

SELECCIÓN DEL LABORATORIO MÁS IDÓNEO
PARA EL ANÁLISIS DE CADMIO



“CAJA DE HERRAMIENTAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LA
CONTAMINACIÓN DE CADMIO EN LA CADENA DE CACAO-ECUADOR”



sembramos
Futuro

Lenín



GUÍA 5

SELECCIÓN DEL LABORATORIO MÁS IDÓNEO PARA EL ANÁLISIS DE CADMIO

Dirigida a: asociaciones de productores, exportadores, técnicos y agricultores.

AUTORES

Katty Pastás¹; Luis Cacuango¹; Evelyn Vasco²

REVISIÓN PARES EXTERNOS

Laurence Maurice³; Ana Tipán²

¹ Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario, AGROCALIDAD; Laboratorio de Suelos, Foliaves y Aguas. Telf. 3828860, ext. 2080. Tumbaco, Ecuador. katty.pastas@agrocalidad.gob.ec ; luis.cacuango@agrocalidad.gob.ec

² Servicio Ecuatoriano de Normalización, INEN; Laboratorio Nacional de Metrología (LNM) División Química. Telf. 2343379, ext. 2078. Conocoto, Ecuador.

³ Laboratoire Geosciences Environnement Toulouse (GET); Observatoire Midi-Pyrénées (OMP). 14 avenue Edouard Belin - 31400. Toulouse, France. laurence.maurice@ird.fr ; <https://orcid.org/0000-0003-3482-3892>

Coordinación general

República del Ecuador
Ministerio de Agricultura y Ganadería
Programa Nacional de Reactivación de Café y Cacao



Coordinación editorial

Magdalena López, Consultor Programas Cadena de Valor, GIZ
Pedro Ramírez, GIZ
José Luis Cueva Cango, MOCCA-Rikolto

Revisores internos

Andrés Proaño, MAG; Luis Herrera, MAG; Luis Orozco, MOCCA-LWR; Verónica Proaño, AVSF;
Ana Gabriela Velasteguí, CESA; Natalia Palomino, MOCCA-Rikolto; Luis Gualotuña, MAG

Fotografías

Pedro Ramírez, GIZ; Ana Gabriela Velasteguí, CESA; Luis Cacuango, Agrocalidad ; Karina Peña, INIAP

Corrección de estilo y diagramación editorial

Carla Bohórquez; Ricardo Bravo; Martín Quirola

Cita del documento

Versión digital:

Pastás, K., Cacuango, L. & Vasco, E. (2021). Guía 5: Selección del laboratorio más idóneo para el análisis de cadmio. *Caja de herramientas para la prevención y mitigación de la contaminación de cadmio en la cadena de cacao-Ecuador* (1.ª ed., pp. 1-16). Quito, Ecuador. https://balcon.mag.gob.ec/mag01/magapaldia/Caja%20de%20Herramientas_Cadmio_Cacao/

“La presente publicación ha sido elaborada con el apoyo financiero de la Unión Europea y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Su contenido es responsabilidad exclusiva de los autores y no necesariamente refleja los puntos de vista de los donantes”.

Copyright © 2021. Todos los derechos reservados. Este documento puede reproducirse para fines no comerciales citando la fuente.

ISBN: 978-9942-22-518-4





ÍNDICE

1. Introducción	1
2. Criterios teóricos	3
3. Criterios de normativas y métodos de referencia	5
4. Calidad de los resultados y experiencia de los laboratorios	9
5. Preguntas generales a considerar antes de escoger un laboratorio	12
6. Conclusiones	15
7. Referencias	16

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Técnicas de análisis para la determinación de cadmio reconocida por el Codex Alimentarius y EFSA.</i>	4
Tabla 2. <i>Límites máximos permitidos de cadmio en suelos, aguas y derivados.</i>	6
Tabla 3. <i>Métodos de referencia para la preparación y cuantificación de cadmio en suelos, aguas y plantas.</i>	7

1. Introducción

Los análisis de laboratorio especialmente en el área agrícola, se han convertido en un proceso importante en el Ecuador, debido a que la realización de ensayos químicos y físicos en muestras de suelos, aguas y plantas son una herramienta para diagnosticar problemas nutricionales y de contaminación, y permiten dar recomendaciones de fertilización, propuestas de enmiendas y/o mitigación.

Los ensayos sirven para determinar la necesidad de fertilización o niveles de contaminación. Para fertilidad, los ensayos están basados en la teoría de que existe un “nivel crítico” con relación al procedimiento analítico utilizado y la respuesta del cultivo (producción) a la aplicación de un determinado nutriente. Cuando el nivel de un nutriente se encuentra bajo o encima del nivel crítico, el crecimiento de la planta se verá afectado en forma negativa o positiva a dicha concentración. En cambio, la contaminación se establece de acuerdo al incremento de las concentraciones totales naturales del elemento que afectan a los organismos vivos y se expresan sobre los límites máximos permitidos del elemento químico en suelos, aguas y plantas. Entre los elementos contaminantes de mayor importancia se encuentran los metales pesados tales como cadmio y plomo.

A nivel internacional se ha determinado que los contenidos altos de cadmio (Cd) en los alimentos producen efectos adversos a la salud humana. Por tal motivo, se han generado normativas que establecen límites máximos de cadmio presentes en una serie de productos, incluyendo a los chocolates y al cacao en polvo. Para realizar las determinaciones de cadmio en la cadena del cacao y obtener resultados confiables, se requiere seleccionar laboratorios que entreguen datos basados en mediciones que aseguren su competencia técnica, trazabilidad metrológica¹ y la aplicación de normativas nacionales y/o internacionales. Esta guía proporciona a los agricultores, técnicos, asociaciones de productores, exportadores y demás actores interesados, los criterios técnicos a ser considerados, para escoger el laboratorio que realice ensayos de cadmio en suelos, plantas y aguas.

¹Trazabilidad metrológica: es la capacidad de relacionar los resultados de las mediciones individuales a estándares nacionales o internacionales a través de una cadena ininterrumpida de comparaciones y calibraciones.



2. Criterios teóricos

Para escoger un laboratorio se deberá tener en cuenta que los métodos utilizados para determinar contenidos totales y los extraíbles de los parámetros físicos y químicos sean validados, y como mínimo se haya determinado las siguientes características de desempeño:

- Límite de detección
- Límite de cuantificación
- Intervalo de trabajo
- Precisión
- Veracidad
- Porcentaje de recuperación
- Especificidad

Además, que durante la validación se incluya el uso de Materiales de Referencia Certificados (MRC) de la matriz analizada (suelo, planta, agua y derivados), de acuerdo al uso previsto del ensayo.

Todas las características de desempeño mencionadas anteriormente deberán evaluarse de acuerdo con las necesidades y la utilidad para la interpretación de los resultados, conforme a las normativas nacionales y/o internacionales aplicables.

Es decir, que los métodos de análisis utilizados sean normalizados, validados y con la trazabilidad metrológica adecuada. Las técnicas de análisis para determinar el contenido de cadmio en cacao establecido, tanto por la Comisión del Codex Alimentarius, así como por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA European Food Safety Authority, 2009) se indican en la Tabla 1.

Tabla 1. Técnicas de análisis para la determinación de cadmio reconocida por el Codex Alimentarius y EFSA.

Técnica	Límite de detección ($\mu\text{g l}^{-1}$)
Espectrometría de absorción atómica con llama (F-AAS)	0,8 – 1,5
Espectrometría de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente (ICP-OES)	0,1 – 1,0
Espectrometría de absorción atómica con horno de grafito (GF-AAS)	0,002 – 0,02
Espectrometría de masas de plasma acoplado inductivamente (ICP-MS)	0,00001 – 0,001

Fuente: FAO/OMS (2017).

Sin embargo, si se requiere determinar cadmio en suelos, de acuerdo al Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA) vigente, el nivel del límite máximo permitido es $0,5 \text{ mg kg}^{-1}$, por lo tanto, es necesario que el laboratorio elegido oferte este ensayo, el cual debe tener un límite de cuantificación menor o igual a $0,5 \text{ mg kg}^{-1}$.





3. Criterios de normativas y métodos de referencia

Para empezar, se debe conocer la normativa nacional y/o internacional que se emplea para realizar los análisis de cadmio en suelos, aguas, plantas y derivados, tanto para su interpretación, así como para evaluar la competencia de los laboratorios.

En la Tabla 2 se muestra los criterios de interpretación para cadmio en las matrices de suelos, aguas y derivados.

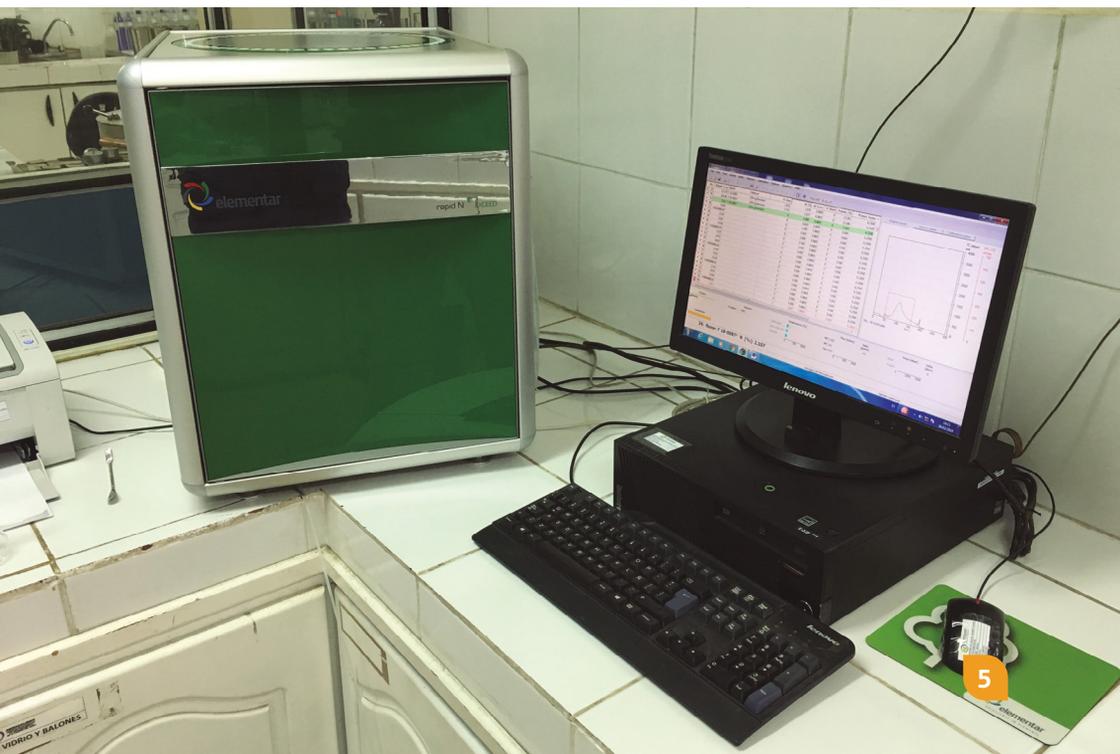


Tabla 2. Límites máximos permitidos de cadmio en suelos, aguas y derivados.

Matriz	Límite máximo permitido	Normativa
Suelo	0,5 mg kg ⁻¹	Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA, Libro VI, Anexo 2)
Agua de uso agrícola	0,01 mg l ⁻¹	Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA Libro VI, Anexo 1)
Chocolate y productos de chocolate que contienen o declaran ≥ 50% al < 70% del total de sólidos de cacao sobre la base de materia seca	0,8 mg kg ⁻¹	Comisión del Codex Alimentarius sobre Contaminantes de los Alimentos
Chocolate y productos de chocolate que contienen o declaran ≥ 70% del total de sólidos de cacao sobre la base de materia seca	0,9 mg kg ⁻¹	Comisión del Codex Alimentarius sobre Contaminantes de los Alimentos

NOTA: No existen límites máximos permitidos para el cacao en grano, licor o manteca de cacao.

En Ecuador la Normativa Técnica Ecuatoriana (NTE) aplicable para evaluar la competencia de los laboratorios de ensayo es la NTE INEN-ISO/IEC 17025 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración”, y el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE) es el organismo que otorga las acreditaciones conforme a esta norma.

Un laboratorio acreditado bajo la norma NTE INEN-ISO/IEC 17025 garantiza la competencia técnica del personal, el uso de metodologías validadas, el control de sus equipos, instalaciones y condiciones ambientales, así como la utilización de patrones de referencia trazables al Sistema Internacional de Medidas.

Existen métodos de referencia para el análisis de suelos, plantas y aguas, tanto para la preparación de la muestra como para su cuantificación. En la Tabla 3 se detallan algunas de las metodologías utilizadas en Ecuador.

Tabla 3. Métodos de referencia para la preparación y cuantificación de cadmio en suelos, aguas y plantas.

Matriz	Método para preparación de las muestras	Método para la cuantificación de las muestras
Suelo	ISO 11466 "Soil quality – Extraction of trace elements soluble in aqua regia"	ISO 11047 "Soil quality – Determination of cadmium, chromium, cobalt, copper, lead, manganese, nickel and zinc in aqua regia extract of soil – Flame and electrothermal atomic absorption spectrometric methods"
	EPA 3050B "Acid Digestion of Sediments, Sludges and Soils"	EPA 7130 "Cadmium – AA, Direct Aspiration" EPA 200.7 "Trace Elements in Water, Solids, and Biosolids by Inductively Coupled Plasma–Atomic Emission spectrometry" EPA 7131A "Cadmium – AA, Furnace Technique"
	EPA 3051 "Microwave Assisted Acid Digestion, Sludges, Soils"	EPA 6020 "Inductively Coupled Plasma– Mass Spectrometry"
Agua	APHA 3030 "Preliminary Treatment of Samples" De la sección 3030 B a 3030 K se detallan las diferentes digestiones que se puede realizar en una muestra de agua	APHA 3111 B "Direct Air–Acetylene Flame Method" APHA 3120 B "Inductively Coupled Plasma (ICP) Method" APHA 3113 B "Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric Method" APHA 3125 B "Inductively Coupled Plasma–Mass Spectrometric (ICP–MS) Method"
	EPA 3005A "Acid Digestion of Water for Total Recoverable or Dissolved Metals for Analysis by FLAA or ICP Spectroscopy"	EPA 7130 "Cadmium – AA, Direct Aspiration" EPA 200.7 "Trace Elements in Water, Solids, and Biosolids by Inductively Coupled Plasma –Atomic Emission spectrometry"
	EPA 3015A "Microwave Assisted Acid Digestion of Aqueous Samples and Extracts"	EPA 7131A "Cadmium – AA, Furnace Technique" EPA 6020 "Inductively Coupled Plasma–Mass Spectrometry"
	AOAC Official Method 993.14 Trace Elements in Waters and Wastewaters	Inductively Coupled Plasma–Mass Spectrometric Method
	AOAC Official Method 974.27 Cadmium, Chromium, Copper, Iron, Lead, Magnesium, Manganese, Silver, and Zinc in Water	Atomic Absorption Spectrophotometric Method



Continuación Tabla 3

Matriz	Método para preparación de las muestras	Método para la cuantificación de las muestras
Planta (almendras de cacao o productos derivados)	UNE-EN 14084 Determinación de elementos traza. Determinación de plomo, cadmio, zinc, cobre y hierro mediante espectrometría de absorción atómica (EAA) tras digestión en microondas	Espectrometría de Absorción Atómica (EAA)
	AOAC Official Method 999.10 Lead, Cadmium, Zinc, Copper, and Iron in Foods	Atomic Absorption Spectrophotometry after Microwave Digestion
	AOAC Official Method 999.11 Determination of Lead, Cadmium, Copper, Iron, and Zinc in Foods	Atomic Absorption Spectrophotometry after Dry Ashing

4. Calidad de los resultados y experiencia de los laboratorios

Para seleccionar un laboratorio de acuerdo con la calidad de los resultados y experiencia, es necesario que se demuestre la competencia técnica y la implementación de sistemas de gestión de calidad basados en la norma ISO/IEC 17025. Sin embargo, se pueden guiar de la siguiente manera:

- a) Autoridades de control del sector agropecuario – Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (AGROCALIDAD). AGROCALIDAD, como Agencia de Regulación y Control, tiene una Red de Laboratorios Autorizados que ofrecen un servicio más amplio y oportuno. Cabe mencionar que los laboratorios pertenecientes a la Red deben contar con la “Designación” otorgada por el Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca (MPCEIP) o la “Acreditación” en base a la norma NTE INEN-ISO/IEC 17025, otorgada por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE) (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario, s.f.). Los laboratorios que pertenecen a esta Red se encuentran disponibles en el enlace https://www.agrocalidad.gob.ec/?page_id=40612 Actualmente la Red de AGROCALIDAD cuenta con 20 laboratorios autorizados dentro del área de Diagnóstico de Inocuidad de los Alimentos y Control de Insumos Agropecuarios.
- b) Organismos de acreditación – Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE).

El Servicio de Acreditación Ecuatoriano es la entidad encargada de acreditar la competencia técnica de los organismos que operan en materia de evaluación de la conformidad. Dichos organismos pueden ser laboratorios de ensayo, laboratorios de calibración, laboratorios clínicos y unidades de

verificación (organismos de inspección). Para consultar los laboratorios que se encuentran acreditados por este organismo, debe ingresar en el enlace (<http://servicios.acreditacion.gob.ec:50239/organismos-evaluadores-conformidad>), en donde se puede realizar la búsqueda por el nombre, la razón social o el RUC del laboratorio o por el alcance de la acreditación (Servicio de Acreditación Ecuatoriano, s.f.).

Una aclaración importante es que podemos encontrar distintos tipos de laboratorios, conforme al “nivel” de los ensayos que realizan:

- Laboratorios que realizan ensayos de autocontrol analítico sin acreditaciones.
- Laboratorios acreditados por una entidad de acreditación. En este caso, deberá comprobarse la norma respecto a la que están acreditados, el alcance concreto de la acreditación (ensayos amparados) y su periodo de validez.
- Laboratorios acreditados y autorizados para participar en el control oficial, que es aquel realizado por la autoridad sanitaria competente para verificar el cumplimiento de la legislación (Global Alimentaria, 2018).



Horno de Grafito



Procesamiento de muestras



5. Preguntas generales a considerar antes de escoger un laboratorio

Pregunta 1: ¿Para qué necesito el análisis de cadmio?

Respuestas posibles:

- a) Determinar el contenido de cadmio en suelos, aguas y plantas.
- b) Estudio de problemas de cadmio en plantaciones de cacao (incremento del contenido de cadmio en la almendra).
- c) Conocer el contenido de cadmio presente en un lote de almendras de cacao de exportación.
- d) Estudios de investigación de la problemática de cadmio.
- e) Conocer la incidencia de altos contenidos de cadmio en el suelo, en la producción de cacao, entre otros.
- f) Conocer el contenido de cadmio en derivados del cacao como el chocolate.

Pregunta 2: ¿Para qué se requiere conocer los contenidos totales o disponibles de cadmio en el suelo?

Respuestas posibles:

- a) Se requiere análisis de contenidos totales si las preguntas corresponden a las respuestas (a) y (c) de la pregunta 1.
- b) Mientras que para las respuestas (b), (d) y (e) de la pregunta 1, se recomienda análisis de cadmio biodisponible en el suelo y contenidos totales de cadmio en planta y agua.
- c) En la respuesta (d) de la pregunta 1, el investigador o técnico definirá si realiza las dos extracciones en suelo y eso depende del estudio, presupuesto, entre otros.

Pregunta 3: ¿Qué protocolos de extracción se utilizan para la determinación de cadmio en suelos, aguas, plantas y derivados?

Respuestas posibles:

- a) Si se requiere contenidos totales de cadmio en suelo, respuesta (a) de la pregunta 2, se recomienda métodos de extracción con ácidos fuertes donde la extracción es robusta. Ejemplos: método EPA 3050B, EPA 3051, ISO 11466, entre otros.
- b) Si se requiere cadmio biodisponible en suelo, respuesta (b) de la pregunta 2, se tienen varias alternativas con ácidos débiles, Mehlich 3, HCl+ NH₄OAc, o sales como: CaCl₂, MgCl₂, AB-DTPA, NH₄OAc, entre otros. La digestión con ácidos débiles y sales para estimar el cadmio biodisponible es mucho más difícil de analizar de manera confiable y puede requerir el uso del equipo ICP-MS.
- c) Para contenidos totales de cadmio en plantas, respuesta (b) de la pregunta 2, se recomienda la digestión con HNO₃ concentrado.
- d) Para contenidos totales de cadmio en agua, respuesta (b) de la pregunta 2, se recomienda los métodos de extracción: APHA 3030, EPA 3005A, EPA 3015A, AOAC 993.14, AOAC 974.27, entre otros.
- e) Para contenidos totales de cadmio en chocolates y productos derivados del chocolate, respuesta (f) de la pregunta 1, se recomienda métodos de extracción con ácidos fuertes, por ejemplo: método UNE-EN 14084, AOAC 999.10, AOAC 999.11, entre otros.
- f) Para estudios comparativos o temporales, se recomienda utilizar el mismo método de extracción.

Nota: Es necesario que los protocolos de extracción sean validados previamente por el laboratorio.

Pregunta 4: ¿Qué tipo de instrumento analítico dispone el laboratorio para la determinación de cadmio?

Respuestas posibles: A continuación se dan alternativas de instrumentos que usan espectrometría que identifican analitos, mediante el espectro emitido o absorbido por los mismos, debido a su mayor frecuencia de uso.

- a) Espectrómetro de absorción atómica con llama (F-AAS), límites de detección de 0,8 – 1,5 µg L⁻¹.
- b) Espectrómetro de absorción atómica con horno de grafito (GF-AAS),

límites de detección de 0,002 – 0,02 $\mu\text{g l}^{-1}$.

- c) Espectrómetro de masas de plasma acoplado inductivamente (ICP-MS), límites de detección de 0,00001 – 0,001 $\mu\text{g l}^{-1}$.
- d) Espectrómetro de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente (ICP-OES), límites de detección de 0,1 – 1,0 $\mu\text{g l}^{-1}$.

Pregunta 5: ¿Tiene el laboratorio acreditación o reconocimiento nacional o internacional en la determinación de cadmio?

Respuestas posibles:

- a) El laboratorio dispone de acreditación del Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE) para la determinación de cadmio en las matrices de suelos, aguas, derivados y plantas, recomendado para todas las respuestas de la pregunta 1 y en especial la respuesta (c).
- b) El laboratorio dispone de acreditación internacional reconocida por la Organización Internacional para Organismos de Acreditación (ILAC) para la determinación de cadmio en las matrices de suelos, aguas y plantas, recomendado para todas las respuestas de la pregunta 1.
- c) El laboratorio dispone de acreditación del SAE para la determinación de otros metales pesados en suelos, aguas o plantas, y dispone de materiales de referencia certificados de uso regular para las determinaciones de cadmio en planta y suelo.
- d) El laboratorio participa activamente en ensayos de aptitud o intercomparaciones con proveedores reconocidos nacionales o internacionales de análisis de cadmio en suelos, aguas y plantas, y dispone de materiales de referencia certificados para cadmio en las matrices, de acuerdo al uso previsto.
- e) El laboratorio no dispone de acreditación para la determinación de cadmio, no participa regularmente en ensayos de aptitud o intercomparaciones, y no dispone de material de referencia certificado para cadmio.

Pregunta 6: ¿El costo de análisis de cadmio incluye otras determinaciones?

Respuestas posibles:

- a) El costo es solo para análisis de cadmio, es recomendable para respuesta (c) de la pregunta 1.
- b) El costo si incluye otras determinaciones.

6. Conclusiones

- El análisis confiable de la concentración de cadmio es clave para entender el problema donde el protocolo de extracción, la elección del instrumento analítico (límite de detección), y su calibración, son factores importantes a ser considerados en la selección de laboratorio.
- La elección más adecuada depende del nivel de cuantificación requerido si se están midiendo uno o más metales traza, así como la limitación presupuestaria y la acreditación del análisis por parte de la autoridad competente.
- Para que los resultados tengan validez científica y sean referenciales, los métodos o ensayos del laboratorio deberán estar acreditados a nivel nacional y/o internacional.

7. Referencias

- Agencia de Regulación y Control Fito y Zootecnario (s.f.). Red de Laboratorios Autorizados. Recuperado el 01 de Julio de 2020, de https://www.agrocalidad.gob.ec/?page_id=40612
- Codex Alimentarius (2019). Norma general para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos. CXS 193–1995.
- EFSA European Food Safety Authority (2009). Cadmium in food – Scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain. (1–139).
- FAO/OMS (Marzo de 2017). Petición de observaciones en el trámite 3 sobre el anteproyecto de niveles máximos para el cadmio en el chocolate y productos derivados del cacao.
- Global Alimentaria (22 de Marzo de 2018). Cómo escoger el laboratorio de análisis de alimentos adecuado. Recuperado el 01 de Julio de 2020, de <https://www.globalalimentaria.com/blog/como-escojer-el-laboratorio-de-analisis-de-alimentos-adecuado>
- Ministerio del Ambiente (s.f.). Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente. Libro VI Anexo 1 Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua.
- Ministerio del Ambiente (s.f.). Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente. Libro VI Anexo 2 Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados.
- Rice, E. W., Baird, R. B., Eaton, A. D., Clesceri, L. S., American Public Health Association, American Water Works Association, & Water Environment Federation (2012). Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington, DC: American Public Health Association.
- Servicio de Acreditación Ecuatoriano (s.f.). Misión SAE. Recuperado el 01 de Julio de 2020, de <https://www.acreditacion.gob.ec/mision-vision-principios-y-valores/#>



La “colección de guías sobre recomendaciones y buenas prácticas para la prevención y mitigación de la contaminación de cadmio” es el resultado del esfuerzo de diferentes actores que, bajo la coordinación del Ministerio de Agricultura y Ganadería, han rescatado y sistematizado conocimientos y buenas prácticas, generadas por investigadores y técnicos nacionales e internacionales, útiles para prevenir y mitigar la contaminación por cadmio en la cadena del cacao. Las publicaciones que componen esta colección han sido elaboradas, publicadas y difundidas gracias al apoyo de las siguientes instituciones y organizaciones:



Proyecto
Cadenas de valor
inclusivas y sostenibles



Plataforma Multiagencia
Cacao 2030-2050



@AgriculturaEc

AgriculturaEcuador

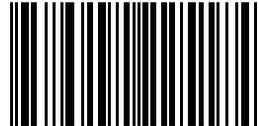
agricultura.ec

/AgriculturaEcuador

Dirección: Av. Eloy Alfaro N30-350 y Av. Amazonas

Código postal: 170516 / Quito-Ecuador. **Teléfono:** 593-2 396-0100

ISBN: 978-9942-22-518-4



9789942225184