

Determinación de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de la zarzamora (*Rubus Fruticosus* L.) del Distrito las Pirias, Jaén, Cajamarca

Determination of phenolic compounds and antioxidant capacity of blackberry (*Rubus Fruticosus*) from the district of Pirias, Jaén, Cajamarca

Sandra Risco S¹, Denia Cruzado V², James Tirado L³

RESUMEN

A partir de los frutos de la zarzamora (*Rubus fruticosus* L.) se determinó compuestos fenólicos y su capacidad antioxidante. Los compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante se determinaron mediante los métodos del Folin Ciocalteu y del DPPH (2-difenil-1-picril hidrazilo), respectivamente. Se trabajó con frutos de zarzamora en tres grados de madurez: verde, pintón y maduro, usando, tanto, la pulpa como la cáscara, los cuales fueron tratados a tres temperaturas 60 °C, 70 °C y 80 °C; siendo el tratamiento a 80 °C el más eficiente. En la pulpa, en el grado de madurez maduro, se obtuvo una mayor extracción de compuestos fenólicos, con 0.9404 ± 0.0239 mgGAE/gf; seguido por la cáscara, en el grado pintón con 0.64413 ± 0.01891 mgGAE/gf; y por el grado de madurez verde, también en la cáscara, con 0.63522 ± 0.01446 mgGAE/gf. Para la capacidad antioxidante, el tratamiento en 80 °C, fue el más eficiente; encontrándose en la cáscara madura, $98.134\% \pm 1.09$; seguido por la pulpa madura, con $97.154\% \pm 1.147$ y la pulpa pintona, con $97.036\% \pm 0.602$. Se concluye que a mayor temperatura hay mayor extracción de compuestos fenólicos y que el grado de madurez es determinante en la capacidad antioxidante.

Palabras clave: Compuestos fenólicos, capacidad antioxidante, zarzamora, *Folin Ciocalteu*, DPPH, grados de madurez.

ABSTRACT

From the fruits of blackberry (*Rubus fruticosus* L.), the high content of phenolic compounds and the antioxidant capacity were determined by the methods of Folin Ciocalteu and DPPH (2-diphenyl-1-picril hydrazine), respectively. We worked with blackberry fruits in three degrees of maturity: green, pinton and ripe; using, both, the pulp and the peel, which were treated at three temperatures 60 °C, 70 °C and 80 °C, being the treatment at 80 °C the most efficient. In the pulp, in the degree mature was obtained higher extraction of phenolic compounds with 0.9404 ± 0.0239 mgGAE/gf, followed by in the degree of maturity pinton in the husk with 0.64413 ± 0.01891 mgGAE/gf, and finally, by the degree of green ripeness in the also husk, with 0.63522 ± 0.01446 mgGAE/gf. For the antioxidant capacity, the treatment in 80°C was also the most efficient; found in the mature peel, 98.134% followed by the pulp pinton, with 97.036% and, finally, the immature pulp, with 95.798% . It is concluded, that at a higher temperature there is greater extraction of phenolic compounds and that the degree of maturity is determinant in the antioxidant capacity.

Keywords: Phenolic compounds, antioxidant capacity, blackberries, *Folin Ciocalteu*, DPPH, maturity levels.

¹ Universidad Nacional de Jaén, Cajamarca, Perú. Email : sandra.risemp@gmail.com

² Universidad Nacional de Jaén, Cajamarca, Perú. Email : delicruva@gmail.com

³ Universidad Nacional de Jaén, Cajamarca, Perú. Email : tiradojames@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Las zarzamoras (*Rubus fruticosus* L.) son bayas que contienen una concentración elevada de pigmentos naturales (antocianinas) las cuáles tienen una acción antioxidante, (Valencia & Guevara, 2013) son las principales sustancias que controlan los radicales libres, estos son átomos o grupos de átomos que tienen un electrón desapareado, y tienden a captar un electrón de otras moléculas estables con el fin de alcanzar su estabilidad electroquímica, (Avello & Suwalsky, 2006) la molécula estable que se le cede se convierte a su vez en un radical libre, iniciándose así un ciclo destructivo destruyendo nuestras células. Cuando el número de radicales libres superan a los antioxidantes producto de los factores externos como la exposición a los rayos UV, tabaquismo o la mala alimentación, dentro de nuestro cuerpo, se produce un “estrés oxidativo” desencadenando el envejecimiento celular y las enfermedades crónicas degenerativas.

Por ello, es muy importante el consumo de antioxidantes sobre todo en las frutas como las zarzamoras, sus altos contenidos vitamínicos A, B (niacina, tiamina, riboflavina), C y compuestos fenólicos tales como: ácido gálico, 0.13 mg/g; rutina, 1.50 mg/g; quercitina, 2.5 mg/g; isoquercitrina, 0.38 mg/g; ácido elágico, 1.50 mg/g; catequina, 1.40 mg/g; epicatequina, 11.20 mg/g; ácido hidroxibenzoico o salicílico, 3.0 mg/g y ácido hidroxicinámico, 8.8 mg/g. (Wada & Ou, 2002), hacen que esta fruta controle la producción excesiva de radicales y a su vez prevenir de diversas enfermedades cardiovasculares, cancerígenas y neurológicas. (Harborne, 1989)

Bajo este contexto sobre el interés por la salud y la gran producción de zarzamora de manera silvestre en el distrito Las Pirias, se desarrolló este trabajo de investigación cuyos objetivos fueron: i) determinar la concentración fenólica en los estados verde, pintón y maduro de la zarzamora, del distrito de las Pirias, Jaén, Cajamarca y, ii) determinar la capacidad antioxidante en los estados verde, pintón y maduro de la zarzamora, del distrito de las Pirias, Jaén, Cajamarca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de ejecución

La presente investigación se realizó en los laboratorios de Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza.

Determinación del pH

Se midió el pH de las muestras con ayuda del potenciómetro.

Sólidos solubles o grados °Brix

Se colocó 1 a 2 gotas del extracto en el prisma del refractómetro Mettler, anotando la medida observada a través del ocular.

Determinación de la Acidez

En un matraz Erlenmeyer, conteniendo 10 ml de agua destilada, se agregó 1.0 g de muestra y 3 gotas de fenolftaleína, procediéndose a titular con NaOH 0.1N.

Para calcular el porcentaje de acidez, según el volumen gastado, se utilizó la ecuación (1).

$$\% \text{ Acidez} = 100((N.V. \text{ peX})/W) \quad (1)$$

Dónde:

N: normalidad de la solución de NaOH

V: ml de NaOH gastados en la titulación

peX: peso mili equivalente del ácido orgánico X

W: peso de la muestra con 4 cifras decimales

Determinación de Humedad

El analizador de humedad se precalentó manualmente a 40°C. Se usó 3g de muestra y se secaron a una temperatura de 105°C.

Determinación de compuestos fenólicos: Método de Folin-Ciocalteu

Se determinó usando el reactivo de Folin-Ciocalteu y se expresó a través de una curva de calibración con el patrón ácido gálico como estándar.

Preparación de reactivos

- Se preparó 100 ml de Folin Ciocalteu diluido a 0.25N, con 10 ml de folin y 90 ml de agua ultra pura. El reactivo se protegió de la luz y sometido a refrigeración, hasta su uso.
- Para el carbonato de sodio al 20%; se pesó 75 g Na_2CO_3 y 11 ml de agua ultra pura, mezclándose en un matraz.
- La boca del matraz, se tapó con papel parafilm y se envolvió con papel aluminio; manteniéndose en oscuridad.
- En el ácido gálico se pesó 40 g en 40 ml de agua ultra pura, utilizando la proporción de 1:1 ml/mg.

Preparación del patrón madre ácido gálico

- Se codificó 9 tubos de ensayo desde el 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12,14 y 16 (Tabla 1).

Tabla 1. Preparación de la curva patrón de ácido gálico a partir de una disolución concentrada de 100 mg/l (1:10)

	Código Tubo de Ensayo	Reactivos	
		Ácido gálico (ml)	Agua (ml)
Concentración de (mg/l) de la curva patrón de ácido gálico	0	0	10
	2	0.2	9.8
	4	0.4	9.6
	6	0.6	9.4
	8	0.8	9.2
	10	1.0	9.0
	12	1.2	8.8
	14	1.4	8.6
	16	1.6	8.4

Fuente: (García Martínez, Fernández Segovia & Fuentes López)

- Se añadió a cada tubo la cantidad correspondiente de ácido gálico. En caso del tubo 0 no se agregó nada, mientras que al tubo 2 se añadió 0.2 ml.
- Se añadió a cada tubo las alícuotas correspondientes de agua ultra pura, aforando siempre a 10 ml.
- Luego se agregó 0.15 ml de Folin Ciocalteu y 0.30 ml de carbonato de sodio.
- Finalmente se agitó en el vórtex por 10 segundos manteniéndolo, seguidamente, en obscuridad por 2 horas.

Determinación polifenoles totales

Se siguió la siguiente metodología:

- Primeramente, se diluyó la muestra de la pulpa y la cáscara a diferentes soluciones (Tabla 2).

Tabla 2. Disoluciones de las muestras.

Disoluciones	pulpa (μ l)	Cáscara (μ l)
Grado Madura	10 μ l – 90 μ l	10 μ l – 60 μ l
Grado Pintona	10 μ l – 40 μ l	10 μ l – 50 μ l
Grado Verde	10 μ l – 30 μ l	10 μ l – 70 μ l

- De las disoluciones preparadas por cada tratamiento, se tomó 0.05 ml y se colocaron en cada uno de los tubos de ensayo.
- Después se diluyó con 45 ml de agua ultra pura a cada tubo de ensayo.
- Se agregó 2,5 ml de Reactivo Folin Ciocalteu y 0,2 ml de Na_2CO_3 al 7.5%.
- Se homogenizó el contenido en el vórtex por 10 segundos, sometiéndolos luego a la estufa a 50°C por 5 min.
- Se colocaron, los tubos en un lugar oscuro a temperatura ambiente durante 2 horas, forrado con papel aluminio.
- Concluido el tiempo, se midió la absorbancia a 765 nm que se representa como mg de equivalentes de ácido gálico (GAE) por mg de muestra.

Determinación de la capacidad antioxidante mediante el método DPPH (2-difenil-1-picril hidrazilo)

Para determinar la capacidad antioxidante, se siguió la metodología propuesta por (Williams & M.E. Cuvelier, 1995)

- Se preparó 300 ml de una solución de DPPH en metanol 15 mg/l.
- Luego se preparó una solución metabólica de la muestra a analizar en una concentración de 300 μ g/l, utilizando 0.6 ml de extracto de zarzamora y 2 ml de metanol (Solución A).
- Se preparó el blanco con metanol agua 2:1 para ajustar el espectrofotómetro a cero.
- El blanco de muestra se preparó con 0.75ml de muestra (solución A) y 1.5 de metanol.
- Se preparó el patrón de referencias con 1.5 de solución DPPH y 0.75ml de agua ultra pura.

- Luego se preparó una muestra con 0.75 ml de solución A y 1.5 ml de solución DPPH, obteniéndose una concentración final de 100 ug/ml. Se dejó reposar por 5 min.
- Se realizó la lectura a 517 nm en el espectrofotómetro.
- Se midió la absorbancia del patrón de referencia y del blanco de muestra.
- Posteriormente con los valores de absorbancia obtenidas, se determinó el porcentaje de captación de radicales libres DPPH) mediante la siguiente ecuación (2):

$$\% \text{ de captación de radicales} = \left[\frac{(A2 - A3)}{A1} \right] \times 100 \quad (2)$$

Dónde:

A1=Absorbancia del patrón de referencia.

A2= Absorbancia de la muestra.

A3=Absorbancia del blanco de muestra.

Diseño experimental

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con 4 repeticiones y arreglo factorial 3A x 3B.

Factores y niveles del estudio

En la Tabla 3, se muestran las variables para el contenido de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante.

Tabla 3. Niveles de variables en estudio.

Factor	Niveles de estudio
A = Grado de madurez	A1: Verde
	A2: Pintón
	A3: Madura
B = Temperatura (°C)	B1: 60 °C
	B2: 70 °C
	B3: 80 °C

Factor de respuesta C = Contenido de los compuestos fenólicos en los grados de madurez de la zarzamora.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación del pH

En la Tabla 4, se observa que el pH de los frutos de zarzamora en estado maduro es mayor comparado a los frutos en estado de madurez pintona y verde. Lo encontrado en esta investigación coincide con lo encontrado por (Ayala Sanchez, Valenzuela Real, & Bohórquez Perez, 2013) quienes encontraron que el pH aumenta conforme el fruto de mora de castilla (*Rubus glaucus*) va madurando este efecto se debe a que, los iones H⁺ conforman sustratos como sacarosa y glucosa, haciendo que la

concentración en la vacuola disminuya, evidenciando ligeros cambios de pH, y reducción de la acidez y mejoramiento en el sabor de los frutos.

Tabla 4. Determinación del pH en diferentes grados de madurez de la zarzamora (*Rubus Fruticosus* L.)

pH		
Zarzamora Madura	Zarzamora Pintona	Zarzamora Verde
3.7	3.4	3.01

Sólidos solubles o grados °Brix

La Tabla 5, muestra que el grado de mayor cantidad de sólidos solubles de sacarosa fue en los frutos de zarzamora en estado maduro. Estos resultados coinciden con lo encontrado por (Bonilla, 2018), quienes determinaron que los grados °Brix aumentan a medida que el fruto madura. Asimismo, Ayala et al., (2013) manifiesta que, la correlación positiva entre el estado de madurez y el aumento de los SST se atribuye a la conversión de ácidos orgánicos en azúcares o la translocación de carbohidratos de reserva a sacáridos simples atendiendo a la baja capacidad fotosintética del fruto.

Tabla 5. Determinación de los grados °Brix diferentes grados de madurez de la zarzamora

°Brix		
Zarzamora Madura	Zarzamora Pintona	Zarzamora Verde
7.0	6.3	4.0

Determinación de la acidez de frutos de zarzamora

En la Tabla 6 se observa que el porcentaje de acidez mayor es 1.1% en el grado de madurez madura seguido por los grados de madurez verde y pintona, respectivamente. (Rojas, 2012) manifiesta que, la acidez se incrementa a medida que avanza el desarrollo de la fruta de zarzamora y cuando comienza la maduración el porcentaje de acidez decrece. Esta afirmación, tiene relación con los resultados de la Tabla 6, indicando que en estados inmaduros la acidez es menor en comparación con el estado maduro.

Tabla 6. Porcentaje de acidez en diferentes grados de madurez de la zarzamora (*Rubus Fruticosus* L.)

Acidez		
Zarzamora Madura	Zarzamora Pintona	Zarzamora Verde
1.1%	0.32%	0.64%

Determinación de la humedad

Respecto a la humedad de los frutos de zarzamora, Tabla 7, se encontró que en los frutos con grados de madurez verde la humedad es mayor que en los frutos maduros y pintones. Rojas (2012), en frutos

maduros de zarzamora silvestre determinó 79.72 % de humedad, acercándose este valor al encontrado en esta investigación.

Tabla 7. Determinación del porcentaje de humedad en diferentes grados de madurez de la zarzamora (*Rubus Fruticosus* L.)

Humedad		
Zarzamora Madura	Zarzamora Pintona	Zarzamora Verde
71.11%	61.67%	74.45%

Calibración de la curva

Los datos de la Tabla 8 fueron sometidos a un análisis estadístico de regresión lineal, con el objeto de obtener una curva de calibración del método y la ecuación que vincule las dos variables. El análisis de regresión, Figura 2, indica una relación directa entre la absorbancia y el contenido de ácido gálico; es decir, hay una relación directamente proporcional entre la concentración de compuestos fenólicos en (*R. fruticosus*) y la absorbancia. El coeficiente de determinación, cuyo valor es de 0.9986, indica que el trabajo ha sido realizado eficazmente.

Tabla 8. Medición de la absorbancia (nm) con el ácido gálico para la curva de calibración.

Código del tubo de ensayo	R1	R2	R3	Promedio
0	0.022	0.023	0.027	0.024
2	0.035	0.032	0.031	0.033
4	0.049	0.046	0.05	0.048
6	0.06	0.066	0.059	0.062
8	0.076	0.073	0.077	0.075
10	0.089	0.092	0.092	0.091
12	0.104	0.102	0.104	0.103
14	0.119	0.119	0.116	0.118
16	0.131	0.129	0.133	0.131

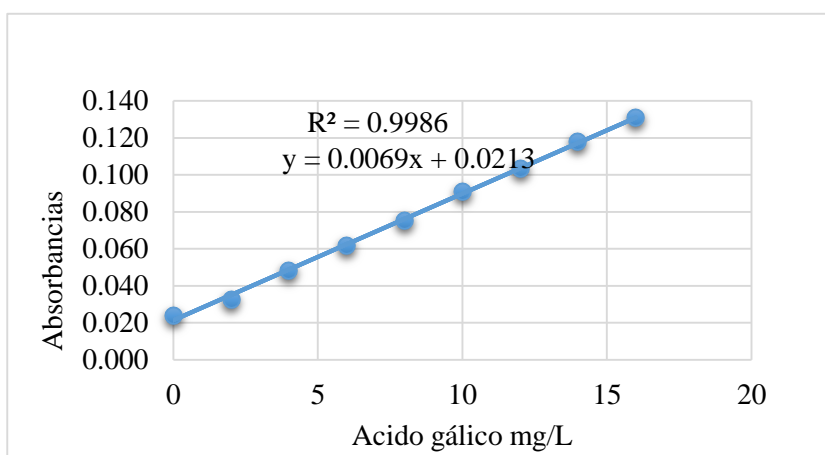


Figura 2. Curva de calibración del ácido gálico.

Compuestos fenólicos mg GAE/gf

Los resultados obtenidos indican que en la fruta madura a una mayor temperatura se logra una mayor extracción fenólica (Tabla 9). Comparando los datos de pulpa verde y cáscara verde, se observa que los fenoles totales obtenidos en el tratamiento a 80 °C en la cáscara de verde, resulta más eficiente, considerando que la extracción lograda de 0.6352 mg GAE/gf, es mayor que los demás tratamientos. Esto puede indicar que a mayor temperatura favorece una mayor extracción fenólica. Comparando los datos de pulpa pintona y cáscara pintona, arrojan que los fenoles totales obtenidos en el tratamiento a 80°C en cáscara pintona, resulta ser más eficiente, obteniéndose una extracción de 0.6441 mg GAE/gf. Del mismo modo, en la pulpa madura y cáscara madura, los fenoles totales obtenidos en el tratamiento a 80 °C en pulpa madura, resulta más eficiente, alcanzando un valor de extracción de 0.9404 mg GAE/gf. De estos resultados se puede afirmar que, en el grado de madurez de la zarzamora madura a una temperatura de 80 °C, se obtiene mayor cantidad de compuestos fenólicos, lo cual puede corroborarse con Wada & Ou (2002) quienes indican que, la zarzamora contiene 0.13 de ácido gálico.

Cada valor representa la media de 4 repeticiones \pm la desviación standard

Tabla 9. Compuestos fenólicos de frutos de zarzamora. Prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad.

Grados de madurez		Compuesto fenólicos mg GAE/gf		
		CV 60	CV 70	CV 80
Zarzamora Verde	Cáscara	0.3808 \pm 0.0482 ^c	0.5683 \pm 0.0334 ^b	0.6352 \pm 0.01446 ^a
	Pulpa	0.32495 \pm 0.01367 ^b	0.35837 \pm 0.01145 ^a	0.35918 \pm 0.01009 ^a
Zarzamora Pintona	Cáscara	0.518 \pm 0.0415 ^c	0.6104 \pm 0.0263 ^a	0.64413 \pm 0.01891 ^a
	Pulpa	0.1913 \pm 0.0318 ^b	0.26462 \pm 0.00937 ^a	0.2883 \pm 0.0234 ^a
Zarzamora Madura	Cáscara	0.7169 \pm 0.0523 ^b	0.9016 \pm 0.0638 ^a	0.9111 \pm 0.00815 ^a
	Pulpa	0.4078 \pm 0.057 ^c	0.5774 \pm 0.0432 ^b	0.9404 \pm 0.0239 ^a

Valores son promedio \pm desviación estándar

a, b, c letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas

Determinación DPPH capacidad antioxidante

De la Tabla 10, se observa que el tratamiento a 80°C, la capacidad antioxidante en la pulpa verde es mayor (95.798%) que en la cáscara verde (93.463%). Entre la pulpa pintona y cáscara pintona, la capacidad antioxidante, se obtiene con mayor eficiencia en el tratamiento a 80°C para la pulpa pintona, cuya

extracción es del 97.036 %. Por otro lado, al comparar la capacidad antioxidante entre pulpa madura y cáscara madura, la mayor extracción es en la cáscara madura tratada a 80°C, con una extracción del 98.134 %.

De estos resultados se puede afirmar que, en el grado de madurez de la zarzamora madura a una temperatura de 80 °C, se obtiene mayor cantidad de compuestos fenólicos, lo cual puede corroborarse con (Wada & Ou, 2002) quien indica que, la zarzamora contiene 0.13 de ácido gálico.

De estos resultados, se puede afirmar que la zarzamora, tanto la cáscara como la pulpa, contiene una alta capacidad antioxidante (% captación de radicales libres). El empleo de antioxidantes resulta beneficioso para la prevención de las enfermedades crónicas y neurodegenerativas como de alzhéimer, párkinson, diabetes, artritis reumatoide y cáncer González (2015).

Tabla 10. DPPH de frutos de zarzamora. Prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad.

Grados de madurez		DPPH (2-difenil-1-picril hidrazilo)		
		CV 60	CV 70	CV 80
Zarzamora Verde	Cáscara	91.39±0.238 ^b	92.042±0.508 ^b	93.463±0.716 ^a
	Pulpa	92.866±1.253 ^b	95.481±0.284 ^a	95.798±1.127 ^a
Zarzamora Pintona	Cáscara	94.686± 0.248 ^a	95.105±0.508 ^a	95.121±0.441 ^a
	Pulpa	88.826±0.832 ^a	90.921±0.448 ^b	97.036±0.602 ^a
Zarzamora Madura	Cáscara	85.09±0.915 ^b	88.088±5.02 ^b	98.134±1.09 ^a
	Pulpa	90.918±0.1462 ^c	96.606±0.215 ^b	97.154±1.147 ^a

Valores son promedio ± desviación estándar

a, b, c letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas

CONCLUSIONES

La mayor concentración fenólica (cantidad de fenoles totales mg GAE/gf) se encontró zarzamora madura y la temperatura de concentración que influyó en el contenido de polifenoles fue de 80°C tanto en la pulpa (09404 mg GAE/gf) como en la cáscara (0.9111 mg GAE/gf). La capacidad antioxidante (% captación de los radicales libres), evaluada mediante el método de DPPH, fue mayor en el grado de madurez maduro, en el tratamiento a 80°C, alcanzando en la cáscara madura 98.134% y en la pulpa madura un 97.154% de captación de radicales libres respectivamente, existiendo

diferencia significativa entre los estados de madurez, la temperatura del tratamiento y el efecto combinado del estado de madurez y la temperatura.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad Nacional de Jaén y Universidad Nacional de Toribio Rodríguez de Mendoza, que fueron determinantes en esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Guevara, A., & Valencia, C. E. (2013). Variación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos durante el procesamiento del néctar de zarzamora (*Rubus fruticosus* L.). *Sociedad Química del Perú*, 79(2).
- Avello, M., & Suwalsky, M. (2006). Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. *Atenea*, 161-172.
- Ayala Sanchez, C., Valenzuela Real, C., & Bohórquez Perez, Y. (2013). Variables Determinantes de la Madurez Comercial en la Mora de Castilla (*Rubus Glaucus* Benth). *Scientia Agroalimentaria*, 1, 39- 44.
- Bonilla, M. C. (2018). *Extracción, caracterización y estabilidad de antocianinas y otros compuestos antioxidantes obtenidos a partir de zarzamora*. Cholula, Puebla, México.
- Carmona, M. (1996). Caracterización fisicoquímica de seis materiales de zarzamora (*Rubus glaucus* Benth.) producidas en la ciudad de Manizales. *Corpoica, Manizales*, 235.
- Castañeda, A., Elena, P., Lourdes, P., José, R., & Gálan, C. (2009). Chemical studies of anthocyanins: A review. *Food Chemistry*, 859-871.
- Chávez, I. F. (2011). *Biocontrol de Rhizopus Stolonifer en frutos de zarzamora (Rubus fruticosus) empleando Microbiota Nativa, asociada a la planta*. Jiquilpan Michoacán.
- Cruz, A. (14 de Abril de 2016). *Cronica.com.mx*. Obtenido de <http://www.cronica.com.mx/notas/2011/565645.html>
- D'Archivio, M., Filesi, C., Di Benedetto, R., Gargiulo, R., Giovannini, C., & Masella, R. (2007). Polyphenols, dietary sources and bioavailability. *Ann Ist Super SanItà.*, 348-61.
- García, R. (2020). Zarzamora (*Rubus ulmifolius*). *Revista Digital Proyecto Sierra de Baza*, 1.
- González, H. N. (2015). Empleo de antioxidantes en el tratamiento. *Vertientes*, 18(1), 16-21. Obtenido de <http://www.revistas.unam.mx/index.php/vertientes>
- Grovet, L. (2007). Expo Zarzamora. *Aniversario de la Fundación de la ciudad de los Reyes. Revista Cambio – México*.
- Harborne, J. (1989). *The Handbook of Natural Flavonoids*. London.

- Herrera, J. (4 de Mayo de 2016). *Tacna: Sierra Exportadora propone producción de Berries*. Obtenido de Diario correo: <https://diariocorreo.pe/edicion/tacna/tacna-sierra-exportadora-propone-produccion-de-berries-670324/>
- Johnson, J. (2001). Influence of ascorbic acid sprays on apple sunburn. *Good Fruit Grower*, 81-83.
- Lopez, J. (2008). Los alimentos funcionales :Importancia y Aplicaciones. Chile: Escuela Agrícola Panamericana zamorano.
- Muchuweti, M., & Muschipe,S. (2005). Some Properties of the Polygalactunase from Four Zimbabwean Wild Fruits (Uapacakirkiana Zizphusmauritiana, Tamarindus Indicant Berchemia Discolor Fruits). *Food Chem*, 655-661.
- Rojas, N. (2012). *Evaluación de fenólicos totales y capacidad antioxidante con la pulpa concentrada de zarzamora (Rubus sp) en dos Estadios de Madurez*. Huancayo, Perú.
- Sánchez, M. Z. (2017). *Efecto de la temperatura en la calidad fisicoquímica (Rubus robustus C. Presl)*. Cajamarca, Perú.
- Talcott, S. (2007). Chemical components of berry fruits. En *Berry fruit, Value-Added Products for Health Promotion*. (págs. 51-72). Yanyun, Zhao.
- Tosun, I., Ustun, N. S., & Tekguler, B. (2008). Physical and chemical changes during ripening of blackberry fruits. *Scientia Agricola*, 87-90.
- Valencia, Cristina ; Guevara,Américo. (2013). Elaboración de néctar de zarzamora (Rubus fruticosus L.). *Scientia Agropecuaria*, 4(2), 101-109.
- Venero, J. (2002). Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes. *Rev. Cubano Med Milit*, 26-33.
- Wada, L., & Ou, B. (2002). Antioxidant Activity and Phenolic content of Oregon Caneberries. En *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (págs. 3495-500).
- Williams, B., & M.E. Cuvelier, C. B. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. (Elsevier, Ed.) *LWT - Ciencia y tecnología de alimentos*, 28, 25-30.