 0.65 mm.

PARÁMETRO	FRUTO SILVESTRE	FRUTO CULTIVADO
LARGO (mm)	2.88	2.82
ANCHO (mm)	1.69	1.91
ESPESOR (mm)	1.02	1.10
PESO (mg)	26.510±0.651	26.140±0.271
Semillas en fruto (%)	4 – 6%	

Tabla 3. Análisis morfométrico de semillas de zarzamora (*Rubus sp.*)

## CONCLUSIONES

Con base en el análisis realizado y los resultados obtenidos, se demuestra que las semillas de zarzamora poseen compuestos benéficos para el organismo humano y que, por tanto, pueden ser aprovechadas en la industria farmacéutica y, también, pueden ser utilizadas como aditivos naturales en la industria de los alimentos.

El alto contenido de fibra dietética en las semillas de zarzamora puede utilizarse para prevenir padecimientos del sistema digestivo, así como reducir los niveles de glucosa y colesterol; entre otros. Los carbohidratos, por su parte, son uno de los principales nutrientes que proporcionan energía a las células, tejidos y órganos humanos. La fracción grasa de las semillas de zarzamora contienen ácido linolénico, linoleico, oleico y tocoferoles, entre otros compuestos, los cuales cumplen funciones como reducir los niveles de colesterol LDL y triglicéridos presentes en el torrente sanguíneo; además, se ha descrito que regulan la presión arterial y mantienen el sistema inmunitario fuerte frente a virus y bacterias.

El contenido de fenoles totales y la capacidad antioxidante presente en las semillas de ambas muestras de zarzamora es considerable e independiente del tipo de manejo del cultivo, silvestre o mejorada, lo que puede proveer de compuestos bioactivos y nutricionales de interés en la salud humana. Por tanto, el aprovechamiento de estas semillas, como un bioproducto en la industria alimenticia de la zarzamora, constituye una alternativa sustentable al cultivo.

**Agradecimientos:** Los autores agradecen al Cinvestav por el financiamiento de la investigación y al Conahcyt por la beca 1077370 para estudios de posgrado de ACRV; al Sr. Alejandro Aranda por su apoyo técnico. Parte del trabajo fue presentado en el Congreso Academia Journals-Hidalgo 2022.

**Declaración:** Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

**Contribución:** EGRR- conceptualización, diseño del estudio, análisis e interpretación de datos, preparación del artículo, revisión y aprobación final. JFE- desarrollo, adquisición y análisis de datos, preparación de borrador. ACRV- desarrollo, adquisición y análisis de datos, preparación de borrador. MPMC- desarrollo, análisis de datos, preparación de borrador. JASM- de revisión de datos, preparación del artículo, aprobación.

## REFERENCIAS

AOAC (1998). Official Methods of Analysis. 16th Edition, Association of Official Analytical Chemists, Arlington, USA.

Cedeño, M. (2015). "Caracterización fisicoquímica de la harina a partir de semilla de mora (*Rubus glaucus*), y su utilización en la elaboración de alimentos enriquecidos.". Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Escuela de Ingeniería para el Desarrollo Agroindustrial. Quevedo, Ecuador.

CEDRSSA, (2017). Centro de Estudios para el Desarrollo Sustentable y la Soberanía Alimentaria. "La producción y comercio de las berries en México," Palacio Legislativo de San Lázaro, CDMX.

Farinango, M., (2010). Estudio de la fisiología postcosecha de la mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) y de la mora variedad brazos (*Rubus* sp.). Tesis de grado, Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria. Quito, Ecuador.

<https://asmobel.com.co/castle.php>. Asociación de Productores de Moras de Belén de Umbría, Oct. 2022

<https://letsgrowflorida.com/es/products/brazos-blackberry-rubus>

<https://plantasyhongos.es/glosario/carotenoide.htm>

<https://riuat.uat.edu.mx/bitstream/123456789/2184/1/2184.pdf>

<https://ubuscientia.blogspot.com/2014/01/antocianinas-los-otros-pigmentos-del.html>

SADER, (2019). Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. "México es el número uno gracias a la zarzamora" <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/mexico-es-el-numero-uno-gracias-a-la-zarzamora>

Rivas N. D.M., Dueñas R. A. A., Rodríguez D. J. M. (2009). Metabolitos secundarios y actividad antioxidante del tomatillo silvestre (*Solanum pimpinellifolium* L.). Rev. Téc. Ing. Univ. Zulia. (V.E. 2), 26-32.

Shaun, B.; Phillips, B.; Isabell, T.; Ou, B.; Crane, J. and Knapp, S. (2004). "Chemical Composition of Caneberry (*Rubus spp.*) Seeds and Oils and Their Antioxidant Potential," Journal of Agricultural and Food Chemistry, Vol.52, No.26, pp. 7982–7987.

Singleton, V.L. and Rossi, J. A JR.J. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American J. of Enology and Viticulture. Pp 144-158.

Thaiponga, K., Boonprakoba, U., Crosby, K., Luis Cisneros-Zevallos, L. and Hawkins Byrnec D. (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. Journal of Food Composition and Analysis 19, 669-675.

Tomlik-Wyremblewska, A., J. Zielinski, and M. Guzicka. 2010. Morphology and anatomy of blackberry pyrenes (*Rubus* L., Rosaceae) elementary studies of the European representatives of the genus *Rubus* L. Flora 205, 370-375.

Zafra, Q. (2019). "Valoración de los subproductos del procesamiento de la zarzamora (*Rubus fruticosus*), por su contenido en antioxidantes y fibra dietética," Tesis doctoral, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. San Agustín, Tlaxiaca, Hgo., 2019.

[www.forttumbleweed.net/farm.html](http://www.forttumbleweed.net/farm.html). Rockdale Blackberry Farms. Health benefits of blackberries. Oct. 2022

Zamudio, J., Yahuaca, B. y Cortés, C., (2015). "Calidad sanitaria de zarzamora deshidratada por tecnología osmótica y solar," Facultad de Químico Farmacobiología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.