



PROGRAMA CONJUNTO FAO/OMS SOBRE NORMAS ALIMENTARIAS

COMITÉ DEL CODEX SOBRE CONTAMINANTES DE LOS ALIMENTOS

13.ª reunión

Yogyakarta (Indonesia), 29 de abril – 3 de mayo de 2019

DOCUMENTO DE DEBATE SOBRE EL DESARROLLO DE UN CÓDIGO DE PRÁCTICAS PARA LA PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR CADMIO EN EL CACAO

(Preparado por el Grupo de trabajo por medios electrónicos (GTE) presidido por el Perú)

ANTECEDENTES

1. En la 11.ª reunión del Comité del Codex sobre Contaminantes en los Alimentos (CCCF11, 2017), el Perú presentó una propuesta para el desarrollo de un código de prácticas (COP) para orientar a los Estados miembros y la industria de producción de cacao en la prevención y reducción de la contaminación por cadmio en granos de cacao durante las fases de producción y procesamiento. El CCCF acordó establecer un GTE, presidido por el Perú, que trabajaría en inglés, para preparar un documento de debate y un documento de proyecto para el debate sobre la oportunidad de desarrollar dicho COP y las medidas de mitigación de riesgo disponibles que respaldarían el desarrollo de un COP.
2. En la 12.ª reunión del CCCF (2018), el Perú presentó el proyecto y destacó la utilidad de administrar una encuesta para recopilar información sobre prácticas validadas en toda la cadena alimentaria para la prevención y reducción de la contaminación por cadmio en el cacao antes de comenzar un nuevo trabajo sobre el desarrollo de un COP. Para recopilar esta información, el CCCF acordó que se prepararía una carta circular para la encuesta y sería distribuida por la Secretaría del Codex. Se expresó la opinión de que en las conclusiones los únicos puntos que deberían enumerarse sean aquellos que son relevantes para el desarrollo del COP.
3. Además, la Secretaría del JECFA solicitó al CCCF que preste especial atención a las medidas de mitigación que serían factibles incluso para los pequeños agricultores, ya que ellos son los más afectados por este tema. El CCCF acordó restablecer un GTE presidido por el Perú, copresidido por Ghana y el Ecuador, que trabajaría en inglés y español, para seguir elaborando el documento de debate para:
 - i.) Determinar si las medidas de mitigación disponibles en la actualidad apoyarían el desarrollo del COP;
 - ii.) Identificar el ámbito de aplicación del COP (por ejemplo, si el COP cubrirá toda la cadena de producción o solo la producción primaria), según las respuestas proporcionadas a la encuesta.
 - iii.) Y si se cumplen las condiciones anteriores i) y ii), entonces el GTE debe proporcionar un documento de proyecto y un primer proyecto de un COP. El GTE debe enfocar su trabajo en medidas de mitigación que hayan demostrado ser rentables y aplicables en todo el mundo por productores grandes y pequeños.
4. Las conclusiones y recomendaciones del GTE para consideración por el CCCF se describen a continuación. En el Apéndice I se presenta un documento de proyecto sobre la propuesta de un nuevo trabajo sobre el desarrollo de un COP para prevenir y reducir la contaminación por cadmio en los granos de cacao para su consideración por el CCCF.
5. Se presenta un resumen del COP en el Apéndice II para su revisión general por parte del CCCF con el fin de proporcionar orientación al GTE en el desarrollo futuro del COP si se recomienda que la CAC apruebe dicho trabajo en el año 2019.
6. El documento de debate que proporciona la base para las conclusiones, recomendaciones y la propuesta para un nuevo trabajo (Apéndice I) se presenta en el Apéndice III para obtener información

para ayudar a los miembros del Codex y al CCCF a tomar una decisión sobre la conveniencia de un nuevo trabajo sobre un COP para la prevención y reducción de la contaminación por cadmio en granos de cacao.

CONCLUSIONES

7. Después de recibir los comentarios en respuesta a la carta circular CL 2018/73-CF¹, el GTE **determinó que las medidas de mitigación actualmente disponibles apoyan el desarrollo de un código de prácticas en el área de producción de campo de cacao y en la postcosecha (procesos de fermentación, secado y almacenamiento)** en la cadena de valor del cacao aplicable a pequeños, medianos y grandes productores. La razón detrás de la necesidad del COP es la de proporcionar a los países prácticas de manejo para minimizar la contaminación por cadmio y para apoyar la implementación de los niveles máximos de cadmio en chocolate y productos derivados del cacao.
8. Este código de prácticas proporciona información actual y relevante para que todos los países consideren en sus esfuerzos las medidas para prevenir y reducir la contaminación de cadmio en los granos de cacao, considerando que el cadmio (Cd) en el cacao y sus derivados debe manejarse de manera integral. Para que este código de prácticas sea efectivo, será necesario que las autoridades nacionales, institutos nacionales de investigación, los productores, los comerciantes y los procesadores primarios de cada país consideren los principios generales y los ejemplos de buenas prácticas agrícolas (BPA) y buenas prácticas de manufacturación (BPM) proporcionados en los *Principios generales de higiene de los alimentos* (CXC 1-1969), teniendo en cuenta su clima y prácticas agronómicas para permitir y facilitar la adopción de estas prácticas cuando sea relevante y factible.
9. Los granos de cacao de diferentes jurisdicciones en un distrito, diferentes distritos de una provincia y de regiones dentro de un país y entre diferentes países tienen una amplia gama de niveles de cadmio.
10. Por el momento, no hay un proceso de fabricación que pueda reducir efectivamente los niveles de cadmio en los productos de cacao o chocolate. Por lo tanto, el COP no incluirá los procesos de manufacturación.
11. Los países miembros del Codex y las organizaciones observadoras que participan en el GTE informaron que vienen realizando varios estudios para mitigar la contaminación por Cd, cuya información y los datos estarán disponibles el presente y próximo año. Tales estudios conforme estén disponibles pueden ser incorporados en el COP durante su desarrollo o en una etapa posterior. Sin embargo, las prácticas actualmente disponibles pueden seguir proporcionando apoyo al desarrollo de un COP cubriendo la producción de campo y la postcosecha.
12. Los productores de cacao deben recibir capacitación para seguir las BPA y mantener una relación estrecha con los asesores agrícolas, los servicios de extensión y las autoridades de inocuidad agroalimentaria para obtener información y asesoramiento sobre la elección de cultivares de cacao y semillas o plantones y productos fitosanitarios adecuados para su uso en sus respectivas regiones de producción para reducir la incidencia y los niveles de cadmio.
13. Para evitar la contaminación del cacao por el cadmio a través del aire, el agua y las tierras agrícolas, las autoridades nacionales de Agroalimentación, junto con otros sectores públicos y privados, deben tomar medidas para: i) controlar las emisiones de la industria: minería, metales ii) controlar las emisiones de los medios de transporte, iii) controlar la eliminación de residuos sólidos y líquidos domésticos e industriales, incluida su eliminación en la tierra, la eliminación de lodos de depuradora e incineración de residuos municipales, iv) controlar la producción, el uso comercial y la eliminación de sustancias que persisten en el medio ambiente, como los compuestos de cadmio, y v) asegurarse de que antes de que se introduzcan nuevos plaguicidas en el mercado, ellos deberán haber sido sometidos a análisis apropiados para demostrar su aceptación desde el punto de vista de la salud y el medio ambiente

RECOMENDACIONES

14. El GTE hace las siguientes recomendaciones al CCCF:
 - CCCF confirma que existe información suficiente sobre las medidas de mitigación para respaldar el desarrollo de un código de práctica en el área de producción de cacao y postcosecha (procesos de fermentación, secado y almacenamiento);
 - CCCF acuerda enviar el documento del proyecto en el Apéndice I para el desarrollo de una COP para la prevención y reducción de la contaminación por cadmio en granos de cacao para su

¹ CL 2018/73-CF Solicitud de observaciones e información sobre prácticas de manejo para la prevención y reducción de la contaminación de cadmio en cacao y productos de cacao. Comentarios presentados por Ecuador, Bolivia, Brasil, Canadá, Colombia, Perú, Reino Unido, Food Drink Europe y la Asociación Internacional de Confiteros

aprobación como nuevo trabajo de la Comisión del Codex Alimentarius (CAC42, 2019);

- CCCF establece un GTE para preparar una propuesta de COP para comentarios y consideración por CCCF14; y
- El CCCF ofrece comentarios generales sobre la COP propuesta según se presenta en el Apéndice II para guiar el trabajo del GTE en el desarrollo futuro del COP.

15. Al considerar las recomendaciones anteriores, se invita al CCCF a tener en cuenta la información técnica proporcionada en el Apéndice III; así como, las conclusiones en los párrafos 7 a 13.

DOCUMENTO DE PROYECTO**PROPUESTA DE NUEVO TRABAJO SOBRE UN CÓDIGO DE PRÁCTICAS PARA LA PREVENCIÓN Y LA REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR CADMIO EN GRANOS DE CACAO****(Para consideración por el CCCF)****1. El objetivo y el ámbito de aplicación del nuevo trabajo propuesto**

El propósito de la nueva propuesta es desarrollar un Código de prácticas (COP) que proporcione orientación a los Estados miembros y a la industria de producción de cacao en la prevención y reducción de la contaminación de cadmio (Cd) en granos de cacao durante la producción y la postcosecha: fermentación, secado y almacenamiento.

El ámbito de aplicación del trabajo es proporcionar a las autoridades del país o autoridades de inocuidad de alimentos, pequeños, medianos o grandes productores y otras organizaciones relevantes, orientación sobre las medidas recomendadas para prevenir y reducir la contaminación de cadmio en el cacao: antes de plantar o en nuevas plantaciones, durante la etapa de producción hasta la cosecha y en la etapa postcosecha. Esta COP se aplica a los granos de cacao comercializados internacionalmente.

2. Pertinencia y oportunidad

La 11.ª reunión del Comité del Codex sobre Contaminantes en los Alimentos (CCCF11) (2017) acordó que el Perú lideraría un grupo de trabajo por medios electrónicos (EWG) para preparar un documento de debate sobre el desarrollo de un Código de prácticas para la prevención y reducción de la contaminación por cadmio en el cacao.

En la CCCF12 (2018), el Perú presentó el anteproyecto y destacó la utilidad de administrar una encuesta para recopilar información sobre prácticas validadas en toda la cadena alimentaria para la prevención y reducción de la contaminación de cadmio en el cacao antes de comenzar un nuevo trabajo sobre el desarrollo de una COP. Para recopilar esta información, el CCCF acordó que se prepararía una carta circular para la encuesta y sería distribuida por la Secretaría del Codex. Se expresó la opinión de que en las conclusiones los únicos puntos que deberían enumerarse son aquellos que son relevantes para el desarrollo del COP.

En su 77.ª reunión (2013), el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) determinó que los estimados de la exposición media en la dieta de la población al Cd de los productos que contienen cacao y sus derivados para las 17 dietas GEMS/Clúster de alimentos oscilaron entre 0,005 a 0,39 µg / kg de peso corporal (peso corporal) por mes, lo que equivale a 0,02 - 1,6% de la ingesta mensual provisional admisible (PTMI) de 25 µg/kg de peso corporal.

La entrada en vigor del Reglamento 488/2014 de la Unión Europea el 1 de enero de 2019 sobre los niveles máximos (NM) de Cd en productos alimenticios, incluidos los chocolates y productos de cacao, hace necesario un Código de prácticas que establezca medidas para prevenir y reducir la contaminación de Cd en cacao, en niveles tan bajos como sea razonablemente alcanzar (ALARA) para mitigar las exposiciones a Cd y apoyar el comercio justo.

3. Principales aspectos a tratar.

El código de prácticas para la prevención y reducción de la contaminación por cadmio en los granos de cacao, toma en consideración lo siguiente:

- a) Sistema de producción (convencional, orgánico, plantaciones mixtas con agroforestería).
- b) Factores del cultivo de cacao que determinan la absorción de Cd por las plantas.
- c) Estrategias para inmovilizar el Cd y disminuir su disponibilidad en el suelo.
- d) Fito extracción de metales pesados (Cd): manejo agronómico del cultivo de cacao, fisiología del cacao, bioacumulación de Cd en granos de cacao.
- e) Áreas de cultivo y plantación, enmiendas del suelo y su costo-eficiencia para pequeños productores, podas, tiempo óptimo de cosecha.
- f) Genética del cacao (germoplasma, clones)
- g) Tecnología postcosecha (fermentación, secado, almacenamiento).

4. Una evaluación con respecto al establecimiento de prioridades de trabajo.**Criterio general**

Este COP describirá una gama de procesos agrícolas y primarios que ayudarán a reducir los niveles de Cd en el cacao y los productos de cacao a niveles seguros para los seres humanos, destacando que existe un GTE presidido por el Ecuador y copresidido por el Brasil y Ghana, proponiendo un NM de Codex para productos derivados del chocolate y el cacao.

a. Diversificación de la legislación nacional e impedimentos resultantes o potenciales aparentes al comercio internacional

Este COP proporcionará una fuente de orientación coherente para los productores de cacao y los procesadores posteriores a la cosecha en todos los Estados miembros para prevenir y reducir la contaminación de cadmio en los granos de cacao. De este modo, garantizará a los exportadores que los niveles de Cd en cacao y productos de cacao cumplen con el principio ALARA, y también los niveles máximos de cadmio en chocolates y productos derivados de cacao que están en desarrollo.

b. Alcance del trabajo y establecimiento de prioridades entre las diversas secciones del trabajo.

El alcance del trabajo implica desarrollar un COP que proporcione orientación técnica sobre la reducción de la contaminación de Cd en los granos de cacao en todos los aspectos de la producción. El desarrollo de este COP ayudará a reducir las exposiciones al Cd y apoyará el comercio internacional justo del cacao.

c. El trabajo ya realizado por otras organizaciones internacionales en este campo y / o sugerido por los organismos internacionales intergubernamentales pertinentes.

El JECFA ha evaluado el riesgo potencial para la salud derivado de la contaminación del cacao y sus derivados con Cd en el suministro de alimentos.

En la octava reunión del CCCF (2014), el Comité del Codex acordó establecer un EWG para preparar un nuevo trabajo sobre los NM para el Cd en chocolates y productos derivados del cacao.

Durante la 12.^a reunión del CCCF (2018), el Comité acordó adelantar los NM de 0,8 mg / kg y 0,9 mg / kg para chocolate que contenga o declare $\geq 50\%$ a $<70\%$ y para chocolate que contenga o declare $\geq 70\%$ de sólidos totales de cacao sobre una base seca respectivamente, para su adopción en el paso 5/8 por la CAC 41. Además, el Comité acordó continuar trabajando en la categoría de productos de chocolate que contienen o declaran: (1) $<30\%$, (2) $\geq 30\%$ a $<50\%$ y en (3) polvo de cacao 100% de sólidos totales de cacao en base a materia seca.

5. Pertinencia para los objetivos estratégicos del Codex Alimentarius (Plan 2014 - 2019)

Meta 1: Establecer estándares internacionales de alimentos que aborden los problemas alimentarios actuales y emergentes

Objetivo

1.2 Identificar proactivamente los problemas emergentes y las necesidades de los Miembros y, cuando corresponda, desarrollar normas alimentarias relevantes.

1.2.2 Desarrollar y revisar las normas internacionales y regionales según sea necesario, en respuesta a las necesidades identificadas por los miembros y en respuesta a los factores que afectan la inocuidad de los alimentos, la nutrición y las prácticas justas en el comercio de alimentos.

Meta 2: Asegurar la aplicación de los principios de análisis de riesgos en el desarrollo de las normas del Codex

Objetivo

2.2 Lograr el acceso sostenible al asesoramiento científico.

2.2.1 Alentar a los órganos rectores de la FAO y la OMS a identificar la provisión de asesoramiento científico como una alta prioridad y asignar recursos suficientes para el asesoramiento de expertos de la FAO / OMS, en particular de organismos expertos como el JECFA, JEMRA, JMPR y JEMNU.

Objetivo

2.3 Incrementar el aporte científico de los países en desarrollo.

2.3.1 Alentar a los países en desarrollo a presentar datos en respuesta a las llamadas de

organismos de expertos de la FAO / OMS, a través de capacidades mejoradas de generación de datos de seguridad alimentaria y nutrición.

Meta 3: Facilitar la participación efectiva de todos los miembros del Codex

Objetivo

3.1 Incrementar la participación efectiva de los países en desarrollo en el Codex.

3.1.1 Alentar a los miembros a desarrollar acuerdos institucionales nacionales sostenibles para promover una contribución efectiva a los procesos de establecimiento de normas del Codex

Meta 4: Implementar sistemas y prácticas de gestión de trabajo efectivos y eficientes.

Objetivo

4.2 Mejorar la capacidad para llegar a un consenso en el proceso de establecimiento de normas.

4.2.1 Mejorar la comprensión de los miembros y delegados del Codex sobre la importancia y el enfoque para la creación de consenso en la labor del Codex.

4.2.2 A través de redes, capacitación y talleres, mejorar el conjunto de habilidades de los presidentes de los grupos de trabajo y los comités para lograr el consenso.

6. Información sobre la relación entre la propuesta y otros documentos existentes del Codex

Documentos existentes del Codex:

- Código de prácticas para la prevención y reducción de la contaminación por arsénico en el arroz. CAC/RCP 77-2017. Adoptado en 2017.
- Código de prácticas para prevenir y reducir la contaminación del cacao por Ocratoxina A. (CAC/RCP 72-2013)
- Código de práctica para la prevención y reducción de la presencia de plomo en los alimentos. CAC/RCP 56-2004

Trabajo en progreso (CCCF13)

- Documento de debate sobre la revisión del Código de prácticas para la prevención y reducción de la presencia de plomo en los alimentos. CXC 56-2004. CX/CF 19/13/11.

7. Identificación de cualquier requisito y disponibilidad de asesoramiento científico experto.

Solicitar al JECFA que evalúe la posibilidad de desarrollar un nuevo análisis de riesgo basado en la ingesta semanal tolerable de cadmio en chocolate y productos derivados del cacao (cacao en polvo) establecida en base a una mayor disponibilidad de datos en la actualidad.

8. Identificación de cualquier requerimiento de aportes técnicos a la norma por parte de organismos externos para que esto pueda planificarse para el calendario propuesto para la finalización del nuevo trabajo

Actualmente, además de esperar los resultados científicos de investigaciones de campo validadas este y el próximo año, no hay necesidad de aportes técnicos adicionales de organismos externos.

9. Cronograma propuesto para la finalización del trabajo.

Sujeto a la aprobación por el 42.º período de sesiones de la Comisión del Codex Alimentarius en el año 2019, se propone el siguiente plan de trabajo:

El anteproyecto de un Código de prácticas para la prevención y reducción de la contaminación por cadmio en los granos de cacao se considerará en el CCCF 14 y el CCCF 15 con miras a su finalización en 2021 o antes.

APÉNDICE II**PROYECTO DE CÓDIGO DE PRÁCTICAS PARA LA PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR CADMIO EN GRANOS DE CACAO**

(Para la consideración por el CCCF – Comentarios generales para proporcionar una guía en el desarrollo futuro de un COP)

PRIMER PROYECTO DE UN CÓDIGO DE PRÁCTICAS PARA PREVENIR Y REDUCIR LA CONTAMINACIÓN POR CADMIO DEL CACAO**1. INTRODUCCIÓN**

1. El objetivo de este documento es orientar a los Estados miembros del Codex Alimentarius y a la industria de la producción de cacao en la prevención y reducción de la contaminación de cadmio en los granos de cacao durante sus fases de producción y después del proceso de fermentación y secado. Este Código de Práctica proporciona medidas de mitigación validada disponibles que deben ser implementadas por los productores de cacao y los procesadores post cosecha responsables de que el cacao que se utilizará para fabricar chocolates y productos derivados de cacao es inocuo para los seres humanos y se aplicará a los granos de cacao comercializados internacionalmente.
2. El cadmio (Cd) es un metal pesado que puede alcanzar el suelo de forma natural o por actividades antropogénicas. No se encuentra en la naturaleza en su estado puro. La actividad volcánica es la principal fuente natural de liberación de Cd a la atmósfera, y las rocas sedimentarias y los fosfatos marinos son otras fuentes naturales de este metal. Su estado de oxidación más común es +2, por cuya afinidad química se asocia con hierro (Fe), zinc (Zn), plomo (Pb), fósforo (P), magnesio (Mg), calcio, (Ca) y cobre (Cu) a través de su capacidad de intercambio catiónico. Las concentraciones de Cd en el suelo dependen principalmente de su pH, que controla su solubilidad y movilidad. La mayoría de metales en el suelo tienden a estar más disponibles en pH ácido, lo que incrementa la toxicidad para las plantas. El Cd es un metal pesado tóxico para seres bióticos, persistente en el suelo y su biodisponibilidad cambia en la forma en que se encuentra en el suelo. El Cd es absorbido y bioacumulado por los árboles de cacao (*Theobroma cacao* L), lo que resulta en niveles inaceptablemente altos en los granos de cacao, por lo que se requieren medidas para prevenir su presencia en el suelo y reducir su absorción por ellos.
3. Es deseable una mayor adsorción de cadmio en la superficie de las partículas del suelo, teniendo en cuenta que esto reduce la movilidad de este contaminante en su perfil y, consecuentemente su impacto ambiental. La concentración de metales pesados (Cd) en la solución del suelo y, en consecuencia, su biodisponibilidad y movilidad se controlan principalmente mediante reacciones de adsorción y desorción en la superficie de los coloides del suelo. En referencia a los factores del suelo que afectan la acumulación y disponibilidad de metales pesados, se menciona: pH, textura, material orgánico, óxidos e hidróxidos de Fe y Mn, Carbonatos, Salinidad y capacidad de intercambio catiónico.

2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

4. El Código tiene la finalidad de proporcionar a las autoridades del país o a las autoridades de inocuidad de los alimentos; a los pequeños, medianos o grandes productores y a otros organismos pertinentes la orientación posible sobre prácticas recomendadas para prevenir y reducir la contaminación por cadmio en el cacao: antes de la siembra en nuevas plantaciones, durante la etapa de producción hasta la cosecha y en la etapa de postcosecha.

3. DEFINICIONES

Adsorción, absorción y desorción: Adsorción física, química o por intercambio es un concepto que alude a la atracción y retención que realiza un cuerpo en su superficie de iones, átomos o moléculas que pertenecen a un cuerpo diferente. Absorción es un término que hace referencia al amortiguamiento ejercido por un cuerpo ante una radiación que lo traspasa; a la atracción desarrollada por un sólido sobre un líquido con la intención de que las moléculas de éste logren penetrar en su sustancia; a la capacidad de un tejido o de una célula para recibir una materia que procede de su exterior. Desorción es el proceso de remover una sustancia absorbida o adsorbida.

La capacidad de intercambio de cationes (CEC) es una medida de la capacidad del suelo para mantener iones cargados positivamente. Es una propiedad muy importante que influye en la estabilidad

de su estructura, la disponibilidad de nutrientes, su pH y su reacción a los fertilizantes y otros mejoradores (Hazleton y Murphy 2007). Los componentes de arcilla mineral y materia orgánica del suelo tienen sitios cargados negativamente en sus superficies que absorben y mantienen los iones cargados positivamente (cationes) por la fuerza electrostática. Esta carga eléctrica es fundamental para el suministro de nutrientes a las plantas porque existen muchos nutrientes como cationes (por ejemplo, magnesio, potasio y calcio).

Proceso de secado: Secado de granos de cacao bajo la luz solar o en secadores mecánicos/solares (o una combinación de ambos) para reducir el contenido de humedad y estabilizarlos para el almacenamiento.

Fermentación: proceso destinado a degradar la pulpa e iniciar cambios bioquímicos en el cotiledón por enzimas y microorganismos inherentes del entorno de la plantación.

Enmiendas del suelo: se refiere a cualquier material agregado al suelo para mejorar sus propiedades físicas y químicas. Las aplicaciones de las enmiendas dependen de las características de los suelos. Las enmiendas informadas en los estudios para la elaboración de este COP fueron: carbonato de magnesio, vinaza (un subproducto de la producción de alcohol a partir de caña de azúcar), zeolita (minerales que destacan por su capacidad para hidratar y deshidratar de manera reversible, siendo altamente adsorbentes); Humus (sustancia compuesta por ciertos productos orgánicos que provienen de la descomposición de desechos orgánicos por organismos y microorganismos benéficos); carbón vegetal o biochar; Sulfato de calcio, cal, cachaza (subproducto de la caña de azúcar), sulfato de cinc, dolomita (carbonato de calcio y magnesio), vermicompost, caña de azúcar, torta de almendra de palma, roca fosfórica, materia orgánica.

Validación: Obtención de evidencia de que una medida de control o una combinación de medidas de control, si se implementa adecuadamente, es capaz de controlar el peligro para un resultado específico. (CAC/RCP 1- 1969) apoyada por la CAC/GL 69-2008

Muestreo: Procedimiento empleado para tomar o constituir una muestra. Los procedimientos empíricos o puntuales son procedimientos de muestreo que no se basan en estadísticas y se utilizan para adoptar una decisión acerca del lote inspeccionado (CAC/GL 50-2004).

4. PRÁCTICAS RECOMENDADAS PARA PREVENIR Y REDUCIR LA CONTAMINACIÓN POR CADMIO

ANTES DE LA SIEMBRA – NUEVAS PLANTACIONES

5. Como prevención, las plantaciones de cacao deben estar ubicadas en áreas donde el contenido de Cd no sea alto, por lo que los suelos agrícolas no deben tener más de 1,4 mg/ kg de Cd
6. Utilizar un diseño de plantaciones mixtas (agroforestales) con diversas variedades de cacao y con diferentes tipos de sombra adaptadas a cada ambiente ecológico, en vez de monocultivo de cacao sin sombra.
7. Instalar las plantaciones en áreas alejadas de carreteras o tomar medidas para prevenir el contacto de los cacaotales con los gases que emite la combustión de los vehículos porque pueden contener cadmio (estar espaciadas 200 metros aparte del cacaotal). Así mismo, se ubicarán en áreas alejadas de botaderos de las ciudades o de zonas mineras.
8. Evitar suelos inundables debido a que podrían ser fuente de cadmio.
9. En las nuevas plantaciones, debe considerarse el uso de cultivos de cobertura de leguminosas perennes. Los cultivos de cobertura mejoran la materia orgánica del suelo. Los cultivos de cobertura pueden proteger el suelo de la erosión y reducir la pérdida de nutrientes, mejorando así la productividad del suelo a través de una mayor disponibilidad de nutrientes esenciales y la reducción de la toxicidad de metales pesados.

DURANTE LA ETAPA DE PRODUCCION HASTA LA COSECHA

10. Conocer las fuentes de cadmio y la distribución de cadmio en el suelo es importante.
11. Los análisis de suelo han demostrado una correlación positiva entre los niveles más altos de cadmio en el suelo y en los tejidos de las plantas y los granos de cacao.
12. Los **laboratorios de análisis de caracterización de suelos** para plantaciones de cacao deben ser acreditados; así como también los métodos de determinación incluyendo el material de referencia certificado, estándares y la incertidumbre. También se debe considerar el tipo de muestreo del suelo debido a que el contenido de cadmio no es homogéneo en un mismo predio de cacao de determinada jurisdicción, además, es muy importante llevar a cabo análisis del suelo con un método reconocido internacionalmente (es decir, el Codex Alimentarius).

13. La determinación de la salinidad del suelo y agua del riego (sales de cloruro de Cd) es vital ya que la absorción del cadmio por las plantas se incrementa con la salinidad. Por ello, es importante determinar la conductividad eléctrica del suelo y agua, la cual debe ser menor a 2mS/cm.

Estrategias para inmovilizar el cadmio en el suelo

14. El sulfato de zinc tiene un efecto positivo en la disminución del contenido de cadmio de los granos de cacao. La aplicación del sulfato de zinc se realizó con la fertilización balanceada que se ejecuta anualmente a la plantación de cacao, según los requerimientos del cultivo y del suelo (análisis de caracterización).
15. Cuando exista deficiencia de Zn y Mn en el suelo se debe incrementar sus niveles ya que el cadmio tiene más probabilidades de ingresar a la planta y a la almendra del cacao.
16. Los métodos más eficaces desarrollados hasta ahora son el encalado de suelos por debajo de pH 5,5. Se ha demostrado que aumentar el pH en 1 unidad reduce el cadmio del grano en 1/10.
17. Aplicar niveles de encalado en bajas dosis (2 a 3 TM/Ha de dolomita) para incrementar gradualmente el pH e incorporar calcio y magnesio esenciales para el crecimiento del cacao y precipitar al cadmio. El sobreencalado debe evitarse.
18. Una mayor cantidad de materia orgánica del suelo causa una menor absorción de cadmio. El uso de abonos orgánicos tales como estiércol tratado de ganado estabulado, compost, etc. incrementa el contenido de materia orgánica del suelo y mejorar su actividad microbiológica. La aplicación de M.O. en las plantaciones de cacao, disminuyó el cadmio de los granos, llegando a valores muy pequeños de hasta 0,08 ppm.
19. Evitar la fertilización con fertilizantes fosfatados y roca fosfórica sedimentaria debido a que suelen tener cadmio como impureza. Para una producción exitosa de cacao es vital agregar fertilizantes de fosfato porque los suelos tropicales tienen un contenido de fósforo nativo muy limitado. No es el tipo de fertilizante de fosfato sino la concentración absoluta de Cd lo que debe ser la base para su aplicación.
20. Usar fertilizantes nitrogenados y potásicos debido a que normalmente tiene muy bajo contenido de Cd y de preferencia abonos compuestos como el 20-20-20 (N-P₂O₅-K₂O, verificando el análisis de metales pesados. Suelos bien provistos de nutrientes tienen menos probabilidad de bioacumular cadmio.
21. La aplicación de enmiendas (CO₃ Mg, Vinaza, Zeolita, Humus, carbón vegetal, SO₄Ca, Cachaza y SO₄Zn), dependiendo de las características de los suelos influyen en la disminución de las concentraciones de Cd en los granos de cacao.
22. La aplicación de vinaza, subproducto de la industria de la caña, como fertilizante líquido es fuente de potasio, promueve la instalación de hongos que forman micorrizas en las raíces del árbol del cacao incrementando la eficiencia en la nutrición de fosforo e inmovilizando el cadmio.
23. La cal y la torta de caña de azúcar presentan mayor potencial para reducir el flujo del Cd en el perfil del suelo. La zeolita es otra opción en suelos con alto contenido de arena y la apatita en suelos de textura arcillosa.
24. La aplicación de biochar ha demostrado reducir la biodisponibilidad del cadmio en los granos de cacao. Las tasas de reducción son comparables al encalado y tiene una influencia aditiva al encalado. Sin embargo, el carbón activado o el biochar es una enmienda costosa para el suelo y no es rentable para los agricultores que cultivan cacao.
25. Los genotipos con baja bioacumulación de cadmio identificados pueden utilizarse como portainjertos en la producción de material de propagación para reducir la absorción de cadmio.

ETAPA DE POSTCOSECHA

26. El escurrido del mucílago durante 12 horas redujo significativamente el contenido de cadmio en las almendras de cacao CCN-51. La cantidad de mucílago evacuado de los granos de cacao, no afectó la calidad física u organoléptica del cacao al momento de la evaluación.
27. Asegurarse que los granos no se contaminen con humo, o con gases procedentes de los secadores o de vehículos.
28. Durante el almacenamiento se debe impedir la contaminación de los granos por derrames de combustibles, gases de escape o humos.

APÉNDICE III**DOCUMENTO DE ANTECEDENTES****(Para información)****INTRODUCCIÓN**

1. El cadmio (Cd) es un metal pesado que puede alcanzar el suelo de forma natural o por actividades antropogénicas. No se encuentra en la naturaleza en su estado puro. La actividad volcánica es la principal fuente natural de liberación de Cd a la atmósfera (U.S.E.P.A citada por Sarabia 2002), y las rocas sedimentarias y los fosfatos marinos son otras fuentes naturales de este metal. Su estado de oxidación más común es +2, por cuya afinidad química se asocia con hierro (Fe), zinc (Zn), plomo (Pb), fósforo (P), magnesio (Mg), calcio, (Ca) y cobre (Cu) a través de su capacidad de intercambio catiónico. Las concentraciones de Cd en el suelo dependen principalmente de su pH, que controla su solubilidad y movilidad. La mayoría de metales en el suelo tienden a estar más disponibles en pH ácido lo que incrementa la toxicidad para las plantas (Chicón. 2006). El Cd es un metal pesado tóxico para seres bióticos, persistente en el suelo y su biodisponibilidad cambia en la forma en que se encuentra en el suelo. El Cd es absorbido y bioacumulado por los árboles de cacao (*Theobroma cacao L*), lo que resulta en algunos casos en niveles inaceptablemente altos en los granos de cacao que requieren medidas para reducir su absorción en los suelos.
2. Es deseable una mayor adsorción de cadmio en la superficie de las partículas del suelo, teniendo en cuenta que esto reduce la movilidad de este contaminante en su perfil y, consecuentemente su impacto ambiental. La concentración de metales pesados (Cd) en la solución del suelo y, en consecuencia, su biodisponibilidad y movilidad se controlan principalmente mediante reacciones de adsorción y desorción en la superficie de los coloides del suelo (Kabata-Pendias y Pendias, 2001). En referencia a los factores del suelo que afectan la acumulación y disponibilidad de metales pesados, Miliarium (2009) citado por Cargua (2010), menciona: pH, textura, material orgánico, óxidos e hidróxidos de Fe y Mn, Carbonatos, Salinidad y capacidad de intercambio catiónico. Singh y Oeste 2001, citado por Carrillo, M (2010) mencionan que las técnicas de inmovilización de metales pesados en los suelos, basadas esencialmente en los fenómenos de adsorción, dependen de la naturaleza, concentración y estado físico-químico del contaminante y de las características del suelo. Aún más, el proceso biogeoquímico que controla la movilidad y disponibilidad de cadmio en el suelo depende de la Precipitación-disolución, Complejidad de quelación-disociación, Mineralización-asimilación, Protonación-desprotonación, Formación de ligandos metal-orgánicos y Reacción química de óxido reducción. Asimismo, la importancia relativa de cada proceso depende del tipo de suelo y su pH, temperatura, humedad y estado de la materia orgánica y está sujeta a efectos rizosféricos.
3. Gutiérrez E. y León C. 2017 reportan que la Confederación Alemana de Confiteros (BDSI) contactaron a la Embajada de Colombia en Alemania para informar sobre la problemática de los residuos de metales pesados en el Cacao, en especial de la existencia de Cadmio en las importaciones provenientes de América Latina y recomendaron determinar el nivel de cadmio en los suelos de cultivo y en el grano de cacao; concluyendo, que si los niveles de cadmio en el grano exceden el valor de 0,5 mg/kg se recomienda investigar los orígenes del cadmio en los cultivos a fin de tomar las medidas necesarias.
4. El Código de prácticas sobre medidas aplicables en el origen para reducir la contaminación de los alimentos con sustancias químicas (CXC 49-2001) reporta que la ventaja de eliminar o corregir la contaminación de contaminantes químicos medioambientales (que incluye al Cd en cacao) en su origen, es que el enfoque preventivo es más eficaz en reducir o eliminar el riesgo de efectos adversos para la salud y requiere menores recursos para el control de alimentos y evita el rechazo de productos alimenticios; aún más, enfatiza que es importante ejercitar preocupación a lo largo de toda la cadena de producción – procesamiento y distribución ya que la inocuidad de los alimentos y la calidad en otros aspectos no puede ser "inspeccionado" en el producto al final de la cadena.
5. Resolución Ministerial (R. M.) de Perú. Ministerio de Agricultura y Riego. Perú 2018. Mediante la R.M. N° 0451-2018-MINAGRI <http://minagri.gob.pe/portal/resoluciones-ministeriales/rm-2018?start=65> se aprueba el documento denominado "Lineamientos de muestreo para la determinación de niveles de cadmio en suelos, hojas, granos y productos derivados de cacao" que tiene como objetivo establecer los métodos referentes para el muestreo de cadmio en suelos, hojas, granos y productos derivados de cacao, con un lenguaje uniforme, de acuerdo a los protocolos nacionales e internacionales, que permita a nivel nacional obtener una línea de base oficial, en las diferentes instituciones del estado y privadas, con la finalidad de poder planificar adecuadamente las medidas de mitigación y control del cadmio en

las zonas cacaoteras donde se haya verificado que existen concentraciones en granos de cacao que están por encima de lo establecido en los estándares tanto nacionales como internacionales. Este documento fue elaborado en el marco de la implementación de la Estrategia Cooperación en el País del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (EIP-IICA), con las opiniones aprobadas de las instituciones que forman el "Grupo Técnico Nacional de Cadmio en Cacao" integrado por la Dirección General Agrícola -DGA, Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios DGAAA, Autoridad Nacional del Agua - ANA, el Servicio Nacional de Sanidad Agraria – SENASA y el Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA del Ministerio de Agricultura y Riego de Perú, con la participación de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA – Ministerio de Salud del Perú) precisa las claves de muestreo de: suelos, hojas de plantaciones de cacao, granos de cacao, Cd en el agua de zonas agrícolas cacaoteras, productos derivados del cacao (pasta de cacao, polvo y chocolate; así como, la acreditación de laboratorios y métodos de análisis por entidades a nivel nacional o internacional.

6. La Resolución Ministerial presenta los factores que determinan la absorción de cadmio por las plantas, como se observa a continuación:

Cuadro N° 1. Factores edáficos y del cultivo que determinan la absorción de cadmio en las plantas:

Factores	Efecto en la absorción de cadmio por las plantas
Factores edáficos. Incluyen la textura del suelo y la actividad microbiológica de la lista	
1. pH	La absorción se incrementa cuando disminuye el pH (suelos ácidos)
2. Salinidad del suelo	La absorción se incrementa con la salinidad.
3. Cantidad de cadmio	La absorción se incrementa con la concentración de Cd
4. Micronutrientes	La deficiencia de zinc y manganeso aumentan su absorción
5. Macronutrientes	Puede incrementar o decrecer la absorción
6. Temperatura	Alta temperatura incrementa la absorción
Factores del cultivo	
7. Especies y cultivares	Verduras>raíces>cereales>frutos Se lee: Las verduras absorben más que las raíces, las raíces absorben más que los cereales, y los cereales absorben más que los frutos
8. Tejido de la planta	Hoja>grano>frutos y raíces comestible
9. Edad de la hoja	Hojas viejas>hojas jóvenes

Fuente: (McLaughlin, Mike. 2016)

Además, la materia orgánica del suelo también tiene una influencia, a mayor materia orgánica del suelo menos absorción. El cacao en el sistema agroforestal puede tener valores de Cd más bajos (Gramlich 2017), pero se requiere más trabajo para confirmarlo.

También se sugieren algunas estrategias para la mitigación de cadmio en el cacao.

7. Para evitar la bioacumulación de cadmio en los granos de cacao se requiere la implementación de diferentes estrategias considerando las particularidades de cada sistema agroecológico y sistema de producción (orgánica y convencional), de manera que su conjunto contribuya a mitigar los niveles de cadmio en aquellas plantaciones que lo requieran.

De acuerdo a los trabajos de investigación disponibles se recomienda:

En plantaciones nuevas:

8. Instalar las plantaciones en suelos agrícolas que tengan menos de 1,4 mg/kg de Cd total. (CCME del Canadá, 1999; DS 011-2017 MINAM Perú). Además, los límites para el Cd en el suelo en nuevas plantaciones deberían estar relacionados con las propiedades del suelo: la arcilla, los óxidos de Fe y Mn y la materia orgánica, y Zn serían importantes en las decisiones del lugar de instalación.
9. Utilizar un diseño de plantaciones mixtas (agroforestales) con diversas variedades de cacao y con diferentes tipos de sombra (plátanos, inga, etc.), adaptadas a cada ambiente ecológico, en vez de monocultivo de cacao, sin sombra. Gramlich (2017) demostró que podría haber un efecto positivo, sin

embargo, se necesita más investigación en este campo. El representante de la Asociación de Exportadores ADEX – Perú expresa que según evaluación de fincas ya en producción, el sistema agroforestal funciona bien en los primeros 2-3 años de plantación, pues las plantas jóvenes desarrollan mejor bajo sombra, lo que le ayuda a resistir mejor los periodos de sequía naturales de la zona. En plantas adultas la sombra favorece la proliferación de enfermedades (moniliasis y escoba de brujas). Fuentes: <http://www.senasa.gob.pe/senasa/moniliasis-del-cacao/>; http://www.agrobanco.com.pe/wp-content/uploads/2017/07/010-f-cacao_CULTIVOS.pdf.

10. Instalar las plantaciones en áreas alejadas de carreteras o tomar medidas para prevenir el contacto de los cacaotales con los gases que emite la combustión de los vehículos porque pueden contener cadmio. Así mismo, se ubicarán en áreas alejadas de botaderos de las ciudades o de zonas mineras. Al respecto, en las granjas grandes de cacaotales, las carreteras deben ser una consideración importante y estar espaciadas 200 metros aparte (SMIARC *Technoguide* 2014). La FDA de EE.UU. comenta que el tráfico automotriz no es una fuente práctica de Cd. y que los neumáticos son muy bajos en Cd pero muy ricos en Zn y no hay riesgo de Cd. También indica que durante un período comprendido entre la década de 1970 y aproximadamente el año 2000, algunos radiadores de automóviles utilizaron soldaduras de Cd, pero han dejado de usar Cd. Debido a que la gasolina no contiene Cd, los gases de escape no causan la contaminación de Cd. La FSVO de SUIZA enfatiza que desde el área minera el agua contaminada, los sedimentos podrían ser el problema lejos del centro minero ya que, dependiendo del tamaño de la partícula emitida, la distancia de deposición puede estar lejos de la fuente emisora.
11. La FDA de los EE.UU. comenta que en nuevas plantaciones se debe considerar el uso de cultivos de cobertura como las leguminosas perennes. Estos cultivos de cobertura mejoran la materia orgánica del suelo. Los cultivos de cobertura pueden proteger el suelo de la erosión y reducir la pérdida de nutrientes, mejorando así la productividad del suelo a través de una mayor disponibilidad de nutrientes esenciales y la reducción de la toxicidad de metales pesados.

En plantaciones ya instaladas: Estrategias para inmovilizar el cadmio en el suelo y disminuir su disponibilidad en el suelo:

12. Incrementar los niveles de Zn y Mn en el suelo. Se ha demostrado que cuando hay deficiencia de estos micronutrientes el cadmio tiene más probabilidades de ingresar a la planta y al grano del cacao. El análisis científico arroja que el desbalance entre los micronutrientes y el cadmio tiene un gran impacto en la absorción de cadmio y el alto contenido de cadmio en el grano de cacao. Para las plantaciones "orgánicas", no hay fuentes comerciales "orgánicas" de Zn, excepto los minerales molidos, pero los minerales contienen Cd en aproximadamente el 1% del contenido de Zn y no deben utilizarse como fertilizantes Zn "orgánicos". Además, puede ser posible que la aplicación de ZnSO₄ u otras sales solubles de Zn o quelatos en las hojas de los árboles de cacao puedan ser capaces de inhibir la transferencia de Cd a los frutos. Se ha demostrado que los aerosoles de Zn reducen la translocación de Cd a varios granos en las pruebas de campo. La capacidad del aerosol de Zn para inhibir el movimiento de Cd a los frutos de cacao podría evaluarse mediante un ensayo de campo de varios años. La acción del aerosol de Zn en las hojas es independiente de los posibles efectos del uso de fertilizantes de Zn para inhibir la absorción de Cd por las raíces (tenga en cuenta nuevamente la necesidad de incluir piedra caliza para contrarrestar la acidificación resultante de la aplicación de ZnSO₄ u otras sales de Zn a los suelos).
13. Aplicar niveles de encalado en bajas dosis (3 Tm/ha/año) y de preferencia dolomita [CaMg(CO₃)₂] para incrementar gradualmente el pH e incorporar calcio y magnesio que son esenciales para el crecimiento del cacao y pueden precipitar al cadmio disminuyendo su biodisponibilidad. Esto requiere mayor investigación debido a que existen variedades de cacao que crecen bien en suelos ligeramente ácidos, y podrían verse afectadas por el incremento del pH? Varios estudios de métodos para elevar el pH de las capas de suelo subsuperficiales han encontrado que la combinación de materia orgánica biodegradable con productos de cal permite que el metabolismo de la materia orgánica proporcione una manera de obtener la lixiviación de la alcalinidad en el suelo subsuperficial (Brown *et al.* 1997; Tester, C.F. 1990; Liu y Hue *al.* 2001; y Tan *et al.*, 1985). Aún más, ajuste los niveles de cal en base al análisis de suelo de un laboratorio de análisis reconocido. El Cd en suelos no puede ser obligado a precipitar, excepto en suelos altamente calcáreos. En cambio, elevar el pH hace que el Cd del suelo sea absorbido más fuertemente por los óxidos de Fe y Mn y la materia orgánica en el suelo, debiendo evitarse el sobre encalado. La FSVO (Oficina de veterinaria e inocuidad alimentaria) de Suiza menciona que no se publican investigaciones de campo en plantaciones existentes para mostrar la dosis, etc., y su efecto sobre la absorción de Cd y la concentración de Cd en el grano.
14. Un experimento de campo que duró 18 meses, fue ejecutado para evaluar la eficacia del encalado sobre el pH, biodisponibilidad de Cd en suelos y su asimilación por tejidos de cacao, concluyó que la remediación mediante el encalado de suelos contaminados con cadmio para reducir su asimilación

parece viable, basados en los resultados de laboratorio y pruebas de campo en Trinidad y Tobago. (Gideon Ramtahal *et al.* 2018).

15. Incrementar el contenido de materia orgánica del suelo y mejorar su actividad microbiológica utilizando fertilizantes o abonos orgánicos tales como estiércoles tratados de ganado estabulado en granjas, compost, bocashi, entre otros. Para esta acción es importante conocer previamente los contenidos de cadmio en los insumos a utilizar: El Cuadro N° 2 muestra aportes estimados, rango mínimo a máximo de Cd agregados a suelos agrícolas por diferentes fuentes (mg/kg) y el Cuadro N° 3 exhibe la concentración de cadmio en rocas. El FDA de los EE.UU. menciona que, si hubiera otros datos disponibles en los cuadros, por ejemplo, la mediana o la media, esto proporcionaría información adicional sobre la influencia de las prácticas agrícolas en las concentraciones de cadmio.

Cuadro N° 2: Aportes estimados de metales pesados agregados a suelos agrícolas por diferentes fuentes (mg/kg): Rangos mínimos a máximos.

Metal pesado	Fertilizantes fosfatados	Fertilizantes Nitrogenados	Fitosanitarios	Estiércol	Lodos de aguas residuales
Cd	0,1- 170	0,05 – 8,5	1,38 – 1,94	0,3 – 0,8	2 – 1500

Fuente: Sánchez, 2003; Mico, 2005; Peris, 2006; Delgado, 2008. Citados por Rueda, Rodríguez y Madriñán, 2011

Cuadro N° 3: Concentración de cadmio en rocas

Tipo de roca	Rango mg/kg	Promedio mg/kg
Rocas ígneas		
Riolitas	0,03 – 0,57	0,230
Granitos	0,01 – 1,60	0,200
Basaltos	0,01 – 1,60	0,130
Rocas sedimentarias		
Esquistos y arcillas	0,017 - 11	-
Esquistos negros	0,30 – 219	-
Piedras areniscas y conglomerados	0,019 – 0,4	-
Carbonatos	0,007 – 12	0,065
Fosforitas	<10 - 980	-
Carbón	0,01-300	-
Yacimientos minerales de azufre		
Esfalerita (Szn)	0,02 – 0,4 (<5%)	-
Galena (Spb)	<0,5%	-
Tetrahedrita –Tennartita	0,24%	-
Metacinnabar (Hgs)	11,70	-

Fuente: Alloway, 1995

16. Respecto a la actividad microbiológica, el efecto de los microorganismos en la disminución del ingreso de cadmio en el cacao está bien documentada: Bravo *et al.* (2018) y Revoredo, A. y Hurtado, J. (2018), quienes han demostrado que inóculos microbianos son efectivos en cultivos de cacao.
17. Evitar la fertilización con fertilizantes fosfatados y roca fosfórica sedimentaria debido a que suelen tener como impureza el cadmio, siendo este menor en las fosforitas de origen ígneo. Smolders (2017) expresa que para una producción exitosa de cacao es vital agregar fertilizantes con fósforo porque los suelos tropicales tienen un contenido de fósforo nativo muy limitado. No es el tipo de fertilizante con fósforo, sino la concentración absoluta de Cd lo que debe ser la base de orientación. Según se informa, estas plantaciones tienen niveles muy bajos de P disponible para las plantas de acuerdo a los estudios publicados sobre la fertilidad del P en el suelo, por lo que los fertilizantes con P pueden ser útiles para aumentar el crecimiento y, por ende, la dilución del aumento de Cd en las plantas. La UE, los EE.UU. y muchas otras naciones tienen límites de Cd en fertilizantes fosfatados, incluidos los fosfatos de roca que pueden venderse comercialmente. Smolders (2017) resume los mejores consejos actuales sobre los límites apropiados de Cd para los productos fertilizantes que contienen Fósforo. Además, expresa

que un problema importante en las naciones latinoamericanas y caribeñas que producen cacao es la falta de verificación de Cd en los productos fertilizantes y de la regulación estricta del contenido de Cd en los fertilizantes. Tales regulaciones deben ser desarrolladas y aplicadas en los fertilizantes de cacao.

18. Utilizar fertilizantes nitrogenados y potásicos debido a que normalmente tienen muy bajos contenidos de cadmio y de preferencia abonos compuestos como el 20-20-20 (N-P₂O₅ y K₂O), verificando el análisis de metales pesados. Está demostrado que en suelos bien provistos de nutrientes las probabilidades de bioacumulación del cadmio son menores. Hay que enfatizar que no se deben usar en plantaciones de cacao orgánico.
19. Preparación y uso de carbono activado, utilizando diferentes tipos de materiales, de preferencia locales (biomasa residual o rastrojos) se puede aplicar para disminuir la disponibilidad de cadmio en el suelo por el mecanismo de adsorción. Sin embargo, el carbón activado o biochar son enmiendas caras para el suelo y probablemente no son económicas para las plantaciones de cacao, especialmente para las mas pequeñas. Se debe tener presente que no se debe utilizar en plantaciones de cacao orgánico.
20. Aplicar vinaza (sub producto de la industria de la caña), fertilizante líquido rico como fuente de potasio, además puede promover la instalación de hongos que forman micorrizas en las raíces del cacaotal para incrementar la eficiencia en la nutrición de fósforo en este cultivo, da protección contra enfermedades, inmoviliza el cadmio e incrementa la resistencia a la sequía.
21. Utilizar micorrizas de preferencia nativas de la zona y otros biorremediadores que "capturen" el cadmio presente en el suelo para que no se encuentre disponible para el cacao.

Fito extracción de metales pesados (Cd).

22. Es una técnica que consiste en sembrar plantas (árboles, arbustos, herbáceas, cultivos de cobertura) en suelos contaminados con metales pesados con la finalidad de extraerlos a través del sistema radicular y transferirlo hacia la masa foliar, la cual es cosechada e incinerada para convertirla en cenizas (450°C) para decidir si va a confinamiento o a un laboratorio de química analítica o industrial para que se puedan reutilizar estos metales. Cabe mencionar que la aplicación de esta técnica requiere contar con un sistema implementado de bioseguridad para evitar que los follajes sean utilizados para alimentación o como piensos. Chaney, R.L y Baklanov. 2017 reportan que desafortunadamente, las especies de plantas con una demostrada acumulación de Cd muy alta no están adaptadas a los ambientes tropicales. Y el sembrar otro cultivo bajo los árboles de cacao la recolección de la biomasa sobre el suelo a ser eliminada anualmente debido al Cd sería difícil en dichas plantaciones.

23. Manejo agronómico del cultivo de cacao.

El manejo agronómico eficiente del cultivo es importante: la poda, la densidad (número de plantas por hectárea), los sistemas de sombra, el régimen de humedad en el suelo, la forma de aplicación de fertilizantes y enmiendas, dosis y momentos de realizar estas labores permiten que el metabolismo del cacao sea el adecuado y existirá menos probabilidades de que el cadmio ingrese por las raíces, porque normalmente este metal se bioacumula en mayores cantidades en suelos de baja fertilidad, arenosos, pobres en materia orgánica, bajos en concentraciones de zinc y manganeso, fuertemente ácidos (pH < 5.5) y con un mal manejo.

24. Cuando la fisiología del cacao es adecuada la producción y funcionamiento de enzimas van a favorecer sus procesos metabólicos normales, disminuyendo la bioacumulación del cadmio en los granos del cacao ya que existen mecanismos de autodefensa de las plantas frente a los contaminantes que se activan cuando las plantas están sanas y bien nutridas. A continuación, en el Cuadro 4 se presenta una relación de condiciones de suelo y aguas que favorecen la bioacumulación de cadmio en los granos de cacao y las medidas de mitigación propuestas:

Cuadro 4. Condiciones de suelo y agua que favorecen la bioacumulación de Cd en los granos de cacao

<p>Condiciones de suelo y agua que favorecen la bioacumulación de cadmio en los granos de cacao</p> <p>La FDA de los EE.UU. indica que es muy poco probable que las aguas de riego con solución salina sean un problema en la producción de cacao y Cd. Es apropiado proporcionar una advertencia sobre los altos niveles de cloruro en el agua de riego, los fertilizantes y otras enmiendas del suelo. Y es específicamente el cloruro del suelo, no la salinidad, lo que provoca una mayor acumulación de Cd en todas las especies de plantas. Además, los consejos sobre el pH del suelo deberían ser más específicos. Las encuestas sobre las propiedades del suelo en las plantaciones de cacao en varias naciones informaron un pH del suelo tan bajo como 4,5 que promovió fuertemente la acumulación de Cd (ver la lista de publicaciones a continuación). Los suelos en la zona de enraizamiento deben ser encalados para alcanzar un pH de 6,5 si es necesario reducir los niveles de Cd de cacao. Y si el suelo tiene niveles naturalmente altos de Cd, los suelos deben ser encalados para minimizar la acumulación de Cd, u otros cultivos deben sembrarse.</p>	<p>Medidas de mitigación propuestas</p>
Suelos de baja fertilidad natural	Fertilizar el suelo con buen contenido de nutrientes
Bajo contenido de materia orgánica en el suelo	Incrementar la materia orgánica (> 4% MOS).
Baja concentración de Zn y Mn	Incorporación de Zn y Mn
Suelos arenosos	Evitar sembrar en suelos arenosos de preferencia utilizar suelos francos a arcillosos
Aguas salinas (2 mS/cm) con alto contenido de cloruros. En la unidad mencionada S significa Siemens.	Tratar el agua para bajar su salinidad y disminuir los cloruros
Suelos fuertemente ácidos	Encalar los suelos hasta niveles moderadamente ácidos a neutros

25. **Áreas de siembra:** Como prevención, la siembra de los árboles de cacao debe realizarse en áreas donde no haya mucho contenido de Cd, por lo que los suelos agrícolas no deben tener más de 1,4 mg / kg de Cd (CCME del Canadá, 1999; DS 011-2017 MINAM Perú).

DEFINICIONES

26. **Adsorción, absorción y desorción:** Adsorción física, química o por intercambio es un concepto que alude a la atracción y retención que realiza un cuerpo en su superficie de iones, átomos o moléculas que pertenecen a un cuerpo diferente. Absorción es un término que hace referencia al amortiguamiento ejercido por un cuerpo ante una radiación que lo traspasa; a la atracción desarrollada por un sólido sobre un líquido con la intención de que las moléculas de éste logren penetrar en su sustancia; a la capacidad de un tejido o de una célula para recibir una materia que procede de su exterior. Desorción es el proceso de remover una sustancia absorbida o adsorbida.
27. **La capacidad de intercambio de cationes (CEC)** es una medida de la capacidad del suelo para

mantener iones cargados positivamente. Es una propiedad muy importante que influye en la estabilidad de su estructura, la disponibilidad de nutrientes, su pH y su reacción a los fertilizantes y otros mejoradores (Hazleton y Murphy 2007). Los componentes de arcilla mineral y materia orgánica del suelo tienen sitios cargados negativamente en sus superficies que absorben y mantienen los iones cargados positivamente (cationes) por la fuerza electrostática. Esta carga eléctrica es fundamental para el suministro de nutrientes a las plantas porque existen muchos nutrientes como cationes (por ejemplo, magnesio, potasio y calcio).

28. **Proceso de secado:** Secado de granos de cacao bajo la luz solar o en secadores mecánicos/solares (o una combinación de ambos) para reducir el contenido de humedad y estabilizarlos para el almacenamiento.
29. **Fermentación:** proceso destinado a degradar la pulpa e iniciar cambios bioquímicos en el cotiledón por enzimas y microorganismos inherentes del entorno de la finca.
30. **Enmiendas del suelo:** se refiere a cualquier material agregado al suelo para mejorar sus propiedades físicas y químicas. Las aplicaciones de las enmiendas dependen de las características de los suelos. Las enmiendas informadas en los estudios para la elaboración de este COP fueron: carbonato de magnesio, vinaza (un subproducto de la producción de alcohol a partir de caña de azúcar), zeolita (minerales que destacan por su capacidad para hidratar y deshidratar de manera reversible, siendo altamente adsorbentes); Humus (sustancia compuesta por ciertos productos orgánicos que provienen de la descomposición de desechos orgánicos por organismos y microorganismos benéficos); carbón vegetal o biochar; sulfato de calcio, cal, cachaza (subproducto de la caña de azúcar), sulfato de cinc, dolomita (carbonato de calcio y magnesio), vermicompost, caña de azúcar, torta de almendra de palma, roca fosfórica, materia orgánica.
31. **Validación:** Obtención de evidencia de que una medida de control o una combinación de medidas de control, si se implementa adecuadamente, es capaz de controlar el peligro para un resultado específico. (CAC/RCP 1-1969) apoyada por la CAC/GL 69-2008.
32. **Muestreo:** Procedimiento empleado para tomar o constituir una muestra. Los procedimientos empíricos o puntuales son procedimientos de muestreo que no se basan en estadísticas y se utilizan para adoptar una decisión acerca del lote inspeccionado. (CAC/GL 50-2004)

MEDIDAS DE PRODUCCIÓN DE CAMPO HASTA LA COSECHA PARA PREVENIR Y REDUCIR LA CONTAMINACIÓN POR CADMIO EN CACAO

33. Es importante conocer las fuentes de cadmio y la distribución de cadmio en el suelo. Varias encuestas de suelo-planta de Cd en países latinoamericanos han encontrado un enriquecimiento sustancial de Cd en algunos de los suelos nacionales utilizados en la producción de cacao. El Cd algo más alto en el suelo superficial que en los suelos subsuperficiales podría surgir tanto de la aplicación de fertilizantes (particularmente productos de fosfato), como de las emisiones de aerosoles de fuentes industriales. El enriquecimiento natural del metal del suelo puede surgir de la mineralización (tanto Zn como Cd) que se enriquecen cerca de las minas de Zn, Cu y Pb (relación Cd: Zn típicamente de 0,005 a 0,01 $\mu\text{g Cd} / \mu\text{g Zn}$). La roca marina de esquisto puede producir Cd con una alta proporción de Cd: Zn que tiene una mayor disponibilidad de plantas que el tipo de contaminación del mineral Zn. Y se ha encontrado que varias áreas en América Latina tienen una contaminación de Cd local significativa e incluso extrema por estas fuentes de lutita marina (Garrett *et al.*, 2008); algunos de los suelos jamaicanos tienen Cd más alto que Zn, un evento extremadamente raro; donde el Cd está por encima de los niveles de fondo (por ejemplo, 0,2-0,5 mg Cd/kg de suelo seco), otros elementos (Zn) ayudan a aclarar la fuente. Los suelos desarrollados a partir de depósitos de fosfato son ricos en P, Cd y Zn con una proporción típica de Cd: Zn de 0,1. Por lo tanto, al menos se deben medir los niveles de Zn y P de los suelos sospechosos con Cd alto para ayudar a aclarar la fuente. Garrett, R.G., A.R.D. Porter, P.A. Hunt y G.C. Lalor. 2008.
34. Los análisis de suelo deben ser un requisito para que los actuales y los nuevos productores que se dedican al cultivo de cacao identifiquen los suelos y agua con niveles más bajos de cadmio. Aquellas áreas con niveles más altos deben designarse para otros tipos de cultivos comerciales, como el café o aquellas plantas con una menor absorción de cadmio. La Asociación de Exportadores del Perú - ADEX expresa que el café y el cacao se producen en diferentes pisos ecológicos, por lo que no se puede sugerir cambiar las plantaciones de cacao por café. El café de calidad crece por encima de los 1000 metros sobre el nivel del mar - <http://www.minagri.gob.pe/portal/especial-iv-cenagro/24-sector-agrario/cafe/204-cafes-especiales-en-el-peru> y el cacao entre los 300 a 900 msnm - <https://www.sierraexportadora.gob.pe/programas/cacao/que-significa.php>. La FSVO de Suiza manifiesta que el muestreo del suelo también se debe abordar, ya que los contenidos de Cd no son homogéneos. Además, factores como el pH o la materia orgánica del suelo también deben ser considerados. Dávila, C. b (2018) para la caracterización de los suelos contempla en sus análisis: pH, conductividad eléctrica, carbonato de calcio, materia orgánica, fósforo, potasio, análisis mecánico

(arena, limo, arcilla), clase textural, Capacidad de intercambio de cationes, cationes cambiables (Ca, Mg, K, Na, Al + H), suma de cationes, suma de bases, saturación de bases).

35. Para el análisis de Cd podrán utilizarse varios métodos no incluidos en el CODEX STAN 228/2001, pero el método seleccionado debe satisfacer los criterios de desempeño requeridos para los niveles máximos sobre 0,1 mg/kg establecidos en el Manual de procedimiento de la Comisión del Codex Alimentarius que son los mismos que los establecidos en la regulación de la Unión Europea (EFSA, 2009) para límite de detección (LOD), límite de cuantificación (LOQ) y precisión. La recuperación debe tener un intervalo de 80% 110 %.
36. Utilice los resultados de los análisis de suelo para determinar si existe la necesidad de aplicar fertilizantes y/o enmiendas del suelo para asegurar un pH adecuado y la nutrición de las plantas para evitar el estrés de las plantas, especialmente durante la etapa de desarrollo de las semillas, salvo que el productor pueda probar que su plan de acción propuesto reduce el riesgo a niveles permisibles. Se puede decir que el cacao es una planta que prospera en una amplia diversidad de tipos de suelo. La PSVO de Suiza indica que hay muy poca información disponible basada en la ciencia. van Vliet y Giller 2017, revisando la Nutrición Mineral del Cacao, establece que entre las restricciones de producción que enfrentan los productores de cacao esta la limitación de nutrientes. En su revisión, recopila los conocimientos actuales sobre el ciclo de los nutrientes en los sistemas de producción de cacao, el requerimiento de nutrientes del cacao y la respuesta a la aplicación de fertilizantes en relación con factores como el manejo, el clima y las condiciones del suelo.
37. Los suelos que presentan mayor capacidad de intercambio catiónico (59,0 – 60,6 meq/100g) tendrían mayor capacidad de fijar metales (Cargua, J. *et al.* 2010). La FDA de los EE.UU. comenta que el "CEC 59,0 a 60,6 meq/100 g" no parece ser correcto. La CEC típica de los suelos de cacao es <15 en la literatura publicada. Los suelos arenosos tienen una CEC baja, algunos tan bajos como <5. Además, no es la CEC per se lo que reduce la fito disponibilidad de Cd, es el área de superficie de los óxidos de Fe y Mn y la capacidad de quelación de la materia orgánica que adsorbe Cd y reduce la fito disponibilidad. Las arcillas en suelos de CEC más altos generalmente están recubiertas con óxidos hidratados de Fe y Mn, por lo que las arcillas se correlacionan con la adsorción de Cd.
38. Cargua, J. *et al.* 2010 cita a Miliarium (2009) quien también observó que la arcilla tiende a adsorber a los metales pesados que quedan retenidos en sus posiciones de cambio y que, por lo contrario, los suelos arenosos carecen de capacidad de fijación de los metales pesados los cuales pasan rápidamente al subsuelo y pueden contaminar los niveles freáticos.
39. Antes de la cosecha, asegúrese de que todo el equipo, que se utilizará para la cosecha, el secado, la limpieza y el almacenamiento de los cultivos, se encuentren en buen estado de funcionamiento y se limpie lo más posible los residuos, granos y polvo de los cultivos. Una avería del equipo durante este período crítico puede causar pérdidas en la calidad de los granos y aumentar la aparición de cadmio. Asegúrese de que el equipo necesario para las mediciones del contenido de humedad esté disponible y calibrado.
40. Cosecha: evite cosechar frutos de cacao inmaduros, ya que tienen una pulpa sólida sin mucílago y los granos de cacao son difíciles de separar de la vaina y no fermentan adecuadamente.
41. Fertilización: El uso de fertilizantes fosfatados a largo plazo ocasiona niveles elevados de Cd en las capas arables el suelo (IPCS 2010); aunque la FDA de EE.UU. comenta que es importante mantener una adecuada fertilidad de P para que los árboles no atrasen su crecimiento por el bajo contenido de P y acumulen alto Cd en los árboles atrofiados. Es mejor recomendar el uso de fertilizantes con P con límites de Cd en los productos. Lo que se necesita es asegurar las regulaciones que regulan el muestreo, el monitoreo y la aplicación de los límites de fertilizantes con P. Dichos límites también pueden ser necesarios para los productos fertilizantes con Zn, ya que algunos productos derivados de los fertilizantes Zn derivados de subproductos contienen mucho más Cd que cualquier fertilizante fosforado.
42. Rentabilidad de las medidas mitigación de Cd: El tratamiento de suelos contaminados con metales mediante la inmovilización con enmiendas químicas tales como la dolomita, piedra caliza pueden proporcionar alternativas menos costosas y viables para reducir la disponibilidad de metales (Trakal *et al.* 2011). La producción se incrementa porque se reduce la limitación de nutrientes para el cacao. La FDA de EE.UU. comenta que también se puede utilizar estiércol de establos (o cualquier fuente orgánica baja en metales pesados). Aún más, comunicación personal de Investigadores Internacionales participantes en el Foro (MINAGRI - IICA 2018) enfatizaron que el uso de dichas enmiendas químicas incrementa la producción del cultivo de cacao. La producción se incrementa porque se reduce la limitación de nutrientes.
43. La Guía de Manejo Fitosanitario y de Inocuidad en el Cacaotal (MINAGRI-SENASA-IICA, 2017),

menciona que, el manejo del cultivo de cacao con sistema agroforestal, disminuye la concentración de cadmio. De otro lado, permite brindar servicios ambientales diferenciados a la sociedad, constituye una alternativa ambiental y contribuye en la mitigación del cadmio. Ver "Uso de recursos forestales maderables y no maderables del sistema agroforestal cacao" (Theobroma cacao L.) https://www.academia.edu/28727375/USO_DE_RECURSOS_FORESTALES_MADERABLES_Y_NO_MADERABLES_DEL_SISTEMA_AGROFORESTAL_CACAO_Theobroma_cacao_L._USE_OF_TIMBER_FOREST_RESOURCES_IN_THE_CACAO_Theobroma_cacao_L._AGROFORESTRY_SYSTEM

Medidas validadas aplicadas en países productores de cacao y obtenidas con apoyo de países industrializados:

44. Colombia

El Comité Nacional del Codex Alimentarius de Colombia en atención a la carta circular CL 2018/73-CF remitió la información solicitada con la siguiente información:

Resumen de la medida demostrada: Estudio de la diversidad microbiana asociadas a suelos cacaoteros con presencia de cadmio (Cd) y evaluación de su potencial biorremediador.

Descripción de la medida: Caracterizar las poblaciones asociadas a suelos cacaoteros con presencia de Cd y evaluar el potencial de biorremediación de algunos microorganismos aislados, tanto a nivel laboratorio como en bioensayos en invernadero. Se emplearán técnicas de cultivo-dependiente (aislamiento, caracterización fenotípica y genotípica y análisis del potencial de la actividad biológica) y técnicas de cultivo-independiente (técnicas de secuenciación de última generación [NGS] y análisis de genes marcadores (RNAr 16S) que son complementarias entre sí y permiten, de una parte, estudiar la diversidad estructural de estas comunidades microbianas y de otra, permiten realizar una bioprospección de los organismos aislados. Para la caracterización de los microorganismos implicados, se emplearán métodos de microbiología cultivo dependiente y técnicas moleculares para dilucidar la identidad y características de las especies implicadas en el proceso.

Ubicación del estudio: "Finca 1 pH suelo ácido/ alto [Cd] total suelo. Finca 2 pH ácido suelo y bajo [Cd] total suelo. Finca 3 pH suelo neutro/básico y alto [Cd] total suelo. Finca 4 pH suelo neutro/básico y bajo [Cd] total suelo

Finca: 1 Latitud: 06-55-24,3 Longitud 073-28-40,5

Finca 2: Latitud: 06-53-10,2 Longitud 073-23-13,8

Finca 3: Latitud: 06-54-143 Longitud 073-22-156

Finca 4: Latitud: 06-54-494 Longitud 073-44,1-178

El estudio se inició en el año 2015 y finalizará el año 2019.

Área de estudio y tamaño de parcela: Total de árboles 3 200, aproximadamente 3,5 Ha.

Las variedades de cacao en estudio son: ISC95, ISC60-39, CCN51, nuevas variedades (SYS).

Tiempo de plantación: Finca 1: 15-20 años, Finca 2: 40-50 años, Finca 3: 5-10 años, Finca 4: 6-80 años.

Fecha de muestreo con respecto a la aplicación de la medida: Semestre I, 2017. Tres muestreos por finca, espaciados aproximadamente cada dos meses.

Numero de muestras tomadas: Un total de 12 muestras (tres muestras por finca). Cada muestra compuesta se conformó a partir de submuestras (n = 18), seleccionando al azar durante el recorrido en Zigzag, árboles de cacao con buen estado fitosanitario, limpiando la superficie del terreno (bajo la gotera del árbol) e introduciendo un barreno a la profundidad indicada. Para la recolección y manejo final de las muestras, se siguió la NTC 4113-6 (2). Cada muestra compuesta (2 Kg).

Concentraciones de Cd en las muestras: La concentración de Cadmio en suelo es variable, se encontraron muestras con cantidades de 44 mg/100 gr de muestra, hasta 0,01 mg/100 gr. Esto es el antes. El después aún no se ha desarrollado. El FDA de los EE.UU. menciona que las concentraciones enumeradas son confusas: 44 mg/100 g es 440 ppm que estaría muy altamente contaminado; pero "hasta 0,01 mg/100 g" es igual a 0,1 mg/kg, lo que sería una concentración de suelo Cd relativamente baja.

45. Colombia, Gutiérrez E. y León C. 2017:

Estudio "Evaluación de enmiendas con el objeto de solucionar los problemas de concentraciones de Cd en suelo y grano seco". Año 2010 a 2012- Santander: Se precisan los siguientes detalles:

Se siguieron las **Directivas de Kelley** para la clasificación de suelos contaminados con cadmio; cuyos valores en mg/kg suelo seco varían de:

Valores típicos para suelos no contaminados	Contaminación ligera	Contaminación	Contaminación Alta	Contaminación inusualmente alta
0 – 1	3 – 5	5 – 10	10 – 20	> 20 Comentario de la FDA, EE.UU.: Estos rangos sugeridos de Cd en diferentes clases de contaminación del suelo son confusos. Los suelos con más de 1,0 mg Cd / kg ya son inusuales. Los suelos de fondo generalmente se definen como 0-0,7 por algunos autores. Y como se señaló anteriormente, cuando los suelos son ricos en Cd pero no en Zn, ese Cd del suelo presenta un riesgo mucho mayor que cuando se producen las proporciones normales de Cd / Zn del suelo (ver Garrett <i>et al</i> , 2008; Chaney <i>et al</i> , 2009).

Se tomaron 595 muestras en 59 municipios dentro de 11 provincias.

En las muestras de suelos se efectuaron los siguientes análisis: Químico: Completo + elementos menores a 0 -30 cm., Físico: Densidad aparente, real y textura por Bouyucos a 0 -30 cm, Cadmio Total y Cadmio disponible a 0 -30 cm y Cadmio Total y Cadmio disponible a 30-60 cm.

En el muestreo de mazorcas se analizaron: Grano de cacao seco con cáscara – almendra y grano de cacao seco sin cáscara – cascarilla.

Laboratorio de servicios - Área: Química analítica se utilizaron: Espectrofotómetros de AA (240FS / 280FS) y Espectrofotómetro (ICP-OES) ICAP 6500 -Thermo Scientific. |

Los resultados obtenidos fueron:

Línea base definida por la concentración total de Cd, presente en los suelos de las zonas cacaoteras: De las 207 muestras analizadas, se encontraron niveles de Cd altamente variables en las diferentes zonas muestreadas (entre 0-1 mg/kg hasta >de 10 mg/kg).

Las muestras de grano de cacao para las cuales existe un límite máximo permitido de cadmio de 0,5 mg/kg: 175 (84,5%) se encontraban por debajo de este límite legal y 32 (15,4%) sobrepasaron el mismo. En estas últimas zonas, se encontró correlación altamente significativa ($r=0,652$ y $p>0,001$) entre el contenido de cadmio del grano con respecto a cadmio disponible en el suelo.

En una evaluación del estado nutricional de los suelos cacaoteros se encontró:

El valor promedio de pH en los municipios cacaoteros es de 5,6 considerado moderadamente ácido, en donde el 40% de los suelos presenta altos contenidos de aluminio intercambiable.

El 76% de los suelos presentan bajo contenido de M.O

El 49% de los suelos cacaoteros presentan deficiencias de fósforo, respuesta comúnmente encontrada en más del 70% de los suelos del país debido a la acidez del suelo.

Con referencia a las bases del suelo potasio, calcio, magnesio y su relación, encontramos que el 85% de los suelos cacaoteros presentan deficiencia de potasio, 16% de los suelos presentan bajo contenido de Mg y 65% de los suelos presentan relación adecuada Ca/Mg.

Se evaluaron los efectos de tres tratamientos (compost y/o biofertilizantes de ECOCACAO), Biofertilizante orgánico (lombrinaza y/o gallinaza) +micorrizas + cal dolomítica, y una combinación de cal dolomítica, fuente fosfórica, fuente potásica, suelo micorrizado y abono orgánico. Fue realizado en seis fincas en parcela de experimentación de aproximadamente 1 200 m² (144 árboles de cacao)

Los niveles de aplicación de cada una de las fuentes de fertilización son Cal dolomítica (1,5-2,5kg/planta), Potasio (300-350 gr/planta), Fosforo (35-50 gr/planta) y Materia orgánica (350 gr - 1 kg/planta) y suelo micorrizado (20:1).

Para la presencia de cadmio total y disponible en suelos, en almendra de cacao y tejido foliar (hojas), el análisis de varianza no identifica diferencias entre los tratamientos en los municipios evaluados.

46. Ecuador

SENESCYT (2011). Proyecto: Recuperación de suelos contaminados por la presencia de cadmio en las áreas más contaminadas de las provincias de Manabí, Santa Elena y El Oro. Se precisan los siguientes detalles:

El estudio se realizó de julio de 2012 a diciembre de 2014.

Las muestras se tomaron en la Provincia El Oro, localidad Pasaje y en la finca Rio Grande; Provincia Península de Santa Elena, localidad Cerecita, finca La Mejor y en la provincia Manabí, localidad Canuto y finca Experimental. Las parcelas experimentales contenían 20 plantas cada una, de las cuales se identificaron seis plantas centrales para monitorear en el tiempo los contenidos de Cd.

Se evaluaron ocho enmiendas: Co3Mg, Vinaza, Zeolita, Humus, carbón vegetal, SO4Ca, Cachaza y SO4Zn; aplicadas en dos dosis en las variedades de Cacao CCN51 en las provincias de Santa Elena y El Oro y en la variedad Nacional en la provincia de Manabí.

La aplicación de las enmiendas se realizó dependiendo de las características de los suelos.

Resultados obtenidos:

En la Península Santa Elena, El Oro y Manabí, el suelo respondió a la aplicación de 1 Tm/Ha y 2 Tm/Ha de las ocho enmiendas, ya que se logró reducir los contenidos de Cd, significativamente en las cuatro profundidades evaluadas (0-5cm, 6-10 cm, 11-15 cm, y 16-20 cm) en comparación con los contenidos del testigo (tratamiento sin aplicar enmienda).

En el suelo de la Península Santa Elena, la aplicación de la dosis de 1 Tm/Ha de Humus y Sulfato de Calcio disminuyó los contenidos de Cd de 1,76 mg/kg presente en el testigo a 1,10 mg/kg de Cd en los primeros 5 cm del suelo. Con la aplicación de 2 Tm/Ha se redujo de 1,76 mg/kg presentes en el testigo a 1,02 mg/kg al utilizar carbón vegetal.

De manera general se observó que todas las enmiendas aplicadas al suelo influyeron en la disminución de las concentraciones de Cd en las almendras de cacao. Al finalizar el estudio se determinó que el sulfato de calcio y la cachaza lograron reducir en 46 y 44%, respectivamente, las concentraciones de cadmio en las almendras de cacao en la Península de Santa Elena.

En El Oro cuando se aplicó 1 Tm/Ha de vinaza los contenidos de cadmio en el suelo se reducen de 4,87 mg/kg a 2,38 mg/kg y cuando se aplicó 2 Tm/Ha la zeolita baja estos contenidos a 2,29 mg/kg.

Para el caso de El Oro las enmiendas dolomita y la vinaza bajaron el 48 y 45% los contenidos de cadmio en las almendras de cacao, respectivamente.

En Manabí el testigo presentó 1,35 mg/kg de Cd en los primeros 5 cm del suelo disminuyendo paulatinamente a medida que aumenta la profundidad. Con 1 Tm/Ha. el carbonato de calcio se logró bajar los contenidos a 0,57 mg/kg y con la dosis alta (200 kg/ha) de sulfato de zinc se redujo los contenidos a 0,59 mg/kg.

Finalmente, en Manabí todas las enmiendas con excepción del carbonato de magnesio tuvieron similar comportamiento reduciendo en un 30%, los contenidos de cadmio en las almendras de cacao.

47. En Brasil,

Carrillo, M., *et al.* 2010. Efecto de diferentes acondicionadores en la movilidad de cadmio en dos latosoles brasileños. Los detalles del estudio son:

El objetivo del estudio era evaluar el movimiento de Cd en el perfil del suelo afectado por la adición de tres acondicionadores orgánicos (vermicompost, torta de caña de azúcar y de almendra de palma torta y tres minerales (piedra caliza, apatita y zeolita), en dos Oxisoles brasileños ("Tiro de Guerra" y Tres Marías) de textura arcillosa y media, respectivamente, para conocer la retención del Cd en los suelos, utilizándose el método de columnas de lixiviación.

Resultados

La cal y la torta de caña de azúcar presentan mayor potencial para reducir el flujo del Cd en el perfil del suelo.

Alternativamente, otra opción es la zeolita, en suelos con alto contenido de arena y la apatita en suelos de textura arcillosa.

48. En Bélgica

La International Confectionery Association con sede en Bruselas en sus comentarios en respuesta a la Carta Circular CL 2018/73-CF sobre Investigaciones en mitigación hace referencia a un estudio realizado del 2014 al 2017 en el Centro de Investigación del Cacao, Universidad de West Indies y apoyado por el Fondo de Investigación Conjunta de la ECA/ CAOBISCO/FCC, el cual lleva a un mejor entendimiento de los diferentes factores que afectan la disponibilidad del Cd y la absorción del metal.

Se han propuesto tres posibles soluciones para la mitigación:

Injertar plantas con portainjertos de bajo contenido en cadmio.

Obtener nuevas variedades que no sean tan propensas a la absorción de cadmio

Modificar los suelos para reducir la absorción de cadmio por las plantas.

De otro lado, en el resumen de las medidas demostradas, especifica:

Los análisis de suelo han demostrado una correlación positiva entre los niveles más altos de cadmio en el suelo y en los tejidos de las plantas y los granos de cacao.

También parece haber una alta correlación entre la absorción de cadmio por las plantas de cacao y la acidez del suelo. Una alta acidez en el suelo generalmente corresponde a un mayor nivel de acumulación de cadmio.

Parece haber alguna correlación entre el uso de fertilizantes fosfatados y la absorción de cadmio por la planta de cacao.

Los granos de cacao de diferentes áreas de cultivo en el mismo país y en diferentes países tienen una amplia gama de niveles de cadmio.

Citando como remediación para las medidas arriba mencionadas, lo siguiente:

Los análisis de suelo deben ser un requisito para que todos los nuevos cultivadores de cacao identifiquen los suelos con los niveles más bajos de cadmio. Las áreas con altos niveles de cadmio deben ser asignadas a otros tipos de cultivos comerciales como café o aquellas plantas con una menor absorción de cadmio. Se debe minimizar el uso de fertilizantes fosfatados.

49. En Bélgica

FOODDRINK EUROPE con sede en Bruselas, en su resumen de las medidas demostradas especifica lo siguiente:

La contaminación con cadmio de los granos de cacao depende en gran medida del contenido de cadmio en el suelo y su biodisponibilidad.

La biodisponibilidad de cadmio depende de:

- pH del suelo
- Contenido de materia orgánica.
- Deficiencia de nutrientes específicos.
- Iones Cl^- en el suelo.

El trabajo del Centro de Investigación del Cacao apoyado por el Fondo de Investigación Conjunta de la FCC/CEA/CAOBISCO se está enfocando en la gestión de todos los parámetros mencionados, excepto los iones Cl^- en el suelo.

Los métodos más eficaces desarrollados hasta ahora son el encalado de suelos por debajo de pH 5,5.

Se ha demostrado que aumentar el pH en 1 unidad reduce el cadmio del grano en 1/10

La aplicación de biochar también ha demostrado reducir la biodisponibilidad del cadmio en los granos de cacao. Las tasas de reducción son comparables al encalado y tiene una influencia aditiva al encalado.

La contaminación con cadmio de los granos de cacao también es una función de la variedad de cacao. En el **estudio de CRC** mencionado anteriormente, se han identificado 10 genotipos con baja bioacumulación de Cd que pueden reducir los niveles de Cd en granos en siete veces.

Además de las medidas anteriores que reducen la contaminación del grano con cadmio, debido a la contaminación geológica natural del cacao, la contaminación de los suelos puede provenir de:

- Fuentes de fertilizantes contaminadas.
- Agua de riego contaminada.
- Agua de inundación contaminada.

Cualquier contaminación adicional debe evitarse mediante una cuidadosa selección de fertilizantes, agua de riego y la prevención de inundaciones y cita como descripción de la medida

Manejo del pH del suelo mediante encalado.

Como primer paso, deben registrarse los siguientes parámetros del suelo: cadmio total, biodisponibilidad del cadmio, pH del suelo, composición física del suelo, contenido de materia orgánica y capacidad de intercambio de cationes con el apoyo de laboratorios certificados. Sobre la base de este requisito se puede calcular el encalado y dependiendo de su efectividad se pueden ajustar las tasas de encalado.

En la segunda fase del proyecto se están realizando ensayos de campo para determinar aún más la efectividad del uso de cal y biochar, incluida la frecuencia de aplicación y las metodologías de aplicación. Se están investigando parámetros adicionales como la disponibilidad de nutrientes y la productividad.

Los genotipos con baja bioacumulación de cadmio identificados en nuestro estudio (Lewis *et al.*, 2018) pueden utilizarse como portainjertos en la producción de material de propagación para reducir la absorción de cadmio.

Se están realizando estudios adicionales en experimentos hidropónicos para comprender si las diferencias observadas por Lewis *et al.* 2008 se deben a diferencias en la morfología de la raíz o a la genética. Las variedades bioacumuladoras de bajo contenido de cadmio se están probando como portainjertos por su eficacia.

50. Perú

García, J. y García L. 2018. Selección genética contra la acumulación de cadmio.

Con la finalidad de estudiar la cinética de la acumulación de metales pesados, cadmio (Cd) y plomo (Pb) en diferentes clones de cacao buscando identificar aquellos con reducida acumulación en órganos vegetativos y reproductivos, se ejecutó este ensayo durante junio-noviembre, 2017 en la Estación Tulumayo, Tingo María.

El material genético (clones) del cacao elegido fue el resultado de un proceso de selección individual-hibridación-selección genealógica, llevado a cabo por el Programa de Mejoramiento Genético del Cacao iniciado en 1995 y dirigido por el Dr. Luis García, profesor principal de Universidad Nacional Agraria de la Selva - Tingo María, Huánuco (Perú).

Con la excepción del clon C-60 (selección en el campo de agricultor) de San Martín; los otros clones están identificados y tienen sus respectivas genealogías y ya fueron caracterizados morfoagronómicamente por el Dr. Luis García, (2012) en el Catálogo de Cultivos de Cacao del Perú.

En el siguiente cuadro se presentan sus genealogías correspondientes. Los clones S-8 y S-12 son hermanos completos (híbridos biclonales) del cruce IMC-67 x EET-228 de los grupos genéticos Forastero Alto Amazónico x (Nacional x desconocido). El clon S-23 es un híbrido biclonal del cruce entre 2 clones de Forasteros Alto Amazónicos, uno de Iquitos y el otro de Cusco. El clon S-28 es un híbrido biclonal del cruce entre un clon trinitario con un clon de Forastero de la Alta Amazonía de Ucayali.

N°	CÓDIGO	GENEALOGÍA
1	S-8	(IMC-67 x EET-228)
2	S-12	(IMC-67 x EET-228)
3	S-23	(IMC-67 x U-68)
4	S-28	(ICS-1 x SCA-6)
5	S-60	SELECCIÓN EN CAMPO AGRÍCOLA

El Dr. García, L. investigador, manifiesta que el artículo científico está en preparación y será sometido para

su publicación en inglés en dos revistas, una brasileña y otra inglesa. Asimismo, con relación a otros estudios complementarios o más profundos, expresa que están en mente a través del equipo de investigadores de la UNAS, pero no se podría ejecutar si antes no se consigue el financiamiento

51. Perú

Dávila, C. a. 2018. Paquete tecnológico para disminuir el contenido de cadmio en los granos de cacao.

La Cooperativa Agroindustrial Cacao Alto Huallaga (CAICAH) realizó el diagnóstico del Cd de los granos de cacao de sus asociados; determinándose un contenido promedio de 0,84 ppm.

Hasta la fecha, la CAICAH, ha venido desarrollando una serie de tecnologías a nivel de campo, para disminuir el contenido de cadmio en los granos de cacao. Al cabo de dos años de investigación podemos mencionar las tecnologías más eficientes para tal fin:

Encalado del suelo (pH menor de 5,5). En suelos ácidos el Cd presenta una mayor disponibilidad y puede ser fácilmente absorbido por las plantas. El encalado proporciona calcio a la solución del suelo, el cual presenta un antagonismo con el Cd; además permite incrementar el pH, aumentando las cargas negativas del suelo y por ende facilita la adsorción y complejidad del cadmio en el suelo poniéndolo no disponible para las plantas. Los materiales de encalado que se pueden utilizar para incrementar el pH del suelo, pueden ser: cal agrícola [$\text{Ca}(\text{OH})_2$, SiO_2 , CaSO_4], cal apagada [$\text{Ca}(\text{OH})_2$], dolomita [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$]. El área de proyectos de la CAICAH evaluó el efecto de la dolomita en la disminución del cadmio de los granos de cacao, se usó tres tratamientos (1,80 kg de dolomita/planta, 2,70 kg do/planta y 3,60 Kg dolomita/Planta obteniéndose los siguientes resultados al cabo de un año 0,52 ppm, 0,47 ppm y 0,45 ppm, respectivamente de cadmio en grano de cacao, sin cascara, utilizando el método oficial 999.11-AOAC. **Conclusión:** La aplicación de dolomita en las plantaciones de cacao disminuye el contenido de cadmio en los granos. Efecto positivo.

Aplicación de materia orgánica (compost, gallinaza, humus, estiércol, etc.)

La materia orgánica gracias a sus grupos funcionales (OH, COOH, NH₂, CONH₂, CO, quinonas, etc.) de las sustancias húmicas, reacciona con el Cd, dando lugar a complejos de Cd o quelatos; de esta forma el Cd puede quedar en posición no disponible para las plantas. La materia orgánica proporciona carbono a los microorganismos del suelo, hecho que permite incrementar la población microbiana y su actividad enzimática; los microorganismos del suelo permiten: precipitar, secuestrar, volatilizar y complejizar el cadmio. Además, la materia orgánica permite incrementar la capacidad de intercambio catiónico, favoreciendo la adsorción del Cd en el suelo. Se puede utilizar compost, gallinaza, humus, estiércol, etc.; las cantidades de estos materiales a aplicar por Ha. Dependerá del contenido de materia orgánica (M.O.) del suelo, indicado en el análisis de caracterización; en general el suelo debe manejarse con un nivel medio de M.O. de 3 a 4 %, para conservar las características físicas, químicas y biológicas. El CAICAH evaluó el efecto del compost y la gallinaza en la reducción del Cd en los granos de cacao. Se emplearon los tratamientos siguientes: Compost - dosis de 27 kg/planta o 30,00 Tm/Ha, 54 kg/planta o 60,00 Tm/Ha y 81 kg/planta o 90,00 Tm/Ha; Gallinaza - dosis de 27 kg/planta o 30,00 Tm/Ha, 54 kg/planta o 60,00 Tm/Ha y 81 kg/planta o 90,00 Tm/Ha y Testigo - dosis de 00,00 kg/planta o 0,00 Tm/Ha; al cabo de un año de evaluación se observa el contenido de cadmio por cada tratamiento de compost 0,08 ppm, 0,17 ppm, 0,11 ppm; de gallinaza 0,09 ppm, 0,22 ppm, 0,28 ppm y en el testigo 0,19 ppm. **Conclusión:** La aplicación de M.O. en las plantaciones de cacao, disminuye el cadmio de los granos, llegando a valores muy pequeños de hasta 0,08 ppm. Los Estados Unidos comentan que el Cd no puede ser volatilizado por debajo de los 800 °C. El Cd del suelo puede ser fuertemente adsorbido, puede ser filtrado, pero no volatilizado. Además, la materia orgánica le permite incrementar la capacidad de intercambio de cationes.

Uso de sulfato de zinc en las fórmulas de abonamiento

El zinc (Zn) tiene un efecto antagónico con el Cd; estudios de Venezuela determinaron que la relación Zn/Cd superior a 1 000 significó una disminución de la adsorción de Cd en las almendras de cacao, determinándose hasta 0,05 ppm.

La CAICH realizó estudios utilizando tres dosis de sulfato de zinc para disminuir el contenido de Cd en granos de cacao, utilizando los tratamientos siguientes: 0,00 kg. de sulfato de zinc/planta, 0,09 de sulfato de zinc/planta, 0,18 de sulfato de zinc/planta y 0,27 de sulfato de zinc/planta. Tras un año de evaluación se obtuvo los siguientes resultados: 1,92 ppm, 1,83 ppm, 1,86 y 1,49 ppm respectivamente. **Conclusión:** El sulfato de zinc tiene un efecto positivo en la disminución del contenido de cadmio de los granos de cacao. La aplicación del sulfato de zinc se realizó con la fertilización balanceada que se ejecuta anualmente a la plantación de cacao, según los requerimientos del cultivo y del suelo (análisis de caracterización).

Tratamiento pos cosecha del grano de cacao

El cacao CCN-51 es un clon con alto contenido de mucilago, superior a los cacaos criollos. Estudios realizados en la CAICH arrojaron cantidades de Cd en el mucilago superiores a la cáscara y el cotiledón. Es lógico suponer que durante el proceso de fermentación del grano podría haber ingreso de Cd del mucilago a los cotiledones. Para esclarecer esta hipótesis se realizó el escurrido del mucilago de los granos de cacao por 24 horas en mallas, antes de ingresar a los cajones fermentadores; obteniendo una reducción del 29,12% del contenido de Cd en los cotiledones con respecto al testigo o control (granos de cacao sin escurrir el mucilago). Los resultados obtenidos sobre contenido de Cd en las almendras de cacao fueron: T1 (Levadura LB', sin escurrido = 0,48 ppm), Testigo (Sin levadura, sin escurrido = 0,46 ppm), T2 (Escurredo 24 horas = 0,33 ppm), T3 (Levadura LB', sin escurrido, lavado de almendra = 0,63 ppm). **Conclusión:** El escurrido del mucilago tuvo un efecto positivo en la disminución del cadmio de los granos de cacao. **Nota:** La cantidad de mucilago evacuado de los granos de cacao, no afectó la calidad física u organoléptica del cacao al momento de la evaluación.

52. Perú

Hurtado, J. 2018. Universidad Peruana Cayetano Heredia. Estudios en cultivo de cacao.

El Centro de Innovación del cacao (CIC) con la Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH) y la Universidad Agraria de La Molina (UNALM) están desarrollando inóculos microbianos para quelación de cadmio. El proyecto se inició en 2015 y termina en julio de 2019.

Se han aislado microorganismos de tres zonas cacaoteras con alto contenido de cadmio y se han seleccionado microorganismos de zonas de café. Se han seleccionado cuatro microorganismos identificados bioquímicamente y por 16S RNAr, mediante bioensayos en plantas indicadoras y plántulas de cacao. Estos microorganismos están siendo evaluados a nivel de campo en el Fundo Verde (Pucallpa) en un área de 3 hectáreas y media. Los resultados estarán disponibles en julio de 2019.

Asimismo, se están realizando estudios metagenómicos de poblaciones de cultivos de cacao mediante técnicas de secuenciación de última generación (NGS), para poder caracterizar la diversidad biológica en estos cultivos y confirmar que la adición de inóculos microbianos no alteraría los géneros mayoritariamente presentes en la rizosfera de estos cultivos. En el futuro se podría postular el rol que estarían teniendo los diferentes grupos microbianos y modulares la actividad de estos de manera más adecuada.

MEDIDAS POSTCOSECHA PARA PREVENIR Y REDUCIR LA CONTAMINACIÓN DEL CADMIO

53. El drenaje del mucilago durante 12 horas en el proceso de fermentación redujo significativamente el contenido de cadmio en los granos de cacao de la variedad CCN-51. Dávila, C. a 2018.

54. Secado: Asegurar que los granos no puedan ser contaminados por humos o gases provenientes de los secadores o de vehículos.

Los granos de cacao deben secarse en una plataforma elevada para que no estén en contacto directo con la tierra, suelo, asfalto o cemento y que no sean accesibles por los animales. CAOBISCO/ECA/FCC.2015

55. Almacenamiento: Garantizar que los almacenes no estén contaminados por derrames de combustible, gases de escape o humos. CAOBISCO/ECA/FCC.2015

56. El riesgo de contaminación de cadmio después de la cosecha durante los períodos de almacenamiento de los granos se puede gestionar de manera más predecible mediante Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y Buenas Prácticas de Fabricación (BPF) que aseguran que los niveles de humedad en el grano almacenado se mantengan por debajo de los niveles que son propicios para mitigar Cadmio según condiciones ambientales presentes en la región. El contenido de humedad de los granos de cacao almacenados debe ser medido periódicamente y mantenido bajo 8 % (CAC/RCP 72-2013).

57. Aunque se practica con algunas compras grandes de granos de cacao, analizar el envío de lotes de granos de cacao antes del proceso debe convertirse en una práctica estándar, para así mezclar granos con niveles más altos de cadmio con granos de niveles más bajos de cadmio. Esta práctica se viene haciendo en algunos países de Sud América. ADEX, agrega que esta práctica es común durante el procesamiento de grano a derivados de cacao, no sólo para disminución de niveles de cadmio, sino, principalmente, para conseguir las características organolépticas solicitadas por el mercado de destino. La representante del Ministerio de Agricultura y Riego del Perú precisa que, en la medida de lo posible, deberá evitarse la mezcla de granos ya que es una solución comercial de corto plazo, pero no se resuelve el problema, se pierde identidad y origen que caracteriza a países productores de cacao fino de aroma. Asimismo, indica que es necesario implantar una trazabilidad del contenido de cadmio.

TEMAS ADICIONALES PLANTEADOS POR LOS MIEMBROS DEL GTE

58. La Confederación Alemana de Confiteros para los productores latinoamericanos (Gutiérrez E y León C. 2017.): Tener presente que el cultivo de cacao es una inversión de largo plazo (para obtener una planta madura se requieren cinco años, luego esta produce por 60 años). Por lo cual se debe advertir a los agricultores para que cultiven en suelos libres (o con bajo contenido) de cadmio. Esto es importante, sobre todo para el cacao tipo CCN51 (nuevo clon desarrollado en Ecuador derivado del cacao tipo "nacional") el cual tiene la desventaja de acumular mayor proporción de cadmio en la planta.
59. Nicaragua recomienda que se estandarice la metodología del muestreo de suelos y aguas, así como los métodos de laboratorios.
60. La FDA de los EE. UU., recomienda que se continúe la investigación de la función de las micorrizas en la reducción de la disponibilidad y la absorción de cadmio, y que es necesario investigar el uso de la fitorremediación en cultivos como el cacao porque hasta la fecha hay poca investigación, y también comenta que el café acumula tanto cadmio como el cacao, aunque hay poca investigación en esta área.
61. El Perú a través de la Universidad Nacional Cayetano Heredia (UPCH) recomienda que se estudie la acumulación de Cd en sistemas de cobertura para brindar asesoramiento sobre plantas excluyentes de cadmio que no aumentan el Cd en los suelos.
62. El Ecuador pone en consideración indicar esfuerzos regionales que se están ejecutando o planificando ejecutar, como por ejemplo está el proyecto con fondos de FONTAGRO.

RECONOCIMIENTO

63. La presidencia del GTE (SENASA Perú) desea destacar los valiosos comentarios de AGROCALIDAD - Agencia de Regulación y Control Fitosanitario y Zoonosanitario - Ecuador, la Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria – ANVISA de Brasil, la Dirección General Agrícola – Ministerio de Agricultura y Riego de Perú, Centro de Innovación de Cacao (CIC), Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH), Universidad Agraria La Molina (UNALM), Ministerio de Fomento, Industria y Comercio de Nicaragua, la U.S. Food and Drug Administration. Center for Food Safety and Applied Nutrition – Estados Unidos de América y el Federal Department of Home Affairs (FDHA). Federal Food Safety and Veterinary Office (FSVO). Division Food and Nutrition – Suiza, Subcomité Mexicano del Codex Alimentarios sobre contaminantes de los alimentos y el Comité del Codex de Malasia sobre contaminantes en los alimentos.

REFERENCIAS

- Alloway, B.J. 1995. Heavy Metals in Soils. Blackie Academic and Professional, London, UK
- Bravo, D., S. Pardo Diaz, J. Benavides Erazo, G. Rengifo Estrada, O. Braissant, C. Leon Moreno. (2018). Cadmium and cadmium-tolerant soil bacteria in cacao crops from northeastern Colombia. *Appl.Microbio.* 124:1175-1194.
- Brown, S., R.L. Chaney and J.S. Angle. 1997. Subsurface liming and metal movement in soils amended with lime-stabilized biosolids. *J. Environ. Qual.* 26:724-732.
- CAOBISCO/ECA/FCC.2015. Cocoa Beans: Chocolate and Cocoa Industry Quality Requirements. September 2015 (End, M.J and Dand, R., Editors).
- CAC/GL 50-2004. Directrices generales sobre muestreo.
- CAC/GL 69-2008. Directrices para la validación de medidas de control de la inocuidad de los alimentos.
- CAC/RCP 1- 1969. Principios generales de higiene de los alimentos.
- CAC/RCP 49-2001. Código de prácticas sobre medidas aplicables en el origen para reducir la contaminación de los alimentos con sustancias químicas.
- CAC/RCP 72-2013. Código de prácticas para prevenir y reducir la contaminación del cacao por ocratoxina A.
- Cargua, J. (2010). Determinación de las formas de Cu, Cd, Ni, Pb y Zn y su Biodisponibilidad en Suelos Agrícolas del Litoral Ecuatoriano. Tesis de grado Ingeniera Agropecuaria. Universidad Tecnológica Equinoccial. Santo Domingo – Ecuador. 1-109 págs.
- Cargua, J., Mite, F., Carrillo, M. y Durango W. 2010. Determinación de las formas de Cu, Cd, Ni, Pb, y Zn y su biodisponibilidad en suelos agrícolas del litoral ecuatoriano. XII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Santo Domingo, 17-19 de noviembre 2010.
- Carrillo, M., Alves R., Matos A., F. Fontes, M. 2010. Efeito de diferentes condicionadores na mobilidade de cádmio em dois latossolos brasileiros. XXXIII Congresso Brasileiro de Ciencia do Solo. Minas Gerais. 31 de julio -5 de agosto de 2010.
- CCME 1999. Canadian Council Minister Environmental. Recommended soil quality guidelines, marzo de 1997, 1999. . <http://www.ccme.ca/ccme/index.html>
- Chaney, R.L y Baklanov. 2017. Phytoremediation and Phytomining: Status and Promise. *Adv. Botan. Res.* 83:189-221.
- Chaney, R.L., C.E. Green, H. Ajwa and R. Smith. 2009. Zinc fertilization plus liming to reduce cadmium uptake by Romaine lettuce on Cd-mineralized Lockwood soil. *Proc. Int. Plant Nutrition Colloquium XVI* (Aug. 25-28, 2009, Sacramento, CA): Paper 1252. (<http://repositories.cdlib.org/ipnc/xvi/1252>)
- Chicón, L. 2006. Especiación de metales pesados en lodos de aguas residuales de origen urbano y aplicación de lodos digeridos como mejoradores de suelos. Investigación Programa Doctorado en Ingeniería Ambiental de la Universidad de Málaga.
- CODEX STAN 228/2001. Métodos de análisis generales para los contaminantes.
- Dávila, C. 2018.a. PAQUETE TECNOLÓGICO PARA DISMINUIR EL CONTENIDO DE CADMIO EN LOS GRANOS DE CACAO. Área de Proyectos. Cooperativa Agroindustrial Cacao Alto Huallaga. Castillo Grande, Tingo María, Perú. Octubre, 2018.
- Dávila, C. 2018.b Cadmio en el cultivo de Cacao. Diagnóstico y Desarrollo de Tecnologías para enfrentar esta amenaza. Área de Proyectos. Cooperativa Agroindustrial Cacao Alto Huallaga. Castillo Grande, Tingo María, Perú.
- EFSA. 2009. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the

European Commission on cadmium in food. The EFSA Journal 980, 1 – 139.

García, J. y García L. 2017. Selección por Hipoacumulación de metales pesados en órganos vegetativos y reproductivos de clones de Cacao (*Theobroma cacao* L). Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Huánuco.

Garrett, R.G., A.R.D. Porter, P.A. Hunt y G.C. Lalor. 2008. The presence of anomalous trace element levels in present day Jamaican soils and the geochemistry of Late-Miocene or Pliocene phosphorites. Appl. Geochem. 23:822-834.

Gideon Ramtahal, Ivan Chang Yen, Alisha Hamid, Isaac Bekele, Frances Bekele, Kamaldeo Maharaj y Lisa Harrynanan (2018). The Effect of Liming on the Availability of Cadmium in Soils and Its Uptake in Cacao (*Theobroma Cacao* L.) In Trinidad & Tobago. Communications in Soil Science and Plant Analysis, DOI: [10.1080/00103624.2018.1510955](https://doi.org/10.1080/00103624.2018.1510955)

Gramlich, A., Tandy, S., Andres, C., Chincheros Paniagua, J., Armengot, L., Schneider, M., Schulin, R. 2017. "Cadmium uptake by cocoa trees in agroforestry and monoculture systems under conventional and organic management". Science of the Total Environment, Volume 580, 15 February 2017, pages 677-686.

Gutiérrez E y León C. 2017. Investigación en Cadmio en COLOMBIA: CADENA DE CACAO. CORPOICA, FEDECACAO, MINAGRICULTURA. Taller Científico Internacional sobre Metales Pesados en Cacao, Lima-Julio 17 a 21 de 2017, organizado por el Ministerio de Agricultura y Riego de Perú y la Organización Internacional del Cacao (ICCO).

Hazelton PA, Murphy BW (2007) Interpreting Soil Test Results: What Do All The Numbers Mean? CSIRO Publishing: Melbourne.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2017. Guía de manejo fitosanitario y de inocuidad en el cacaotal. Soto, E., Mendoza, P., Leyva, C., y Guerrero J.

International Programme on Chemical Safety (IPCS). 2010. Environmental health criteria. EHC 135: Cadmium – environmental aspects.

KABATA-PENDIAS, A. and PENDIAS, H. 2001. Trace elements in soils and plants. 3rd ed.: Florida. CRC Press, 413 p.

Lewis, C., A.M. Lennon, G. Eudoxie and P. Umaharan. 2018. Genetic variation in bioaccumulation and partitioning of cadmium in *Theobroma cacao* L. Sci. Total Environ. 640-641.

Liu, J. And N.V. Hue. 2001. Amending subsoil acidity by surface applications of gypsum, lime, and composts. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 32: 2117-2132.

McLaughlin Mike. 2016. Heavy metals in agriculture with a focus on Cd. Ecuador Soil Congress. CSIRO Land and Water Fertilizer Technology Research Centre, Waite Research Institute, University of Adelaide

MINAGRI – IICA. 2018. Perú. Foro "Factores Asociados a la Bioacumulación de Cadmio en Cacao y sus Estrategias de Mitigación". Ministerio de Agricultura y Riego e Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Lima, Perú – 22 y 23 de noviembre 2018.

Ministerio del Ambiente Perú. 2017. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo. Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM

Principios generales de higiene de los alimentos (CAC/RCP 1- 1969), Anexo HACCP, pero se modificó para aplicarse a todas las medidas de control, si el sistema HACCP se emplea o no.

Resolución Ministerial (R.M.). Ministerio de Agricultura y Riego. Perú. 2018. R.M. N° 0451-2018-MINAGRI del 15 de noviembre de 2018 aprueba "Lineamientos de muestreo para la determinación de niveles de cadmio en suelos, hojas, granos y productos derivados de cacao". Publicada en el Portal Institucional del Ministerio de Agricultura y Riego <http://minagri.gob.pe/portal/resoluciones-ministeriales/rm-2018?start=65>

Revoredo A. y J. Hurtado (2018). Efecto del tratamiento con 3 cepas de estreptomicetos en la acumulación de cadmio en plantas de *Theobroma cacao*. Proceedings of the International Symposium on Cocoa Research 2017. ICCO International Cocoa Organization. Recuperado de: <https://www.icco.org/about->

[us/icco-news/388-proceedings-of-the-international-symposium-on-cocoa-research-2017.html](https://www.icco-news/388-proceedings-of-the-international-symposium-on-cocoa-research-2017.html)

Rueda, G., Rodríguez, J. y Madriñán, R. 2011. Metodologías para establecer valores de referencia de metales pesados en suelos agrícolas: Perspectivas para Colombia. *Acta Agronómica*, Vol. 60, Núm. 3 (2011).

Sarabia, R. 2002. Toxicidad y acumulación de Cadmio en poblaciones de diferentes especies de artemia. Facultad de Ciencias Biológicas. Tesis de Doctorado. Universidad de Valencia, Burjassot Valencia, págs. 1-125

SENESCYT 2011. Secretaria de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación. Informe Técnico Final del Proyecto – PIC-12-INIAP-018: "Recuperación de suelos contaminados por la presencia de cadmio en las áreas más contaminadas de las provincias de Manabí, Santa Elena y El Oro".

SMIARC *Technoguíde 2014*. Cacao Production *Brochure* 1. May 2014. XI-Southern Mindanao Integrated Agricultural Research Center. Department of Agriculture RFU.

Smolders, E. 2017. Scientific aspects underlying the regulatory framework in the area of fertilizers – state of play and future reforms. IP/A/IMCO/2016-19 - PE 595.354. European Union.

Tan, K.H., J.H. Edwards, and O.L. Bennett. 1985. Effect of sewage sludge on mobilization of surface-applied calcium in a Greenville soil. *Soil Sci.* 139:262-269.

Tester, C.F. 1990. Organic amendment effects on physical and chemical properties of a sandy soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 54:827-831.

Trakal, L., M. Neuberg, P. Tlustos, J. Száková, V. Tejnecký, and O. Drábek. 2011. Dolomite limestone application as a chemical immobilization of metal-contaminated soil. *Plant, Soil and Environment* 57:173-179.

Vliet, van J.A. and Giller, K.E. 2017. Mineral Nutrition of Cocoa: A Review. *Advances in Agronomy*, Vol.141, p. 185-270. ISSN 0065-213.

LISTA DE PARTICIPANTES EN EL GTE**Presidencia****Perú**

Ing. Javier Neptalí Aguilar Zapata
 Especialista en Inocuidad Agroalimentaria – Subdirección de Agroalimentación
 Directorado de Insumos Agrícolas e Inocuidad de los Agroalimentos
 Servicio Nacional de Sanidad Agraria – SENASA Perú
 Ministerio de Agricultura y Riego
 La Molina Av. 1915. Lima 12 Perú
 Tel (511) 313-3300 Ext. 2163
 Correo electrónico: jaguilar@senasa.gob.pe

Nombre	Título y posición	Organización	País	Correo electrónico
Jorge Pastor	Ing. Asistente al presidente	SENASA	Perú	jpastor@senasa.gob.pe
Juan Carlos Huiza Trujillo	Secretario Técnico – Comité Nacional Codex	DIGESA	Perú	codex@minsa.gob.pe
Andrew Lartey	Cochair-Contact Point Codex Ghana	Ghana Standards Authority	Ghana	codex@gsa.gov.gh
Israel Vaca	Cochair- Contact Point Codex Ecuador	Agency for Regulation and Phyto and Zoosanitary Control AGROCALIDAD	Ecuador	codexalimentarius@normalizacion.gob.ec israel.vaca@agrocalidad.gob.ec
Silvana Ruarte	Instituto Nacional de Alimentos		Argentina	sruarte@anmat.gov.ar
Punto de contacto Codex Alimentarius	Secretaría de Gobierno de Agroindustria		Argentina	codex@magyp.gob.ar
Luisa Trevisan		Food Standards Australia New Zealand	Australia	
Alejandro Mattos	Jefe nacional de inocuidad alimentaria	SENASAG	Bolivia	ale_matt13@hotmail.com
Javier Chalo Rodríguez	Encargado de gestión de calidad	EL CEIBO	Bolivia	gest.calidad@elceibo.com
Claudio Marcelo Olguín Ribera	Director General de Desarrollo Comercial y Logística Interna	MINISTERIO DE DESARROLLO PRODUCTIVO Y ECONOMÍA PLURAL	Bolivia	olguinma@gmail.com
Nadia Bohemia Pozzo Arancibia	Profesional en Gestión y Evaluación de la Defensa Comercial	MINISTERIO DE DESARROLLO PRODUCTIVO Y ECONOMÍA PLURAL	Bolivia	pozzoarancibia@hotmail.com
Ligia Lindner Schreiner	Risk assessment manager	Brazilian Health Regulatory Agency – ANVISA	Brasil	ligia.schreiner@anvisa.gov.br

Nombre	Título y posición	Organización	País	Correo electrónico
Larissa Bertollo Gomes Pôrto	Health Regulation Specialist	Brazilian Health Regulatory Agency – ANVISA	Brasil	larissa.porto@anvisa.gov.br
Larissa Bertollo Gomes Pôrto	Health Regulation Specialist	Brazilian Health Regulatory Agency – ANVISA	Brasil	larissa.porto@anvisa.gov.br
Al-Mario Casimir, PhD	Agricultural Officer	Division of Agriculture, Botanic Gardens, Roseau, Dominica	Dominica	suburban_da@yahoo.com ; casimira@dominica.gov.dm ; codex@dominicastandards.org
Veerle VANHEUSDEN	Dirección General de Sanidad y Seguridad Alimentaria	European Commission	Unión Europea	Veerle.VANHEUSDEN@ec.europa.eu
Heilyn Fernández Carvajal	Médico Veterinario Oficial	Ministerio de Agricultura y Ganadería, SENASA	Costa Rica	hfernandez@senasa.go.cr
Ana Gabriela Escobar Yáñez	Responsible for Pollutant Monitoring and Control Unit	Agency for Regulation and Control Phytosanitary and Zoosanitary - AGROCALIDAD	Ecuador	ana.escobar@agrocalidad.gob.ec
Ayamba A. Abdul-Malik	Senior Scientific Officer	Ghana Standards Authority	Ghana	aayamba@gsa.gov.gh ; a.yamalik@yahoo.com
Dr. Paul A. Agyemang	Research Manager	Quality Control - Ghana Cocoa Board	Ghana	pagyengo467@yahoo.com ; paul.agyemang@qccgh.org
Mauizzati Purba	Director of Processed Food Standardization	National Agency of Drug and Food Control	Indonesia	codexbpom@yahoo.com
Dr. Linnette Peters	Director Veterinary Public Health and Chair CCCF sub-committee Jamaica	Veterinary Public Health Ministry of Health	Jamaica	petersl@moh.gov.jm
ZHANAR TOLYSBAYE VA	Observer	The Ministry of Healthcare Kazakhstan	Kazajstán	
	Punto de contacto del Codex	Quarantine Policy Division, Ministry of Agriculture Food and Rural Affairs (MAFRA)	República de Corea	codex1@korea.kr
Kim Hyunjung	SPS Researcher, Quarantine Policy Division	Ministry of Agriculture Food and Rural Affairs (MAFRA), Republic of Korea	República de Corea	acceptable@korea.kr
Eom Miok	Senior Scientific Officer, Residues and Contaminants Standard Division	Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), Republic of Korea	República de Corea	miokeom@korea.kr
Lee Yeonkyu	Codex researcher, Food Standard Division	Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), Republic of Korea	República de Corea	codexkorea@korea.kr
Raizawanis Abdul Rahman	Principal Assistant Director	Food Safety and Quality Division Ministry of	Malasia	raizawanis@moh.gov.my

Nombre	Título y posición	Organización	País	Correo electrónico
		Health Malaysia		
Rabia'atulada biah Hashim	Senior Assistant Director	Food Safety and Quality Division Ministry of Health Malaysia	Malasia	adabiah@moh.gov.my
Tania Daniela Fosado Soriano	Punto de Contacto CODEX México	Secretaría de Economía	México	tania.fosado@economia.gob.mx
Carlos Eduardo Garnica Vergara	Enlace de Alto Nivel de Responsabilidad	Gerencia de Asuntos Internacionales en Inocuidad Alimentaria. Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS)	México	cegarnica@cofepris.gob.mx
María Guadalupe Arismendi	Punto de contacto del Codex	COFEPRIS MX	México	codexmex@economia.gob.mx
Juana Castellón	Evaluadora del Registro Sanitario-MINSA	MIFIC Ministerio de Fomento Industria y Comercio	Nicaragua	alimentofortificado@minsa.gob.ni
Miriam Canda	Especialista en Normalización Internacional-MIFIC	MIFIC Ministerio de Fomento Industria y Comercio	Nicaragua	codex@mific.gob.ni
Ing. Agr. Mónica Gavilán Giménez	Dra. en Ingeniería de Alimentos - Especialista en Nutrición en Salud Pública y Seguridad Alimentaria - Especialista en Pos-cosecha - Auditora BPA	Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad Nacional de Asunción	Paraguay	monica.gavilan@agr.una.py gte.sctcontaminates.paraguay@gmail.com
Mirta Carrillo	Química Analítica/ Jefe de Departamento Control de Anabólicos	SENACSA	Paraguay	mirthacarrillo1966@gmail.com
Lucia Klauser	Scientific Officer	Federal Food Safety and Veterinary Office FSVO	Suiza	lucia.klauser@blv.admin.ch
Betul VAZGECER	Punto de contacto	Ministerio de Agricultura y Bosques Dirección General de Alimentos y Control Departamento de Establecimientos de Alimentos y Codex.	Turquía	betul.vazgecer@tarim.gov.tr

Nombre	Título y posición	Organización	País	Correo electrónico
LAUREN P. ROBIN	US FDA	US FDA	Estados Unidos	
Eileen Abt		U.S. Food and Drug Administration Center for Food Safety and Applied Nutrition	Estados Unidos	eileen.abt@fda.hhs.gov
Henry Kim		U.S. Food and Drug Administration Center for Food Safety and Applied Nutrition	Estados Unidos	henry.kim@fda.hhs.gov

Nombre	Título y posición	Organización/observador	Correo electrónico
Dr. Julia Manetsberger	Manager – Food Safety - Quality	Asociación Europea del Cacao	Julia.Manetsberger@eurococoa.com
Catherine Entzminger	Secretario general	Asociación Europea del Cacao	catherine.entzminger@eurococoa.com
Eoin Keane	Manager Food Policy, Science and R&D	FoodDrinkEurope	e.keane@fooddrinkeurope.eu
Nichole Mitchell	Analyst, Ingredient Safety	Grocery Manufacturers Association (ICGMA)	nmitchell@gmaonline.org
ALICE COSTA	Scientific & Regulatory Affairs Senior Manager	ICA – International Confectionery Association	alice.costa@caobisco.eu
Dr. James R. Coughlin;	President & Founder, Coughlin & Associates/IFT Codex Subject Expert to the Codex Committee on Contaminants in Foods/	Institute of Food Technologists (IFT) U.S. A	jrcoughlin@cox.net
Laura MOUT	ISO/TC 34/SC 18 secretary	ISO	laura.mout@nen.nl