

COMISIÓN DEL CODEX ALIMENTARIUS



Organización de las Naciones
Unidas para la Alimentación
y la Agricultura



Organización
Mundial de la Salud

Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Roma, Italia - Tel: (+39) 06 57051 - Correo electrónico: codex@fao.org - www.codexalimentarius.org

Tema 6 del programa

CX/CF 22/15/6

Marzo de 2022

**PROGRAMA CONJUNTO FAO/OMS SOBRE NORMAS ALIMENTARIAS
COMITÉ DEL CODEX SOBRE CONTAMINANTES DE LOS ALIMENTOS**

**Décima quinta reunión
(Virtual)**

9-13 y 24 de mayo de 2022

**CÓDIGO DE PRÁCTICAS PARA PREVENIR Y REDUCIR LA CONTAMINACIÓN POR CADMIO EN LOS GRANOS DE CACAO
(En el trámite 7)**

(Preparado por el Grupo de trabajo por medios electrónicos presidido por el Perú y copresidido por el Ecuador y Ghana)

Los miembros del Codex y los observadores que deseen presentar observaciones en el trámite 6 de este documento deben hacerlo siguiendo las instrucciones descritas en la carta circular CL 2022/15-CF, disponibles en la página web del Codex¹

ANTECEDENTES

1. En la 11.ª reunión del Comité del Codex sobre Contaminantes de los Alimentos (CCCF, 2017), el Perú presentó una propuesta para el desarrollo de un código de prácticas (CDP) para orientar a los Estados miembros y la industria de producción de cacao en la prevención y la reducción de la contaminación por cadmio (Cd) en los granos de cacao durante las fases de producción y procesamiento. El Comité acordó establecer un grupo de trabajo por medios electrónicos (GTE) presidido por el Perú para preparar un documento de debate para debatir la oportunidad de desarrollar dicho CDP y las medidas de reducción de riesgos disponibles para apoyar el desarrollo de un CDP².
2. En la 12.ª reunión (2018) del CCCF, el Perú presentó el documento de debate y destacó la utilidad de distribuir una encuesta para recabar información sobre prácticas validadas en la cadena alimentaria para prevenir y reducir la contaminación por cadmio en el cacao antes de iniciar un nuevo trabajo sobre la elaboración de un CDP. Para obtener esta información, el Comité acordó preparar una circular para la encuesta que se encargaría de distribuir la Secretaría del Codex. Se expresó la opinión de que en las conclusiones únicamente se deben recoger los puntos relevantes para la elaboración del CDP. La Secretaría del JECFA pidió que el Comité prestara especial atención a las medidas de atenuación cuya aplicación fuera viable incluso para pequeños agricultores.
3. EL CCCF, en su 12.ª reunión, acordó restablecer un GTE presidido por el Perú, y copresidido por el Ecuador y Ghana, para seguir elaborando el documento de debate para: i) determinar si las medidas de atenuación disponibles en el momento presente apoyarían el desarrollo del CDP; e ii) identificar el ámbito de aplicación del CDP (por ejemplo, si el CDP cubrirá toda la cadena de producción o solo la producción primaria) partiendo de las respuestas a la encuesta. El GTE debe centrar su trabajo en las medidas de atenuación con rentabilidad y viabilidad demostradas y aplicables en todo el mundo por parte de grandes y pequeños productores³.
4. En la 13.ª reunión (2019) del CCCF, el Perú presentó el documento de debate e indicó que las medidas de gestión de riesgos disponibles hasta la fecha apoyan la elaboración de un CDP durante la producción primaria y en la poscosecha (en concreto, procesos de fermentación, secado y almacenamiento). Tales medidas se han validado como viables, rentables y aplicables en el mundo entero entre grandes, medianos y pequeños productores. En el ámbito de aplicación del CDP no se incluirán prácticas de fabricación/elaboración que sean capaces de reducir eficazmente los niveles de cadmio en los productos elaborados (p. ej. chocolates), puesto que todavía no están disponibles. Sin embargo, en diferentes países se están llevando a cabo estudios para reducir la contaminación

¹ Página web del Codex/Cartas circulares: <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/resources/circular-letters/es/>.
Página web del Codex/CCCF/Cartas circulares:

<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/committees/committee/related-circular-letters/es/?committee=CCCF>

² REP17/CF14, párrs. 154-155

³ REP18/CF13, párrs. 141-146

de cadmio en las diferentes fases de la cadena de elaboración que podrían incluirse en el CDP en el futuro. El CDP ayudará a reducir la contaminación por cadmio en los granos de cacao y sus productos y facilitará la aplicación y el cumplimiento de los niveles máximos de cadmio en el chocolate y en los productos derivados del chocolate.

5. Así pues, el CCCF, en su 13.ª reunión, acordó: i) presentar el documento de proyecto⁴ al 42.º período de sesiones de la Comisión del Codex alimentarius (CAC) para su aprobación como nuevo trabajo; y ii) establecer un GTE, presidido por el Perú y copresidido por Ghana y el Ecuador, para preparar, sujeto a la aprobación por parte de la CAC, en dicho período de sesiones, un proyecto de CDP sobre la base de un documento proporcionado en el Apéndice II de CX/CF 19/13/12, a fin de recoger observaciones y someterlo a examen en la próxima reunión del Comité⁵.
6. La CAC aprobó el nuevo trabajo en su 42.º período de sesiones (2019)⁶.
7. El CCCF, en su 14.ª reunión (2021), consideró el CDP tal como lo preparó el GTE y accedió a⁷ avanzar el CDP a la CAC para su adopción en el Trámite 5 en su 44.º período de sesiones⁸ y reestableció el GTE para que continuara el trabajo sobre el CDP teniendo en cuenta las observaciones generales ofrecidas por el Comité y las observaciones por escrito específicas enviadas al Comité.

CONCLUSIÓN

8. El GTE revisó el CDP tal como lo dispuso el CCCF, en su 14.ª reunión, y preparó una revisión del Código de prácticas para prevenir y reducir la contaminación por cadmio en los granos de cacao para su consideración por parte del CCCF, en su 15.ª reunión, tal como se presenta en el Apéndice I.

RECOMENDACIONES

9. Se invita al CCCF a considerar el CDP tal como se expone en el Apéndice I y determinar su idoneidad para su adopción final por parte de la CAC, en su 45.º período de sesiones (2022) o, de lo contrario, identificar problemas importantes que requerirían una mayor consideración para dar por finalizado el CDP en la 16.ª reunión del CCCF (2023).

⁴ REP19/CF13, Apéndice VIII

⁵ REP19/CF13, párrs. 108-112

⁶ REP19/CAC42 Apéndice V

⁷ REP21/CF14, párrs. 53-59, Apéndice III

⁸ REP21/CAC44, Apéndice IV

APÉNDICE I

PROYECTO DE CÓDIGO DE PRÁCTICAS PARA PREVENIR Y REDUCIR LA CONTAMINACIÓN POR CADMIO EN LOS GRANOS DE CACAO

(Para observaciones)

I. INTRODUCCIÓN

1. El objetivo de este código de prácticas (CDP) es orientar a los países y a la industria de la producción de cacao en la prevención y la reducción de la contaminación de cadmio (Cd) en los granos de cacao durante la producción y el procesamiento en la fase de poscosecha: fermentación, secado, almacenamiento y transporte.
2. El Cd es un metal pesado que entra predominantemente en el medio ambiente a través de actividades antropogénicas como el procesamiento de minerales, la quema de combustibles, la contaminación con residuos industriales y el uso de fertilizantes fosfatados. El Cd también puede entrar en el suelo de forma natural a través de la actividad volcánica, los suelos marinos de *shale*, la erosión, los aerosoles marinos y los fertilizantes con contenido de lodos residuales.
3. El Cd es tóxico y persistente en el suelo (la vida media calculada del Cd en el suelo oscila entre 15 y 1100 años). El Cd es absorbido y bioacumulado por los árboles del cacao (*Theobroma cacao* L) y esto en algunos casos se traduce en niveles inaceptablemente altos en los granos de cacao; en consecuencia, puede ser necesario adoptar medidas para reducir tanto la presencia de Cd en el suelo como la absorción de Cd por parte de los árboles de cacao.
4. El Cd no se encuentra en la naturaleza en estado puro. Su estado de oxidación más común es el +2 y normalmente se encuentra asociado con hierro (Fe), zinc (Zn), plomo (Pb), fósforo (P), magnesio (Mg), calcio (Ca) o cobre (Cu). Las concentraciones de Cd en el suelo dependen principalmente de su pH, que controla su solubilidad y movilidad. La mayoría de los metales del suelo tienden a encontrarse en mayores cantidades en suelos con valores de pH ácidos, lo que incrementa su biodisponibilidad para la asimilación por parte de las plantas.
5. Es deseable una mayor adsorción del Cd en la superficie de las partículas del suelo, ya que esto reduce la movilidad de este contaminante en el perfil del suelo y su biodisponibilidad para los árboles de cacao y, en consecuencia, su impacto ambiental. La concentración de Cd en la solución del suelo y la biodisponibilidad y movilidad del Cd están controladas principalmente por reacciones de adsorción y desorción en la superficie de los coloides del suelo. Entre los factores del suelo que afectan a la acumulación y la disponibilidad de cadmio se incluyen el pH, la textura, el material orgánico, óxidos e hidróxidos de hierro y manganeso, el zinc, los carbonatos, la salinidad y la capacidad de intercambio catiónico.
6. Con un pH alcalino, un contenido elevado de cloruro en el suelo tiende a favorecer la formación de complejos de cloruros que disminuyen la adsorción del Cd en las partículas del suelo, con lo que aumenta en consecuencia la movilidad y la biodisponibilidad del Cd.
7. Con el tiempo, el desarrollo de nuestra comprensión de cómo diversos sistemas de cultivo contribuyen a la contaminación por Cd o la reducen en los granos de cacao se puede usar a fin de desarrollar sistemas integrados para gestionar los niveles de cadmio en los granos de cacao. (P. ej. sistemas de integración de agricultura y silvicultura).
8. El injerto como estrategia genética con variedades de baja acumulación de cadmio puede ser una opción viable en varios tipos de suelo y con diferentes niveles de Cd, pero solo se ha probado experimentalmente para reducir el Cd en los árboles de cacao.
9. Para mitigar los niveles de Cd en los granos de cacao es crucial identificar las zonas de cultivo de cacao con alto contenido de Cd y desarrollar estrategias para abordar este problema.

II. ÁMBITO DE APLICACIÓN

10. El ámbito de aplicación de este código de prácticas es orientar sobre prácticas recomendadas para prevenir y reducir la contaminación por Cd en los granos de cacao antes de su plantación, ya sea en plantaciones de árboles de cacao nuevas o ya existentes, así como durante la fase de producción (a lo largo de las fases de cosecha y poscosecha).

III. DEFINICIONES

- **Biochar-biocarbón** es un subproducto de la pirólisis de la biomasa residual.
- **Grano de cacao:** la semilla del fruto del cacao, compuesta de epispermo (tegumento, testa o cáscara), embrión y cotiledón.

- **Pulpa o mucílago:** sustancia acuosa, mucilaginoso y ácida en la que están incrustadas las semillas.
- **Biodisponibilidad:** la biodisponibilidad de un mineral para las plantas y los suelos puede definirse como su accesibilidad a los procesos metabólicos y fisiológicos normales según la influencia de muchos factores, entre los que se incluyen la concentración total y la especiación de los metales, el pH, el potencial de reducción (redox), la temperatura, el contenido orgánico total (tanto de las fracciones disueltas como de las partículas) y el contenido de partículas en suspensión.
- **Adsorción y absorción:** la adsorción física, química o por intercambio de Cd en las partículas del suelo se refiere a la atracción y la retención que ejerce la superficie de un cuerpo sobre iones, átomos o moléculas pertenecientes a un cuerpo diferente. La absorción se refiere a la atracción desarrollada por un sólido sobre un líquido con la intención de que sus moléculas penetren en su sustancia; a la capacidad de un tejido o una célula de recibir un material que viene del exterior.
- **Cachaza:** subproducto de la caña de azúcar.
- **Capacidad de intercambio catiónico (CIC):** una medida de la capacidad que tiene un suelo para retener iones positivos. Las arcillas minerales y los componentes orgánicos del suelo tienen cargas negativas en sus superficies que adsorben y retienen iones positivos (cationes). Dicha carga eléctrica es crítica para el suministro de nutrientes a las plantas, porque muchos nutrientes existen como cationes (Mg, K y Ca) por la fuerza electrostática.
- **Secado:** los granos de cacao se secan bajo la luz del sol o bien en secadoras mecánicas/solares (o una combinación de ambos) con el fin de reducir el contenido de humedad (a menos del 8 %) y estabilizarlos para su almacenamiento.
- **Fermentación:** proceso destinado a degradar la pulpa o mucílago e iniciar cambios bioquímicos en el cotiledón a través de las enzimas y los microorganismos del entorno de la plantación.
- **Humus:** el componente orgánico del suelo, formado por la descomposición de las hojas y otros materiales de las plantas por parte de los microorganismos del suelo.
- **Enmiendas del suelo:** cualquier material añadido al suelo para mejorar sus propiedades físicas y químicas. La aplicación de la enmienda depende de las características de los suelos, y puede incluir compost, estiércol, sulfato de magnesio, vinaza, zeolita (minerales o adsorbentes que se hidratan y deshidratan reversiblemente); carbón vegetal o biochar; sulfato de calcio, cal, cachaza, sulfato de zinc, dolomita (carbonato de calcio y magnesio), vermicompost, caña de azúcar, torta de palma, fosforita y otras materias orgánicas.
- **Poda:** retirada anual de ramas de árboles de sombra y plantas de cacao que están secas, enfermas o desequilibradas.
- **Sombreado:** cultivo de plantas de cacao con árboles de sombra para reducir la cantidad de radiación solar y viento que llega al cultivo. El sombreado suele ser de aprox. el 50 % durante los primeros 4 años de vida de la planta, después de los cuales el porcentaje de sombra puede reducirse al 25 o al 30 %.
- **Vinaza:** un subproducto de la producción de alcohol a partir de la caña de azúcar.

IV. PRÁCTICAS RECOMENDADAS PARA PREVENIR Y REDUCIR LA CONTAMINACIÓN POR CADMIO EN LOS GRANOS DE CACAO

4.1. Contaminación antes de la plantación - nuevas plantaciones

11. La prevención y la reducción del Cd en el cacao debe empezar con el análisis físico-químico del suelo y formar parte de las prácticas previas al establecimiento de una nueva plantación. El análisis del suelo no está limitado a la medición del Cd, sino que también debe considerar el porcentaje de materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico, el zinc soluble y la clorinidad. Los parámetros físicos de análisis son: % de arena, % de arcilla, % de limo, clase de textura. El análisis químico debe tener en cuenta: pH, % de materia orgánica, % de N total; ppm disponibles de óxidos e hidróxidos de Fe, P, K, Pb, carbonatos de Mn, Cd y Zn; cambiante (cmol (+)/kg) de Ca, Mg, K, Na, Al y H; CEC, camb. bas. %, Ac. Camb. %, y Sat. Al.
12. Las autoridades nacionales o las responsables del control de los alimentos deben considerar la adopción de medidas aplicables en el origen en el *Código de prácticas sobre medidas aplicables en el origen para reducir la contaminación de los alimentos con sustancias químicas* (CXC 49-2011).
13. En nuevas plantaciones, debe considerarse el uso de cultivos de cobertura de leguminosas perennes. Los cultivos de cobertura mejoran la materia orgánica del suelo y pueden proteger de la erosión y reducir la pérdida de

nutrientes, con lo que mejoran la productividad del suelo por una mayor disponibilidad de nutrientes esenciales y reducen la biodisponibilidad de metales.

14. No se ha identificado ninguna recomendación específica sobre los niveles de Cd en las áreas donde crece el cacao. La acidez de los suelos afecta a los niveles de cadmio aceptables. Para un pH del suelo = 7, la concentración de Cd en el suelo podría ser mayor de 1,0 mg Cd/kg.
15. Las aguas de regadío se pueden monitorizar para determinar si son una fuente potencial de Cd, por ejemplo, niveles más altos que los de fondo debido a la contaminación de fuentes puntuales. Como una posible referencia para niveles más altos, la OMS recomendó que el nivel para el agua potable es de 0,005 mg/l.
16. Aunque son conocidas las ventajas del sistema agroforestal, los datos del impacto del mismo sobre los niveles de Cd en comparación con el monocultivo son preliminares. Hay estudios que han comparado de forma sistemática o estadística el sistema agroforestal con el monocultivo y no han detectado ninguna diferencia estadísticamente significativa en cuanto a la asimilación de Cd en los granos de cacao.
17. En el sistema agroforestal, las especies de plantas de sombra más utilizadas con los árboles de cacao son las musáceas (bananas, moles y cambures) para sombra temporal en el establecimiento inicial del cacao y las leguminosas como el poró o bucare (*Erythrina sp.*) y guabas (Ingas) como árboles de sombra permanentes. Se están usando otras especies vegetales de sombra que proporcionan beneficios económicos mayores, como especies madereras (laurel, cedro, abarco (*Cariniana pyriformis*), cenízaro o árbol de la lluvia y terminalia) o frutales (p. ej. cítricos, aguacates, zapote, árbol del pan, palmera datilera). Es aconsejable plantar árboles de sombra cortos y utilizar cítricos o frutales para los límites de las plantaciones de cacao.
18. Instalar las plantaciones en áreas alejadas de carreteras o tomar medidas para reducir la exposición de los cacaotales a las emisiones de los motores de combustión (p. ej. en vehículos), ya que pueden contener cadmio. Igualmente, deben ubicarse en áreas separadas de vertederos urbanos, áreas mineras, áreas de fundición, desechos industriales y aguas residuales de alcantarillado y domésticas, puesto que pueden ser fuentes de Cd.
19. Evitar suelos inundables si las fuentes de agua son un origen incrementado de cadmio.
20. Al realizar nuevas plantaciones se debe recomendar plantar variedades de árboles de cacao que sean menos propensas a la asimilación de cadmio.

4.2. Desde la producción hasta la cosecha

21. Es importante conocer las fuentes y la distribución del Cd en el suelo. En general, hay que tener en cuenta que cualquier enmienda orgánica o inorgánica que se aplique al cultivo debe ser previamente analizada en cuanto a Cd ya que, dependiendo de su procedencia, puede contener Cd y convertirse en una fuente de Cd para los cultivos. Los lodos residuales, las cenizas volantes y los fertilizantes fosfatados pueden tener altas concentraciones de Cd. Los fertilizantes fosfatados aplicados deben contener niveles de Cd bajos, y dichos niveles de Cd se deben evaluar con relación a las concentraciones de fósforo. Para reducir la asimilación de Cd, los fertilizantes fosfatados para los cacaotales deben cumplir los criterios nacionales en relación con la ratio de Cd respecto al fósforo (Cd: P o Cd: P₂O₅).
22. 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.
23. Se deben realizar análisis de caracterización de suelos en plantaciones de cacao por parte de laboratorios acreditados empleando métodos validados que incluyan el uso de materiales de referencia certificados, así como los estándares y la incertidumbre asociada. Además, es muy importante realizar análisis del suelo con métodos reconocidos internacionalmente (por ejemplo, avalados por Codex). Estos métodos deben incluir los adecuados para su uso por parte de los agricultores locales que intentan exportar cacao. Estos análisis de caracterización del suelo no solo deben incluir el Cd, sino también otros nutrientes.
24. El protocolo de muestreo de suelos debe considerar la obtención de muestras representativas de cada finca, ya que el contenido de Cd podría ser variable en la misma zona de producción de cacao. El protocolo debe tener en cuenta las normas internacionales para la toma de muestras en suelos específicamente contaminados con metales. La profundidad del muestreo del suelo en las encuestas y la evaluación de campo es de 0-15 cm, debido a que la hojarasca formada por las hojas y las ramas del cacao contiene un nivel más alto de Cd que el suelo en el que crece, lo que permite que la metabolización de la hojarasca en el suelo añada Cd en la capa superior de 0-5 cm de suelo. La toma de muestras de suelo de 0-15 cm ofrece una medición más representativa del Cd del suelo.
25. En áreas donde los granos de cacao tienen niveles relativamente más altos de Cd, es importante determinar la salinidad del agua de regadío y el suelo (sales con cloruro de Cd), ya que la absorción de Cd por parte de las

plantas se incrementa con las mayores concentraciones de cloruro. No obstante, este efecto es más pronunciado en los suelos alcalinos ($\text{pH} > 7,0$). Por ello, si los niveles de Cd en los granos de cacao son preocupantes y el suelo es alcalino, es importante determinar la conductividad eléctrica del suelo y el agua, que debe ser inferior a 2 mS/cm.

4.2.1 Estrategias para inmovilizar el cadmio en el suelo

26. Cuando el suelo tiene deficiencia de Zn, deben aumentarse los niveles de Zn del suelo. El Cd compite con el Zn en cuanto a la asimilación por parte de las plantas, y es más probable que el Cd entre en las plantas y se acumule en los granos de cacao cuando la concentración de Zn es baja. Además, se recomienda especificar niveles críticos de Zn para los suelos donde crece el cacao.
27. La aplicación de sulfato de zinc se realiza con la fertilización que se ejecuta anualmente en el cacaotal, según los requerimientos del cultivo y el contenido de Zn del suelo. No obstante, si se añade sulfato de zinc en tasas elevadas para inhibir la asimilación de Cd en los suelos con un nivel más alto de Cd (p. ej., 25 kg Zn/ha), podría producirse la acidificación del suelo, lo que requeriría añadir caliza para contrarrestar los efectos de la acidificación.
28. El método más eficaz desarrollado hasta ahora para disminuir la biodisponibilidad del Cd es el encalado de suelos por debajo de pH 6. El encalado es una práctica de gestión del suelo que reduce la asimilación de Cd por parte los árboles de cacao cultivados en suelos altamente ácidos, y su adición también puede mejorar la nutrición y la producción de los árboles de cacao. No obstante, es importante comprobar que la cal no introduce Cd, puesto que la cal contiene niveles variables de Cd.
29. El pH del suelo se debe gestionar con un objetivo de $\text{pH} > 6$, y si los niveles de Cd son un problema para el suelo, es posible que se necesite un pH más alto para reducir la acumulación de Cd por parte de los árboles de cacao.
30. Aplicar cal en bajas dosis (3 t/ha/año), preferentemente de dolomita $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ para incrementar gradualmente el pH e incorporar Ca y Mg, que son esenciales para el crecimiento de los árboles de cacao. Esto puede contribuir a precipitar el Cd y reducir su biodisponibilidad. Debe evitarse el sobreencalado, ya que esto puede reducir la biodisponibilidad de los micronutrientes.
31. Según revelan estudios de campo, una mayor cantidad de materia orgánica del suelo puede incrementar la absorción de Cd en el suelo y contribuir así a reducir el Cd en los granos de cacao. El uso de fertilizantes orgánicos tales como estiércol tratado de ganado estabulado o compost, etc. incrementa el contenido de materia orgánica del suelo y mejora su actividad microbológica.
32. Los fertilizantes fosfatados y la fosforita sedimentaria contienen Cd como impureza. No obstante, para una producción exitosa de cacao es vital agregar fertilizantes de fosfato porque los suelos tropicales tienen un contenido de fósforo nativo muy limitado. Sin embargo, los productores deben controlar la cantidad de Cd en los fertilizantes fosfatados que utilizan o cumplir con los límites nacionales establecidos o impuestos por los gobiernos para los fertilizantes fosfatados. Además, mediante el uso de fertilizantes orgánicos se puede mejorar el contenido de fósforo del suelo, ya que estos fertilizantes muestran una alta biodisponibilidad de fósforo.
33. En general, la fórmula de la ratio del nitrógeno, el fósforo y el potasio (NPK) en fertilizantes aplicables a las cosechas de cacao varía según la edad de la planta y las características del suelo. El contenido de metales pesados de los fertilizantes debe verificarse mediante análisis antes de su aplicación en el suelo a fin de garantizar que el contenido de Cd es bajo.
34. La aplicación de enmiendas del suelo (magnesio, sulfato, piedra caliza dolomítica, vinaza, zeolita, humus, carbón vegetal, sulfato de calcio (CaSO_4), cachaza y sulfato de zinc (ZnSO_4)), que varían dependiendo de las características de los suelos, puede ayudar a reducir las concentraciones de Cd en los granos de cacao.
35. La vinaza es una fuente de K que promueve la instalación de hongos que forman micorrizas en las raíces del árbol del cacao, con lo que incrementa la eficiencia en la nutrición de P e inmoviliza el Cd.
36. La cal y la torta de caña de azúcar pueden reducir la biodisponibilidad del Cd en el perfil del suelo. La zeolita es otra opción en suelos con alto contenido de arena y en suelos de textura arcillosa. La apatita (o fosforita), que puede contener Cd, debe evitarse en la medida de lo posible. Además, la apatita es costosa y puede no ser rentable para los agricultores que cultivan cacao.
37. Se ha demostrado que la aplicación de biochar reduce la biodisponibilidad del Cd en los granos de cacao. Las tasas de reducción son comparables al encalado y tienen una influencia aditiva al encalado. Sin embargo, el biochar es una enmienda costosa para el suelo y no es rentable para los agricultores que cultivan cacao.
38. El biochar y el compost tienen efectos significativos en las características físico-químicas del suelo, la

biodisponibilidad de metales (incluido el Cd) y las actividades de las enzimas en suelos muy contaminados por metales. Por tanto, pueden contribuir a mitigar las concentraciones de Cd en los árboles de cacao.

39. Los genotipos de la planta del cacao identificados con baja bioacumulación de Cd tienen el potencial de ser utilizados para la mitigación del Cd injertando plantas sobre portainjertos con baja asimilación de cadmio y obteniendo nuevas variedades que no son tan propicias a la absorción de Cd.
40. Se ha demostrado de forma experimental que esta cepa de *Streptomyces sp.* resistente al Cd reduce la asimilación de Cd en las plantas de cacao.

4.2.2. Evitar una mayor contaminación del suelo por cadmio

41. Para reducir los aportes de Cd al suelo, se deben retirar del suelo las hojas y los miembros podados de los árboles de cacao y los árboles de sombra, puesto que pueden contener Cd que se puede liberar a las capas superiores del suelo durante la descomposición. Esta práctica debe incluir la retirada de los materiales podados en huertos con altos niveles foliares de Cd.
42. Evitar la aplicación de lodos residuales.
43. Evitar el enterramiento o la incineración de los residuos domésticos, ya que aproximadamente el 10 % de la basura se compone de metales, incluido Cd. Su enterramiento puede contaminar las aguas subterráneas, mientras que la incineración puede provocar contaminación, liberar metales volátiles a la atmósfera y, en consecuencia, contaminar los suelos.
44. Las autoridades nacionales o regionales deben tomar en consideración limitar las principales actividades industriales contaminantes cerca de las plantaciones de cacao, como la minería y la fundición no ferrosas, la industria del metal, el curtido, la combustión de carbón y la fabricación de fertilizantes fosfatados.

4.3 Etapa de poscosecha

45. El proceso de fermentación de los granos de cacao debe ser una práctica importante que todo productor y organización exportadora debe llevar a cabo para desarrollar sabores de chocolate.
46. El escurrido del mucílago mejora la calidad sensorial de los granos de cacao en el proceso de fermentación al reducir su acidez. Los estudios han demostrado que los tiempos de drenaje de mucílago de hasta 12, 24 o 36 horas reducen las concentraciones de cadmio sin afectar a la calidad organoléptica del cacao.
47. Sobre la base de estudios experimentales, un mayor tiempo de drenaje puede reducir el contenido de Cd en unos pocos cultivares de granos de cacao, pero se desconoce el tiempo de drenaje óptimo y este aspecto solo se ha estudiado en unos pocos cultivares. Un tiempo de fermentación mayor que el normal también puede dar lugar a menos Cd, según indican los estudios de investigación, pero se desconoce el tiempo de fermentación óptimo para el Cd.
48. Es una práctica recomendada asegurarse de que durante la fermentación de los granos de cacao estos no se contaminan con humo o con gases procedentes de los secadores, vehículos o descargas industriales.
49. La cepa de *Saccharomyces cerevisiae* es una de las que intervienen en la fermentación del cacao, por lo que aumentar su población durante ese proceso puede mejorar la absorción de Cd y la inocuidad del cacao.
50. Tras la fermentación, los granos de cacao deben secarse en superficies sólidas limpias para evitar que sean contaminados por el suelo.
51. Durante el almacenamiento se debe impedir la contaminación de los granos por derrames de combustibles, gases de escape o humos.

4.4. Fase de transporte

Se recomienda llevar a cabo buenas prácticas para un transporte adecuado:

52. Cubrir las zonas de carga y descarga para proteger el cacao de la lluvia.
53. Garantizar el buen mantenimiento y la limpieza a fondo de los vehículos.
54. Asegurarse de que las lonas/cubiertas estén limpias y no presenten daños.
55. Asegurarse de que los contenedores no se han utilizado para productos químicos o sustancias nocivas, así como que están bien mantenidos y limpios.
56. Asegurarse de que los niveles de humedad sean lo más bajos posible utilizando contenedores ventilados, si se dispone de ellos, y forrados de cartón/papel kraft.

57. Para el cacao embolsado: cargar las bolsas con cuidado y cubrirlas con materiales que absorban la condensación.
58. Para el cacao a granel: utilizar un forro de plástico sellable si es posible y asegurarse de que se mantiene alejado del techo del contenedor.
59. Asegurarse de que los orificios de ventilación de los contenedores no estén obstruidos.
60. Procurar que el cacao no esté expuesto a fluctuaciones de temperatura y que no se almacene cerca de materiales nocivos.

REFERENCIAS⁹

- Un estudio realizado en el Ecuador sobre la correspondencia entre las concentraciones de Cd en el suelo y las concentraciones de Cd específicas en los granos de cacao reveló que el Cd del suelo no debe exceder los 0,4 mg Cd/kg si el suelo tiene un pH = 5,0, a fin de que la concentración media de Cd en los granos de cacao no exceda significativamente un nivel de 1 mg Cd/Kg (véase el párrafo 14).
- Vanderschueren R, Mesmaeker V De, Mounicou S, Marie-Pierre I, Doelsch E, et al., 2020. The impact of fermentation on the distribution of cadmium in cacao beans. *Food Res Int* 127:108743 . doi: 10.1016/j.foodres.2019.108743 (véase el párrafo 46).

⁹ Las referencias se eliminarán de la versión final acordada por el CCCF para su adopción por parte de la CAC.

APÉNDICE II**LISTA DE PARTICIPANTES**

Presidencia

Ing. Javier Neptali Aguilar Zapata
Especialista en inocuidad agroalimentaria - Agrifood Safety Subdirectorato
Directorate of Agricultural Inputs & Agrifood Safety
National Agrarian Health Service – SENASA Peru
Ministry of Agrarian Development and Irrigation
La Molina Av. 1915. Lima 12 Perú

Brasil

Ligia Lindner Schreiner
ANVISA - Brazilian Health Regulatory Agency

Costa Rica

Amanda Lasso Cruz
Codex Secretariat
Ministerio de Economía, Industria y Comercio

Cuba

Roberto Dair García de la Rosa
Public Health Ministry

Ecuador

Ana Gabriela Escobar
AGROCALIDAD

Unión Europea

Doña Veerle VANHEUSDEN, European
Commission,
EU Codex Contact point

Maria GIAPRAKIS
European Union Codex Contact Point
European Commission
DG Health and Food Safety
Unit D2 – Multilateral International Relations

Malasia

Rabia' Atuladabiah Hashim
Ministry of Health Malaysia. Food Safety and
Quality Division

México

Tania Daniela
Secretariat of Economy

Nueva Zelandia

Sarah Guy
Asesora
Ministry of Chemistry for Primary Industries

Nicaragua

Miriam Canda Toledo
Ministerio de Fomento, Industria y Comercio

Perú

Hugo Contreras Nolasco
Coordinador alternativo de la Comisión sobre
Contaminantes en Alimentos
National Agrarian Health Service – SENASA

Carlos Leyva Fernández

Consultor sobre el cadmio en los granos de cacao.

Carmen Rosa Chávez Hurtado

Especialista

General Agricultural Directorate

Ministry of Agriculture and Irrigation

Juan Guerrero Barrantes

Docente especialista en suelos y medio ambiente

National Agrarian University La Molina

Cesar Dávila Zamora

Investigador de metales pesados en cultivos
tropicales

Cacao Alto Huallaga Agroindustrial

Cooperative.Tingo Maria. Huánuco.

Braulio La Torre Martínez

Docente en jefe

Academic Soil Department

National Agrarian University La Molina

Suiza

Doña Lucia Klauser

Directora científica

Federal Food Safety and Veterinary Office FSVO

Martin Müller

Swiss Codex Contact Point

Federal Department of Home Affairs FDHA

Federal Food Safety and Veterinary Office FSVO

International Affairs

Estados Unidos de América

Henry Kim

US FDA

Lauren Posnick Robin

US FDA

Eileen Abt

Experta

US FDA

Doña Debra L. Miller

International Confectionery Association

European Cocoa Association

Lucía Hortelano

EUROPEAN COCOA ASSOCIATION aisbl

Julia Manetsberger

Observadora

European Cocoa Association