



DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE CADMIO EN EL BENEFICIO DE LA ALMENDRA DE CACAO CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE SALMUERA

DETERMINATION OF CADMIUM LEVELS IN THE PROCESING OF COCOA BEANS WITH DIFFERENT CONCENTRATIONS OF BRINE

<https://doi.org/10.5281/zenodo.4796595>

AUTORES: Henry Javier Palma Vera ¹
Frank Guillermo Intriago Flor ²
Virginia Vanessa Andrade Andrade ³
Wagner Antonio Gorozabel Muñoz ⁴
Mario Javier Zambrano Sanchez ⁵

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: frank.intriago@utm.edu.ec

Fecha de recepción:

Fecha de aceptación:

RESUMEN

Dada la importancia socioeconómica del cacao para el Ecuador, y siendo Manabí una de las provincias con mayor participación en la producción, es necesario conocer los niveles de contaminación por Cadmio de la almendra de cacao procedente de algunos cantones de la provincia. Así como también proponer y evaluar métodos alternativos de reducción de Cadmio en la almendra de cacao. Se

¹ Ingeniero en Industrias Agropecuaria, Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí Email: javico0814@gmail.com

² Ingeniero Agrónomo, Magíster en Agronegocios Internacionales. Doctor en Ciencias Agrarias. Docente de la Universidad Técnica de Manabí Email: frank.intriago@utm.edu.ec

³ Ingeniera en Industrias Agropecuarias, Magíster en Procesamiento de Alimentos, Administrativo de la Universidad Técnica de Manabí Email: virginia.andrade@utm.edu.ec

⁴ Ingeniero en Industrias Agropecuarias, Magíster en Procesamiento de Alimentos. Docente de la Universidad Técnica de Manabí Email: wagner.gorozabel@utm.edu.ec

⁵ Ingeniero Agrónomo. Estudiante de la Maestría en Agroindustria en el Instituto de Posgrados de la Universidad Técnica de Manabí Email: mario.zambrano.region5@gmail.com

Henry Javier Palma Vera, Frank Guillermo Intriago Flor, Virginia Vanessa Andrade Andrade, Wagner Antonio Gorozabel Muñoz, Mario Javier Zambrano Sanchez evaluó el efecto de distintas salmueras sobre el contenido de Cadmio en las almendras de cacao, a través de un proceso de deshidratación osmótica. Se realizaron distintos tratamientos de inmersión en salmuera. Cada tratamiento tuvo cinco repeticiones, incluyendo las muestras testigo. El cacao fue sumergido en salmuera al 1%, al 5% y 10%. Los datos fueron procesados según un ANOVA, se lo realizó utilizando Excel y el software IBM SPSS Statistics 22. Los datos obtenidos de las muestras recolectadas de diferentes fincas en el centro de acopio, muestran que hay variación en el contenido de cadmio. El contenido de Cadmio en el tratamiento testigo tuvo como media una concentración de 0,036 mg Kg⁻¹, mientras que el tratamiento que tuvo mayor efecto en la reducción de Cadmio fue con salmuera al 10% con 0,027 mg Kg⁻¹. El tratamiento de salmuera al 1% obtuvo una media de 0,033 mg Kg⁻¹, al 5% obtuvo una media del 0,034 mg Kg⁻¹ mostrando que no había diferencias significativas.

PALABRAS CLAVE: cacao, cadmio, osmosis, salmuera

ABSTRACT

Given the socioeconomic importance of cocoa for Ecuador, and Manabi being one of the provinces with the highest participation in production, it is necessary to know the levels of Cadmium contamination of cocoa beans from some cantons of the province. It is also necessary to propose and evaluate alternative methods to reduce Cadmium in cocoa beans. The effect of different brines on the Cadmium content in cocoa beans was evaluated through an osmotic dehydration process. Different brine immersion treatments were carried out. Each treatment had five replicates, including the control samples. The cocoa was immersed in brine at 1%, 5% and 10%. The data were processed according to an ANOVA using Excel and IBM SPSS Statistics 22 software. The data obtained from the samples collected from different farms in the collection center show that there is variation in cadmium content. The Cadmium content in the control treatment had an average concentration of 0.036 mg Kg⁻¹, while the treatment that had the greatest effect on Cadmium reduction was the 10% brine treatment with 0.027 mg Kg⁻¹. The 1% brine treatment obtained an average of 0.033 mg Kg⁻¹, and the 5% treatment obtained an average of 0.034 mg Kg⁻¹, showing that there were no significant differences.

KEYWORDS: cocoa, cadmium, osmosis, brine

INTRODUCCIÓN

Desde hace más de una década, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador se encuentra investigando la presencia de metales pesados en suelos agrícolas, aguas y en cultivos de exportación, particularmente del cacao. En el mercado mundial hay productos que contienen desde un 20% hasta un 90% de sólidos de cacao. Adicionalmente, ciertos estudios presentados en esta investigación sugieren que existe una relación directamente

proporcional entre el contenido de sólidos y trazas de metales pesados en el chocolate (Yanus, *et al.*, 2013).

El cacao es el producto ecuatoriano de exportación tradicional con mayor historia en la economía del país. La encuesta nacional de empleo, desempleo y subempleo realizado por el INEC en marzo de 2016, establece que el sector cacaotero contribuye con el 5% de la Población Económicamente Activa (PEA) nacional y el 15% de la PEA rural (ANECACAO, 2017).

El cacao es un árbol originario de las selvas de América Central y del Sur, su nombre científico es *Theobroma cacao* c., en griego *Theobroma* significa "comida de los dioses". Crece mejor en climas ecuatoriales donde hay abundantes precipitaciones durante todo el año y donde hay temperaturas relativamente estables, de entre 25 - 28 grados centígrados. Este árbol se demora de 4 a 5 años para producir frutos y de 8 a 10 años en lograr su máxima producción, esto dependerá del tipo de cacao y las condiciones de la zona (ProEcuador, 2013). Posee una altura entre los 6 y 10 metros, Necesita de sombra, por lo cual es común su crecimiento cercano a árboles más grandes (Betancourt, 2019).

Los metales son componentes naturales de la corteza terrestre. Tienen un papel importante en los organismos al ser parte fundamental de sus funciones bioquímicas y fisiológicas. Algunos son oligoelementos imprescindibles para el mantenimiento de los sistemas bioquímicos de los seres vivos, como, por ejemplo, el cobre, el manganeso o el zinc, que son esenciales en el metabolismo de los mamíferos. Pueden actuar también como potentes tóxicos, tanto para los seres humanos como para los ecosistemas, según cuáles sean sus vías de exposición, la dosis absorbida y la naturaleza química del metal, la mayoría de los metales de fuentes naturales suelen provenir de la corteza terrestre (Bernal, 2015).

Tomando en cuenta la definición del Codex Alimentarius los contaminantes metálicos del cacao pueden definirse como aquellos metales, no añadidos intencionalmente, que se encuentran presentes en el cacao como resultado de la producción, fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, empaquetado, transporte, almacenamiento o como producto de contaminaciones ambientales con potencialidad de presentar riesgos sobre la salud de las personas (Codex Alimentarius, 1995).

Específicamente para el cacao y sus derivados, la Comisión Europea se apoyó en que el chocolate y el cacao en polvo que se venden al consumidor final deben contener entre 0,1 mg kg⁻¹ a 0,8 mg kg⁻¹ para concentraciones de 30% y 70% de pasta de cacao respectivamente, provocando perjuicios en la salud humana, frecuentemente son consumidos por los niños (Jimenez, 2015).

El cadmio (Cd) ha sido objeto de discusión en los últimos años, donde se establece un límite máximo de contenido permisible de este metal así como de otros metales, en el chocolate y otros derivados del cacao comercializados (Lanza, 2016).

Henry Javier Palma Vera, Frank Guillermo Intriago Flor, Virginia Vanessa Andrade Andrade, Wagner Antonio Gorozabel Muñoz, Mario Javier Zambrano Sanchez

El cadmio (Cd) es tal vez el metal pesado con más atención por su relación con una serie de trastornos incluidos el cáncer, y por su extremadamente bajo valor de toleración en productos derivados del cacao, investigaciones por parte de la Unión Europea establecieron un rango entre 0,2-0,5 mg/kg de este metal en productos de chocolate y cacao en polvo (INIAP, 2015).

Por lo general, el Cadmio no se halla en el ambiente como un metal puro, es más abundante en la naturaleza en forma de óxidos complejos, sulfuros y carbonatos en el zinc, plomo y minas de cobre. El Cadmio es suave y de color blanco plateado, generalmente obtenido como subproducto del procesamiento de metales más valiosos, como el zinc y el cobre. (Pérez y Azcona, 2012).

La salmuera es una concentración de agua con sal (NaCl) disuelta. Por extensión, también se conoce como salmuera al líquido que sueltan ciertas cosas saladas y a la preparación que se realiza con agua, sal y otros ingredientes para conservar alimentos (Pérez y Merino, 2014).

La ósmosis es el desplazamiento de moléculas de solvente a través de una membrana semipermeable desde una región de concentración de soluto más baja (hipotónica) hacia otra de concentración más alta (hipertónica) del mismo soluto, por acción de las diferencias de presión osmótica que poseen estas soluciones. El proceso finaliza cuando se igualan las presiones osmóticas. La deshidratación osmótica de alimentos consiste en la aplicación de éste fenómeno ya que, como se mencionó antes, los alimentos contienen gran cantidad de agua y de sustancias disueltas en el interior de las células que conforman los distintos tejidos (Parzanese, 2012). Por lo anteriormente enunciado es importante determinar los niveles de cadmio en el beneficiado de la almendra de cacao previo lavado con diferentes concentraciones de salmuera.

METODOLOGÍA

La investigación fue realizada en la Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ciencias Zootécnicas ubicada en el Km 2/5 vía Chone Boyacá. Se utilizó un muestreo aleatorio de diferentes fincas productoras de cacao de la provincia de Manabí. Las variables estudiadas se analizaron con un ANOVA al 95 % de nivel de confianza, una vez obtenidos los datos de los niveles de cadmio realizados en el laboratorio se procedió a procesar el diseño experimental ANOVA en *Excel*, y en *IBM SPSS Statistics 22* para calcular ANOVA más TUKEY. Se estudiaron 4 tratamientos incluyendo un testigo con tres réplicas. Los tratamientos estudiados se detallan a continuación:

T0_ Testigo, sin ninguna alteración.

T1_ Muestra sumergida en salmuera al 1% de concentración.

T2_ Muestra sumergida en salmuera al 5% de concentración.

T3_ Muestra sumergida en salmuera al 10% de concentración

Recolección de materia prima

El cacao recolectado fue cacao fino de aroma, posteriormente se extrajo las almendras con pulpa, estas fueron colocadas en bandejas con un peso de 500 g por cada tratamiento llenando un total de 20 bandejas. En 500 ml de agua destilada se mezcló el cloruro de sodio (sal gruesa), para obtener la salmuera de acuerdo al tratamiento y que queden sumergidas las almendras, en la salmuera al 1% se adicionó 5 g de sal, en el 5% se adicionó 25g de sal y en el 10% se adicionó 50g de sal. Las almendras de cacao fueron sumergidas por 30 min en la salmuera, luego de ello se procedió a lavar de manera manual las almendras de cacao, se dejó fermentar las muestras en sacos por 48 horas, después se procedió a secar al ambiente hasta que las almendras hallan eliminado la mayor cantidad de agua, una vez seca las almendras se procedió a moler las respectivas muestras, pasándolas por un colocador hasta obtener un polvo de cacao; el mismo que se almacenó en fundas herméticas en un lugar fresco. Se analizaron las muestras, pesando 0,1 g de muestra para luego añadirle ácido nítrico, ácido clorhídrico y peróxido de hidrógeno, que se introducen en un digestor por 15 minutos para diluir la muestra, si las muestras están sin residuos sólidos se analizan previamente en caso contrario hay que colar, después de todo este proceso se analiza en el equipo ICP.

RESULTADOS

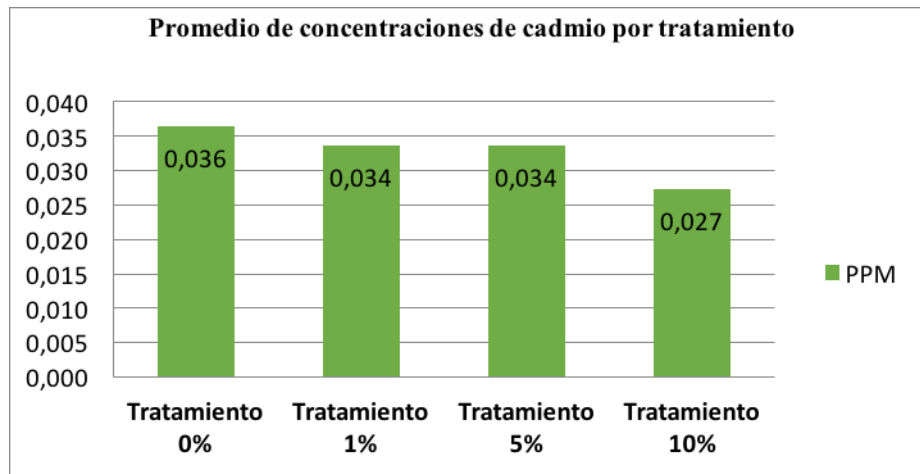
Las concentraciones de cadmio en ppm después de haber inmerso a las almendras a los diferentes tratamientos de salmuera y los valores de cadmio del testigo que no fue sumergido a ningún tratamiento, se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Concentración de cadmio en mg kg^{-1}

	Repeticiones					media de tratamientos
	R1	R2	R3	R4	R5	
Tratamiento 0%	0.03165 mg kg^{-1}	0.05328 mg kg^{-1}	0.04084 mg kg^{-1}	0.02426 mg kg^{-1}	0.03155 mg kg^{-1}	0.036 mg kg^{-1}
Tratamiento 1%	0.03721 mg kg^{-1}	0.03074 mg kg^{-1}	0.03065 mg kg^{-1}	0.02864 mg kg^{-1}	0.03957 mg kg^{-1}	0.033 mg kg^{-1}
Tratamiento 5%	0.03002 mg kg^{-1}	0.03232 mg kg^{-1}	0.02737 mg kg^{-1}	0.03864 mg kg^{-1}	0.03957 mg kg^{-1}	0.034 mg kg^{-1}
Tratamiento 10%	0.03002 mg kg^{-1}	0.03232 mg kg^{-1}	0.02737 mg kg^{-1}	0.02563 mg kg^{-1}	0.0217 mg kg^{-1}	0.027 mg kg^{-1}

En la figura 1 se observa los promedios de las concentraciones de cadmio de acuerdo a los diferentes tratamientos. Se aprecia variaciones entre tratamientos

Figura 1. Promedio de concentración de cadmio de acuerdo a tratamientos y testigo



Del análisis de varianza de un factor procesado en Excel se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 2. Análisis de varianza de un factor

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T0	5	181,59	36,32	124,50
T1	5	166,81	33,36	22,47
T2	5	167,92	33,58	28,58
T3	5	137,04	27,41	16,67

Estos datos de promedios y varianza sirvieron para elaborar la tabla ANOVA como se muestra a continuación:

Tabla 3. Tabla ANOVA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad (p)	Valor crítico para F
Entre grupos	211,53	3	70,51	1,47	0,26	3,24
Dentro de los grupos	768,89	16	48,06			
Total	980,42	19				

En la tabla 3 se observa que no hay diferencia significativa de los tratamientos empleados para reducir el cadmio en el cacao.

También se realizó el estudio estadístico en el programa IBM SPSS Statistics 22 para ANOVA y TUKEY y se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 4. Datos preliminares ANOVA y TUKEY IBM SPSS

% salmuera	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
0	5	36,32	11,16	4,99	22,46	50,17	24,26	53,28
1	5	33,36	4,74	2,12	27,48	39,25	28,64	39,57
5	5	33,58	5,35	2,39	26,95	40,22	27,37	39,57
10	5	27,41	4,08	1,83	22,34	32,48	21,7	32,32
Total	20	32,67	7,18	1,61	29,31	36,03	21,7	53,28

En la tabla 5 se muestran los resultados del ANOVA:

Tabla 5. ANOVA en IBM SPSS

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	211,554	3	70,518	1,467	0,261
Dentro de grupos	768,859	16	48,054		
Total	980,413	19			

Nuevamente el valor de significancia 0,261 es mayor al nivel de α 0,05 por lo que indica que no hay diferencias significativas entre los distintos tratamientos.

Además se realizó la prueba Post hoc de comparaciones múltiples para comparar uno por uno cada tratamiento con otro, y se obtuvo:

Tabla 6. Prueba POST HOC. Cuadro comparativo entre tratamientos uno por uno. IBM SPSS 22

HSD Tukey

Comparaciones de cada tratamiento con otro	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
				Límite inferior	Límite superior
0%	1%	2,95600	4,38423	,905	-9,5874 15,4994
	5%	2,73400	4,38423	,923	-9,8094 15,2774
	10%	8,91000	4,38423	,217	-3,6334 21,4534
1	0	-2,95600	4,38423	,905	-15,4994 9,5874
	5	-,22200	4,38423	1,000	-12,7654 12,3214

	10	5,95400	4,38423	,542	-6,5894	18,4974
5	0	-2,73400	4,38423	,923	-15,2774	9,8094
	1	,22200	4,38423	1,000	-12,3214	12,7654
	10	6,17600	4,38423	,512	-6,3674	18,7194
10	0	-8,91000	4,38423	,217	-21,4534	3,6334
	1	-5,95400	4,38423	,542	-18,4974	6,5894
	5	-6,17600	4,38423	,512	-18,7194	6,3674

Se obtuvieron las medias, error estándar y la significancia de cada tratamiento al compararlo con los demás.

El siguiente cuadro muestra que no existe diferencia significativa entre tratamientos al compararlos uno por uno, ni tampoco al comparar con el tratamiento testigo de 0% de sal o CINA. En la siguiente tabla todas las comparaciones pertenecen al subconjunto uno con un nivel de significancia mayor al 0.05%, este resultado reitera que no existe diferencia significativa entre tratamientos.

Tabla 7. Prueba TUKEY, cuadro de significancia entre tratamientos, IBM SPSS 22

VAR00007	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
10,00	5	27,4080
1,00	5	33,3620
5,00	5	33,5840
,00	5	36,3180
Sig.		,217

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Por lo tanto no hay diferencias entre tratamientos, es decir que no hay ventaja en usar salmuera en diferentes concentraciones para reducir los niveles de cadmio, aunque si se visualiza una ligera disminución de la concentración de sal esta no es estadísticamente significativa.

De acuerdo a un análisis sensorial (vista, olfato y gusto) el uso de la salmuera en las almendras de cacao provocó la inhibición de las bacterias y hongos impidiendo la adecuada fermentación del cacao de acuerdo a la concentración de salmuera.

La concentración de sal en el mucílago que cubre a la almendra provocó que, aún después de 48 horas de fermentación, su coloración no cambiara sobre todo en las almendras sumergidas al 10% de concentración, mientras que la muestra testigo torno su coloración marrón oscura típica de la fermentación.

El efecto de la salmuera al 1% es mínimo en la inhibición de la fermentación, mientras que al 5% y 10% es notable que se afectó el proceso de fermentación, la cual es muy importante en la obtención del chocolate.

Las almendras al 5% y 10% posterior al proceso realizado presentaron sabor salobre, alterando las características del producto.

DISCUSIÓN

Según los resultados obtenidos en el estudio de cadmio en cacao del Ecuador realizado por el CONCOPE y la sociedad alemana de cooperación técnica, la cantidad de cadmio en la almendra de cacao es mayor, en comparación con las cinco fincas analizadas, ya que en promedio se obtuvo una concentración de 0.35 mg kg^{-1} (P. S. A., DETERMINACION DE CADMIO, 2013)

En determinación del contenido de Cadmio en la almendra de Cacao se encontró que existe contenido de este metal en la almendra, para ello se pretendió reducir este dicho contenido con diferentes tipos de salmuera en diferentes tiempos, para instancias reguladoras como la organización mundial para la salud (OMS) y la organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO) considera que el límite máximo de contenido de Cadmio es de 0.2 mg kg^{-1} y 0.1 mg kg^{-1} . Se logró determinar que mediante estos tratamientos de concentración de sal hubo una importante reducción de Cd^{+2} como por ejemplo tomando como testigo con un promedio $0,036 \text{ mg kg}^{-1}$ con una reducción de $0,027 \text{ ppm}$ de cadmio mostrando que hubo significación en los resultados obtenidos, estos valores resultaron inferiores a los encontrados por (Mite, F. 2010), en la provincia de Los Ríos, el mismo que detectó un máximo de $1,23 \text{ mg kg}^{-1}$ de Cd, con un promedio de $0,57 \text{ mg kg}^{-1}$ y un mínimo de $0,23 \text{ mg kg}^{-1}$. Se confirma que todas las fincas se encuentran por debajo del nivel permisible establecido por la Unión Europea hasta el momento que es $0,8 \text{ mg kg}^{-1}$ (FAO/WHO. 2009). Los resultados obtenidos también resultaron inferiores a los reportados por el INIAP-PROMSA (2003) con valores de $2,00 \text{ mg kg}^{-1}$ de Cd reportado.

CONCLUSIONES

Los niveles de cadmio en el beneficiado de cacao previo al lavado no fueron significativamente diferentes que el contenido de Cadmio del cacao lavado y sumergido en salmuera. No hay una variación estadística que permita distinguir el efecto real de la sal sobre el fruto. Se pudo determinar que los niveles de Cd en las almendras de cacao se encuentran por debajo de los niveles permisibles por la Unión Europea (1 ppm).

Henry Javier Palma Vera, Frank Guillermo Intriago Flor, Virginia Vanessa Andrade Andrade, Wagner Antonio Gorozabel Muñoz, Mario Javier Zambrano Sanchez

Se concluye que ningún tratamiento con salmuera es efectivo en disminuir este metal pesado. La sal no reacciona con el cadmio, ni se produce una osmosis por deshidratación. Es decir el cadmio presente en el mucílago y la almendra de cacao permanece allí tras ser sumergido en salmuera.

REFERENCIAS

- Asociación Nacional de Exportadores de Cacao – Ecuador (Anecacao). (2017). Desafíos y objetivos para el sector cacaotero. Ecuador. Revista 14va. Edición, pag. 27-29. (En línea). Consultado, 21 de Ene. 2019. Formato PDF. Disponible en: http://www.anecacao.com/uploads/magazine/revista-sabor-arriba-diciembre-2017_1.pdf
- Bernal, I. D. (2015). Cuantificación de cadmio en cacao proveniente del occidente de Boyacá por la técnica analítica de voltamperometría. Colombia: Universidad Pedagógica Y Tecnológica de Colombia. Tunja. (En línea). Consultado, 20 de Ene. 2019. Formato PDF. Disponible en: <<http://repositorio.uptc.edu.co/jspui/handle/001/1425>>
- Codex Alimentarius. (1995). Norma General del Codex para los Contaminantes y las Toxinas presentes en los Alimentos y piensos. Roma. (En línea). Consultado, 15 de Enero 2019. Formato PDF. Disponible en: file:///D:/Downloads/CXS_193s_2015.pdf
- FAO/WHO. (2009). Codex General Standard for Contaminants and Toxins in Food and Feed (Codex Stan 193-1995). Ginebra, Suiza: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; Organización Mundial de la Salud. Disponible en: <http://tinyurl.com/2agrhmV>.
- FAO, O. (2015). ANTEPROYECTO DE NIVELES MÁXIMOS PARA EL CADMIO EN EL CHOCOLATE Y PRODUCTOS DERIVADOS DE CACAO. Nueva Delhi, India : Comisión del Codex Alimentarius. (En línea). Consultado, 20 de Ene. 2019. Formato PDF. Disponible en: http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCCF/cccf9/cf09_09s.pdf
- INIAP – PROMSA. (2003). Determinación de metales contaminantes en cultivos de exportación y su repercusión sobre la calidad de los mismos. Informe Técnico 2003. Dpto. Suelos. Quevedo, Los Ríos, Ecuador. p. 60.
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) Mite F., 2015 “Metales pesados en el Cacao, Perspectiva y posible Manejo”. (En línea). Consultado, 11 de Feb. 2019. Formato PDF. Disponible en: [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/049b3f076c63e02705257e0e005767b1/\\$FILE/AA%20-207%20Julio-2015.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/049b3f076c63e02705257e0e005767b1/$FILE/AA%20-207%20Julio-2015.pdf)
- Jiménez, C. (2015). Estado legal mundial del cadmio en cacao. Colombia.
- Lanza, P. C. (2016). Evaluación Del Contenido De Metales Pesados En Cacao (*Theobroma Cacao L*) De Santa Bárbara Del Zulia Venezuela. Cumana: Instituto Nacional De Nutrición Laboratorio De Análisis Físico-químico.
- Mite, F. (2010). Avances del monitoreo de presencia de cadmio en almendras de cacao, suelos y aguas en Ecuador. Revista científica Scielo. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Tropical Pichilingue. Departamento Nacional de Manejo de Suelos y Aguas. Memorias del XII congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Santo Domingo, Noviembre del 2010. p 13 - 14 - 15 - 21. Disponible en: http://www.scielo.org.con/scielo.php?pid=so120-28122012000-40006&scrip=sci_adstract

DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE CADMIO EN EL BENEFICIADO DE LA ALMENDRA DE CACAO CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE SALMUERA

- Parzanese, M. (2012). *Tecnologías para la Industria Alimentaria deshidratación osmótica*. Revista Alimentos Argentinos. Ficha N° 6 pp 1-11. (En línea). Consultado, 2 de Abril. (2019). Formato PDF. Disponible en: http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_06_Osmotica.pdf
- Pérez J. y Merino M. Publicado: (2014). Actualizado: 2016. Definicion.de: Definición de salmuera. (En línea). Consultado, 14 de feb. 2019. Disponible en: <https://definicion.de/salmuera/>
- Pérez-García PE, Azcona Cruz M.I. (2012). Los efectos del cadmio en la salud. Rev Esp Méd Quir;17(3):199-205. (En línea). Consultado, 20 de Ene. 2019. Formato PDF. Disponible en: https://nietoeditores.com.mx/nieto/EMQ/2012/jul-sep/art.revision_efectos.pdf
- ProEcuador. (2013). Análisis del Sector Cacao y Elaborados. Ecuador. (En línea). Consultado, 28 de Mar. 2019. Formato PDF. Disponible en: http://infocafes.com/porta1/wp-content/uploads/2016/06/PROECAS2013_CACAO.pdf
- Yanus, R. L., Sela, H., Borojovich, E. J. C., Zakon, Y., Saphier, M., Nikolski, A., Gutflais, E., Lorber, A., & Karpas, Z. (2004). Trace elements in cocoa solids and chocolate: An ICPMS