



Efecto de la actividad antioxidante en una conserva de arándanos

Effect of antioxidant activity in a blueberry preserve

Efeito da atividade antioxidante em uma conserva de mirtilo

Magna Gutiérrez-Rodas ^I
mgutierrez@uagraria.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-8165-5911>

Correspondencia: mgutierrez@uagraria.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 23 de septiembre de 2022 * **Aceptado:** 18 de octubre de 2022 * **Publicado:** 21 de noviembre de 2022

I. Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador.

Resumen

El objetivo de este estudio consiste en el efecto de la actividad antioxidante en una conserva de arándanos para lo cual se ha considerado el (néctar de ándanos) mediante la descripción inductiva y deductiva del clarificado y las variaciones de tiempos y temperaturas de pasteurización en el proceso de elaboración de esta conserva. Se obtuvieron resultados descriptivos de ensayos con dos técnicas de clarificad que son el estacionario y el con placas filtrantes, más tres tratamientos de pasteurización. El primero a 85°C x 30.36 min., el segundo a 90°C x 21.87min., y el tercero a 95°C x 15.02min. Llegando a comprobar que el clarificado estacionario a temperaturas más altas de pasteurización presentó una menor pérdida de estos compuestos, concluyendo que la conserva clarificada por el método estacionario y pasteurizado a una temperatura de 95°C x 15.02 minutos se obtuvo una retención de 67,68% en la capacidad antioxidante de los 47,66 umol Trolox eq/g de muestra. Luego el 86,52% es la retención de los fenoles totales de los 478.62mg de ácido gálico/100 g de muestra; del 75,39% es la retención en la vitamina C de los 11,21 mg. de ácido ascórbico/100 g. de muestra y del 93,06% es la retención en las antocianinas monoméricas de los 193,55 mg. de cianidina 3-glucósido/100 g. de muestra.

Palabras claves: Arándano; Capacidad Antioxidante; Compuestos Bioactivos; Clarificado; Pasteurización.

Abstract

The objective of this study consists of the effect of the antioxidant activity in a blueberry preserve, for which the (blueberry nectar) has been considered through the inductive and deductive description of the clarification and the variations of pasteurization times and temperatures in the process. of elaboration of this preserve. Descriptive results of tests were obtained with two clarification techniques that are the stationary one and the one with filter plates, plus three pasteurization treatments. The first at 85°C x 30.36 min., the second at 90°C x 21.87min., and the third at 95°C x 15.02min. Arriving to verify that the stationary clarified at higher pasteurization temperatures presented a lower loss of these compounds, concluding that the canned clarified by the stationary method and pasteurized at a temperature of 95 ° C x 15.02 minutes, a retention of 67.68 was obtained. % in the antioxidant capacity of the 47.66 umol

Trolox eq/g of sample. Then 86.52% is the retention of total phenols from the 478.62mg of gallic acid/100g of sample; 75.39% is the retention in vitamin C of the 11.21 mg. of ascorbic acid/100 g. of sample and 93.06% is the retention in monomeric anthocyanins of the 193.55 mg. of cyanidin 3-glucoside/100 g. shows.

Keywords: Blueberry; Antioxidant Capacity; Bioactive Compounds; clarified; Pasteurization.

Resumo

O objetivo deste estudo consiste no efeito da atividade antioxidante em uma conserva de mirtilo, para a qual o (néctar de mirtilo) foi considerado através da descrição indutiva e dedutiva da clarificação e das variações dos tempos e temperaturas de pasteurização no processo. elaboração desta conserva. Resultados descritivos de testes foram obtidos com duas técnicas de clarificação que são a estacionária e a de placas filtrantes, mais três tratamentos de pasteurização. A primeira a 85°C x 30,36 min., a segunda a 90°C x 21,87min. e a terceira a 95°C x 15,02min. Chegando a verificar que os estacionários clarificados em temperaturas de pasteurização mais altas apresentaram menor perda destes compostos, concluindo que os enlatados clarificados pelo método estacionário e pasteurizados a uma temperatura de 95°C x 15,02 minutos, obteve-se uma retenção de 67,68. % em a capacidade antioxidante de 47,66 umol de Trolox eq/g de amostra. Então 86,52% é a retenção de fenóis totais dos 478,62mg de ácido gálico/100g de amostra; 75,39% é a retenção em vitamina C de 11,21 mg. de ácido ascórbico/100 g. de amostra e 93,06% é a retenção em antocianinas monoméricas de 193,55 mg. de cianidina 3-glicosídeo/100 g. shows.

Palavras-chave: Mirtilo; Capacidade Antioxidante; Compostos Bioativos; esclarecido; Pasteurização.

Introducción

El arándano es una fruta que pertenece a la especie *Vaccinium*, natal de América y se considera en el grupo de bayas [1], tiene alrededor de 400 variedades, el tamaño fluctúa entre 0,68 y 1,49 cm de diámetro, de coloración azul vivo a oscuro, que contiene hasta 100 semillas diminutas en su interior. Su maduración se produce entre diciembre y finales de enero, dura de 4 a 5 semanas[2]. Por el elevado contenido de compuestos polifenólicos, como las antocianinas, flavonoles, antocianidinas y ácido cinámico, estos frutos han atraído el interés de investigadores[3,4,5].

Los pequeños frutos cultivados de *Vaccinium* son una excelente fuente de productos naturales con propiedades antioxidantes[2], las que se atribuyen principalmente a su alto contenido en polifenoles, especialmente ácidos fenólicos, flavonoides y antocianinas, así como a otros importantes antioxidantes naturales como el ácido ascórbico (vitamina C) [6]

El arándano es una fruta comercialmente atractiva en países como Chile, Estados Unidos y Canadá, por sus propiedades medicinales, sabor, textura entre otros atributos [7]. Los arándanos (*Vaccinium Corymbosum* L) son frutos con un contenido muy bajo de azúcares y muy elevado en antioxidantes y flavonoides, entre los que se destacan las antocianinas, las cuales ayudan a regenerar células, previenen y tratan enfermedades del hígado, riñón, urinarias, cardiovasculares e incluso previene la diabetes y el cáncer.

El arándano es una fruta perteneciente al género *Vaccinium*, de la familia de las Ericáceas [7]. Este género contiene aproximadamente 450 especies distribuidas por el hemisferio norte, principalmente en Norteamérica, Europa Central y Eurasia [8] Chile es considerado también uno de los mayores productores de arándanos, siendo además el primer exportador mundial de arándanos frescos en el hemisferio sur. Distribución geográfica del cultivo del arándano. Fuente: Rconsulting S.A., 2014 Los pequeños frutos cultivados de *Vaccinium* son una excelente fuente de productos naturales con propiedades antioxidantes[2], las que se atribuyen principalmente a su alto contenido en polifenoles, especialmente ácidos fenólicos, flavonoides y antocianinas, así como a otros importantes antioxidantes naturales como el ácido ascórbico (vitamina C)[6].

Entre otras propiedades funcionales y farmacológicas, al arándano se le atribuye capacidad para reducir la incidencia de enfermedades cardiovasculares y determinados tipos de cáncer, así como para mejorar la visión y la memoria o para tratar desórdenes del tracto urinario[5, 9]. Desde el punto de vista nutricional, su escaso aporte en hidratos de carbono convierte al arándano en un alimento de bajo valor calórico. Además, la Food and Drug Administration (FDA) lo considera un alimento bajo en grasas y sodio, rico en fibras alimentarias y vitamina C. Como ya se ha comentado anteriormente, las propiedades funcionales del arándano se deben en gran parte al elevado contenido en compuestos fenólicos y a sus propiedades antioxidantes u óxido-reductoras, por las que los fenoles son capaces de desactivar o capturar radicales libres y eliminarlos totalmente [10]. Entre los compuestos fenólicos se encuentran los flavonoides y en este grupo es importante destacar las antocianinas [11], potentes antioxidantes que confieren una tonalidad azulada al fruto. Se trata de compuestos generalmente sensibles a las altas temperaturas, la

presencia de oxígeno o la variación en el pH del medio, por lo que su concentración puede verse reducida en los productos elaborados a partir de arándano fresco.

En los últimos años, el cultivo del arándano en Europa se encuentra concentrado en España, Polonia, Alemania, Francia, Portugal, Holanda, Italia y Gran Bretaña. En España, las principales zonas productoras de arándano son Asturias, Huelva y Cantabria [7] (siendo *V. mirtyllus L.* la especie más cultivada. En el Perú para el 2015 el número de áreas sembradas de arándanos fue de 2500 hectáreas (29% más respecto al 2014) y para el 2016 todas las estimaciones apuntaron a una cifra récord de 3200 hectáreas sembradas (28% más con relación a 2015).

Autores como Medina y Sánchez[12], afirmaron que una de las razones por las que los arándanos atraen la atención de los consumidores son sus propiedades naturales. A esto se debe agregar "la tendencia cada vez más marcada para el consumo de productos saludables, ricos en antioxidantes, mejoran y prolongan la vida", lo que convierte a los arándanos en una fruta especial, tanto para consumo fresco como procesado.

El arándano azul, entre los alimentos vegetales, ocupa el primer lugar en calidad y cantidad de antioxidantes, por lo que se estima que es un alimento con atributos funcionales. Es una fruta que tiene pocas calorías y sodio, fuentes de fibras y pectinas enfatizan un alto contenido de Vitamina C, se consume tanto fresca como procesada. Gracias a la descripción nutricional de las frutas, se ha hallado que incluyen variedad de sustancias, dentro de ellos, los antioxidantes: ácido fenólico, antocianinas, carotenoides, flavonoides, vitamina C y vitamina E, por lo que, las enfermedades crónicas se puedan prevenir incorporando una proporción significativa de nutrientes en la dieta [7]. Según el "Cuestionario de Salud de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar, 2013",

El arándano se reconoce como fruta y medicina (antioxidante, vesícula protectora, desinfectante urinario), es empleada en la industria de tintura, pastelerías, mermeladas, conservas, yogures, dulces, etc [13].

Carhuaricra[14], apoya la teoría de los beneficios ofrecidos por los arándanos. El investigador postula que los arándanos son productos que tienen altos beneficios para la salud, que incluyen un efecto antibiótico, antioxidante y antiinflamatorio. Por lo tanto, estos frutos azules, donde la antocianina interviene en el metabolismo de las células humanas, disminuyen la actividad de radicales libres vinculado al envejecimiento, cáncer, afecciones del corazón y enfermedad de Alzheimer. El arándano se reconoce como fruta y medicina (antioxidante, vesícula protectora,

desinfectante urinario), es empleada en la industria de tintura, pastelerías, mermeladas, conservas, yogures, dulces, etc[13].

Las antocianinas son los pigmentos solubles más importantes, que se encuentran en las frutas, pétalos y hojas. Integra a la familia de flavonoides, tienen capacidad antioxidante. Las antocianinas, atribuyen una coloración azul en frutas como el arándano, están involucradas en la transformación de células humanas, reduciendo la actividad de los radicales libres, vinculados con el envejecimiento, cáncer, afecciones del corazón y Alzheimer[15, 16].

De hecho, la producción mundial de arándanos ha aumentado notablemente en la última década hasta alcanzar una producción total de aproximadamente 342.000 toneladas. El arándano es un fruto de pulpa jugosa y más o menos ácido dependiendo del cultivar. Contiene, por 100 g, en torno a 84 g de agua, 9,7 g de carbohidratos, 0,6 g de proteínas y 0,4 g de grasa [17].

Durante el procesamiento de las frutas, la composición nutricional del alimento puede verse alterada, como así también el contenido, biodisponibilidad y actividad, incluyendo la capacidad antioxidante y de compuestos bioactivos presentes en las mismos [18, 19, 20]. Las frutas y hortalizas de color rojo presentan un alto contenido de pigmentos, destacando las antocianinas. Los arándanos, frambuesas, fresas, cerezas, rábanos, cebollas rojas y algunas variedades de Chile son fuentes ricas en estos productos naturales. Las antocianinas pertenecen al grupo de los flavonoides y son glucósidos de las antocianidinas con gran diversidad estructural. El fruto arándano es de bajo valor calórico por su escaso aporte de hidratos de carbono. Son especialmente ricas en vitamina C las bayas negras y rojas, que tienen cantidades mayores que algunos cítricos. Sin embargo, lo que en realidad caracteriza a estas frutas es la gran cantidad de pigmentos naturales (antocianos y carotenoides) de acción antioxidante. Por lo señalado anteriormente, el presente trabajo de investigación se orientará a evaluar el efecto del proceso sobre la capacidad antioxidante y los compuestos bioactivos durante la elaboración de conserva de arándano (*Vaccinium corimbosum*).

Como resultado, actualmente la atención se dirige también hacia muchos frutos pequeños que se consideran una fuente de nutrientes orgánicos e inorgánicos y de factores de regulación metabólicos. Además, por sus propiedades nutricionales y medicinales se los considera como alimentos funcionales o nutraceuticos [6, 21].

Materiales y métodos

Método de investigación

Se fundamentó en el Método Científico y utilizó como procesos lógicos la descripción, inducción y la deducción. Consistió en realizar actividades con la finalidad de comprobar, demostrar o reproducir ciertos fenómenos hechos o principios en forma natural o artificial, de tal forma que permitió establecer experiencias para formular hipótesis

Población y muestra

Población

La población de arándanos frescos es de 20 libras, valor que corresponde a la cantidad de arándanos que ingresan en la recepción de materia prima.

Muestra

Se tomó muestras de 5 libras de arándanos de la variedad *Vaccinium corymbosum* L.

El trabajo de investigación se desarrolló durante los meses de febrero hasta agosto 2022, en la sala de preparación de muestras del Laboratorio con Certificado Físico Sensorial, Laboratorio con Certificado Químico y Laboratorio con Certificado Microbiológico.

Técnicas e instrumentos para recolección de la información

Para la ejecución de la presente investigación se han definido las técnicas e instrumentos de recolección:

Técnica para recolección de la información Para el desarrollo de la investigación se utilizaron las siguientes técnicas:

- a) Análisis fisicoquímicos
 - Peso: se determinó empleando una balanza digital según lo descrito por la NTP 203.121.2007 (revisada el 2014)
 - Diámetro: se determinó empleando un pie de rey o vernier según lo descrito por la NTP 203.121.2007 (revisada el 2014).
 - Altura: se determinó empleando un pie de rey o vernier según lo descrito por la NTP 203.121.2007 (revisada el 2014).

- Sólidos solubles: se determinó empleando un refractómetro de bancada, con corrección de temperatura siendo el resultado expresado en °Brix según lo descrito por la A.O.A.C 931.12 (2005).
- Acidez: se determinó mediante titulación volumétrica según lo descrito por la A.O.A.C 942.15 (2005).
- pH: se determinó empleando un potenciómetro según lo descrito por la A.O.A.C 981.12 (2005).
- Vitamina C: el método utilizado fue adaptado de A.O.A.C 967.21 (2005), el cual está basado en que el ácido ascórbico reduce el indicador 2,6-diclorofenolindofenol (DFIF), a una solución incolora, la cual, en el punto final de la titulación volumétrica (exceso), se torna rosa en medio ácido.

Para ello se pesó 10 g de muestra y se diluyó en una fiola de 50 mL con una solución de ácido oxálico al 2%. Luego se filtró, tomando una alícuota de 20 mL, la cual se tituló con el DFIF, previamente valorado con un estándar de ácido ascórbico. El contenido de ácido ascórbico se calculó utilizando la siguiente ecuación: $\text{Ácido ascórbico (mg/100g)} = (G-B) \cdot (E/W) \cdot (Fd) \cdot 100$
 Donde: G: gasto de DFIF en la titulación de la muestra (mL) B: gasto de DFIF en la titulación de un blanco (mL) E: equivalente DFIF frente a un estándar de ácido ascórbico (mg/mL DFIF) W: peso de la muestra (g) Fd: factor de dilución

Compuestos fenólicos totales: se empleó el método reportado por Swain y Hillisel[22] cual se basa en la cuantificación espectrofotométrica del compuesto coloreado formado por la reacción de los compuestos fenólicos con el reactivo Folin Ciocalteau, estableciendo una relación lineal. Se obtuvieron extractos con aproximadamente 5 g de muestra diluidos en 25 mL de metanol al 80%, de los cuales, luego de 24 horas de almacenamiento a temperaturas de refrigeración, se conservó el sobrenadante en oscuridad a aproximadamente -20°C.

Para cada muestra, se tomaron tres alícuotas de 500 µL cada una, las cuales reaccionaron con 250 µL del reactivo Folin Ciocalteau 1N y 1000 µL de carbonato de sodio 1N.

La absorbancia fue leída a 755 nm, luego de una incubación de 1.5 horas en oscuridad a temperatura ambiente y en agitación.

Para el cálculo de los resultados, se obtuvo la siguiente curva estándar de ácido gálico (Anexo 01): $Y = 0.0107 (X)$ El contenido de compuestos fenólicos totales de las muestras se calculó

utilizando la siguiente ecuación: $\text{Compuestos fenólicos (mg AGE/100 g)} = Y \cdot [(W+V) / W] \cdot (F d) \cdot 100$ Donde: Y = 0.0101 (X): curva estándar (mg ác. gálico eq./ml extracto) W: peso de la muestra (g) V: volumen del solvente (mL) Fd: factor de dilución

- **Antocianinas:** se empleó el método de pH diferencial descrito por Giusti y Wrolstad[23] Se preparó una solución de extracción, la cual estuvo compuesta por etanol al 96% y ácido clorhídrico 1.5 N en una relación 85:15, respectivamente. Se pesó 1 g de muestra y se le adicionó 10 ml de la solución de extracción. Se agitó manualmente y se dejó reposar en oscuridad durante 24 horas de almacenamiento a temperaturas de refrigeración. Transcurrido el tiempo de reposo se centrifugó a 4000 rpm por un lapso de 10 minutos obteniéndose luego el sobrenadante y la torta. A la torta obtenida se le agregó 5 mL de solución de extracción y se homogenizó manualmente de forma vigorosa por dos minutos. Se centrifugó a 4000 rpm por un lapso de 10 minutos obteniéndose nuevamente el sobrenadante y la torta. Los dos sobrenadantes se juntaron y se filtraron. Al sobrenadante total se le inyectó nitrógeno gaseoso y se almacenó a -20°C para su posterior análisis. El extracto diluido se mezcló independientemente en dos soluciones buffer a diferentes niveles de pH (1.0 y 4.5) bajo una dilución 1:10, se agitó y dejó equilibrar por un tiempo de 15 minutos. La absorbancia por cada nivel de pH fue medida a dos longitudes de onda 520 y 700 nm. Se hizo las determinaciones en blanco con el buffer respectivo a las longitudes de onda anteriormente mencionadas. El valor de la absorbancia correspondiente a las antocianinas monoméricas se calculó como: $\text{Abs} = (\text{Abs}_{520 \text{ nm}} - \text{Abs}_{700 \text{ nm}})_{\text{pH}1.0} - (\text{Abs}_{520 \text{ nm}} - \text{Abs}_{700 \text{ nm}})_{\text{pH}4.5}$

El cálculo de la concentración de antocianinas monoméricas totales se hizo considerando las características de la cianidina-3- glucósido según la siguiente fórmula: $\text{Antocianinas monoméricas (mL/mL extracto)} = \frac{A \cdot (PM)}{(Fd) \cdot \epsilon}$ Donde: A = Absorbancia PM: peso molecular = 449.2 Fd: factor de dilución ϵ : Coeficiente de extinción = 26.900

Los resultados se expresaron como mg de cianidina-3- glucósido equivalente CGE por cada g. (b.s).

- **Capacidad antioxidante:** se empleó el método reportado por Arnao[24], el cual se basa en la cuantificación espectrofotométrica de la reducción del radical preformado con ABTS y persulfato de potasio, frente a los antioxidantes presentes en las muestras, estableciendo una relación lineal. Se obtuvieron extractos con aproximadamente 5 g de muestra diluidos en 25 mL de metanol al 80%, de los cuales, luego de 24 horas de almacenamiento a

temperaturas de refrigeración, se conservó el sobrenadante en oscuridad aproximadamente -20°C.

En cuanto a la capacidad antioxidante lipofílica, luego de separar el extracto hidrofílico, se re-disolvió la muestra con 25 mL de diclorometano, siguiendo el mismo procedimiento. Para cada muestra, se tomaron tres alícuotas de 150 µL cada una, las cuales reaccionaron con 2850 µL del reactivo ABTS. La absorbancia fue leída a 734 nm. El tiempo de reacción para la capacidad antioxidante hidrofílica fue determinado a los 90 minutos y el tiempo de reacción para la capacidad antioxidante lipofílica, a los 60 minutos. Para el cálculo de los resultados, se obtuvieron las siguientes curvas estándar de TROLOX (Anexo 02). Capacidad antioxidante hidrofílica: $Y = 715,2 (X)$ Capacidad antioxidante lipofílica: $Y = 737,65 (X)$ La capacidad antioxidante total se calculó sumando ambos resultados, obtenidos utilizando la siguiente ecuación: Capacidad antioxidante (µmol TROLOX eq./g) = $Y \cdot [(W+V)/W] \cdot (Fd)$ Donde: Y: µmol./litro de extracto) W: peso de la muestra (g) V: volumen del solvente (mL) Fd: factor de dilución

b) Análisis microbiológico

- Recuento de microorganismos aerobios: se realizó mediante el método de vertido en placa y empleando una temperatura de incubación de 30°C según lo descrito por la ISO 4833-1 (2013).
- Recuento de mohos: se realizó mediante el método de siembra en placa en todo el medio según lo descrito por la ICMSF (1983), Microorganismos de los Alimentos. Su significado y métodos de enumeración
- Enumeración de *Escherichia coli*: se realizó mediante el método del número más probable, utilizando 5-bromo-4-cloro-3-indolil-β-Dglucurónido según lo descrito por la ISO 16649-3 (2015).
- Detección de Salmonella spp.: se realizó mediante el método de detección, enumeración y serotipado de Salmonella según lo descrito por la ISO 6579-1 (2017).

c) Determinación del tiempo de pasteurización:

Para el cálculo de los tiempos de pasteurización se determinó el valor UP requerido para el proceso de pasteurización. Para ello se tomó como microorganismo blanco o de referencia al

Bisochlamys fulva, microorganismo de mayor resistencia en alimentos de alta acidez (pH menor a 4) cuyo valor $D_{93,5^{\circ}\text{C}}$ es de un minuto y con un valor de resistencia térmica z de $8,9^{\circ}\text{C}$ [25].

Figura 1: Formulación de la conserva- (néctar de arándanos)

	T1 % (P/P)	T2% (P/P)	T3% (P/P)
Arándanos	30	45	60
Agua	60	45	30
Endulzante	9.70	9.70	9.70
Ácido Cítrico	0.1	0.1	0.1
CMC	0.15	0.15	0.15
Benzoato	0.05	0.05	0.05
Total	100g	100g	100g

Fuente: Máxima retención de ácido ascórbico, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en el néctar de tumbo (2011)[25]

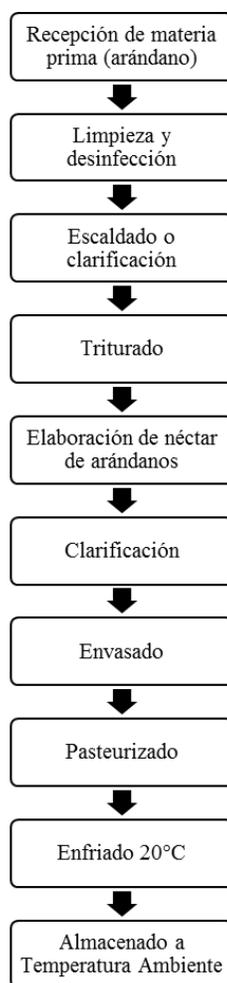


Figura 2: Flujo de operaciones de la Conserva de arándanos (Néctar de Arándanos). Fuente: Gutierrez, 2022

- **Recepción de Arándanos Materia prima:** Se trabajó con aproximadamente 20 libras de frutos frescos de arándanos de la variedad con un peso y diámetro promedio de 2.45 g, y 1.67 cm, respectivamente
- **Selección y Clasificación:** Los frutos fueron seleccionados de forma manual, visualmente, retirando aquellos que presentaron signos de deterioro, ya sea físicos o microbiológicos. Además, se clasificaron los frutos según el estado de madurez en el que se encontraban y, de esta manera, se obtuvo un producto uniforme en cuanto a las características a evaluar.
- **Lavado y desinfectado:** el lavado se realizó con agua potable por inmersión y chorro de agua, de esta manera se eliminaron las sustancias y partículas extrañas. Luego las bayas se sumergieron en una solución de hipoclorito de sodio a 100 ppm por un tiempo de 5 minutos con el objetivo de reducir la carga microbiana
- **Escaldado:** Hacer hervir agua hasta 100°C. Luego apagar el fuego y agregar los arándanos por 5 minutos. Con el escaldado se consigue inactivar las enzimas evitando coloración oscura de la conserva, como también eliminar microorganismos patógenos.
- **Elaboración del NÉCTAR:** Producto constituido por el jugo y/o la pulpa de frutos, finamente dividida y tamizada, con agua potable, azúcar, ácido orgánico, preservante químico y estabilizador mediante formulación.
- **Envasado:** El envasado del néctar se realizó después de la mezcla completa de todos los ingredientes se emplearon frascos de vidrio de 500 ml, los mismos que fueron con tapas rosca inmediatamente después de que culminó el pasteurizado de los frascos.
- **Pasteurizado:** se utilizaron tres diferentes temperaturas de pasteurización a baño maría: 85°C, 90°C y 95°C a cada frasco
- **Enfriado:** Los envases con la conserva de arándanos se sumergieron en agua potable hasta que alcanzaron la temperatura ambiente para reducir las pérdidas de aroma, sabor y color.
- **Almacenado:** el producto se almacenó a temperatura ambiente

Equipos para acondicionamiento de las muestras

- Incubadoras (Yamato Modelo DKN612C, Japón)

- Baños termostáticos (GFL Modelo 1083, Alemania)
- Homogeneizadores (Heidolph Polymax 2040, Alemania)
- Autoclaves (Yamato Modelo SM 311, Japón)

Instrumentos registradores de resultados

- Balanza digital (OHAUS Modelo AR2140, USA)
- Contador de colonias digital (Elicrom Modelo LKB 2002, Perú)
- Espectrofotómetro de absorción molecular (Thermo Scientific Modelo Genesys 10 UV, USA)
- Potenciómetro (Thermo Scientific Orion Modelo 410, USA)
- Refractómetro (Atago Modelo PAL-22S, Japón)
- Termómetro (Winco Modelo TMT-IR1, USA)
- Vernier de indicación digital (Mitutoyo Modelo 500-196-30B, Japón)

Resultados

Resultados descriptivos

Caracterización de la materia prima. En la Tabla se presentan los resultados de la caracterización fisicoquímica de las bayas de arándanos

Figura 3: Caracterización Físico – Química del Fruto de Arándanos

Parámetro	Unidad	Valor
Peso	g	2,45 ± 0,45
Diámetro	cm	1,67 ± 0,11
Longitud	cm	1,11 ± 0,09
Sólidos totales	°Brix	14,5 ± 0,5
Acidez	%	0,87 ± 0,09
pH	---	2,98 ± 0,05
Capacidad antioxidante	µmol TROLOX eq/g de muestra.	70,52 ± 3,10
Fenoles totales	mg de ácido gálico/100 g de muestra	553,21 ± 3,26

Vitamina C	mg de ácido ascórbico /100g de muestra	14,87 ± 0,54
Antocianinas	mg de cianidina 3- glucósido/100 g de muestra	207,99 ± 2,94

Fuente: Máxima retención de ácido ascórbico, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en el néctar de tumbo (2011)[25]

Análisis microbiológico del fruto antes y después del lavado

En la Tabla se presentan los resultados del ensayo de mohos realizado al fruto de arándano antes y después de la desinfección. Para la ejecución de este control se consideraron los indicadores de calidad microbiológica establecidos en la NTS N° 071 MINSA/DIGESA (2008) y se incluyó el parámetro recuento de mohos para poder determinar tres tratamientos térmicos de pasteurización equivalentes.

Figura 4: Control microbiológico de la desinfección del arándano

Parámetro	Unidad	Antes de la desinfección	Después de la desinfección
Recuento de aerobios mesófilos	UFC/mL	2,5 x 10 ⁴	6 x 10 ²
Recuento de mohos	UFC/mL	1,4 x 10 ²	25
Enumeración presuntiva de <i>Escherichia coli</i>	NMP/mL	<3	<3
Detección de <i>Salmonella spp.</i>	Presencia / Ausencia	Ausencia/25 g	Ausencia/25 g

Fuente: Criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos (2008) [26]

Se presentan resultados descriptivos de la evaluación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos después de la operación de clarificado del producto.

Figura 5: Efecto de la clarificación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de la conserva clarificado

Parámetro	Unidad	Técnica de Clarificado	
		Estacionario	Filtración

Capacidad antioxidante	$\mu\text{mol TROLOX eq/g de muestra.}$	$64,19 \pm 2,98$	$59,91 \pm 3,23$
Fenoles totales	$\text{mg de ácido gálico/100 g de muestra}$	$546,77 \pm 3,11$	$531,14 \pm 3,31$
Vitamina C	$\text{mg de ácido ascórbico /100g de muestra}$	$13,76 \pm 0,48$	$13,59 \pm 0,51$
Antocianinas	$\text{mg de cianidina 3-glucósido/100 g de muestra}$	$199,15 \pm 2,86$	$184,39 \pm 2,73$

Fuente: Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos en el proceso de elaboración de zumo de arándanos (*Vaccinium corymbosum*) [27]

Figura 6: Porcentaje de retención de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de la conserva clarificada

Parámetro	Técnica de clarificado	
	Estacionario	Filtración
Capacidad antioxidante	91,03%	84,95%
Fenoles totales	98,84%	96,01%
Vitamina C	92,54%	91,39%
Antocianinas Monoméricos	95,75%	88,65%

Fuente: Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos en el proceso de elaboración de zumo de arándanos (*Vaccinium corymbosum*) [27]

Determinación de los tratamientos térmicos de pasteurización equivalentes

En la tabla observamos los tiempos de muerte térmica para las temperaturas de pasteurización de 85°C, 90°C y 95°C. Para la determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos se ha tomado resultados descriptivos de Tesis conocidas (Carpio y Encina, 2011; Pesantes y Tejada, 2021)

Figura 7: Tiempos de Destrucción Térmica para el Proceso de Pasteurización de la conserva

Temperatura de proceso (°C)	Tiempo de destrucción térmica (minutos)
85	30,96
90	21,87
95	15,02

Fuente: Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos en el proceso de elaboración de zumo de arándanos
(*Vaccinium corymbosum*) [27]

Efecto de la pasteurización en la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de la conserva

En la tabla se presentan los resultados de la evaluación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos después de la operación de pasteurización en sus diferentes combinaciones de tiempo, temperatura y técnica de clarificado.

Para la determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos se ha tomado resultados descriptivos de Tesis conocidas (Guevara, 2015; Pesantes y Tejada, 2021).

Figura 8: Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de la conserva Pasteurizada

Parámetro	Unidad	Conserva clarificada por la técnica	Tiempo de pasteurización		
			30,36min	21.87min	15.02min.
			Temperatura de pasteurización		
			85°C	90°C	95°C
Capacidad antioxidante	μmol	Estacionario	22,65 ± 4,96	37,70 ± 5,43	47,66 ± 7,26
	TROLOX eq/g de muestra.	Filtración	20,74 ± 4,58	33,39 ± 5,87	43,22 ± 6,89
Fenoles totales	mg de ácido gálico/100 g de muestra	Estacionario	326,61 ± 2,21	416,14 ± 2,78	478,62 ± 2,96
		Filtración	303,28 ± 2,63	400,48 ± 2,75	455,19 ± 3,01
Vitamina C	mg de ácido ascórbico /100g de muestra	Estacionario	8,38 ± 0,31	10,51 ± 0,28	11,21 ± 0,27
		Filtración	7,86 ± 0,29	10,21 ± 0,30	10,65 ± 0,28
Antocianinas Monoméricos	mg de cianidina 3-glucósido/100 g de muestra	Estacionario	189,14 ± 1,98	190,15 ± 1,96	193,55 ± 1,95
		Filtración	185,13 ± 2,02	185,87 ± 2,01	188,08 ± 1,97

Fuente: Elaboración de pulpas, zumos, néctares, deshidratados, osmodeshidratados y fruta confitada (2015) [28]

Determinación de la retención de la Capacidad Antioxidante y compuestos bioactivos de la conserva de arándanos pasteurizado

En la tabla se muestra resultados descriptivos en porcentajes de la retención de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos después de la operación de pasteurización en sus diferentes combinaciones de tiempo, temperatura y técnica de clarificado. De acuerdo a Tesis conocidas de autores

Figura 9: Porcentaje de retención de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de la conserva de arándanos pasteurizado

Parámetro	Unidad	Conserva clarificada por la técnica	Tiempo de pasteurización		
			30,36min Temperatura de pasteurización 85°C	21.87min 90°C	15.02min. 95°C
Capacidad antioxidante	μmol TROLOX	Estacionario	32,12%	53,46%	67,68%
	eq/g de muestra.	Filtración	29,41%	47,35%	61,29%
Fenoles totales	mg de ácido gálico/100 g de muestra	Estacionario	59,04%	75,22%	86,52%
		Filtración	54,82%	72,39%	82,28%
Vitamina C	mg de ácido ascórbico	Estacionario	56,36%	70,68%	75,39%
	/100g de muestra	Filtración	52,86%	68,66%	71,62%
Antocianinas Monoméricos	mg de cianidina 3-glucósido/100 g de muestra	Estacionario	91,42%	91,42%	93,06%
		Filtración	89,01%	89,36%	90,43%

Fuente: Elaboración de pulpas, zumos, néctares, deshidratados, osmodeshidratados y fruta confitada (2015) [28]

Conclusiones

1. El clarificado de la conserva de arándanos contribuye a la pérdida de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos evaluados como podemos verlo reflejado en los resultados obtenidos. El tratamiento de clarificado mediante placas filtrantes logró una mayor retención de la capacidad antioxidante al obtener 64,19 μmol TROLOX eq./g de muestra (91,03% de retención) y en los compuestos bioactivos evaluados en la conserva de arándanos, siendo estos de 546,77 mg de ácido gálico/100 g de muestra (98,84% de retención), 13,76 mg de ácido ascórbico/100 g de muestra (92,54% de retención) y de 199,15 mg de cianidina 3-glucósido/100 g de muestra (95,75% de retención).
2. La pasteurización de la conserva de arándanos logra una menor pérdida de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos en las conservas tratados a 95°C. Así se obtuvieron retenciones del 67,68% y 61,29% para la capacidad antioxidante, 86,52% y 82,28% para el contenido de fenoles totales, 75,39% y 71,62% para vitamina C y 93,06% y 90,43% de antocianinas monoméricas en las conservas clarificadas por el método estacionario y por placas filtrantes, respectivamente.
3. Los tratamientos de clarificado estacionario y de pasteurización a 95°C x 14,88 min de arándanos permiten una mayor retención de la capacidad antioxidante 67,68% (47,66 μmol TROLOX eq./g de muestra) y de los compuestos bioactivos evaluados como los fenoles totales 86,52% (478,62 mg de ácido gálico/100 g de muestra), vitamina C 75,39% (11,21 mg de ácido ascórbico/100 g de muestra) y antocianinas monoméricas con 93,06% (193,55 mg de cianidina 3- glucósido/100 g de muestra).

Referencias

1. VILCHES, Felipe Andrés. Formulación y elaboración de un “snack” de arándano con incorporación de fibra dietética. 2005;
2. DEIGHTON, Nigel; BRENNAN Rex; FINN Chad; DAVIES Howard V. Antioxidant properties of domesticated and wild *Rubus* species. *J Sci Food Agric.* 2002;80(8):1307±1313.
3. PARR, Adrian; BOLWELL, Paul. Phenols in the plant and in man. The potential for

- possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile. *J Sci Food Agric*. 2008;80:985–1012.
4. KÄHKÖNEN, Marja; HOPIA, Anu; HEINONEN, Mariana. Berry Phenolics and Their Antioxidant Activity. *J Agric Food Chem*. 2001;49(8):4076–82. Available from: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jf010152t>
 5. KALT Wilhelmina; RYAN Daniel; DUY Joana; PRIOR RL; EHLENFELDT Mark; VANDER Kloet. Interspecific variation in anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity among genotypes of highbush and lowbush blueberries (*Vaccinium* section *cyanococcus* spp.). *J Agric Food Chem*. 2001;49(10):4761–7.
 6. BÉLIVEAU, Richard; GINGRAS, Denis. Foods that fight cancer : preventing cancer through diet. Firefly Books; 2005.
 7. GARCÍA, Juan Carlos; GARCÍA, Guillermo; CIORDIA, Marcos. El cultivo del Arándano en el norte de España. ASTURGRAF; 2018.
 8. ABREU, Guirado; CUÉLLAR, Cuéllar A. Estrategias en la selección de las plantas medicinales a investigar. *Rev Cuba Plantas Med*. 2008;13(3):0–0.
 9. PRIOR, Ronald; CAO, Guohua; MARTIN, Antonio; SOFIC, Emin; McEWEN, John; O'BRIEN, Christine; et al. Antioxidant Capacity As Influenced by Total Phenolic and Anthocyanin Content, Maturity, and Variety of *Vaccinium* Species. *J Agric Food Chem*. 1998;46(7):2686–93.
 10. ROCHA CONCENÇO, Fernanda; STRINGHETA, Paulo César; RAMOS, Afonso; TERAYAMA, Igor. Blueberry: Functional Traits and Obtention of Bioactive Compounds. *Am J Plant Sci*. 2014;05(18):2633–45.
 11. LEE, Su-Jin; CHOI, Soo-Kyong; SEO, Jung-Sook. Grape skin improves antioxidant capacity in rats fed a high fat diet. *Nutr Res Pract*. 2009;3(4):279.
 12. MEDINA, Mariano; SÁNCHEZ, Maria Carolina. Producción y exportación de arándanos para Estados Unidos. Univ Peru Ciencias Apl. 2014 Jun;
 13. GÁMEZ, Maria Eugenia. Arándanos. ODEPA | Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. 2002.
 14. CARHUARICRA, Carolina. El cultivo de arándano *Vaccinium* sp. y sus principales características. Univ Nac José Faustino Sánchez Carrión. 2012;
 15. SCHEIHING, Pamela. Elaboración de vino de arándano (*Vaccinium corymbosum*) como

- materia prima para la producción de vinagre. Univ Austral Chile. 2005;
16. CORIA, Muñoz L. Análisis de Antocianinas en Arándanos del NOA. Univ Nac Tucuman. 2008;
 17. MICHALSKA, Anna; ŁYSIAK, Grzegorz. Bioactive Compounds of Blueberries: Post-Harvest Factors Influencing the Nutritional Value of Products. *Int J Mol Sci*. 2015 Aug;16(8):18642–63.
 18. NICOLI, Maria Cristina; ANESE Monica; PARPINEL Maria. Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and vegetables. *Trends Food Sci Technol*. 1999;10(3):94–100.
 19. PODSĘDEK Anna; SOSNOWSKA, Dorota; REDZY尼亚, Małgorzata; KOZIOLKIEWICZ, Maria. Effect of domestic cooking on the red cabbage hydrophilic antioxidants. *Int J Food Sci Technol*. 2008 Oct;43(10):1770–7.
 20. WOOTTON-BEARD, Peter; RYAN, Lisa. Improving public health?: The role of antioxidant-rich fruit and vegetable beverages. *Food Res Int*. 2011 Dec;44(10):3135–48.
 21. KUSKOSKI, Marta; ASUERO, Agustín; TRONCOSO, Ana; MANCINI-FILHO, Jorge; FETT, Roseane. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Food Sci Technol*. 2005 Dec;25(4):726–32.
 22. SWAIN, Thomas; HILLIS, William. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I.— The quantitative analysis of phenolic constituents. *J Sci Food Agric*. 1959;10(1):63–8.
 23. GIUSTI, Mónica; WROLSTAD, Ronald. Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. *Curr Protoc Food Anal*. 2001. 12(1) Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/0471142913.faf0102s00>
 24. ARNAO, Marino. Some methodological problems in the determination of antioxidant activity using chromogen radicals: A practical case. *Trends Food Sci Technol*. 2001;11(11):419–21.
 25. CARPIO, Laura; ENCINA, Christian. Máxima retención de ácido ascórbico, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en el néctar de tumbo. 2011;4(29):225–45.
 26. MINSA/DIGESA. Criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos [Internet]. 2008 [cited 2022 Sep 29]. Available from: https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/alimentos/RM591MIN_SANORMA.pdf

27. PESANTES, Genaro; TEJADA, Silvia. Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos en el proceso de elaboración de zumo de arándanos (*Vaccinium corymbosum*). Univ Nac del Callao. 2021;
28. GUEVARA, Américo. Elaboración de pulpas, zumos, néctares, deshidratados, osmodeshidratados y fruta confitada. Univ Nac Agrar la Molina. 2015;

© 2022 por el autor. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).