

# Identificación botánica y evaluación de los parámetros de calidad de los frutos de zarzamora (*Rubus* spp.), en el distrito de Namora, Cajamarca-Perú

Botanical identification and evaluation of the quality parameters of blackberry fruits (*Rubus* spp.), in the district of Namora, Cajamarca, Peru

<sup>1</sup>Segundo Berardo Escalante Zumaeta, <sup>2</sup>Julia Yanet Chuquilín Vallejos, <sup>3</sup>Edinson Saldaña Rojas

<sup>1,2</sup>Docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca.

<sup>3</sup>Docente de la Facultad de Educación de la Universidad Nacional de Cajamarca.  
Av. Atahualpa # 1050. Cajamarca. Perú.

Recibido: 15 - 08 - 16

Aceptado: 26 - 07 - 17

## Resumen

La presente investigación fue iniciada con los objetivos de identificar las especies de zarzamora (*Rubus* spp.), que crecen en estado silvestre en el Distrito de Namora – Cajamarca, a un rango altitudinal comprendido entre los 2 779 y 2 889 m.s.n.m.; y, determinar la calidad de los frutos de zarzamora en base a sus características fisicoquímicas (calibre del fruto, peso, sólidos solubles totales, humedad, índice de madurez, acidez total, pH) y bioquímicas (antocianinas). Nuestros resultados indican que, **Rubus robustus** Var. *Robustus*, es la única especie de zarzamora que crece en el lugar antes indicado. Respecto a los parámetros de calidad fisicoquímica y bioquímica, se determinaron elevados contenidos de antocianinas monoméricas totales, los cuales variaron entre 9.99 y 9.39 mg cianidina 3-glucósido/10 g muestra para el sistema de extracción etanol 96° y etanol 96°-HCl 1.5N, respectivamente. Asimismo, con el sistema de extracción etanol 96°, se obtuvieron valores de densidad y color polímero de 5.91 y 7.35, respectivamente, mientras que con la mezcla etanol 96°-HCl 1.5N, estos valores fueron de 6.01 y 5.19, respectivamente. Finalmente, a 4°C y ausencia de luz se registraron los más altos valores de estabilidad de antocianinas en los diferentes solventes [agua destilada, etanol 96°, etanol 96°: agua (50:50), etanol 96°: agua (70:30) y etanol 96°: HCl 1.5N (85:15)], mientras que a temperatura ambiente (18°C) y ausencia de luz, los valores reportados fueron menores.

**Palabras clave:** Parámetros de calidad, fisicoquímicos, bioquímicos, **Rubus robustus** Var.

*Robustus*, zarzamora.

## Abstract

The aims of the present research work were: To identify the wild species of blackberry (*Rubus* spp.), that grow wild in the District of Namora- Cajamarca, between the 2 779 and 2 889 m.a.s.l., and to determine the quality of the blackberry fruits based on their physical-chemical characteristics (fruit size, weight, total soluble solids, moisture, maturity index, total acidity, pH) and biochemical characteristics (anthocyanin). Our results indicate that, **Rubus robustus** Var. *Robustus* is the only blackberry species that grows in the place indicated above. Regarding the parameters of physical-chemical and biochemical quality, we identified a high content of total monomeric anthocyanins, varying between 9.99 and 9.39 mg cyanidin 3-glucoside / 10 g sample measured with the 96° ethanol and 96° ethanol-HCl 1.5 N extraction systems, respectively. Also, with the 96° ethanol extraction system, density and color polymer values of 5.91 and 7.35 respectively, were obtained, whereas with the mixture ethanol 96° -1.5N HCl these values were 5.19 and 6.01, respectively. Finally, at 4 °C and absence of light the highest stability values of anthocyanins in different solvents [distilled water, 96° ethanol, 96° ethanol: water (50:50), 96° ethanol: water (70: 30) and 96° ethanol: 1.5N HCl (85:15)], were recorded; whereas at room temperature (18 °C) and no light, the reported values were lower.

**Key words:** Quality parameters, physicochemical, biochemical, *Rubus robustus* Var *Robustus*, blackberry.

## Introducción

Los alimentos de origen vegetal, en especial las frutas presentes en la dieta, de acuerdo a estudios epidemiológicos, pueden ejercer un efecto protector contra algunas enfermedades degenerativas, tales como el cáncer y trastornos cardiovasculares, de tal manera que el consumo de estas puede ser una estrategia para su prevención. Tales efectos protectores se atribuyen a la presencia de compuestos bioactivos con capacidad antioxidante como los polifenoles, los cuales incluyen a las antocianinas, proantocianinas, flavononas y flavoles (Padilla 2008 y Reyes-Carmona 2005).

Los frutos del género *Rubus* se conforman de un 80% de agua y la diferencia de fuentes naturales de antocianinas como la cianidina 3-glucósido (Leyva 2009), con una absorptividad molar ( $\epsilon$ ) de  $26\ 900\ \text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$  y un peso molecular de  $449.20\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$  (Giusti y Wrolstad 2001). Estos pigmentos naturales le confieren al fruto su color y sabor característico así como acción antioxidante. En referencia al peso fresco, otros constituyentes minoritarios del fruto son las vitaminas A, C y E; las sales de calcio, potasio, hierro, manganeso y los ácidos orgánicos como el málico, cítrico, láctico, succínico, oxálico y salicílico; de los cuales el más abundante es el málico (Muñoz y Cedema 2002). La combinación de otros atributos define el sabor que unido a los indicadores externos de la madurez, brillo y color, determinan la calidad y nivel de los frutos para su consumo al estado fresco.

Sin embargo, la apariencia, evaluada por el color, no siempre es un indicador confiable del estado interno y mucho menos de los cambios que suceden durante la maduración del fruto (Ryall y Pentzer 1974). En consecuencia, la instalación de cultivos intensivos de zarzamora en Cajamarca, Perú, con fines de abastecer la demanda de frutos para su consumo en fresco

y/o industrializado, exige, la identificación botánica de los morfo-tipos existentes seguida de una minuciosa evaluación de los parámetros de calidad de los frutos producidos, pues únicamente así, los frutos alcanzan su máxima calidad organoléptica para satisfacer las exigencias del consumidor y la industria del procesamiento.

Por lo expuesto, la presente investigación ha planteado el siguiente problema: ¿Cuáles son los parámetros de calidad en frutos de zarzamora (*Rubus* spp.) que marginalmente crecen en el Distrito de Namora, Cajamarca? En busca de respuesta a esta interrogante, iniciamos la presente investigación, con los objetivos de (1) Identificar la especie de zarzamora (*Rubus* spp.), que crece en estado silvestre en los Caseríos La Perla y Casa Blanca, Distrito de Namora, Cajamarca-Perú, en un rango altitudinal comprendido entre los 2 779 y 2 889 msnm. (2) Evaluar los parámetros de calidad fisicoquímica (calibre, longitud, peso, pH, sólidos solubles totales, acidez total, índice de madurez, contenido de humedad, materia seca y cenizas) y bioquímica (azúcares totales, reductores y no reductores, porcentajes de proteínas, fibra, extracto etéreo y antocianinas) en frutos de zarzamora (*Rubus* spp.) (3) Determinar la calidad de los frutos de zarzamora (*Rubus* spp.) en base a sus características fisicoquímicas y bioquímicas.

## Materiales y método

**Lugar de ejecución:** Las pruebas experimentales y los análisis fueron realizados en los Laboratorios de Ingeniería en Industrias Alimentarias y Ciencias Químicas y Dinámicas de la Universidad Nacional de Cajamarca.

**Materia prima:** Frutos de zarzamora (*Rubus robustus* var. *Robustus*) de los Caseríos de La Perla y Casa Blanca del Distrito de Namora, Departamento de Cajamarca, Perú.

**Reactivos:** Hidróxido de sodio, Fehling A y B, Carrez I y II, solución fosfomolibdica, ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, cloruro de potasio 0.025M a pH 1, etanol 96°, acetato de sodio 0.4M a pH 4.5 y solución bisulfito.

**Obtención de los frutos para determinar parámetros fisicoquímicos y bioquímicos:**

Las frutas fueron seleccionadas, eliminándose aquellas con algún daño físico, químico o biológico; luego se procedió a evaluar los parámetros fisicoquímicos. Seguidamente, se procedió a evaluar parámetros bioquímicos, para esto se molió en una licuadora hasta obtener una pasta homogénea y se procedió al análisis.

**Técnicas analíticas:**

- **pH:** Se determinó según AOAC (1990), utilizando un potenciómetro previamente calibrado con buffers 4 y 7.
- **Sólidos totales solubles (S.S.T.):** Se realizó según AOAC (1990), por medio de un refractómetro digital de 0-80 °Brix a 20 °C.
- **Acidez total:** Se realizó por titulación con NaOH 0.1N usando un potenciómetro para la determinación del punto final según el Método Oficial de Análisis – AOAC. 1990. (Anexo 2).
- **Índice de madurez:** Fue estimada en base a la relación °Brix/Acidez total.
- **Determinación de humedad:** Se realizó según AOAC (1990) Método Gravimétrico.
- **Determinación de materia seca:** Se realizó según AOAC (1990) Método Gravimétrico.
- **Determinación de cenizas:** Se realizó según AOAC (1990) Método Gravimétrico.

- **Determinación de azúcares totales, reductores y no reductores:** Se determinó aplicando el Método de Fehling (AOAC, 1990).
- **Determinación de glucosa:** Se determinó aplicado el método de Folin-Wo.
- **Determinación de proteínas totales:** Se determinó aplicando el método de Método de Kjeldahl (Matissek et al 1992).
- **Determinación de fibra y extracto etéreo:** Se determinaron aplicando el Método de Hennerberg (Matissek et al. 1992) y Método Hidrólisis Ácida-Soxhlet.
- **Determinación de antocianinas monoméricas:** Se utilizó el método del pH diferencial, el cual permite la estimación alternativa del contenido de antocianinas totales (Giusti y Wroslstad 2001).

**Análisis estadístico:** Los análisis para la determinación de antocianinas se realizaron por cuadruplicado. Los resultados fueron sometidos a las medias estadísticas descriptivas de la media, y la desviación estándar con ayuda de Statgraphics centurión, además se realizó un ANOVA con la finalidad verificar si hay diferencias estadísticamente significativas entre medias cuando tenemos más de dos muestras o grupos en el mismo planteamiento, la Prueba de Significancia de Tukey HSD para realizar comparaciones múltiples de medias y el Método de Análisis de Pearson, para medir el grado de covariación entre distintas variables relacionadas linealmente, concentración de antocianinas monoméricas, % color polímero, densidad y pH.

**Resultados y discusión**

El material experimental que formó parte de la investigación ha sido botánicamente identificado como *Rubus robustus* Var.

Robustus, la cual se caracteriza por ser un arbusto apoyante, con hojas de tres foliolos ovoides, duros y con nueve pares de nervaduras secundarias. El color de sus pétalos varía de verde pálido a blanco y sus drupas presentan semillas pequeñas y mayor contenido de pulpa o parte comestible, lo que hace de esta especie una de las más adecuadas para su consumo en fresco e industrialización. En la Figura 1, se puede observar partes utilizadas para la comparación con las muestras desecadas del Herbario de la Universidad Nacional de Cajamarca "Isidoro Sánchez Vega". La especie identificada tiene como sinónimos a *Rubus boliviensis* Focke, también conocida como *Rubus floribundus* H.B.K., *Rubus helioscopus* Ficke o *Rubus peruviana* Fritsch, la cual crece en lugares descubiertos y fríos, a una altitud de 500 a 4 500 m (Smith et al. 1827).

En la Tabla 1, se muestran los promedios de pH y °Brix de los estados verde y maduro. Nuestros resultados muestran un promedio de grados Brix para el estado maduro de 7.76, lo cual difiere de los datos de Vinasco (2010), quien, para el mismo estado del desarrollo de *Rubus glaucus* Benth, determinó un promedio de 5.95 °Brix; de modo semejante, al promediar los valores mínimo y máximo de los ° Brix, correspondientes a los grados 3, 4, 5 y 6 del estado maduro de los frutos de *Rubus glaucus* Benth, establecidos por la NTC 4106 (1997) se tiene un promedio de 7.24 °Brix. Es probable que estas diferencias encuentren justificación en el uso de especies diferentes de zarzamora como material experimental así como en las distintas condiciones de suelo y clima bajo las cuales se han conducido las investigaciones.

**Tabla 1.** pH y Grados Brix (° Brix) de los frutos de zarzamora, según su \*equivalencia de color.

Evaluación	Equivalencias de color								
	Estado verde				Estado maduro				
	0	1	2	Promedio	3	4	5	6	Promedio
pH	2.88	2.91	3.12	2.97	2.43	2.67	2.53	2.82	2.61
°Brix	5.48	5.48	5.98	5.65	6.48	7.48	8.48	8.60	7.76



(a)



(b)



(c)



(d)

**Figura 1.** (a) Planta de zarzamora *Rubus robustus* var. Robustus (b) Flor de zarzamora (c) Frutos de zarzamora y (d) Hoja de zarzamora.

De acuerdo a nuestros resultados (Tabla 2), los promedios del diámetro mayor y la longitud de la drupa, fueron de 1.28 y 1.60 cm, respectivamente. Tomando en consideración lo establecido por la NTC 4106 (1997), los frutos, de acuerdo a su longitud promedio, estarían

clasificados como un producto de segunda calidad o corriente, pues tienen una longitud menor de 2.2 cm, tanto por su diámetro (1.28 cm) como por su peso (2.75 g), corresponden al calibre E, debido a que estas dimensiones son inferiores a 1.3 cm y 3.2 g, respectivamente.

**Tabla 2.** Características fisicoquímicas de los frutos de \*zarzamora.

Dimensiones (cm)		Peso	Acidez Total	Índice de madurez
Diámetro mayor (calibre)	Longitud	(g)	(%)	(%)
1.28	1.6	2.75	2.48	3.01

Cajuste (2000), reportó caracterizaciones fisicoquímicas en cultivares de zarzamora erecta (*Rubus* spp.) acidez, e índice de madurez de 3.92 y 2.04, respectivamente. Para cultivares de la variedad *Rubus fruticosus*, reportó valores de 4.27 y 1.88 para el acidez, e

índice de madurez, respectivamente. Por su parte, la NTC 4106 (1997), reporta valores de 3.1 y 2.2 para acidez e índice de madurez, respectivamente en frutos de *Rubus glaucus*, con el mismo grado de maduración (color 4).

**Tabla 3.** Determinación humedad total, materia seca y cenizas de los frutos de zarzamora.

Humedad Inicial (%)	Humedad Higroscópica (%)	<sup>1</sup> Humedad Total (%)	Materia Seca (%)	Cenizas (%) (Minerales Totales)
84.05	2.97	83.77	16.23	0.67

En la Tabla 3, se muestran los valores respecto a la humedad, materia seca y cenizas. Al respecto, Cabezas (2008) reporta una humedad total de 94.1% para los frutos de *Rubus glaucus*, mientras que la FAO (2002) señala una humedad total de 82.2% para los frutos de *Rubus fruticosus*. Al contrastar estos resultados con los nuestros (83.77%), surge la evidencia que el contenido de humedad total de los frutos de *Rubus*, varía en función a la especie y probablemente de acuerdo a las condiciones de manejo e influencia de los factores climáticos en el crecimiento y desarrollo de los mismos.

Si, conforme lo sostiene Salisbury and Ross (2000), la materia seca representa cerca del 10 al 20% del peso fresco original, entonces, los

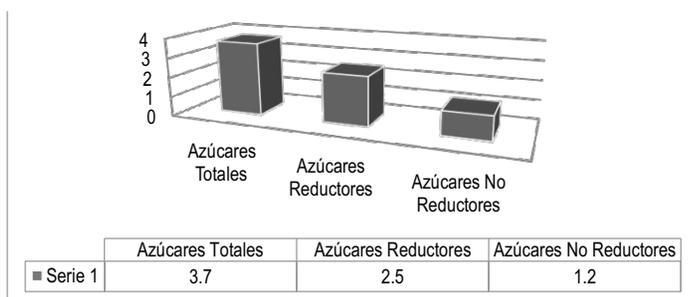
frutos de *Rubus robustus* var. Robustus, con un 16.23% de materia seca, pueden ser considerados como nutritivos para la especie humana.

De otro lado, el contenido de cenizas en los frutos del género *Rubus* es también variable, pues mientras nuestras determinaciones señalan que los frutos de *Rubus robustus* Var. Robustus tienen 0.67% de cenizas, en *Rubus glaucus*, el contenido de ceniza es de 0.4% (Cabezas 2008) y en *Rubus fruticosus*, de 0.5% (FAO 2002). Estos datos confirman lo antes enunciado, en el sentido que la riqueza nutricional de los frutos varía de una especie a otra; y que específicamente, los frutos de *Rubus robustus* Var.

Robustus superaron a las otras dos especies citadas en contenido de minerales y por lo tanto, son más recomendables para su consumo.

Los resultados obtenidos en la determinación de azúcares totales se representan en la Figura 2. Utilizando la misma metodología, Cabezas (2008), en frutos maduros de *Rubus glaucus* reporta valores de 3.2, 2.1 y 1.0 g para azúcares

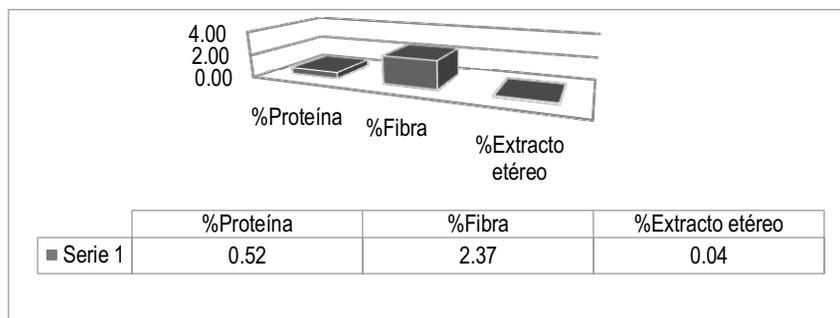
totales, reductores y no reductores. Las pequeñas diferencias entre sus resultados y los nuestros podrían ser explicadas por las distintas especies utilizadas en los experimentos. La determinación de azúcares reductores es uno de los análisis rutinarios realizados para determinar la calidad de la materia prima (Figuroa 2000).



**Figura 2.** Porcentajes de azúcares en una muestra de 100 g de frutos frescos de zarzamora. Determinación realizada en frutos con el grado 4 de madurez (más roja que morada), según la Tabla de equivalencia de color.

Nuestros resultados (Figura 3), son cercanos a los realizados por otros investigadores; por ejemplo, los análisis realizados por FAO (2002), en frutos de *Rubus fruticosus*, reportan un contenido de 0.7% de proteína, 2.7% de fibra y 0.02% de grasa. Igualmente, Cabezas (2008), para los frutos frescos de *Rubus glaucus*, evidencia un contenido de proteína y fibra de 0.7% y 1.7%, respectivamente; Gallegos y Magallan (2009), sostienen que los frutos de *Rubus* spp., tienen un contenido de proteína, fibra y grasa de 0.72; 5.3 y 0.39 g en cien gramos

de parte comestible; la USDA (2004), presenta valores de proteína y grasa de 1.39 y 0.49 g en cien gramos de porción comestible de frutos de zarzamora; y, Pyke (1985), señala que los frutos de zarzamora contienen alrededor de 1% de proteína y carecen de grasa. Según estos resultados, los niveles de proteína, fibra y grasa son variables en función a la especie o variedad utilizada y probablemente de acuerdo al estado de madurez y condiciones bajo las cuales se han conducido los estudios.



**Figura 3.** Contenido de proteína, fibra y extracto etéreo en 100 g de frutos de zarzamora.

En la Tabla 4, se representan las medidas estadísticas descriptiva de la media y la desviación estándar para los contenidos de antocianinas totales, su variación esta en función al sistema de extracción utilizado. Respecto a la desviación estándar, que es una

medida del grado de variabilidad de los datos con respecto del valor promedio, podemos decir que al denotarse valores pequeños, existió una baja dispersión en la determinación de datos, lo cual valida las técnicas de análisis utilizadas.

**Tabla 4.** Media, desviación estándar y coeficiente de variación del contenido de antocianinas totales en los diferentes solventes de extracción (mg cianidina 3-glucósido/100 g muestra).

Repetición	Sistemas de Extracción				
	Agua	Etanol 96°	Etanol 96°:Agua (50:50)	Etanol 96°:Agua (70:30)	Etanol 96°:HCl 1.5N (85:15)
1	65.7	97.8	84.8	70.2	93.8
2	66.7	101.8	85.8	73.2	92.8
3	65.7	99.8	85.3	72.2	93.3
4	66.7	100.3	83.3	73.2	95.8
<b>Media</b>	<b>66.20</b>	<b>99.93</b>	<b>84.80</b>	<b>72.20</b>	<b>93.93</b>
<b>D.E.</b>	<b>0.58</b>	<b>1.65</b>	<b>1.08</b>	<b>1.41</b>	<b>1.31</b>
<b>C.V.</b>	<b>0.87%</b>	<b>1.65%</b>	<b>1.27%</b>	<b>1.96%</b>	<b>1.40%</b>

El contenido de antocianinas totales, en los diferentes solventes se muestra en la Tabla 4. Los solventes de extracción etanol 96° y etanol 96°: HCl 1.5N (85:15) presentaron los mayores contenidos de antocianinas totales, el solvente etanol 96°: agua (50:50) y etanol 96°: agua (70:30) en grado medio, mientras se puede observar en el solvente de extracción agua un grado menor.

Se han reportado en un rango de 125.62 a 133.33 mg cianidina 3-glucósido/100 g muestra en 7 cultivares de zarzamora (Viera 2006) y un contenido de 99.9 mg cianidina 3-glucósido/100 g muestra en frutos de Arándanos de arbustos altos (Skrede 2000). Además, fueron relevados valores de 67.1, 54.9 y 46.7 mg cianidina 3-glucósido/100 g muestra de Cereza, Frambuesa y Ciruela, respectivamente (Kim y Padilla 2004). En pulpas de frutas de Saúco y Pushgay, se ha reportado 120.2 y 140.3 mg cianidina 3-glucósido/100 g de muestra, respectivamente (Márquez 2007).

La variación en el contenido de antocianinas totales en las frutas se explica porque la maduración de ellas está típicamente acompañada por cambios sustanciales en el

perfil de compuestos fenólicos antioxidantes. Por ejemplo, los cambios en el color de las frutas durante la maduración, incrementan automáticamente el contenido de antocianinas. La relación entre madurez de la fruta, contenido de fenoles y capacidad antioxidante difiere entre los cultivares de frutas (Kalt 2005).

Las antocianinas han demostrado tener la capacidad de reparar y proteger la integridad del ADN, reducir el estrés oxidativo y mejorar la función cognitiva del cerebro. Además, pruebas realizadas in vivo con extractos de semillas de Arándano silvestre, Arándano rojo-agrio, Saúco y Frambuesa comprueban un significativo poder antiangiogénico y anti-carcinogénico; es decir, la habilidad de reducir la formación de várices y tumores, respectivamente (Bagchi 2004).

Los datos mostrados en la Tabla 5 señalan que el contenido de antocianina monomérica total de los frutos de zarzamora varía según el sistema de extracción utilizado, de 66.20 a 99.93 mg de antocianina por cien gramos de muestra, según se emplee los solventes agua destilada o etanol de 96°, respectivamente. De modo semejante, el porcentaje de color

polímero también varió en función al tipo de solvente utilizado de 94.68 (agua) a 84.65 (etanol 96°). De lo expuesto se deduce que el contenido de antocianina monomérica total y el porcentaje de color polimérico están inversamente correlacionados; en efecto, la Prueba de Pearson para las variables antes indicadas arrojó un coeficiente de correlación de -0.99, lo que indica que al disminuir el contenido de antocianina monomérica total, se incrementa el porcentaje de color polímero.

En base a esta correlación se afirma que el solvente etanol de 96° no solo permite extraer el 99.9 % de la antocianina de la muestra sino también el menor porcentaje de polimerización

(84.65%), lo que de acuerdo con Leyva (2009), esto indicaría que el 84.65% de la antocianina monomérica total se habría condensado con otros compuestos fenólicos, como la flavanona, flavona y flavonol (Hess 1980), para formar pigmentos de color polimérico, reacción que podría ser acelerada con la presencia de acetaldehído (Leyva 2009) y que para el caso del vino, favorece la estabilidad del color; así, en vinos tintos jóvenes casi la totalidad del color está dado por antocianinas monoméricas, pero después de un año, al menos el 50% del color percibido está dado por antocianinas poliméricas, las cuales son menos afectadas por el pH, temperatura y SO<sub>2</sub> (Casassa y Catania 2006).

**Tabla 5.** Contenido de antocianinas monomérica total y porcentaje de color polímero en frutos de *Rubus robustus* Var. Robustus, con grado 4 de madurez en la tabla de equivalencia de color.

Sistema	Concentración de antocianinas (mg/100 g)	%Color polimérico	Densidad del color	pH
Agua	66.20	94.68	3.67	2.77
Etanol 96°	99.93	84.65	5.91	4.37
Etanol 96°-Agua (50:50)	84.80	89.58	4.10	3.32
Etanol 96°-Agua (70:30)	72.20	92.86	4.10	3.80
Etanol 96°-HCl 1.5N (85:15)	93.93	85.20	5.47	4.27

La densidad del color de la antocianina (suma de las absorbancias a 510 nm y 420 nm), varía de 3.67 (agua) a 5.91 (etanol de 96°), con valores intermedios para los otros solventes utilizados en cada sistema de extracción del pigmento (Tabla 5). Según Somers y Evans (1974), la densidad del color expresa el color debido a antocianina monomérica o antocianina copolimerizada y las reacciones de os curecimiento. Nuestros resultados evidenciaron que la densidad del color y el contenido de antocianina monomérica total sostienen una relación directa; en efecto, la Prueba de Pearson para estas variables arroja un coeficiente de correlación de 0.93, lo que indica que al aumentar la densidad del color, se incrementa el contenido de antocianina

monomérica total y/o antocianina copolimerizada en la muestra.

Contrariamente, se obtuvo un coeficiente de Pearson de -0.85 entre el porcentaje del color polímero y el pH del sistema de extracción de antocianina (licuado del fruto más solvente). Este valor denota una correlación negativa o inversa entre ambas variables y a la vez podría indicar que el agua extrae antocianina monomérica total, mientras que el etanol de 96°, además de ésta, puede extraer antocianinas polimerizadas.

Observamos las muestras de antocianinas monoméricas totales extraídas con los

diferentes solventes (agua destilada, etanol 96°, etanol 96°: agua (50:50), etanol 96°: agua(70:30) y etanol 96°: HCl 1.5N (85:15)) antes y después de su almacenamiento a 18°C en presencia y ausencia de luz y a 4°C en ausencia de luz. Si consideramos que la mezcla

de los solventes antes indicados con el licuado de la fruta de zarzamora registra un pH de 2.77; 4.37; 3.32; 3.80 y 4.27, respectivamente, se puede deducir el efecto del pH y la luz en la estabilidad de las antocianinas monoméricas totales (Tabla 6).

**Tabla 6.** Estabilidad de antocianinas monoméricas totales antes y después del almacenamiento.

Sistemas	Concentración de antocianinas monoméricas totales (mg/ 100 g muestra)			
	Antes del almacenamiento	Después del almacenamiento		
		18°C Ausencia de luz	18°C Presencia de luz	4°C Ausencia de luz
Agua	66.2	53.0	41.0	63.1
Etanol 96°	99.93	79.4	5.9	87.6
Etanol 96° -Agua (50:50)	84.8	59.4	32.2	66.6
Etanol 96° -Agua (70:30)	72.2	51.7	19.3	58.9
Etanol 96° -HCl 1.5N (85:15)	93.93	77.7	66.5	80.9

Nuestros resultados son consistentes con los de otros investigadores; y a la vez, ponen de manifiesto que las antocianinas son pigmentos vegetales de elevada sensibilidad a la alta temperatura (18°C) y presencia de luz durante el periodo de almacenamiento. Sin embargo, los efectos negativos de la luz son compensados con los correspondientes a las bajas temperaturas de conservación (4°C) o con la acidificación del medio, especialmente si se trata de etanol de 96°.

Sobre estos aspectos, Badui (2006) afirma que los tratamientos térmicos influyen en la destrucción de las antocianinas, existiendo una relación logarítmica entre la retención del color y la temperatura de los procesos de estabilidad y almacenamiento; por lo tanto, para mejorar la retención de pigmentos, durante su extracción y concentración, hay que aplicar tratamientos térmicos de alta temperatura y corto tiempo, para luego realizar un almacenamiento a bajas temperaturas. Delgado-Vargas (2000)

menciona que la luz acelera el proceso de degradación de las antocianinas, sobre todo de aquellas que presentan una sustitución en el hidroxilo del carbono 5 por inserción de flaconas polihidroxiladas, isoflavanos y auronos sulfonados.

Finalmente, Chandra et al. (1992), afirma que las antocianinas son más estables en medio ácido que en un medio neutro o alcalino; en condiciones ácidas se conserva un color intenso de la antocianina, ya que existirá un equilibrio entre las cuatro estructuras (base quinoidal, catión flavilio, pseudobase carbinol y chalcona) de la misma.

## Conclusiones

La zarzamora de mayor aptitud industrial y para el consumo en fresco, que crece en estado silvestre en Caseríos La Perla y Casa Blanca, Distrito de Namora, Cajamarca-Perú, en un rango altitudinal comprendido entre los 2 779 y 2 889 msnm, corresponde a la especie

1. 2 779 y 2 889 msnm, corresponde a la especie ***Rubus robustus*** var. *Robustus*.
2. La calidad organoléptica está representada por características fisicoquímicas y bioquímicas, los frutos de ***Rubus robustus*** var. *Robustus*, tienen mayor representatividad en las características bioquímicas que abarca al contenido de antocianinas.
3. Los frutos de zarzamora presentaron las siguientes determinaciones fisicoquímicas: peso 2.75 g, calibre y longitud 1.28 y 1.60 cm, respectivamente. Los frutos analizados con un grado 4 de madurez presentaron un pH (2.67), °Brix (7.48), acidez total (2.48) e índice de madurez (3.01). Con porcentajes de humedad inicial (84.05%), higroscópica (2.97%) y humedad total (83.77%); mientras que los promedios de materia seca y ceniza fueron de 16.23 y 0.67 %, respectivamente.
4. Las determinaciones bioquímicas se realizaron empleando frutos con un grado 4 de madurez obteniendo como resultados en azúcares totales (3.7 g), azúcares reductores (2.5 g) y azúcares no reductores (1.2 g), con un contenido de glucosa de 0.58 g. Los niveles de proteína, fibra y extracto etéreo fueron de 0.52, 2.37 y 0.04 %, respectivamente. Mientras que la concentración de antocianinas dependió del sistema de extracción estos valores comprenden entre los rangos 66.20 y 99.93 mg cianidina 3-glucósido/100 g muestra.
5. Con base en los resultados de la presente investigación, se recomienda emplear el método etanol 96°, para la extracción de antocianinas y otros compuestos, productos que inclusive podrían destinarse al consumo humano en tanto que este solvente es evaporable. Mientras que en medios ácidos las antocianinas mantienen una mejor estabilidad, el método etanol acidificado (ácido clorhídrico 1.5N) se debe aplicar en proporciones menores ya que el ácido clorhídrico es tóxico para la salud humana.
6. Las antocianinas son pigmentos vegetales

de elevada sensibilidad a la alta temperatura (18°C) y presencia de luz durante el periodo de almacenamiento. Sin embargo, los efectos negativos de la luz son compensados con los correspondientes a las bajas temperaturas de conservación (4°C) o con la acidificación del medio, especialmente si se trata de etanol de 96°.

### Referencias bibliográficas

- Bagchi D, Sen CK, agchi M y Atalay M. 2004. *Biochemistry Moscow* (69).
- Braco L.; Zarvehi J. 1993. *Catalogue of the Flowering Plants and Gymnosperms of Peru*. Vol. 45. Missouri Botanical Garden.
- Cabezas MP. 2008. Evaluación Nutritiva y Nutraceútica de la Mora de Castilla (*Rubus glaucus*) Deshidratada a tres temperaturas por el método de secado en bandejas. Título de Bioquímico Farmacéutico. Riobamba-Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Págs. 80-100.
- Cajuste; López L.; Rodríguez A.; Reyes S. 2000. Caracterización fisicoquímica de tres cultivares introducidos de zarzamora erecta (*Rubus* sp.). Fundación Salvador Sánchez Colín, CICTAMEX. México.
- Chandra; Fair, M.; Lezzoni, A. 1992. Evaluation and characterization of the anthocyanin pigments in tart cherries (*Prunuscercasus* L.). *J. Agric. Foodchem.* 40:867-898.
- Giusti, M.; Wrolstad, R. 2001. Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. *Protocols in Food Analytical Chemistry*. Págs. 9-19.
- Kalt W. 2005. Effects of production and processing factors on major fruit and vegetable antioxidants. *Journal of food science* 70: 11-19.

Leyva, D. 2009. Determinación de antocianinas, fenóles totales y capacidad antioxidante en licores y frutos de zarzamora. Tesis-Ingeniero de Alimentos. Huajupan de León-México.

Muñoz, M.; Cedema, JA. 2002. Tablas de valor nutritivos de alimentos. Los alimentos y sus nutrientes. Editor McGraw-Hill Interamericana. México. Pág. 87.

Norma Técnica Colombiana-NTC 4106. 1997. Frutas frescas Mora de Castilla. Especificaciones. Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).

Official Methods of Analysis. A.O.A.C. 1990. 15th Edition. U.S.A.

Padilla, FC. 2008. Contenido de polifenoles y actividad antioxidante de varias semillas y nueces. Caracas, Venezuela. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Farmacia, Unidad de Análisis de Alimentos. Vol. 58:304.

Reyes-Carmona. 2005. Antioxidant Capacity of Fruit Extracts of Blackberry (*Rubus* spp.) Produced in Different Climatic Regions. México. Journal of Food Science. Vol. 70:497-453.

Ryall, A.; Pentzer, WT. 1974. Handling, Transportation and storage of fruits and vegetables. AVI publishing company. Westport, Connecticut. Págs. 519-547

Skrede G, Wroslad R, y Durst R. 2000. Changes in anthocyanins an polyphenolics during juice processing of highbush blueberris. Journal of food science 65: 357-364.

Viera R. 2006. Caracterizacao do suco de amora-preta elaborado em extractor caseiro, Ciencia y tecnología de alimentos 26:303-308.

Vinasco, G. 2010. Evaluación de cinco parámetros de calidad en fruta de la mora de castilla *Rubus glaucus* Benth variedad sin espinas comparada con la variedad con espinas, en cultivos de la zona sur del departamento del Huila.