

Artículo Original

Evaluación de cadmio, cromo y plomo en *vaccinium corymbosum* L. “arándano” procedentes de un mercado y un supermercado

Assessment of cadmium, chrome and lead in *vaccinium corymbosum* L. “blueberry” from a market and a supermarket

Meyli Villanueva ^{1,a}, Américo Castro ^{1,b}

Recibido: 07/11/2021 Aceptado: 15/12/2021 Publicado: 29/03/2022

Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar la determinación de cadmio, cromo y plomo en *Vaccinium corymbosum* L. “arándano”, procedentes de un mercado y un supermercado ubicados en el distrito de Chorrillos-Lima. Por su condición, en el caso del mercado, las muestras fueron colectadas de cuatro puntos de venta, a fin de obtener una muestra representativa. En el caso del Supermercado, la muestra fue única. Mediante el método instrumental de espectrofotometría de absorción atómica se realizó la cuantificación de los metales pesados de cadmio, cromo y plomo, utilizándose el equipo Espectrofotómetro de absorción atómica. Se determinó concentraciones de <0.05; <0.05; 0.275 ug/gr en cadmio, cromo y plomo, respectivamente, en arándanos colectados de un supermercado y concentraciones de <0.05; 0.137; 0.288 ug/gr en cadmio, cromo y plomo, respectivamente, en arándanos colectados de un mercado. Los resultados obtenidos demuestran que existe menos concentración de plomo en arándanos colectados de un supermercado. Se concluye que las concentraciones de cadmio, cromo y plomo presentes en arándanos procedentes de un mercado y un supermercado de Chorrillos fueron menores a los valores establecidos por la Comisión Europea.

Palabras clave: *Vaccinium corymbosum* L.; cadmio; cromo; plomo, espectrofotometría de absorción atómica.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the determination of cadmium, chromium, and lead in *Vaccinium corymbosum* L. “blueberry”, coming from a market and a supermarket located in the district of Chorrillos-Lima. Due to their condition, in the case of the market, the samples were collected from four points of sale, to obtain a representative sample. In the case of the Supermarket, the sample was unique. By means of the instrumental method of atomic absorption spectrophotometry, the quantification of the heavy metals of cadmium, chromium and lead was carried out, using the atomic absorption spectrophotometer equipment. Concentrations of <0.05 were determined; <0.05; 0.275 ug / gr in cadmium, chromium, and lead, respectively, in blueberries collected from a supermarket and concentrations of <0.05; 0.137; 0.288 ug / gr in cadmium, chromium and lead, respectively, in blueberries collected from a market. The results obtained show that there is a lower concentration of lead in blueberries collected from a supermarket. It is concluded that the concentrations of cadmium, chromium, and lead present in blueberries from a market and a supermarket in Chorrillos were lower than the values established by the European Commission.

Keywords: *Vaccinium corymbosum* L., cadmium, chromium, lead, atomic absorption spectrophotometry.

¹ Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica. Lima, Perú
a Autor para correspondencia: meyli.villanueva@unmsm.edu.pe - ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7243-1473>
b E-mail: acastrol@unmsm.edu.pe - ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8012-967X>

Citar como:

Villanueva M. y Castro A. (2021). Evaluación de cadmio, cromo y plomo en *vaccinium corymbosum* L. “arándano” procedentes de un mercado y un supermercado. *Ciencia e Investigación* 2021 24(2):27-31. doi: <https://doi.org/10.15381/ci.v24i2.22523>

INTRODUCCIÓN

Los arándanos son pequeñas bayas esféricas, perteneciente a la familia de las Ericáceas, del género *Vaccinium*, entre ellos, el *Vaccinium Corymbosum*, considerado el arándano comercial más importante. Son ricos en antocianinas y otros compuestos fenólicos como los flavonoides, responsables del color rojo azulado característico de su piel, y de su gran capacidad antioxidante, antiinflamatoria, anticancerígena y antimutagénico, y protector cardiovascular, además de impartirle a la planta mecanismo de defensa frente a agentes tóxicos. El cultivo de arándano ha sido de gran expansión en nuestro país debido a su alta demanda y rentabilidad, con perspectiva de ser el principal exportador de arándanos del hemisferio Sur, siendo la Libertad, la región con mayor producción y rendimiento, siendo reconocido por sus propiedades nutricionales y terapéuticas^{1,2}.

La contaminación de alimentos de origen vegetal, debido a la susceptibilidad que éstos presentan durante su manipulación en las etapas de pre y post cosecha, afectan significativamente la seguridad alimentaria. Por otro lado, las actividades realizadas por el hombre como la minería, actividades industriales, prácticas agrícolas, pueden conllevar a la contaminación del agua, aire y suelo por metales pesados³.

Los metales pesados tienen un efecto tóxico sobre las plantas, y por ende al producto agrícola, poniendo en peligro tanto la salud humana como animal por medio de la cadena alimentaria, el ciclo del agua y otros. Los daños ocasionados por estos metales dependerán del tipo y de la cantidad consumida a través de alimentos contaminados, pudiendo ser cancerígeno⁵.

El plomo, es un metal pesado con gran toxicidad, ocasionando daños en el sistema nervioso (neurotoxicidad), en el sistema renal (nefrotoxicidad) y el sistema cardiovascular. Por tanto, el contenido de Pb en frutas y bayas se limita a 0,10 mg /kg y 0,20 mg / kg de peso fresco, respectivamente⁷.

El cadmio es un metal pesado altamente tóxico, considerado cancerígeno de Grupo I por la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC). Ha sido clasificado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como una de las diez sustancias químicas de principal preocupación en salud pública. Se acumula en los suelos ingresando a través de las prácticas agrícolas (fertilización, riego), para luego ser absorbido por los cultivos absorben a través de su sistema radicular, pudiendo entrar fácilmente al alimento, en especial bayas. El Reglamento de la Comisión (UE) No. 2015/1005 limita el Cd en frutas y hortalizas a 0,050 mg / kg de peso seco, correspondiente a 0,50 mg / kg de peso seco [30]. Por lo tanto, se supone que todas las frutas analizadas son seguras para los humanos con respecto a este elemento^{9,10}.

El cromo es un metal pesado al que se le reconoce como tóxico y cancerígeno, sin embargo, en la Comisión del

Codex Alimentarius, Australia, Nueva Zelanda, Japón, Estados Unidos y Taiwán no se establece ningún límite en los alimentos¹².

En el Perú no hay estudios en relación a la incidencia de metales pesados en arándanos, asimismo, no se cuenta con una norma sobre los niveles permitidos de metales pesados en arándanos. Siendo un alimento de alto valor nutricional y de gran demanda, se decidió realizar la presente investigación, teniendo como objetivo evaluar la determinación de cadmio, cromo y plomo en *Vaccinium corymbosum* L. “arándano” expendidos en un mercado y un supermercado en el distrito de Chorrillos-Lima; y así conocer la problemática para brindar aportes a investigaciones futuras en términos de salud pública, salud ambiental e inocuidad alimentaria.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo y diseño de la investigación

Aplicada y experimental.

Colección del material biológico

La especie vegetal fue colectada del mercado Santa Rosa y de una de las sedes de Supermercados “Metro”, ubicados en el distrito de Chorrillos, provincia de Lima, departamento de Lima, y su clasificación taxonómica fue realizada por el biólogo José R. Campos de la Cruz, según el Sistema de clasificación APG-2016 y Sistema de Cronquist 1981.

Pre- tratamiento de las muestras

Previo lavado con agua destilada, las muestras fueron colocadas en una estufa a 45°C hasta lograr la sequedad de las mismas. Posteriormente fueron trituradas con ayuda de un mortero y molino de cuchillas para luego homogeneizarlas y conservarlas en frascos de color ámbar hasta su posterior análisis.

Preparación de las muestras

En un crisol se pesó 36g de muestra molida, homogeneizada y seca. Se colocó en una mufla a una temperatura inicial de 100°C aumentándose a una velocidad de 50°C/hora hasta los 450°C y se mantuvo a dicha temperatura durante la noche. Se sacó el crisol de la mufla y se dejó enfriar. Se agregó 5mL de ácido clorhídrico 6M, verificando que toda la ceniza entra en contacto con el ácido, se evaporó el ácido en una plancha de calentamiento. Se añadió 15 mL de ácido nítrico 0.1M y se agitó el crisol verificando que el ácido entre en contacto con toda la muestra, se cubrió el crisol con luna reloj y se dejó reposar durante 2 horas. Luego, se agitó la solución y se transfirió la solución en una fiola de 50 mL. Se trató el blanco de muestra de la misma forma que las muestras, realizando el ensayo por duplicado.

Análisis de las muestras

Se analizaron utilizando el método AOAC 999.11 y espectrofotometría de absorción atómica con flama, asimismo, se determinó la desviación estándar.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos de las concentraciones de metales pesados de la muestra de arándano deshidratado se presentan en las Tablas 1 y 2.

DISCUSIÓN

Se han realizado trabajos de investigación sobre metales pesados en arándano en países como Colombia y China, los mismos que han concluido que la transferencia de metales pesados hacia el fruto va a depender de la biodisponibilidad de éstos en el suelo y de sus características fisicoquímicas, resaltando además la propiedad de "Bioacumulación" que presentan. Asimismo, la falta de estudios y límites de concentración de metales pesados en suelos y alimentos, permite tener como referencia límites establecidos por la Comisión Europea ^{3,4}.

El cadmio presenta una gran afinidad por los grupos sulfhidrilo y los átomos de nitrógeno de los aminoácidos, lo que conlleva al desarrollo de enfermedades agudas o crónicas en el ser humano ⁵.

El cadmio ha generado un impacto antropogénico debido a que las plantas lo absorben y lo acumulan a través de los sistemas radiculares con gran facilidad, ingresando de ésta manera los alimentos, especialmente en las bayas. La Organización Mundial de la Salud (OMS) lo clasifica como una de las principales preocupaciones en salud pública. Por lo que el Reglamento de la Comisión (UE) No. 2015/1005 establece límites en frutas y hortalizas a 0,050 mg / kg de peso fresco ^{6,7}.

El cromo es un metal que pueden ingresar al organismo por las vías respiratoria, digestiva, dérmica. El cromo III esencial para los humanos, su deficiencia puede causar trastornos en el metabolismo y diabetes, sin embargo, el exceso de éste puede afectar la salud resultando en erupciones cutáneas. El cromo VI es responsable de reacciones alérgicas, erupciones cutáneas, irritación de

nariz y sangrado, debilitamiento del sistema inmunológico, daños en los sistemas renal, hepático, respiratorio, digestivo (úlceras) alteraciones en el material genético, cáncer de pulmón y muerte ⁸.

El cromo en relación a salud, es considerado un elemento ambiguo, ya que además de ser un micronutriente importante, también se le ha relacionado con patologías como la carcinogénesis, y aunque su mecanismo de acción no es claro, se ha considerado tres posibles mecanismos: carcinogénesis multietapa inducida por cromo VI, inestabilidad genómica y modificación epigenética. Sin embargo, pese sus efectos negativos en el organismo, no se ha establecido un límite legal en los alimentos ^{11,13}.

El plomo es un metal pesado de gran toxicidad. Es liberado al medio ambiente por actividades naturales y antropogénicas, siendo los alimentos la principal fuente de exposición. La intoxicación plomo se denomina saturnismo, situación en la que éste metal se acumula en el organismo expuesto a éste, pudiendo afectar diferentes sistemas, ocasionando graves daños y de ésta manera un fuerte impacto en salud pública ^{14,15}.

La intoxicación por plomo puede ser causada por una ingestión accidental o voluntaria de alimentos contaminados. Este metal está clasificado en el grupo 2B, como probable cancerígeno (IARC), además puede ser causante de hipertensión, enfermedades cardiovasculares, efectos teratogénicos en el sistema nervioso del feto, y retraso en el desarrollo mental e intelectual en niños. La Comisión Europea señala que su presencia en frutas y bayas se limita a valores de 0,10 mg / kg y 0,20 mg / kg de peso fresco, respectivamente ^{16,17}.

En nuestro estudio la determinación de cadmio, cromo y plomo ha demostrado que existen diferencias en las concentraciones de su presencia en *Vaccinium corymbosum* L. "arándanos" y su procedencia. La determinación se realizó en arándanos colectados en un mercado y en

Tabla 1. Concentraciones de metales pesados de la muestra de Arándano procedente de un Supermercado.

Muestra	Plomo en la muestra de Arándano deshidratado, ug Pb/g muestra	Cadmio en la muestra de Arándano deshidratado, ug Cd/g muestra	Cromo en la muestra de Arándano deshidratado, ug Cr/g muestra
Repetición 1	0.280	<0.05 ⁽³⁾	<0.05 ⁽³⁾
Repetición 2	0.270	<0.05	<0.05
Promedio	0.275	<0.05	<0.05
D.S. ⁽¹⁾	0.007	-	-
R.S.D., % ⁽²⁾	2.728	-	-

Tabla 2. Concentraciones de metales pesados de la muestra de Arándano procedente de un Mercado.

Muestra	Plomo en la muestra de Arándano deshidratado, ug Pb/g muestra	Cadmio en la muestra de Arándano deshidratado, ug Cd/g muestra	Cromo en la muestra de Arándano deshidratado, ug Cr/g muestra
Repetición 1	0.300	<0.05 ⁽²⁾	0.133
Repetición 2	0.276	<0.05	0.140
Promedio	0.288	<0.05	0.137
D.S. ⁽¹⁾	0.017	-	0.005
R.S.D., % ⁽²⁾	5.843	-	3.880

un supermercado del distrito de Chorrillos, provincia de Lima, departamento de Lima.

En lo que respecta a los metales plomo y cromo, los valores obtenidos demuestran que existe una menor concentración de éstos metales en arándanos procedentes de un supermercado en comparación a aquellos procedentes de un mercado. Los valores obtenidos para cadmio, plomo, han sido menores a lo establecido en la comisión europea, aunque en Perú, no se cuenta con un límite legal establecido. En lo que respecta a cromo, la comisión europea no establece un límite legal.

La presencia de metales pesados tanto en el medio ambiente como en los alimentos y su ingreso a través de las cadenas trófica y alimentaria, pueden desencadenar intoxicaciones, afectando severamente la salud humana y animal, mediante la alteración de procesos bioquímicos y fisiológicos, resultando en daños irreparables tales como efectos teratogénico, carcinogénico, pudiendo incluso ser letal a ciertas concentraciones¹⁷.

Es urgente que en nuestro país se establezcan límites en las concentraciones de metales pesados, considerando los efectos negativos y el gran impacto en la salud pública e inocuidad alimentaria que éstos representan.

En el sector agrícola, es conveniente plantear metas o retos a fin de sensibilizar al agricultor, mediante una debida capacitación sobre el riesgo que representa el uso de pesticidas, fertilizantes químicos, entre otros insumos, así como el uso de agua contaminada.

CONCLUSIÓN

Las muestras colectadas de *Vaccinium corymbosum* “arándano” procedentes de un supermercado y cuantificadas por espectrofotometría de absorción atómica presentaron concentraciones de cadmio, cromo y plomo de <0.05; <0.05; 0.275, respectivamente, y, aquellas procedentes de un mercado presentaron concentraciones de cadmio, cromo y plomo de <0.05; 0.137; 0.288, respectivamente.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Investigación en Ciencias Farmacéuticas y Recursos Naturales “Juan de Dios Guevara” de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y al Laboratorio de Investigación y Certificaciones (LABICER) de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Ingeniería.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Wang K. Agrobacterium protocols. Vol. 1224, Methods in Molecular Biology. 2015. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1658-0_11
- Agronomía EPDE, García M, Felipe E, Perú T. Cu Ar. 2019;
- Mateos L. Cuantificación de metales pesados en arándanos (*Vaccinium corymbosum*) cultivados en dos fincas ubicadas en villapinzón y sibaté. Bogotá: Universidad El Bosque, 2020. [citado el 15 de marzo del 2021]. Disponible en: <https://repositorio.unbosque.edu.co/handle/20.500.12495/5728>
- Li Q, Li C, Wang H, Wei X, Liu Y, Yang R, et al. Geochemical Characteristics of Heavy Metals in Soil and Blueberries of the Core Majiang Blueberry Production Area. Bull Environ Contam Toxicol [Internet]. 2021;106(1):57–64. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00128-020-03007-4>. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00128-020-03007-4>
- Chen S, Liu Y, Deng Y, Liu Y, Dong M, Tian Y, et al. Cloning and functional analysis of the VcCXIP4 and VcYSL6 genes as Cd-regulating genes in blueberry. Gene [Internet]. 2019;686:104–17. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.gene.2018.10.078>. DOI: [10.1007/s00128-020-03007-4](https://doi.org/10.1007/s00128-020-03007-4)
- Manquián-Cerda K, Cruces E, Escudey M, Zúñiga G, Calderón R. Interactive effects of aluminum and cadmium on phenolic compounds, antioxidant enzyme activity and oxidative stress in blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) plantlets cultivated in vitro. Ecotoxicol Environ Saf. 2018;150:320–6. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.12.050>
- Zeiner M, Juranović Cindrić I. Harmful elements (Al, Cd, Cr, Ni, and Pb) in wild berries and fruits collected in Croatia. Toxics. 2018;6(2):1–10. DOI: [10.1007/978-1-4939-1658-0_11](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1658-0_11)
- Rodríguez D. Intoxicación ocupacional por metales pesados. Medisan [Internet]. 2017;21(12):1–15. Available from: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=368454498012>
- Oprea E, Ruta LL, Nicolau I, Popa C V., Neagoe AD, Farcas-anu IC. *Vaccinium corymbosum* L. (blueberry) extracts exhibit protective action against cadmium toxicity in *Saccharomyces cerevisiae* cells. Food Chem. 2014;152:516–21. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.12.020>
- Comisi LA, Alimentaria C, Alimentaria C, Alimentarios A, Alimentarios A, Europea A, et al. Statement on tolerable weekly intake for cadmium. EFSA J. 2011;9(2):10–4.
- Ue R, Comisión DELA. Reglamento (UE) no2020/1245. 2015;4(4):2–9.
- Mateos L. Cuantificación de metales pesados en arándanos (*Vaccinium corymbosum*) cultivados en dos fincas ubicadas en villapinzón y sibaté. Bogotá: Universidad El Bosque, 2020. [citado el 15 de marzo del 2021]. Disponible en: <https://repositorio.unbosque.edu.co/handle/20.500.12495/5728>
- Pavesi T, Moreira JC. Mechanisms and individuality in chromium toxicity in humans. J Appl Toxicol. 2020;40(9):1183–97. DOI: [10.1002/jat.3965](https://doi.org/10.1002/jat.3965)
- Malavolti M, Fairweather-Tait SJ, Malagoli C, Vescovi L, Vinceti M, Filippini T. Lead exposure in an Italian population: Food content, dietary intake and risk assessment. Food Res Int [Internet]. 2020;137(March):109370. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109370>. DOI: [10.1002/jat.3965](https://doi.org/10.1002/jat.3965)
- Luna Arenas R, Rodríguez Lozada V. Determinación de la concentración de cadmio y plomo en papa (*Solanum Tuberosum*) cosechada en las cuencas de los ríos Mashcon y Chonta-Cajamarca. Fac Farm y Bioquim [Internet]. 2016;Universidad Nacional Mayor de SAN MARCOS. Available from: <https://core.ac.uk/download/pdf/323351175.pdf>
- European Commission. Reglamento (CE) N° 597/2008 de la Comisión - por el que se modifica el Reglamento (CE) N°372/2007. D Of la Unión Eur. 2008;8(2):1–20.
- Londoño Franco LF, Londoño Muñoz PT, Muñoz Garcia FG. Los Riesgos De Los Metales Pesados En La Salud Humana Y Animal. Biotecnología en el Sect Agropecu y Agroindustrial. 2016;14(2):145

18. Spectrophotometry AA, Principle A, Apparatus B. Ash products with a high fat content ($\geq 40\%$), e.g., margarine or lard, with great care to avoid self-ignition. Pre-ash such products according to D (c)(2), even if a programmable furnace is used. 2000;8–10.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Fuente de financiamiento: Auofinanciado.