

GUÍA

DE MANEJO FITOSANITARIO
Y DE INOCUIDAD EN EL

CACAOTAL

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2017



Guía de manejo fitosanitario y de inocuidad en el cacaotal, está publicado bajo licencia Creative Commons Reconocimiento – Compartir igual 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO) (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>)

Creado a partir de la obra en www.iica.int

El Instituto promueve el uso justo de este documento. Se solicita que sea citado apropiadamente cuando corresponda.

Esta publicación también está disponible en formato electrónico (PDF) en el sitio web institucional en: <http://www.iica.int>

Autores: Erika Soto, Patricia Mendoza, Carlos Leyva y Juan Guerrero

Coordinación editorial: Erika Soto

Fotografías: Erika Soto y Patricia Mendoza

Diseño y diagramación: José Enrique Torres

Impresión: MGS Comercial Gráfica SRL

A photograph of a cacao tree branch with several dark brown, elongated cacao pods hanging from it. The background is filled with lush green leaves, some in sharp focus and others blurred. The lighting is bright, suggesting a sunny day in a plantation.

CONTENIDO

1

PRÁCTICAS RECOMENDADAS PARA EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP) EN EL CACAOTAL

2

PRINCIPALES PLAGAS DEL CACAOTAL Y RECOMENDACIONES DEL MIP

3

PRÁCTICAS RECOMENDADAS PARA ASEGURAR LA INOCUIDAD DEL CACAO

4

ESTRATEGIAS PARA LA MITIGACIÓN DE CADMIO EN EL CACAO





1

1 PRÁCTICAS RECOMENDADAS

PARA EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN EL CACAOTAL

El **Manejo Integrado de Plagas** en el cultivo del cacaotal se basa en el uso de diferentes técnicas o prácticas agrícolas fitosanitarias a lo largo de la producción para mantener a las plagas en niveles que no causen daño económico a los productores.

Un aspecto complementario a considerar, es que mientras mejor sea el manejo tecnológico del cultivo con el desarrollo de las prácticas agrícolas recomendadas mejor será la capacidad de las plantas y menores serán las pérdidas en la producción.

En esta guía enfatizaremos tres tipos de técnicas o prácticas para el control fitosanitario en el cultivo del cacaotal:

- CONTROL CULTURAL
- CONTROL BIOLÓGICO
- CONTROL QUÍMICO

CONTROL CULTURAL

Prácticas para mejorar la ventilación del campo y disminuir la humedad del cacaotal

- Poda adecuada de plantas.
- Manejo de la altura de la planta (3-4 m.).
- Mantenimiento de drenajes.
- Mejora de la nutrición del suelo (fertilización, uso de abonos orgánicos).
- Manejo de sombra.
- Manejo de malezas.

Prácticas para reducir la fuente de inóculo de patógenos e interrumpir el ciclo de desarrollo de las plagas

- Remoción periódica de frutos enfermos e infestados (semanal, quincenal) y su disposición final enterrándolos a un nivel de profundidad adecuado o amontonándolos fuera del campo de cultivo en un lugar con exposición a los rayos solares, colocándoles un plástico encima con los bordes sujetos con piedras.
- Cosecha frecuente de frutos sanos y maduros, evitando su sobremaduración.
- No usar frutos enfermos o aquellos provenientes de plantas enfermas como material de siembra.



1. Poda adecuada de plantas.
2. Preparación de compost - mejora de la nutrición del suelo.
3. Eliminación de frutos enfermos o dañados.
4. Manejo de malezas.
5. Remoción periódica de frutos enfermos e infestados.
6. Disposición final de frutos.



CONTROL BIOLÓGICO

Implica el uso de hongos llamados antagonistas (atacan o afectan a las plagas del cacao). El más importante y más utilizado es *Trichoderma*, porque no afecta a los cacaotales y que aplicado al suelo, tiene efectos positivos en las raíces de las plantas.



CONTROL QUÍMICO

En consideración a la importancia de los polinizadores en los cacaotales, el control químico es una estrategia que debe ser utilizada únicamente cuando los otros métodos pierdan efectividad.

El plaguicida a ser utilizado debe estar registrado en SENASA y debe ser aprobado para la plaga que se quiere controlar.

Antes de utilizarlo, se debe leer en la etiqueta el nivel de toxicidad, las indicaciones para su uso, periodo de carencia, precauciones y primeros auxilios, entre otros.

Las personas que realizarán la aplicación deben estar capacitadas para ello y deben contar con la ropa de protección necesaria (botas, ropa de trabajo, lentes protectores, guantes, mascarillas, etc.).







2

2 PRINCIPALES PLAGAS

DEL CACAOTAL Y SU
MANEJO INTEGRADO

- Moniliasis del Cacao *Moniliophthora roreri*
- Escoba de Bruja *Moniliophthora perniciosa*
- Mazorqueros del cacao o Perforadores de las mazorcas del cacao
- Pudrición Parda de la Mazorca o Mazorca negra *Phytophthora palmivora*
- Chinche Mosquilla o Chinche Amarilla *Monalonion dissimulatum*

MONILIASIS DEL CACAO *MONILIOPHTHORA RORERI*

Descripción de la plaga

- Es una de las enfermedades más importantes en el cacaotal, porque está presente en todas las zonas productoras del país.
- Esta enfermedad se ve favorecida por el exceso de sombra, humedad relativa y temperatura alta (T 18-28°C), abundantes lluvias y suelos pesados. Asimismo el viento, la lluvia y los insectos diseminan la enfermedad.
- Este hongo ataca únicamente el fruto del cacaotal o mazorca, en cualquier estado de desarrollo, siendo más susceptible cuando es más pequeño (durante los primeros 90 días).
- En frutos menores de tres meses aparecen deformaciones o “jorobitas”, luego se momifican y permanecen adheridos al árbol.
- En frutos mayores, se observa una mancha café claro, con borde irregular que, en condiciones de alta humedad, se cubre de un polvo color crema, parecido al talco, que dispersa la enfermedad a las mazorcas sanas.
- Al interior del fruto, se puede observar una masa conformada con los tejidos internos y granos en descomposición.

Recomendaciones MIP

- Revisar y observar la plantación permanentemente, de tal manera que los frutos afectados por moniliasis sean destruidos antes que produzcan esporas y transmitan la enfermedad a otros sanos.
- Recoger y enterrar todos los frutos enfermos incluyendo los momificados pegados al árbol y los que se encuentren en el suelo.
- Cosechar periódicamente las mazorcas maduras y sanas cada 15 días durante todo el año, usando tijeras para no dañar los cojines florales, y desinfectándolas antes y después de cada corte. Mantener la limpieza general de la plantación eliminando las malezas y chupones.
- Realizar las podas necesarias en el cacaotal evitando alturas mayores a 4 m.





ESCOBA DE BRUJA *MONILIOPHTHORA PERNICIOSA*

Descripción de la plaga

- Este hongo ataca brotes vegetativos, ramas laterales, cojines florales, flores y frutos, produciendo crecimiento anormal de tejidos.
- En ramas se forman las “escobas” como ramas múltiples y gruesas, con entrenudos cortos, que al morir se tornan en color marrón y mueren.
- Los frutos jóvenes afectados toman forma de zanahorias o pimiento o chirimoyas, que se endurecen quedándose pequeños y sin formar semillas.
- En frutos mayores, se observa una mancha dura, negra y brillante, con borde irregular que, puede confundirse con las manchas de “Moniliasis”.
- Cuando los brotes deformados o “escobas” se secan aparecen pequeñas sombrillas rosadas que se tornan de color café y que contienen millones de esporas que infectarán a las plantas sanas.

Recomendaciones MIP

- Remover todas las escobas y frutos infectados antes que se sequen y enterrarlos para evitar que puedan infectarse otros órganos sanos.
- Regular la sombra para favorecer el ingreso de luz y aire a la plantación.
- Realizar podas y deschuponeos frecuentes.
- Rehabilitar las plantaciones muy afectadas.

MAZORQUEROS DEL CACAO O PERFORADORES DE LAS MAZORCAS DEL CACAO

Descripción de la plaga

- Estos insectos son Lepidópteros o mariposas de diferentes familias, cuya ubicación depende del lugar de producción.
- En la parte externa del fruto o mazorca del cacao, se pueden observar diversos tipos de daños siendo el más común las manchas marrones con restos de excrementos.
- Los daños más importantes son ocasionados por las larvas que perforan la mazorca para alimentarse de las partes internas de éstas. Por las perforaciones, ingresan hongos y bacterias que causan pudriciones internas.
- Los huevos de estos insectos son muy pequeños, difíciles de apreciar a simple vista. Las larvas y pupas se encuentran protegidas dentro de la mazorca que atacan, completando aquí su ciclo de vida, luego de lo cual el adulto sale a infestar a un nuevo fruto sano.
- La dispersión se da por el vuelo de los adultos y por el transporte de mazorcas infestadas de un lugar a otro.

Recomendaciones MIP

- Cosechar frecuentemente las mazorcas maduras cada 15 días durante todo el año.
- Podar el cacao realizando el manejo de la sombra para que ingrese luz y aire.
- Evitar trasladar mazorcas de las zonas con plagas.
- Recoger y destruir las mazorcas infestadas, porque pueden contener huevos, larvas y/o pupas, que iniciarán un nuevo ciclo en mazorcas sanas.
- Para la destrucción de las mazorcas infestadas o perforadas se tiene las siguientes alternativas:
 - ♦ Enterrarlas a un nivel de profundidad adecuado.
 - ♦ Colocarlas en bolsas plásticas transparentes y exponerlas al sol.
 - ♦ Amontonarlas fuera del campo de cultivo en un lugar expuesto a los rayos solares, colocándoles un plástico transparente encima con los bordes sujetados con piedras para evitar que las mariposas escapen.
 - ♦ Preparar compost.





PUDRICIÓN PARDA DE LA MAZORCA O MAZORCA NEGRA *PHYTOPHTHORA PALMIVORA*

Descripción de la plaga

- En las mazorcas, se observa una mancha color chocolate con bordes bien definidos, que con el tiempo se oscurece. Las mazorcas afectadas estarán totalmente podridas en un plazo de 07 a 10 días.
- Esta enfermedad ataca a frutos de cualquier edad, la infección se produce en la parte externa o cáscara y avanza hacia la parte interna. Los granos de cacao infectados no deben ser utilizados en post cosecha.
- En viveros, se observa manchas necróticas en las hojas tiernas de plantas atacadas, la infección avanza al tallo y, luego a las semillas, finalmente, se marchita toda la plantita.

Recomendaciones MIP

- Eliminar los frutos enfermos y llevarlos fuera del campo.
- Realizar podas fitosanitarias y manejar la sombra para facilitar la entrada de luz y el flujo de aire dentro del cultivo.
- Recolectar los frutos oportunamente para evitar exponerlos al ataque de esta plaga.
- En épocas lluviosas, debe acortarse la frecuencia de cosecha entre 7 a 10 días.
- Utilizar semillas de frutos sanos para preparar los viveros.

CHINCHE MOSQUILLA O CHINCHE AMARILLA *MONALONION DISSIMULATUM*

Descripción de la plaga

- Atacan los frutos o mazorcas. Aparentemente, al succionar la savia del fruto, eliminan toxinas que originan manchas necróticas secas y circulares de color negro en su cascara.
- Si el daño ocurre en frutos tiernos, pueden sufrir pudrición y caída prematura, en cambio, en los frutos en crecimiento, puede haber deformación. En casos muy severos, la picadura puede comprometer también los granos del cacao.

Recomendaciones MIP

- Contar con densidades de siembra adecuadas que eviten alta humedad en el cacaotal.
- Evitar sombras excesivas.
- Realizar podas fitosanitarias regularmente.
- Eliminar manualmente las ninfas y adultos.
- Desmalezar el campo.





3 PRÁCTICAS RECOMENDADAS PARA ASEGURAR LA INOCUIDAD DEL CACAO

La inocuidad de los alimentos es la garantía de que éstos no causarán daño al consumidor cuando los ingiera. Para mantener la inocuidad en el cultivo del cacaotal se recomienda la implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA).

ORIENTACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BPA EN EL CULTIVO DEL CACAOTAL

1. Plan de cultivo e identificación de peligros

En primer lugar debemos realizar un análisis del área de producción evaluando sus características físicas, las fuentes de agua incluyendo la calidad de la misma y los riesgos físicos, químicos y ambientales dentro y alrededor del área. Como por ejemplo, los cultivos instalados previamente en el área y en las áreas vecinas, las plagas existentes en la zona, los peligros climáticos como lluvias o vientos fuertes, los peligros ambientales como cercanía a áreas de minería o áreas industriales que no mantengan un adecuado proceso.

2. Manejo del agua

Se debe evaluar el riesgo potencial de cada fuente de agua y sistema de distribución y realizar un análisis físico, químico y microbiológico del agua

de riego por lo menos dos veces al año (antes y después de cada campaña agrícola) para identificar si existen peligros para corregirlos, ya que el agua puede transportar al área de cultivo microorganismos patógenos, sustancias químicas y materiales extraños que pueden provocar daños a la salud humana y crear condiciones favorables al desarrollo de plagas.

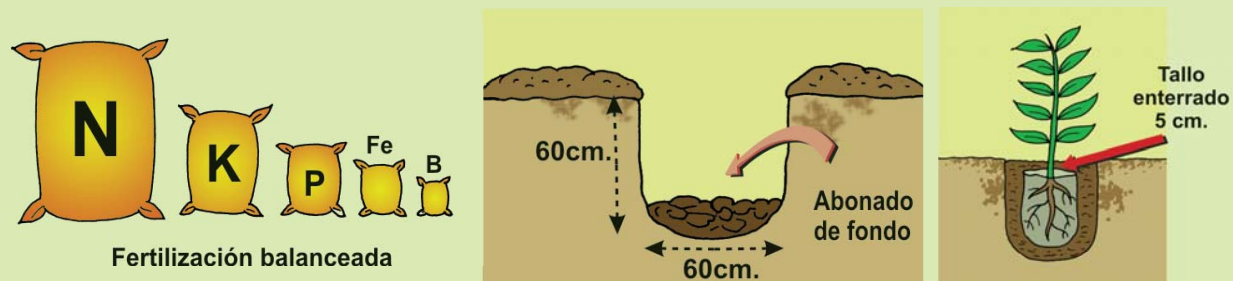
3. Manejo del suelo

Se recomienda realizar un análisis de suelo para conocer las necesidades nutricionales del cultivo e implementar un adecuado plan de fertilización o abonamiento, Así mismo deben realizarse acciones de manejo que nos permitan prevenir su erosión mediante el desarrollo de prácticas de cobertura, drenaje, labranza mínima y manejo de curvas a nivel para siembras en ladera; en suelos con saturación hídrica se debe establecer y manejar drenajes técnicamente diseñados y construidos para tal fin.

4. Nutrición de los cacaotales

Se debe implementar un programa de nutrición del cultivo a partir de la fertilización o abonamiento que atienda las necesidades del cultivo. Para ello debe identificarse el producto más adecuado para el sistema de producción implementado (orgánico o convencional) y revisando y siguiendo las indicaciones establecidas en la etiqueta del producto en cuanto a su dosis y métodos de aplicación entre otros.

Los fertilizantes orgánicos debido a su carga microbiana deben ser almacenados aparte para reducir el riesgo de contaminación. Ellos deberán ser tratados o procesados antes de su aplicación al suelo para reducir o eliminar los posibles microorganismos patógenos que pudieran contener. Los residuos vegetales provenientes de cosecha, frutos de baja calidad, podas y control de malezas pueden ser utilizados en la preparación de compost.



Implementación de un programa de nutrición especializado para el cultivo



Almacenaje exclusivo de fertilizantes orgánicos

5. Siembra, trasplante y material de propagación

La siembra y/o el trasplante debe realizarse en densidades adecuadas al sistema de producción a utilizar para cada región, procurando la instalación de variedades resistentes a plagas.

Se deben utilizar semillas, plántulas o plantones que garanticen la sanidad, pureza varietal y estado, debiendo estar registrados y certificados por el Programa Especial de la Autoridad en Semillas del INIA.

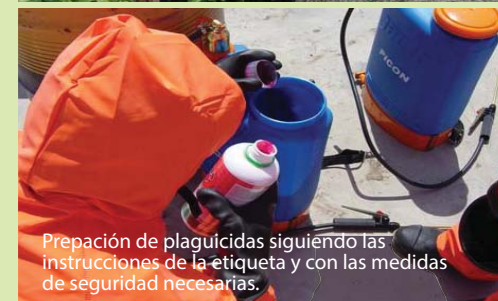
6. Protección fitosanitaria del cacaotal

Se recomienda priorizar el uso del Manejo Integrado de Plagas (MIP) referido anteriormente. En cuanto al control químico deben considerarse las siguientes recomendaciones adicionales:

- Sólo deben utilizarse los plaguicidas registrados y aprobados por SENASA.
- Se debe realizar y registrar la evaluación de plagas en el campo tomando atención en los datos de la variedad del cacaotal, la edad de la planta, su estado fenológico y los niveles de daño.
- Se deben llevar registros de las aplicaciones de plaguicidas y respetar sus periodos de carencia.
- Los envases vacíos de los plaguicidas no deben ser reutilizados, deben ser dispuestos y almacenados en un área especial, segura y alejada del área de producción, debidamente identificada, para luego ser desechados adecuadamente.
- Antes ello, los envases deben lavarse tres veces de la siguiente manera: echar agua al envase hasta 1/3 de su capacidad, agitar con fuerza por 30 segundos, verter el enjuague en el equipo de aplicación, repetir tres veces y luego perforar el fondo para su inutilización.



Plantones sanos en vivero



Preparación de plaguicidas siguiendo las instrucciones de la etiqueta y con las medidas de seguridad necesarias.



Área especial para el uso de plaguicidas



7. Cosecha

Los envases utilizados en la cosecha deben ser para uso exclusivo de los granos de cacao, debiendo lavarse con agua potable y estar debidamente rotulados o con etiquetas que los identifiquen.

El personal de cosecha debe estar capacitado así como también estar en perfecto estado de salud para realizar las labores. Debe lavarse las manos antes de empezar el trabajo, luego de manipular material contaminado y después de ir al baño.

Los vehículos de transporte deben encontrarse limpios y desinfectados antes de su uso.

8. Post cosecha

Se debe prestar atención a las áreas de fermentación de los granos de cacao, los cuales deben estar limpios y desinfectados con trampas para evitar el ingreso de plagas como roedores, aves y otros. Los cajones de fermentación deben ser para uso exclusivo del cacao y no deben tener agujeros por los que puedan ingresar tales plagas.

Los granos de cacao no deben estar en contacto con el suelo en ningún momento, deben colocarse sobre mantas desinfectadas y/o superficies elevadas a fin de evitar el desarrollo de hongos que producen micotoxinas. Así mismo deben protegerse de la contaminación por animales domésticos, roedores, aves, ácaros o químicos y metales pesados.



Envases para uso exclusivo del cacao



Cajones en el área de fermentación



Área de fermentación



Almacenaje del cacao elevado del suelo

9. Documentación y rastreabilidad

Para el desarrollo de la rastreabilidad o trazabilidad se debe contar con un sistema de identificación de las unidades productivas y las áreas de las cuales se cosecharon los granos de cacao, realizando una identificando por lotes. Así mismo debe mantenerse un registro de insumos utilizados y los procesos aplicados en campo. Esto permitirá rastrear la historia del lote, los insumos utilizados y la ubicación del producto a lo largo de todo el proceso productivo desde el campo hasta el consumidor final y viceversa.

10. Capacitación del personal e instalaciones sanitarias

Para mantener la inocuidad del producto durante todo el proceso productivo es importante que los trabajadores sean capacitados en prácticas de higiene de manera que no contaminen los granos de cacao durante su manipulación.

Para asegurar lo anterior el área de producción debe contar con instalaciones sanitarias (baños o letrinas) con papel higiénico, con agua corriente (que circule), jabón y secador de manos.

Los lavamanos y sanitarios deberán estar en buen estado de limpieza y mantenimiento y lejos de las áreas de cosecha, debiendo contar con avisos como "Lavarse las manos después de usar los servicios higiénicos".



Uso de registros



Sanitarios adecuados y lejos del área de cosecha



Prácticas de higiene adecuadas. Lavado de manos.





4

4 ESTRATEGIAS PARA LA MITIGACIÓN DE CADMIO EN EL CACAO

El cadmio (Cd) es un metal pesado existente en el ambiente (suelo, aire y agua) que puede estar presente en diversos alimentos consumidos por el hombre acumulándose en el organismo a lo largo de la vida, pudiendo llegar a niveles tóxicos. Es por ello que su ingesta a niveles elevados se le considera como un riesgo para la salud.

El cadmio presente en el suelo puede ser de origen geogénico, resultante del proceso de formación del suelo y la composición de la roca madre; o de origen antrópico por la incorporación en el suelo (voluntaria o involuntaria) como parte de la actividad humana.

La acumulación de metales pesados en suelos agrícolas es un riesgo y sus efectos negativos dependen de la concentración del metal y de las propiedades específicas del suelo. Se dice que el suelo agrícola está contaminado cuando su concentración total pasa de 1.4 mg/kg de Cd total según los Estándares de Calidad Ambiental para suelo establecidos en el DS 002-2013-MINAM-Perú.

A continuación se presentan los factores que determinan la absorción de cadmio por las plantas

FACTORES	Efecto en la absorción de cadmio por las plantas
FACTORES EDÁFICOS	
1. pH	La absorción se incrementa cuando disminuye el pH (mayor en 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 DE CULTIVO	
1. 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
2. Tejido de la planta	Hoja>grano>frutos y raíces comestibles
3. Edad de la hoja	Hojas viejas>hojas jóvenes

Para conocer los niveles de cadmio en el cacaotal y determinar si se requiere la implementación de estrategias de mitigación debe analizarse los contenidos presentes en el suelo, en las hojas y en los granos de cacao, en laboratorios acreditados por el INACAL y autorizados por SENASA para asegurar que tales laboratorios cuenten con métodos acreditados nacional o internacionalmente.



LA MITIGACIÓN DE CADMIO EN EL CACAO

Consiste en el desarrollo de estrategias para disminuir el contenido de cadmio en los granos de cacao a través de técnicas que limiten la absorción de este metal por las plantas.

La primera acción a realizar en las áreas de producción de los cacaotales, sean nuevas áreas o instaladas, será realizar un análisis de suelos para conocer el nivel de cadmio presente y de acuerdo a ello identificar la necesidad de realizar estrategias de mitigación. Así mismo, deben prevenirse e evitarse las inundaciones en las áreas de producción debido a que estas podrían ser fuente de cadmio.

Estrategias para la mitigación de cadmio. De acuerdo a los trabajos de investigación disponibles se recomienda:

En plantaciones nuevas

- Instalar las plantaciones en suelos agrícolas que tengan menos de 1.4 mg/kg de Cd total.
- Instalar las plantaciones en áreas alejadas de carreteras o tomar medidas para prevenir el contacto de los cacaotales con los gases que emiten la combustión de los vehículos porque pueden contener cadmio. Así mismo en áreas alejadas de botaderos de las ciudades o zonas mineras.

En plantaciones ya instaladas:

Estrategias para inmovilizar el cadmio en el suelo:

1. 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 a la almendra del cacao.
2. Aplicar niveles de encalado en bajas dosis (2 a 3 t/ha de dolomita – $\text{CaCO}_3\text{MgCO}_3$) para incrementar gradualmente el pH e incorporar calcio y magnesio que son esenciales para el crecimiento del cacao y pueden precipitar al cadmio.
3. Incrementar el contenido de materia orgánica del suelo y mejorar su actividad microbológica utilizando fertilizantes o abonos orgánicos tales como estiércoles tratados de ganado estabulado en granjas, compost, bocashi, entre otros.
4. Evitar la fertilización con fertilizantes fosfatados y roca fosfórica sedimentaria debido a que suelen tener como impureza el cadmio siendo éste menor en las fosforitas de origen ígneo.
5. 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 - K₂O), verificando el análisis de metales pesados. Está demostrado que en suelos bien provistos de nutrientes las probabilidades de bioacumulación del cadmio son menores.
6. Preparación y uso de carbono activado, utilizando diferentes tipos de materiales, de preferencia locales (biomasa residual o rastrojos de palma aceitera, cacao, etc) se pueden aplicar para disminuir la disponibilidad de cadmio en el suelo por el mecanismo de adsorción.



7. Aplicar vinaza (sub producto de la industria de la caña), como fertilizante liquido 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, darle resistencia a las sequias, protección contra enfermedades, e inmovilización del cadmio.
8. Utilizar micorrizas de preferencia nativas de la zona y otros bioremediadores que “capturen” el cadmio presente en el suelo y no esté disponible para el cacao.

Estrategias para extraer el cadmio del suelo

1. Existen experiencias que indican que las plantaciones de cacaotales en sistemas agroforestales disminuyen la concentración de cadmio en los granos de cacao (en comparación con monocultivo), debido a que posiblemente el cadmio es bioacumulado en alguno de los componentes arbóreos del sistema agroforestal.
2. La fitoextracción es una técnica que consiste en sembrar plantas (árboles, arbustos, herbáceas, cultivos de cobertura) en suelos contaminados con metales pesados con la finalidad de que estas plantas los extraigan del suelo a través de sus raíces y los lleven a otra parte de la planta como sus hojas. Para ello deben utilizarse especies que no sean alimenticias ni que sean destinadas como forraje. Las hojas luego de cosechadas, deben ser quemadas para convertirlas en cenizas (450°C) y luego decidir si va a confinamiento o a un laboratorio de química analítica o industrial para que puedan reutilizar estos metales.

A continuación se presenta una tabla resumen de condiciones que pueden generar problemas de bioacumulación de cadmio en la almendra del cacao y las medidas de mitigación para solucionarla:

Situaciones	Problemas que pueden generar la bioacumulación de cadmio en cacao	Medidas de mitigación para disminuir la bioacumulación de cadmio en cacao
Insumos	Uso de fertilizantes fosfatados con altos niveles de cadmio	Utilización de clones que no bioacumulen cadmio
		No usar fertilizantes con cadmio
		Incrementar los niveles de Zn y Mn
	Uso de aguas de riego salinas con alto contenido de cloruros	Incrementar la materia orgánica del suelo
		Regar con aguas con bajo contenido de cloruros
Condiciones de suelo	Alto contenido de arena	Alto contenido de arcilla
	Suelos fuertemente ácidos	Suelos no muy ácidos
	Deficiencias de Zn	Alto contenido de micorrizas





Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2017