



Resolución Ministerial

Nro. 0007-2019-MINAGRI
Lima, 16 ENE. 2019

VISTOS:

El Oficio N° 1824-2018-MINAGRI-DVDIAR/DGA-DIA, sobre la propuesta de Protocolos de muestreo para la determinación de niveles de cadmio en suelos, hojas, agua, y granos de cacao, de la Dirección General Agrícola; y, el Informe Legal N° 1282-2018-MINAGRI-SG/OGAJ, de la Oficina General de Asesoría Jurídica; y,

CONSIDERANDO:

Que, de conformidad con el Decreto Legislativo N° 997, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Agricultura y Riego, modificado por la Ley N° 30048, el Ministerio de Agricultura y Riego es el organismo del Poder Ejecutivo que diseña, establece, ejecuta y supervisa las políticas nacionales y sectoriales en materia agraria; ejerce la rectoría en relación con ella y vigila su obligatorio cumplimiento por los tres niveles de gobierno, delimitando como ámbito de competencia, entre otros, los cultivos y como competencias compartidas, entre otras, la de promover la producción agraria nacional, la oferta agraria exportable, el acceso de los productos nacionales a nuevos mercados y fomentar la inserción de los pequeños y medianos productores agrarios en la economía del país;

Que, el artículo 58 del Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Agricultura y Riego, aprobado por Decreto Supremo N° 008-2014-MINAGRI, modificado por el artículo 1 del Decreto Supremo N° 018-2016-MINAGRI, establece que la Dirección General Agrícola es el órgano de línea encargado de promover el desarrollo productivo y comercial sostenible de los productos agrícolas, su acceso a los mercados nacionales e internacionales, a los servicios financieros y de seguros, en coordinación con los sectores e instituciones competentes en la materia; así como promover una oferta agrícola nacional competitiva, con valor agregado y sostenible, en concordancia con la Política Nacional Agraria y la normatividad vigente; asimismo, de acuerdo al literal "q" del artículo 59 del referido Reglamento de Organización y Funciones, tiene entre sus funciones proponer planes, estrategias y normas para el desarrollo de la oferta agrícola competitiva y sostenible;

Que, en los últimos años, la producción del cacao ha tenido un crecimiento sostenido, lo que ha permitido que el Perú se ubique como el segundo país productor mundial de cacao orgánico, además, cuenta con una amplia diversidad genética de la especie, con características de aromas y sabor resaltantes, lo cual le ha permitido llegar al mercado internacional;

Que, el cacao peruano representa una historia de cambio, especialmente para las comunidades cacaoteras de nuestra Amazonía, donde el esfuerzo de miles de agricultores y productores, unidos al apoyo de empresas asociativas y privadas, el Estado y la Cooperación Internacional, han logrado convertirlo en una importante fuente de desarrollo para zonas que antes vivían afectadas por los estragos del narcotráfico;



Que, el cadmio es un metal pesado que se aplica en distintos procesos industriales, por dicha razón se libera al medio ambiente; acumulándose, entre otros, en el agua y en el suelo y en las plantas, siendo por ello, los alimentos contaminados uno de los principales factores de exposición humana, entre los cuales se encuentra el cacao;

Que, la Unión Europea, ha publicado el Reglamento (UE) N° 488/2014 de la Comisión Europea, que modifica el Reglamento (CE) N° 1881/2006, en lo que respecta contenido máximo de cadmio en los productos alimenticios;

Que, la Comisión Europea considera que la reducción inmediata de los contenidos máximos de cadmio es algo difícil de conseguir, ya que se necesita algún tiempo para que los métodos de mitigación y actuaciones recomendadas a los Estados miembros puedan ser plenamente aplicados por los agricultores y las empresas alimentarias, sobre todo aquello que tiene que ver con métodos de cultivo, buenas prácticas, actuaciones medioambiental, entre otras;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 0451-2018-MINAGRI, se aprueba el documento denominado: "Lineamientos de muestreo para la determinación de niveles de cadmio en suelos, hojas, granos y productos derivados de cacao, documento elaborado en atención a la demanda del Ministerio de Agricultura y Riego, en el marco de la implementación de la Estrategia Cooperación en el País del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (EIP-IICA) y con las opiniones aprobadas de las instituciones que forman el "Grupo Técnico Nacional de Cadmio en Cacao" del Ministerio de Agricultura y Riego: Autoridad Nacional del Agua (ANA), Dirección General Agrícola (DGA), Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios (DGAAA), Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) y Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA);

Que, como resultado del proceso realizado en la elaboración de propuesta de Lineamientos, el Grupo Técnico Nacional de Cadmio en Cacao, acordó el desarrollo de protocolos detallados, que permitan la evaluación estandarizada de trabajos realizados por el sector público, académico y privado, respecto al muestreo de cadmio en el suelo, en hojas, en agua y en granos de cacao, contando con el apoyo de la cooperación del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA);

Que, en este marco, se requiere establecer los procedimientos para la toma de muestras en: suelos, en agua, en hojas y en granos de cacao, para la determinación de niveles de cadmio, con la finalidad de facilitar el desarrollo de investigaciones idóneas y la evaluación de los resultados obtenidos, en la toma de decisiones;

Que, mediante Informe Técnico N° 039-2018-MINAGRI-DVDIAR/DGA-DIA/CCHH, la Dirección General Agrícola sustenta la necesidad de la aprobación del documento





Resolución Ministerial

Nro. **0007**-2019-MINAGRI
Lima, **16 ENE. 2019**

denominado "Protocolos de muestreo para la determinación de niveles de cadmio en suelos, hojas, agua, y granos de cacao", que tiene como objetivos establecer el procedimiento técnico para obtener muestras representativas de suelo, así como evaluar la contaminación de metales totales (cadmio) sobre la calidad de los recursos hídricos; y establecer el procedimiento para la adecuada obtención, acondicionamiento y envío de muestras de hojas de cacao y los granos de cacao, respectivamente;

Que, por los fundamentos expuestos por la Dirección General Agrícola en el referido Informe Técnico, resulta necesario emitir el acto de administración que apruebe dicho documento;

Con los respectivos visados de la Dirección General Agrícola y de la Oficina General de Asesoría Jurídica; y,

De conformidad con lo dispuesto en el Decreto Legislativo N° 997, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Agricultura y Riego, modificado por Ley N° 30048; y su Reglamento de Organización y Funciones aprobado mediante Decreto Supremo N° 008-2014-MINAGRI y sus modificatorias;

SE RESUELVE:

Artículo 1.- Aprobación de "Protocolos de muestreo para la determinación de niveles de cadmio en suelos, hojas, agua, y granos de cacao"

Aprobar el documento denominado "Protocolos de muestreo para la determinación de niveles de cadmio en suelos, hojas, agua, y granos de cacao", el mismo que con sus Anexos protocolo de muestreo de suelos con cadmio en zonas cacaoteras, protocolo para muestreo de cadmio en hojas de cacao, protocolo para el muestreo de cadmio en granos de cacao, protocolo para el muestreo de cadmio total en aguas naturales superficiales de zonas de producción de cacao, acrónimos y glosario de términos; forman parte integrante de la presente Resolución Ministerial.

Artículo 2.- Del apoyo a la Dirección General Agrícola

Los Comités de Gestión Regional Agrarios y los órganos, programas, proyectos especiales y organismo públicos adscritos al Ministerio de Agricultura y Riego, brindarán el apoyo necesario a la Dirección General Agrícola, para el debido cumplimiento de lo dispuesto en la presente Resolución Ministerial, en el marco de sus respectivas competencias y funciones.

Artículo 3.- Difusión

La Dirección General Agrícola es el órgano de línea encargado de la difusión de los protocolos aprobados en el artículo 1, precedente, siendo responsable de realizar





las coordinaciones necesarias en el ámbito nacional, regional y local.

Artículo 4.- Publicación



La presente Resolución Ministerial y sus Anexos son publicados en el Portal Institucional del Ministerio de Agricultura y Riego (www.gob.pe/minagri), el mismo día de la publicación de la presente Resolución en el Diario Oficial El Peruano.

Regístrese, comuníquese y publíquese



Ing. GUSTAVO EDUARDO MOSTAJO OCOLA
MINISTRO DE AGRICULTURA Y RIEGO





PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

Dirección General Agrícola

PROTOCOLO DE MUESTREO DE SUELOS CON CADMIO EN ZONAS CACAOTERAS



Documento elaborado en el marco de la implementación de la Estrategia Cooperación en el País del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), con las opiniones aprobadas de las instituciones que forman el "Grupo Técnico Nacional de Cadmio en Cacao"



TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUCCION..... | 3 |
| 2. OBJETIVOS DEL MUESTREO | 4 |
| 3. ALCANCE..... | 4 |
| 4. PLANEACIÓN DEL MUESTREO..... | 4 |
| 5. PROCEDIMIENTO DEL MUESTREO | 5 |
| 5.1. TIPOS DE MUESTREO..... | 5 |
| 5.1.1. Muestreo de identificación | 5 |
| 5.1.2. Muestreo de Caracterización y Muestreo de especiación química de cadmio | 6 |
| 5.1.3. Muestreo para determinar el nivel natural de cadmio en el suelo | 6 |
| 5.2. DISTRIBUCIÓN Y NUMERO DE PUNTOS DE MUESTREO | 8 |
| 5.3. TIPOS DE MUESTRAS | 9 |
| 5.4. ESTIMACION DEL NUMERO DE MUESTRAS | 9 |
| 5.5. PARAMETROS ANALÍTICOS COMPLEMENTARIOS | 9 |
| 5.5.1. Análisis de Caracterización físico química del suelo..... | 9 |
| 5.5.2. Especiación química del cadmio en el suelo | 10 |
| 5.6. EQUIPOS Y MATERIALES DE MUESTREO DE SUELOS | 11 |
| 5.7. MEDIDA PARA ASEGURAR LA CALIDAD DEL MUESTREO DE SUELO ... | 11 |
| 5.7.1. Medidas preliminares | 11 |
| 5.7.2. Procedimiento de la toma de muestras | 12 |
| 5.7.3. Manejo De Las Muestras | 12 |
| 5.7.4. Registro de la información en la ficha de muestreo de suelos | 13 |
| 5.8. PRESERVACION DE LAS MUESTRAS | 13 |
| 5.9. RECIPIENTES Y VOLUMEN DE MUESTRAS | 13 |
| 5.10. PLAN DE CADENA DE CUSTODIA..... | 13 |
| 6. BIBLIOGRAFIA..... | 14 |
| ANEXO..... | 15 |
| FICHA DE REGISTRO DE INFORMACION DEL MUESTREO DE CADMIO EN SUELOS DE ZONAS CACAOTERAS | 15 |





1. INTRODUCCION

El cacao es un cultivo de gran importancia económica en el Perú (220 millones de dólares en el 2014) y en el mundo (movimientos anuales en el mundo por más de 40 mil millones de dólares), por lo que es reconocido como uno de nuestros productos bandera por la fina calidad de nuestro cacao de origen, que se desarrolla en nuestras tierras de la Amazonía; con suelos generalmente pobres en nutrientes y ácidos, con relieve irregular, en zonas de elevada pobreza y ausencia de los servicios del estado.

En el año 2016 se han registrado en el Perú más 120.4 mil hectáreas cultivadas de cacao con una producción de 108.7 toneladas a nivel nacional, con una tasa de crecimiento de 15,5% año. La acelerada ampliación del área cosechada en los últimos años (2008-2016) se sustenta en la decisión del gobierno de impulsar el cultivo de cacao como producto alternativo a la hoja de coca. La producción se ha incrementado de manera paralela a la ampliación de la superficie cosechada.



Sin embargo, existen algunos reportes de que el grano de cacao podría tener concentraciones de cadmio elevadas, situación que representa un potencial problema en el mercado a la Unión Europea.



Este protocolo de muestreo de suelos se ha elaborado en base al análisis de los resultados de la sistematización de todas las experiencias de investigación realizadas en el Perú desde el año 2005, por las Universidades de la Región, Sector privado y la Cooperación Internacional, que han sido sistematizadas por la Dirección General Agraria del MINAGRI (Ottos, 2017), literatura científica internacional y considerando el marco normativo para estudios de suelos que existen en nuestro país: El Reglamento de Levantamiento de Suelos (D.S. N° 013-2010-AG), el Reglamento de Clasificación de Tierras de acuerdo a su Capacidad de Uso Mayor (D.S. N° 017-2009-AG) y la Guía de Muestreo de Suelos, elaborada en el marco de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA)



de suelos (D.S. N° 002- 2013-MINAM), sus disposiciones complementarias (D.S. N° 002-2014-MINAM) y actualizaciones (D.S. N° 011-2017-MINAM) y el documento de trabajo: Lineamientos para el muestreo de cadmio en suelos, hojas, granos y derivado del cacao, elaborado en el marco del Grupo Técnico de Cadmio en Cacao.

2. OBJETIVOS DEL MUESTREO

Obtener muestras representativas de suelo, para determinar las concentraciones de cadmio con los métodos de análisis establecidos por la Norma Peruana de Estándares de Calidad Ambiental de Suelos - ECAs (D.S. N° 011-2017-MINAM) para identificar "Suelos Potencialmente Contaminados con Cadmio" en áreas de "uso agrícola", actuales y potenciales de producción de cacao.

Realizar el análisis de caracterización y especiación para determinar el riesgo de su bioacumulación en hojas y granos de cacao, en los "suelos potencialmente contaminados con cadmio".

3. ALCANCE

Para uso obligatorio por investigadores, profesionales y técnicos a nivel nacional y regional, en las zonas de producción de cacao actuales y potenciales.

PLANEACIÓN DEL MUESTREO

- a. Previamente al proceso de muestreo de suelos se deberá realizar una planificación de las actividades a desarrollar en gabinete, teniendo en consideración los siguientes aspectos:
- b. Identificación las vías de acceso a la zona productoras de cacao con base en la cartografía actualizada.
- c. Localización geográfica: identificar la altitud y latitud de las parcelas a muestrear, luego de lo cual deberán ser georreferenciadas en campo con el uso de un GPS.
- d. Recolección y análisis de la información histórica disponible: a partir de información cartográfica, secundaria o primaria sobre la evolución cronológica del uso del territorio y cultivos previamente instalados al cacao. Así como también información relevante del medio físico (hidrogeología, geología, litología, edafología, vegetación y de cultivos, ecología, clima, fisiografía, geomorfología y otras de importancia).
- e. Delimitación de las áreas o zona de muestreo: El área mínima para conformar una unidad de muestreo homogénea es de 1 hectárea hasta un máximo de 5 hectáreas, considerando parcelas de cacao uniformes en relación a su topografía, relieve, tipo de suelos y sistemas de





producción. Cuando el territorio donde se cultiva cacao es heterogéneo se tiene que identificar sub áreas que tengan las mismas características.

5. PROCEDIMIENTO DEL MUESTREO

5.1. TIPOS DE MUESTREO

5.1.1. Muestreo de identificación. Tiene como finalidad determinar a nivel de superficie y profundidad la concentración de cadmio superiores al valor establecido en los estándares de calidad ambiental de suelos para el caso de suelos de "uso agrícola" con el valor de 1.4 mg de Cd total/kg de suelo seco, mediante la obtención de muestras representativas en las plantaciones de cacao.

a. Muestreo a nivel de superficie:

Se deben tomar un mínimo de 9 muestras simples (individuales), para una unidad de muestreo representativa de 1 a 5 hectáreas, utilizando un auger de acero inoxidable, mediante el "método sistémico al azar" dentro de la plantación de cacao, a una profundidad de 10 cm, y una cantidad de 500 gramos de suelo por muestra, colocándolas en bolsas plásticas nuevas, de preferencia con cierre hermético. En casos de que el paisaje sea complejo, se deberán identificar sub áreas de muestreo representativas, y seguir el mismo procedimiento.

Con este procedimiento se obtienen datos individuales (georeferenciados) de las concentraciones de cadmio total en el suelo, con los cuales se podría cartografiar la probabilidad de que en la superficie del suelo existan valores de **cadmio total** que estén por encima de los estándares de calidad ambiental para "suelos de uso agrícola" (D.S. N° 011-2017-MINAM), mediante la elaboración de mapas temáticos.

b. Muestreo en profundidad:

Para conocer la distribución vertical del cadmio en el suelo, que permitiría determinar su origen geogénico o antrópico y el volumen de suelo contaminado, se realizara el muestreo en la hectárea representativa del predio, utilizando un auger de acero inoxidable, se tomaran 4 muestras de 500 g cada una a las siguientes profundidades: 0-10 cm, 10-20 cm, 20-40 cm y de 40 a 60 cm.

En el caso de que las concentraciones de cadmio total en el sub suelo, son más altas que en la superficie se concluye que el **origen es natural o geogénico** que proviene de la meteorización de las rocas en el proceso de formación del suelo y en el caso inverso cuando haya una alta concentración en la superficie y baja en el sub suelo se indicara que es de **origen antrópico** y en este caso se deberá identificar cuáles han sido





las fuentes de contaminación. Si fuera necesario se podría tomar muestras a mayor profundidad.

En este tipo de muestreo se debe limpiar bien la superficie del suelo de la hojarasca, despreciando los dos primeros centímetros de la capa superficial, para evitar muestrear la materia orgánica la cual tiene una alta capacidad de intercambio catiónico (CIC) que permite retener cationes metálicos, como el cadmio, aspecto que es importante cuando el muestreo es de superficie.

5.1.2. Muestreo de caracterización y muestreo de especiación química de cadmio.

Solo debe realizarse en las zonas donde se ha identificado "suelos potencialmente contaminados". Con la finalidad de identificar la concentración de cadmio soluble, cambiante, y en carbonatos, que determina su potencial toxicidad a las plantas por su bioacumulación, ya que el cadmio solo ingresara por las raíces de las plantas cuando se encuentre en forma soluble como ion Cd^{2+} . Tiene gran importancia este tipo de muestreo cuando se quiere conocer la dinámica del ingreso del cadmio a las hojas o almendras del cacao. Debe hacerse un muestreo de profundidad en la zona de raíces en los mismos árboles que se va a sacar muestras para análisis foliar.

5.1.3. Muestreo para determinar el nivel natural de cadmio en el suelo

Este tipo de muestreo sirve para determinar los valores naturales de cadmio en el suelo y es aplicable a metales y metaloides. Se considera como punto de muestreo un área con la menor actividad antrópica posible fuera de la plantación de cacao, de la cual se obtendrán un mínimo de 3 muestras compuestas de 500 gramos.

Cada muestra compuesta se conforma con un mínimo de 20 sub muestras extraídas a una profundidad de 0-30 cm con auger de acero inoxidable, de áreas homogéneas con las mismas características orográficas, geológicas, climáticas y de vegetación similares. En las áreas de estudio heterogéneas se debe duplicar el número de puntos de muestreo.

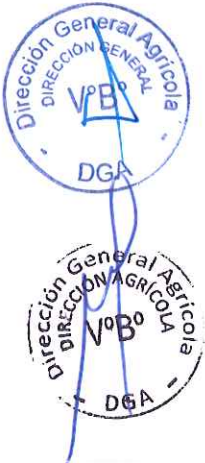
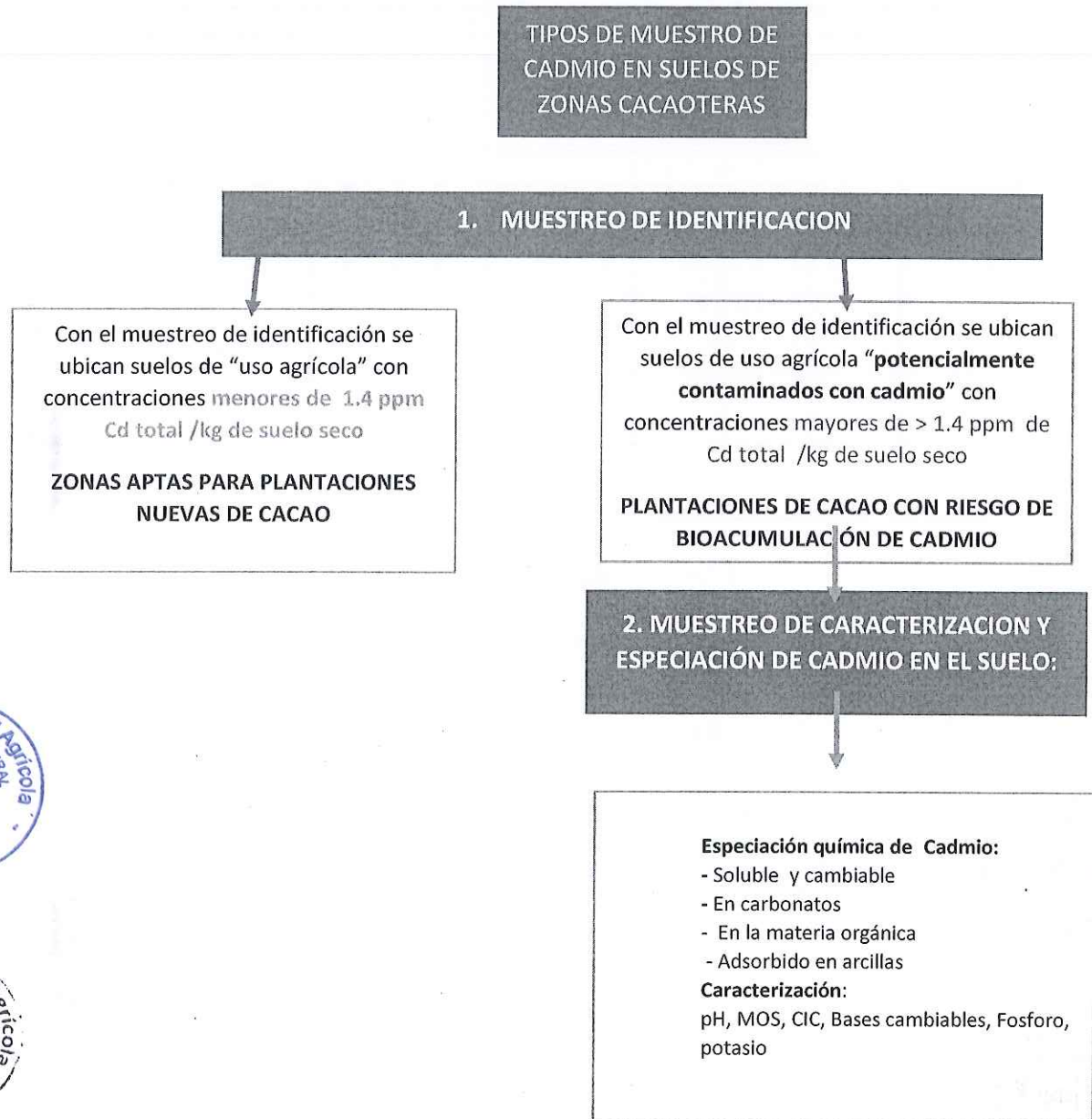




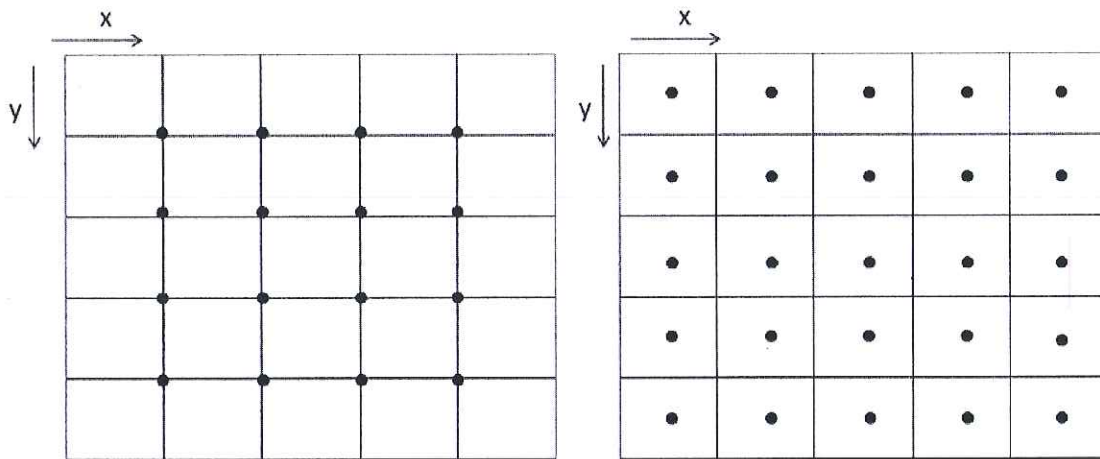
GRÁFICO N° 1: FLUJO DEL MUESTREO DE SUELOS





5.2. DISTRIBUCIÓN Y NUMERO DE PUNTOS DE MUESTREO

Para la distribución de los puntos en el “muestreo de identificación de suelos potencialmente contaminados con cadmio” se puede utilizar el método aleatorio sobre rejilla regular (sistémico regular – Figura 1) o sistémico al azar (Figura 2) para zonas irregulares y juicio de expertos



: Rejillas regulares

Figura 1. Muestreo sistémico regular (para zonas planas y uniformes)

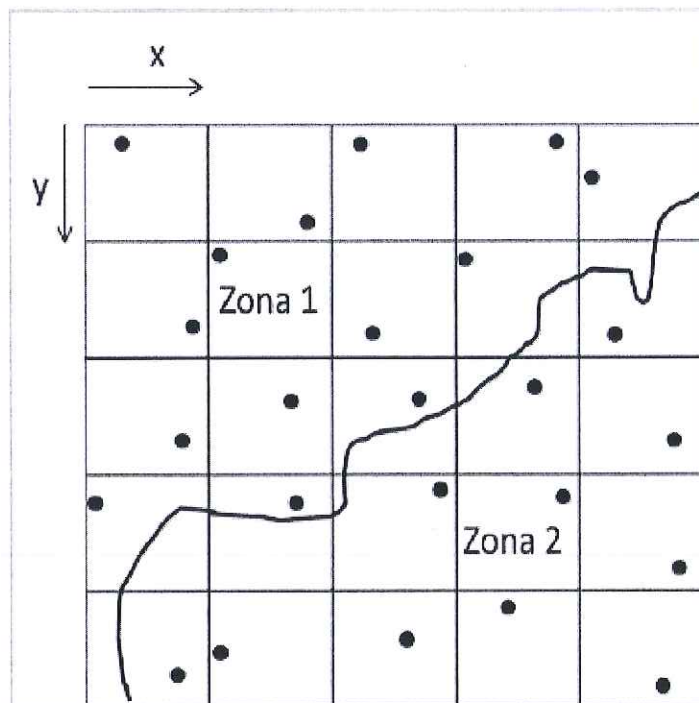


Figura 2. Muestreo sistémico al azar (para zonas irregulares)





5.3. TIPOS DE MUESTRAS

5.3.1. Muestras simples. Se aplicará al “muestreo de identificación de suelos potencialmente contaminados con cadmio” y también en la caracterización y especiación química.

5.3.2. Muestra compuesta. Se aplicará al muestreo de niveles de fondo (natural).

5.4. ESTIMACION DEL NUMERO DE MUESTRAS

El número de muestras estará en función del objetivo del muestreo (identificación, especiación, nivel de fondo, caracterización), como se puede apreciar en la siguiente tabla N° 1.

Tabla N° 1. Numero de muestras de acuerdo al objetivo del muestreo

| Tipo de muestreo | Numero de muestras |
|---|--|
| Muestreo de identificación | 9 muestras simples por cada unidad de muestreo (predio agrícola de 1 a 5 has) |
| Muestreo del nivel de fondo (natural) | 3 muestras compuestas, por cada zona a evaluar, cada una de 20 submuestras |
| Muestreo de especiación y caracterización | Solo en las zonas donde las concentraciones de cadmio son mayores al valor del ECA en superficie y en profundidad. |

Adaptación de la tabla N° 5 de la Guía De Muestreo De Suelos del MINAM (2014)



5.5. PARAMETROS ANALÍTICOS COMPLEMENTARIOS

4.5.1. Análisis de Caracterización físico química del suelo:

Con la finalidad de entender la dinámica del cadmio en relación a su biodisponibilidad y bioacumulación del cadmio en las plantas, y riesgo de lixiviación, se deben analizar los siguientes parámetros: pH, CIC, materia orgánica en el suelo (% MOS), textura, porcentaje de carbonato de calcio, porcentaje de saturación de bases cambiables, analizados de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Levantamiento de suelos (D.S. N°013 -2010-AG) (Tabla N° 2).



Tabla N° 2. Parámetros físico químicos complementarios para la interpretación de la dinámica del cadmio en el suelo

| PARÁMETRO | MÉTODO ANALÍTICO |
|------------------------------------|---|
| pH | Potenciómetro 1:1 |
| Conductividad eléctrica | Suspensión 1:1, o extracto de pasta de saturación |
| Carbonado de calcio | Método gaso-volumétrico |
| Textura | Hidrómetro de Buyocus |
| Materia orgánica | Walkley y Black |
| Capacidad de Intercambio catiónico | Método de acetato de amonio 1N, pH 7.0. |

Fuente: Métodos analíticos utilizados en el Laboratorio de Análisis de suelos, aguas, fertilizantes

5.5.2. Especiación química del cadmio en el suelo

Se utilizan en suelos identificados como “potencialmente contaminados o contaminados con cadmio, en suelos de uso agrícola” si tienen concentraciones mayores de 1.4 mg de Cd total/kg de suelo, con la finalidad de determinar si existe riesgo de bioacumulación del cadmio en las plantas para lo cual es necesario identificar las diferentes especies químicas, principalmente la fracción soluble y extraíble, y las otras especies químicas, también son importantes para conocer si podría precipitar, lixiviarse, quedar adsorbido en la materia orgánica, o arcillas. Para realizar este análisis se puede seguir el **método de extracción secuencial** propuesto por Tessier (1973). (Tabla N° 3).



Tabla N° 3. Extracción secuencial de metales

| Fracción | Extractante | |
|------------------------|---------------------------------------|---|
| Fracción F1 | Extraída con MgCl ₂ a PH 7 | Fracción soluble e intercambiable |
| Fracción F2 | Extraída con NaOAc a PH 5 | Fracción unida a carbonatos a pH 5.0 |
| Fracción F3 | Extraída con NH ₂ OH.HCL | Presencia en óxidos de hierro y manganeso |
| Fracción 4 F4 | HNO ₃ +H ₂ O | Asociado a la materia orgánica del suelo |
| Fracción residual (F5) | | Corresponde al metal no extraído en las fracciones anteriores |

Fuente: Tessier, 1973; Kabata-Pendias, 2011.

La Fracción F1 + Fracción F2, son las que determinan el riesgo de la toxicidad del cadmio en relación el riesgo de su bioacumulación en las plantas y a su lixiviación potencial.





Estás fracciones están controladas por el pH, MOS, CIC, Carbonatos y el potencial redox, que se obtienen en el análisis de caracterización.

5.6. EQUIPOS Y MATERIALES DE MUESTREO DE SUELOS

- a. Auger o barreno de acero inoxidable. Para tomar las muestras de suelo superficial o en profundidad, para metales, debe ser de preferencia material de acero inoxidable, escogiendo los implementos que se adapten mejor a las condiciones de textura del suelo
- b. Bolsas plásticas, cierre hermético nuevas
- c. Espátulas o cucharas de plástico, teflón o acero inoxidable
- d. GPS (sistema de posicionamiento global) calibrado y con un registro del nivel de precisión.
- e. Cámara fotográfica
- f. Lápices
- g. Plumones Indelebles
- h. Cintas De Embalaje
- i. Material cartográfico: mapa base con toponimia y vías de acceso actualizado, imagen satelital
- j. Formatos de la cadena de custodia de registro de las muestras para ingresar a laboratorio (Formato N° 1)

5.7. MEDIDA PARA ASEGURAR LA CALIDAD DEL MUESTREO DE SUELO

5.7.1. Medidas preliminares

Los especialistas o investigadores, deberán ser profesionales entrenados en la realización de los "muestreos de suelos potencialmente o contaminados con metales". Tener la formación académica y experiencia propia para este tipo de estudios.

Se deberá coordinar con los propietarios de los predios, asociaciones de agricultores y comunidades, para que brinden las facilidades necesarias a los profesionales que van a realizar el muestreo.

La identificación del punto de muestreo y la toma de muestra se debería registrar en una ficha de muestreo y una cadena de custodia con el fin de establecerla trazabilidad de las muestras.

Se debería realizar la cadena de custodia antes de ser entregada al laboratorio de análisis que tenga el método de ensayo para la determinación de cadmio total (EPA 3050 ó EPA 3051) acreditado por INACAL. Este es el método autorizado para los ECAs, D.S. N° 011-2017-MINAM).





5.7.2. Procedimiento de la toma de muestras

Las herramientas como el auger o barreno deben estar limpias, deben descontaminarse entre muestra y muestra para evitar la contaminación cruzada (se utiliza un cepillo con cerdas suaves, enjuagar la herramienta de muestreo en agua destilada o desionizada)

Para el control de calidad de los muestreos de identificación, nivel de fondo se debería considerar un 10% adicional del total de muestras superficiales, potencialmente contaminadas o contaminadas cuando la superficie en estudio sea menor o igual a 20 hectáreas y 5 % adicional cuando la superficie sea mayor a 20 hectáreas.

5.7.3. Manejo de las muestras

Etiquetado

El etiquetado de la muestra se debe realizar inmediatamente después la toma de muestra.

La etiqueta deberá ser colocada en un lugar visible y no sobrepasar el tamaño del recipiente y adherida adecuadamente para evitar borrado o pérdida

Información que debe registrarse: clave, lugar o zona de muestreo, proyecto, fecha y hora de muestreo, iniciales del muestreador, utilizando un marcador indeleble



Seguridad de la calidad de las muestras en el traslado

El cuidado de las muestras durante el traslado para evitar su deterioro o pérdida, es muy importante, la caja de embalaje debe permitir que las muestras estén seguras sin riesgo de roturas o de contaminación.

El tiempo en que debe llegar las muestras al laboratorio es importante, deben estar dentro de los siguientes 15 días como máximo.

Para la manipulación de las muestras obtenidos se deben utilizar guantes de latex, papel toalla, mascarilla para polvos.

No se deberá analizar las muestras cuyo sello de seguridad haya sido violado, roto o alterados.





5.7.4. Registro de la información en la ficha de muestreo de suelos

Se llena una ficha previamente elaborada con información general y específica del punto del muestreo- ver Formato N° 1.

5.8. PRESERVACION DE LAS MUESTRAS

En el caso de muestras de suelos para hacer los análisis de metales pesados no hay mayor necesidad de pretratamientos.

5.9. RECIPIENTES Y VOLUMEN DE MUESTRAS

Para el muestreo de metales (Cd, Pb, Cu, Mn,Zn) la bolsa de polietileno con cierre hermético cumple muy bien las características para que llegue en condiciones óptimas para el laboratorio.

5.10. PLAN DE CADENA DE CUSTODIA

La cadena de custodia (CDC) es un procedimiento utilizado para documentar quien es el responsable desde el momento en que el embalaje con las muestras es recibido hasta el momento en que son analizadas en el laboratorio. En esta también figura el detalle de los análisis que se realizarán en cada muestra.

El laboratorio se hace responsable del cargamento de muestras firmando el encargado de turno después de haber verificado que ha llegado en condiciones óptimas para los análisis: cuenta las bolsas de polietileno, bien cerradas y verifica que los análisis solicitados en las etiquetas de los recipientes coinciden con los análisis registrados en los análisis de custodia.

Formato N° 1. Registro de información de la cadena de custodia:

- a. El número de hojas de la cadena de custodia proporcionada por el laboratorio acreditado (INACAL)
- b. Nombre de la institución, empresa y responsable del muestreo
- c. Los datos de identificación del sitio (Coordenadas UTM)
- d. La fecha y hora de muestreo
- e. Código de las muestras
- f. Los análisis a realizar
- g. El número de envases recibidos
- h. Observaciones
- i. Identificación de las personas que entregan y reciben en cada una de las etapas de transporte, incluyendo fecha y hora

Los documentos de la cadena de custodia son un original y dos copias.

El laboratorio debe incluir una copia de esta cadena con los resultados de los análisis, debidamente firmada por las personas del laboratorio que recibe las muestras, y por los participantes del proceso de muestreo.





6. BIBLIOGRAFIA

Alloway, B.J. 1995. Cadmium. En: Heavy Metals in Soils. Second edition. Blackie Academy and Professional. Pp.122-150

Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. 2006. Guidelines for soil description. Fourth edition. Rome. 110P.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. IICA. 2017. Lineamientos para el muestreo de cadmio en suelos, hojas, granos y derivados del cacao. Documento de trabajo. Lima. Perú.

Kabata-Pendias A. Trace Elements in soils and plants. 2011. Fourth ed. CR PRESS. Boca Raton. 534 p.

McLaughlin M.J. and Singh B. R. Edited. 1999. Cadmium in Soils and Plants. Developments in Plant and Soil Sciences. VOLUME 85. SPRINGER SCIENCE+BUSINESS MEDIA, B.V. 282 p.

Perú. Ministerio de Agricultura y Riego. MINAGRI. 2010. Reglamento de Levantamiento de Suelos. D.S. N° 013 -2010-AG

Perú. Ministerio de Agricultura y Riego. MINAGRI. 2009. Reglamento de Clasificación De Tierra por su Capacidad de Uso Mayor. Aprueban en Nov-2009. Diario El Peruano. D.S. N° 017-2009-AG

Perú. Ministerio del Ambiente. MINAM. 2017. Estándares de calidad ambiental de suelos. DS N°011-2017-MINAM.

Perú. Ministerio del Ambiente. MINAM. 2014. Guía Para El Muestreo De Suelos. En el marco del D.S. N° 002-2013-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo. Dirección General de Calidad Ambiental. Disposición complementaria D.S. N°002-2014-MINAM. Lima Perú.

Volke Sepúlveda T., Velasco Trejo Juan A. y David A. de la Rosa Pérez. 2005. Suelos contaminados por metales y metaloides: muestreo y alternativas para su remediación Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. México. 144p.

Perú. Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. SERFOR. 2016. Guía rápida para el levantamiento de suelos en el campo. Dirección General de Política y Competitividad Forestal y de Fauna Silvestre - DGPCFFS Dirección de Promoción y Competitividad. Programa Nacional de Promoción de Plantaciones Forestales Comerciales. Lima. Perú. 25p.

Schoeneberger, P.J., D.A. Wysocki, E.C. Benham, and Soil Survey Staff. 2012. **Field book for describing and sampling soils**, Version 3.0. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE 267p.

MINAGRI – DGCA - Ottos Díaz Elvis. 2017. Dossier de cacao en metales pesados. Informe. Estado del arte con énfasis en Perú. Informe N°002-2017-EOD. Segundo entregable - MINAGRI – Dirección de Competitividad.





ANEXO

FICHA DE REGISTRO DE INFORMACION DEL MUESTREO DE CADMIO EN SUELOS DE ZONAS CACAOTERAS

1. Ubicación geográfica del predio de cacao

| | |
|---------------|-----------------------------|
| Departamento: | Coordenadas geográficas UTM |
| Provincia | X: Y: |
| Distrito | Relieve |
| Comunidad | Erosión |
| Altitud | drenaje |

2. Datos de la muestra

| | |
|---|--|
| Profundidad de muestreo | |
| Color | |
| Características organolépticas | |
| Textura | |
| Consistencia | |
| estructura | |
| Humedad | |
| Cantidad de muestra | |
| Área del predio a muestrear | |
| Número de puntos de muestreo por predio | |
| Numero de sub muestras | |
| Numero de muestras compuestas | |



3. Fecha

4. Nombre del muestreador:

5. Material cartográfico utilizado:

6. Sistema de producción de cacao:

- Monocultivo..... variedad.....
- Sistema agroforestal: variedades de cacao.....
- Arboles del sistema agroforestal
- Cacao orgánico -----.....
- Cacao convencional.....
- Cacao nativo.....

7. uso de fertilizantes:

8. uso de enmiendas

9. vías de acceso





PROTOCOLO PARA MUESTREO DE CADMIO EN HOJAS DE CACAO



Documento elaborado en el marco de la implementación de la Estrategia Cooperación en el País del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA); con las opiniones aprobadas de las instituciones que forman el "Grupo Técnico Nacional de Cadmio en Cacao"



TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|---|
| 1. INTRODUCCION..... | 2 |
| 2. OBJETIVO | 2 |
| 3. ALCANCE..... | 3 |
| 4. MATERIALES Y EQUIPOS:..... | 3 |
| 5. PLAN DE MUESTREO DE HOJAS DE CACAO..... | 3 |
| 5.1. Selección del Área de muestreo | 3 |
| 5.2. Momento de muestreo..... | 3 |
| 6. PROCEDIMIENTO PARA SACAR MUESTRA REPRESENTATIVA DE HOJAS DE CACAO:..... | 3 |
| 7. TRANSPORTE DE LAS MUESTRAS DE HOJAS:..... | 4 |
| 8. CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS DE HOJAS:..... | 5 |
| 8.1. Secado de la muestra foliar..... | 5 |
| 8.2. Molienda de las muestras foliares:..... | 5 |
| 9. RECOMENDACIONES GENERALES..... | 5 |
| 10. BIBLIOGRAFIA | 7 |



1. INTRODUCCION

El análisis foliar es una herramienta de diagnóstico que permite determinar qué elementos nutritivos (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, B, Zn) se encuentran por debajo o por encima de la concentración óptima para el crecimiento normal del cultivo, herramienta fundamental cuando se quiere diseñar programas de fertilización para el incremento de la producción. Este tipo de investigación es abundante en cultivos anuales, y también en algunos frutales de alto rendimiento y alta tecnología, generalmente cultivados en la costa como el caso de la uva, palta, mango, etc; sin embargo, la información sobre el cultivo del cacao en nuestro país sobre este tema es prácticamente inexistente, a pesar de ser un cultivo promisorio por la exportación.

También el muestreo y análisis foliar sirve para detectar el riesgo de contaminación de los frutos de cacao con cadmio. Considerando que se debe establecer una correlación de la concentración de cadmio en las hojas, con la concentración de cadmio en el suelo y con la concentración de cadmio en los granos de cacao. (Factores de bioacumulación y transferencia), tomando muestras foliares en los mismos arboles donde se toman las muestras de suelo.

Se han realizado investigaciones de la concentración de cadmio en hojas de cacao en diferentes regiones en nuestro país, encontrándose valores diferentes, poco comparables, por las diferencias en los métodos de muestreo y analíticos. (Huamani, 2011; Arévalo et al, 2017 y Remigio, 2017). En Centro América y en el Ecuador, existen protocolos de muestreo foliar en cacao y se ha reportado que en algunos casos existen correlaciones de concentraciones de cadmio en suelo, hojas y granos de cacao. (Ramtahal, 2017).

2. OBJETIVO

Establecer el procedimiento para la adecuada obtención, acondicionamiento y envío de muestras de hojas de cacao, para la determinación de la concentración de cadmio con los métodos de análisis acreditados.

3. ALCANCE

Para uso obligatorio por investigadores, profesionales y técnicos en los predios agrícolas de las áreas de producción de cacao a nivel nacional, para el monitoreo de metales pesados en hojas de cacao.

4. MATERIALES Y EQUIPOS:

- a. Bolsas de papel kraft grandes
- b. Bolsas de cierre hermético tipo ziploc
- c. Tijeras de acero inoxidable
- d. Etiquetas
- e. Cámara fotográfica
- f. GPS
- g. Cooler grande o caja de tecnopor
- h. Gel refrigerante
- i. Estufa con termómetro incorporado o externo y aire circulante
- j. Desinfectante de tijeras de muestreo: alcohol 70%
- k. Papel toalla

5. PLAN DE MUESTREO DE HOJAS DE CACAO

5.1. Selección del Área de muestreo

Seleccionar parcelas uniformes en relación a su topografía, relieve, tipo de suelos y plantaciones de cacao (jóvenes, en producción, híbridos, cacao fino de aroma, sistemas agroforestales, cacao orgánico, cacao convencional) en un predio agrícola o chacra cacaotera típica de la zona a muestrear - unidad de muestreo (1 a 5 has), el área de muestreo foliar debe coincidir con el área de muestreo de suelos.

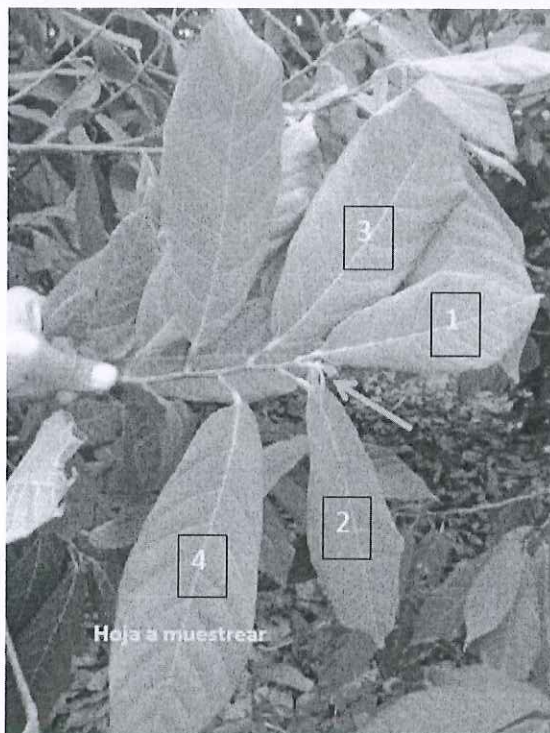
5.2. Momento de muestreo

De 40 a 80 días después de la floración (según las variedades) principal que coinciden con la máxima absorción de nutrientes, los cuales luego son utilizados para la producción de frutos.

6. PROCEDIMIENTO PARA SACAR MUESTRA REPRESENTATIVA DE HOJAS DE CACAO:



De cada unidad de muestreo (parcela), escoger 10 árboles al azar; sacar 4 hojas por árbol en los puntos cardinales (norte, sur, este, oeste) de la parte media del árbol; en total se sacarían 40 hojas sin peciolo; utilizando tijeras de acero inoxidable previamente desinfectadas, se cortará la cuarta hoja completamente verde (de 4 a 8 semanas después de la floración principal) a partir del ápice de la rama seleccionada (ver figura). Todas las hojas se irán colocando en una bolsa de papel kraft grande y ser realizara la identificación correspondiente.



Fuente: (Carrillo, 2006) (INIAP, 2016)

Tener cuidado que las hojas a muestrear no estén dañadas por lesiones de plagas, síntomas visuales de carencias de nutrientes ni se hayan realizado aplicaciones fitosanitarias o foliares, en los últimos 7 días

7. TRANSPORTE DE LAS MUESTRAS DE HOJAS:

Las bolsas de papel kraft con las hojas seleccionadas deben tener buena ventilación y ser transportadas en unas cajas de tecnopor grande, si la distancia al laboratorio es considerable entonces esta bolsas deben acondicionarse adecuadamente en las cajas de tecnopor, utilizando un gel refrigerante teniendo cuidado de proteger las bolsas de papel kraft con bolsas de cierre hermético tipo

ziploc, hasta que llegue a un laboratorio especializado y acreditado para el análisis de metales pesados, en el menor tiempo posible.

8. CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS DE HOJAS:

Luego del muestreo de las hojas y ser colocadas en las bolsas kraft deben ser almacenadas en un refrigerador (4°C) hasta enviar al laboratorio, como máximo en 5 días; en el laboratorio se pueden conservar por más tiempo luego de ser secadas y molidas teniendo en cuenta lo siguiente:

8.1. Secado de la muestra foliar

En el laboratorio se deben secar las muestras de hojas en las bolsas de papel kraft, en una estufa con aire circulante a 60°C y control de temperatura, dentro de las 24 horas siguientes al momento de tomarlas en el campo.

Tener cuidado de no subir la temperatura porque si es mayor de 100°C reducirá el peso seco debido a la volatilización de compuestos orgánicos.

8.2. Molienda de las muestras foliares:

Los molinos deben ser de acero inoxidable (cuchillas y tamices) para evitar la contaminación por metales.

Otro aspecto de gran importancia es la finura el material molido especialmente para asegurar una preparación homogénea. Un cedazo de criba N° 40 o 60

El material molido debe ser secado en la estufa nuevamente a 60 °C, para remover la humedad adsorbida durante la molienda, y luego recién se pueden guardado en frascos de vidrio libres de boro, debidamente identificados.

9. RECOMENDACIONES GENERALES

- a. Las áreas de muestreo seleccionados no deben estar ubicados en los bordes de las parcelas ni tampoco ser los más productivos (frondosos). ni menos productivos
- b. Las hojas no se deben tener tejidos dañados



- c. Conocer el programa de “aplicaciones foliares” sanitarias y de nutrientes que se aplican durante la campaña y tener un registro de productos, dosis y épocas de uso.
- d. Investigar la relación entre el nivel de cadmio y nutrientes en las hojas de los arboles ubicados en las áreas identificadas como potencialmente contaminadas con cadmio por tener una concentración mayor a 1.4 mg Cd total/kg de suelo seco.
- e. Para estudios de bioacumulación deben tomarse las muestras foliares en los mismos arboles donde se han sacado las muestras de caracterización y especiación de suelos
- f. Una vez que la muestra ha sido secada y molida se puede guardar indefinidamente en un ambiente oscuro, seco y frio (4° C).



10. BIBLIOGRAFIA

Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad en el Agro. AGROCALIDAD. Instructivo INT/SFA/11 "Para toma de muestras de foliares". 9p. Aprobado 19 de junio del 2015.

Arevalo E., Arevalo C., Virupax C., Zhenli L. 2017. Heavy metal accumulation in leaves and beans of cacao (*Theobroma cacao* L.) in major cacao growing regions in Peru. *Science of the Total Environment* 605–606 (2017) 792–800

Bazán Tapia Ruben. 1996. Manual para análisis químico de suelos, aguas plantas. Copia Mimeografiada, UNALM. FUNDACION PERU. 56 p.

Carrillo Z. Manuel. 2006. El muestreo foliar en el cacao. Instituto Nacional Autónomo de ciencias Agropecuarias (INIAP). Departamento Nacional de manejo de Suelos y Aguas. EET Pichilingue. INIAP. Quevedo-Los Ríos. Ecuador. 2p

Chapman Homer D. 1966. Diagnostic Criteria for plants and soils" edited University of California and Agricultural Experiment Station Riverside USA, 1966.

Chapman H. D. 1966 y Pratt P.F. Methods of analysis for soils plants and waters. Riverside and Davis, California USA. 1961.

Huamaní Yupanqui. H. y M. Huauya Rojas. 2011. Contenido de cadmio y plomo en la producción de cacao en San Martín. USAI/PERU/PDA, CITE CACAO. 74p.

INIAP. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Departamento Nacional de Suelos y Agua. 2016. Muestreo foliar en Cacao. Plegable 429. Mocache – Los ríos Ecuador.

Instituto de la Potasa y el Fosforo. INPOFOS. Informaciones Agronómicas 1994. Análisis Foliar: Fundamentos y métodos de evaluación. Quito Ecuador. Octubre 1994. 18 p.



Jiska A. van Vliet, Maja Slingerland and Ken E. Giller. 2015. Mineral Nutrition of Cocoa. A Review. Plant Production Systems Group, Wageningen University. July 2015.70 p.

Kabata-Pendias A. Trace Elements in soils and plants. 2011. Fourth ed. CR PRESS. Boca Raton. 534 p.

McLaughlin M.J. and Singh B. R. Edited. 1999. Cadmium in Soils and Plants. Developments in Plant and Soil Sciences. VOLUME 85. SPRINGER SCIENCE+BUSINESS MEDIA, B.V. 282 p.

Malavolta E. 1989. Avaliacao do Estado nutricional das plantas. 201p. Brasil. Ed.Potafos.

Marshner H. 1993. Mineral Nutrition of Higher Plants. 892p.

Remigio Arguello José. 2017. Proyecto Determinación y zonificación de las fuentes contaminantes que afectan la concentración de cadmio en los granos de cacao en las organizaciones socias de CEPICAFE de Piura y Tumbes. Conferencia ICCO, Lima Perú. Agosto

Ramtahal, G. 2017. Investigative Research into Cadmium Levels of Cocoa Beans in Trinidad and Tobago. University of the West Indies, St. Augustine





PROTOCOLO PARA EL MUESTREO DE CADMIO TOTAL EN AGUA NATURALES SUPERFICIALES DE ZONAS DE PRODUCCION DE CACAO



Documento elaborado en el marco de la implementación de la Estrategia Cooperación en el País del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), con las opiniones aprobadas de las instituciones que forman el "Grupo Técnico Nacional de Cadmio en Cacao"





TABLA DE CONTENIDO

- 1. INTRODUCCIÓN 3
- 2. OBJETIVO..... 3
- 3. ALCANCE Y APLICACIÓN DEL PROTOCOLO 3
- 4. MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES 4
 - 4.1. Planificación del Monitoreo 4
 - 4.2. Establecimiento de la red de puntos de monitoreo 4
 - 4.2.1. Cuenca Hidrográfica 4
 - 4.3. Codificación del punto de muestreo 5
 - 4.3.1. Formato de registro de datos de campo..... 5
 - 4.4. Frecuencia de monitoreo 6
 - 4.5. Parámetros en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales..... 6
 - 4.6. Materiales, equipos e indumentaria de protección 7
 - 4.7. Seguridad en el trabajo de campo..... 7
- 5. TOMA DE MUESTRA DE AGUA 8
- 7. ROTULADO Y ETIQUETADO..... 10
- 8. PRESERVACIÓN, LLENADO DE LA CADENA DE CUSTODIA, ALMACENAMIENTO, CONSERVACIÓN Y TRANSPORTE DE LAS MUESTRAS 10
- 9. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL MUESTREO..... 12
 - 9.1. Blancos de viaje..... 12
 - 9.2. Duplicados de campo..... 12
- 10. ACTIVIDADES POS MUESTREO 12
- 11. RECOMENDACIONES 13
- 8. BIBLIOGRAFÍA..... 14
- ANEXO I 15
- ANEXO II 16





PROTOCOLO PARA EL MUESTREO DE CADMIO TOTAL EN AGUA NATURALES SUPERFICIALES DE ZONAS DE PRODUCCION DE CACAO

1. INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la población y las actividades económicas en las cuencas hidrográficas del país, ha originado una presión hídrica con relación a la afectación de su calidad, las cuales son generados por una serie de fuentes de contaminación como los vertidos domésticos, municipales e industriales, que se descargan directamente a los cuerpos de agua natural. Asimismo, la propia naturaleza geológica de la cuenca también origina una afectación de calidad de los recursos hídricos, debido al aporte de elementos y compuestos químicos en las aguas.

Por tal motivo, se hace necesaria las acciones de vigilancia de la calidad de los recursos hídricos que permitan evaluar su estado situacional para planificar e implementar medidas de prevención, mitigación y control de los impactos negativos.

El presente documento ha sido elaborado tomando como referencia principal los procedimientos establecidos en el **"Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales"**, aprobado con R.J. N° 010-2016-ANA, elaborado por la Autoridad Nacional del Agua, como ente rector de la gestión y administración de los recursos hídricos, considerando referencia en la toma de muestra para metales totales, en especial el cadmio, en cuerpos de agua naturales superficiales especialmente en zonas donde se cultiven cacao.

2. OBJETIVO

Establecer los procedimientos técnicos para evaluar la contaminación de metales totales (cadmio) sobre la calidad de los recursos hídricos, así como su recolección, preservación, almacenamiento, transporte de muestras de agua, el aseguramiento de la calidad y la seguridad del desarrollo del monitoreo.

3. ALCANCE Y APLICACIÓN DEL PROTOCOLO

El presente *"Protocolo para el muestreo del metal total Cadmio en aguas naturales superficiales"*, es para uso obligatorio por investigadores, profesionales y técnicos a nivel



nacional para el monitoreo de la calidad del agua de los cuerpos de agua naturales superficiales (ríos, quebradas, entre otras), especialmente en zonas donde se cultiven cacao.

4. MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES

Para la ejecución del monitoreo de calidad de agua natural superficial, se deberá considerar la logística mínima necesaria, planificación y ejecución.

4.1. *Planificación del Monitoreo*

La planificación del monitoreo se realiza en gabinete con la finalidad de diseñar el trabajo de monitoreo que incluye el establecimiento del ámbito de evaluación (cuenca, unidad hidrográfica, recurso hídrico), puntos de muestreo, lugares de acceso, verificación y ubicación de la zona de muestreo y los puntos de muestreo mediante el empleo de herramientas informáticas (Ej. Google Earth), los parámetros y/o metales a evaluar en cada punto de muestreo, los equipos, materiales, reactivos, formatos de campo, logística a utilizar para el traslado del equipo de trabajo y para el análisis de las muestras.

4.2. *Establecimiento de la red de puntos de monitoreo*

El establecimiento de la red de puntos de monitoreo de un recurso hídrico superficial deberá realizarse de manera preliminar en gabinete. Para ello, es necesario contar con un mapa hidrográfico de la cuenca hidrográfica e intercuenca donde se identifiquen áreas y/o zonas en el cual se realice el sembrío del cacao. La recopilación e integración de información se realizan a través de herramientas informáticas como ArcGis, Google Earth Pro, entre otras.

4.2.1. *Cuenca Hidrográfica*

Para una cuenca hidrográfica, el mapa debe contar con la delimitación de las unidades hidrográficas, ríos y quebradas ubicación donde se ubiquen los sembríos de cacao, así como centros poblados y zonas urbanas, pasivos mineros y/o hidrocarburiíferos, vertimientos autorizados, captaciones de agua para uso poblacional, fuentes contaminantes puntuales y difusas provenientes de las actividades mineras,



industriales, acuícola, agrícola, ganadera, etc. y toda información concerniente al área de evaluación.

La ubicación de los puntos de muestreo deberá incluir los siguientes aspectos:

- a. Un punto de muestreo aguas arriba del cuerpo de agua superficial, cuyas aguas son utilizadas para el regadío de cacao.
- b. Un punto de muestreo aguas abajo del cuerpo de agua superficial, donde ya no exista actividades de sembrío de cacao.
- c. Un punto de muestreo aguas arriba de la confluencia con importantes afluentes laterales (cuerpos de agua laterales),
- d. Un punto de muestreo por debajo de fuentes contaminantes puntuales y difusas cerca de las actividades de sembrío de cacao. En cuencas hidrográficas densamente pobladas es necesario la priorización de los puntos de monitoreo, estableciendo puntos representativos por tipo de fuente contaminante.

El lugar establecido para la toma de la muestra de agua debe ser de acceso seguro, evitando caminos empinados, rocosos, vegetación densa y fangos.

4.3. Codificación del punto de muestreo

El punto de muestreo debe ser identificado, para su la ubicación se utilizará el Sistema de Posicionamiento Global (GPS); registradas en sistema UTM para puntos los cuerpos de agua continental, en estándar geodésico WGS84.

Toda la información relativa al punto de muestreo será registrada en el formato del anexo I:

4.3.1. Formato de registro de datos de campo.

Se recomienda que todos los puntos de muestreo se deban encontrar debidamente codificados.

El código de cada punto de muestreo ubicado en cuerpos naturales de agua continental estará conformado por los siguientes elementos:

[Sigla del tipo de cuerpo de agua] [Sigla del nombre del cuerpo de agua]
[Numeración continua]



Sigla del tipo del cuerpo de agua

- R → Río
- Q → Quebrada
- F → Manantial

- a. Primera sigla en tipo de cuerpo de agua
- b. Seguida de la sigla del nombre del cuerpo natural de agua: compuesta por las cuatro (04) letras iniciales del nombre del cuerpo de agua. Para nombres compuestos se utiliza la primera letra de la primera palabra y las primeras tres (03) letras de la segunda palabra; por ejemplo Santa Bárbara: SBar.
- c. Numeración continua: los números se asignan en orden creciente y se inicia en la parte más alta de la cuenca (cabecera o naciente) con el número 1 y se aumenta la numeración recíprocamente.}

4.4. Frecuencia de monitoreo

La frecuencia del monitoreo pueden estar influenciados por una serie de factores, por la cual se recomienda lo siguiente:

- Estacionalidad de la cuenca (épocas de avenida, transición y de estiaje)
- La ocurrencia de eventos extraordinarios (huaycos, accidentes, derrame de sustancias peligrosas, floración de algas, etc.)

4.5. Parámetros en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales

En el siguiente cuadro, se presenta el parámetro a considerar de acuerdo con la categoría del recurso hídrico asignada por la ANA a los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, aprobados por el MINAM (D.S. N.º 004-2017-MINAM).

Tabla N° 1: Parámetros recomendados para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales.

| Categoría del cuerpo de agua natural superficial | Categoría 1 | Categoría 3 | Categoría 4 Ríos, |
|--|-------------|-------------|----------------------|
| Parámetros Inorgánicos (metal total) | metal (Cd) | metal (Cd) | metal (Cd) |

**4.6. Materiales, equipos e indumentaria de protección**

Para ejecutar el monitoreo, se deberán preparar los materiales de trabajo, formatos (fichas de registro de campo y cadenas de custodia). Asimismo, se deberá contar con todos los descritos en tabla N° 2.

Tabla N°2: Materiales y equipos necesarios para el monitoreo de metales pesados en aguas naturales superficiales

| | |
|-----------------------------------|---|
| Medios de transporte | Vehículo para transporte terrestre (camioneta) |
| Materiales | Cooler grandes y pequeños, frascos de plásticos, baldes de plástico transparente de primer uso y limpios (4 ó 20 l), guantes descartables, mascarillas, pizetas, refrigerantes |
| Equipos | GPS, cámara fotográfica, botellas, brazo muestreador |
| Soluciones y reactivos | Agua destilada y preservantes. |
| Formatos | Ficha de datos de campo (anexo I) y cadena de custodia |
| Material cartográfico | Mapa hidrográfico |
| Indumentaria de protección | Zapatos de seguridad, botas de jebe cortas, botas de jebe musleras, vestimenta de seguridad con cinta reflectiva (pantalón, polo o camisa de manga larga, casaca, chaleco), lentes, casco, gorra, ponchos impermeables, arnés, chaleco salvavidas |
| Otros | Plumones indelebles, lápices, cinta adhesiva, papel secante, libreta de campo, soga, cinta métrica, linterna de mano, pizarra acrílica o tablero |

**4.7. Seguridad en el trabajo de campo**

Para ejecutar los trabajos de campo, se deberán tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- El personal que desarrolla el trabajo de campo (monitoreo) debe contar con el equipo de protección personal (EPP).
- La ubicación del punto de muestreo deberá ser seleccionado de tal modo que esté garantizado el acceso y la toma de muestra de agua en condiciones seguras.
- Evitar el ingreso a ríos caudalosos y/o profundos para la toma de muestras. Se recomienda coleccionar las muestras con ayuda de un brazo telescópico o con un recipiente sujetado de una soguilla, pero que conserve las medidas de



- seguridad. La persona que toma la muestra debe ser asegurada con arnés y una soga anclada a una estructura sólida.
- d. En caso de presentarse lluvias torrenciales y permanentes, se debe paralizar el monitoreo por la seguridad del personal y la protección de los materiales y/o equipos.
 - e. El personal de campo deberá contar con seguro complementario de trabajo de riesgo (SCTR).
 - f. Se debe contar en todo momento con un botiquín de primeros auxilios, linterna, radio de comunicación, entre otros.

5. TOMA DE MUESTRA DE AGUA

5.1. Toma de muestras en ríos o quebradas con bajo caudal

Aplicable para ríos de bajo caudal o de poca profundidad, donde exista fácil acceso de ingreso al río. Se deberá evitar la contaminación de las muestras por disturbar los sedimentos del fondo o de la orilla del cauce.

Procedimiento:

- a. El personal responsable deberá colocarse las botas de jebe y los guantes descartables antes del inicio de la toma de muestras de agua.
- b. Ubicarse en un punto medio de la corriente principal, donde la corriente sea homogénea, evitando aguas estancadas y poco profundas.
- c. Coger un recipiente, retirar la tapa y contratapa sin tocar la superficie interna del frasco.
- d. Antes de coleccionar las muestras, los frascos se deben enjuagar como mínimo dos veces.
- e. Coger la botella por debajo del cuello, sumergirla en dirección opuesta al flujo de agua.
- f. Considerar un espacio de alrededor de 1 % aproximadamente de la capacidad del envase para su preservación.

5.2. Toma de muestras en ríos o lagos desde la orilla

Este procedimiento se realiza cuando la corriente del río es caudalosa, se utiliza un brazo muestreador.



Procedimiento:

- a. El personal responsable deberá colocarse las botas de jebe y los guantes descartables antes del inicio de la toma de muestras de agua.
- b. Ubicarse en un punto donde exista fácil acceso, donde la corriente sea homogénea y poco turbulenta.
- c. Antes del inicio de la toma de muestras enjuagar el balde con agua del punto de muestreo como mínimo dos veces.
- d. Para la toma de muestras colocar un frasco en el brazo muestreador, asegurarlo y retirar la tapa y contratapa sin tocar la superficie interna del frasco.
- e. Extender el brazo muestreador y sumergir la botella en sentido contrario a la corriente, hasta que esté parcialmente llena y proceder a su enjuague (mínimo dos veces).
- f. Sumergir el recipiente a una profundidad aproximada de 20 a 30 cm desde la superficie en dirección opuesta al flujo del río.
- g. Considerar un espacio de alrededor de 1 % aproximadamente de la capacidad del envase para su preservación.

5.3. Toma de muestras desde puentes

Este procedimiento es aplicable para ríos caudalosos que tienen acceso de puentes, para ellos se debe emplear un balde transparente de 4 a 20 litros, según corresponde, y una cuerda de nylon.

Procedimiento:

- a. Ubicarse en el centro del puente.
- b. Amarrar y asegurar el balde con la cuerda de nylon.
- c. Bajar el balde y llenarlo, evitando la remoción de sedimentos del fondo del cauce. Al momento de subir el balde, se debe evitar raspar estructuras del puente con la cuerda para no contaminar las muestras.
- d. Enjuagar el balde y lavar los últimos metros de la cuerda de nylon.
- e. Tomar otra muestra de agua con el balde para el lavado de los frascos dos veces y lavar la cuerda.
- f. Llenar el recipiente con la muestra, dejando un espacio de alrededor de 1 % aproximadamente de la capacidad del envase para su preservación.





6. ROTULADO Y ETIQUETADO

Los recipientes se deben rotular con etiquetas autoadhesivas. La etiqueta de cada muestra de agua como mínimo debe contener los siguientes datos:

- a. Nombre del solicitante
- b. Código del punto de muestreo
- c. Tipo de cuerpo de agua (agua continental)
- d. Fecha y hora de muestreo
- e. Nombre del responsable de la toma de muestra
- f. Tipo de análisis requerido
- g. Preservación y tipo de reactivo (si lo requiere)

Se recomienda cubrir la etiqueta con cinta transparente a fin de protegerla de la humedad. El etiquetado deberá ser realizado antes de la toma de muestras.

7. PRESERVACIÓN, LLENADO DE LA CADENA DE CUSTODIA, ALMACENAMIENTO, CONSERVACIÓN Y TRANSPORTE DE LAS MUESTRAS

7.1. *Preservación*

Una vez tomada la muestra de agua, se procede inmediatamente a adicionar el preservante para los metales totales Cadmio de acuerdo con lo indicado en el anexo II (*Conservación y preservación de muestra de metales totales*). Una vez preservada la muestra, homogenizar y cerrar herméticamente el recipiente. . Por lo cual, es esencial el uso de mascarillas, gafas de seguridad y guantes descartables resistentes a los reactivos; se recomiendan los guantes delgados de nitrilo o vinilo de color verde o celeste.

Durante el trabajo de campo, los reactivos se deben almacenar de forma separada de los recipientes para muestras y otros equipos en un *cooler* pequeño, limpio y seguro para impedir la contaminación cruzada.

7.2. *Llenado de la cadena de custodia*

Para el llenado de la cadena de custodia, como mínimo se deben considerar los siguientes datos:

- a. Nombre de la institución que realiza el monitoreo
- b. Nombre de la persona, correo, número telefónico del responsable de la toma de muestras



- c. Nombre del proyecto y/o del monitoreo
- d. Código de la muestra, clasificación del agua (agua de río, etc)
- e. Fecha y hora del muestreo
- f. Número y tipo de envases por punto de muestreo
- g. Preservación de la muestra
- h. Lista de parámetros de los análisis de cada punto de muestreo
- i. Firma de la persona responsable del monitoreo

Para su ingreso al laboratorio de análisis, las muestras deberán ir acompañadas de la *Cadena de custodia* debidamente llenada (se la debe colocar en un sobre plastificado a fin de evitar que se deteriore) y se remite dentro del *cooler* que contiene las muestras.

7.3. Almacenamiento, conservación y transporte de las muestras

Los frascos deben almacenarse dentro de cajas térmicas (*coolers*) de forma vertical para que no ocurran derrames ni se expongan a la luz del sol.

Para su conservación, las muestras recolectadas deberán acondicionarse en cajas térmicas (*coolers*) bajo un adecuado sistema de enfriamiento (5 ± 3 °C), refrigerante (*ice pack*, hielo o similar). En el caso de utilizar hielo, colocarlo en bolsas herméticas. Las cajas térmicas (*coolers*) deberán mantenerse a la sombra para permitir una mayor conservación de la temperatura.

Las muestras deben ser transportadas inmediatamente al laboratorio cumpliendo los tiempos de almacenamiento máximo de cada parámetro de acuerdo con el cuadro del anexo II (*Conservación y preservación de muestra de metales totales*); para el transporte de las muestras se debe sellar la caja térmica (*cooler*) de forma que asegure la integridad de las muestras.

Para el envío y traslado de las muestras al laboratorio existen diversos medios (aéreo, terrestre, fluvial); el personal responsable deberá utilizar el medio de comunicación que pueda garantizar las condiciones de tiempo de almacenamiento máximo de cada parámetro.



8. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL MUESTREO

Los controles de calidad del proceso de muestreo son el único medio para identificar errores en el proceso de monitoreo, la utilización de estos controles debe ser incluida en el plan de monitoreo considerando todos los metales de interés.

Para realizar el control de calidad aplicado al muestreo, se tienen los siguientes blancos y duplicados de acuerdo con las determinaciones analíticas.

Tabla N° 3: Controles de calidad requeridos en el proceso de muestreo

| Tipo de control | Contaminación evaluada |
|--------------------|--|
| Blanco de viaje | Contaminación durante el transporte |
| Duplicado de campo | Precisión y repetitividad de los procedimientos de recolección |



8.1. Blancos de viaje

En este tipo de controles se comprueba la contaminación de los frascos, o transporte de la muestra.

En el laboratorio se preparan los blancos viajeros con agua destilada, las cuales son llevadas al campo como una muestra adicional.

8.2. Duplicados de campo

Son usados para determinar la precisión o el error aleatorio de los procedimientos de muestreo y análisis a través de la comparación de los resultados de análisis de dos muestras recolectadas de un mismo punto teniendo en cuenta el analito a evaluar, que se lleva al laboratorio como muestra "ciega".

9. ACTIVIDADES POS MUESTREO

Una vez culminado la etapa de la toma de muestras, estas serán remitidas inmediatamente al laboratorio. Se recomienda que el laboratorio cuente con la metodología acredita para los análisis de metales totales, por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) mediante la Norma Técnica Peruana: "Requisitos generales para la



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

Dirección General Agrícola

competencia de laboratorios de ensayo y calibración” NTP ISO/IEC 17025:2017 o por un Organismo Internacional.

10. RECOMENDACIONES

El muestreo de aguas debe realizarse por dos personas debidamente calificadas para este procedimiento y disponer de los recursos económicos necesarios para garantizar el financiamiento de todo el proceso de toma de muestras de agua: movilidad, materiales, viáticos, equipo de seguridad personal, transporte y envío de las muestras hasta que lleguen a un laboratorio acreditado.

Se debe también tener en cuenta las siguientes recomendaciones para el aseguramiento de la calidad del muestreo de aguas:

- a. Asegurarse de que los frascos de muestreos cumplan con los requisitos técnicos mínimos establecidos en el presente protocolo y de acuerdo con la metodología estandarizada de análisis de metales totales.
- b. Aislar, en el mayor grado posible, los recipientes de muestras de las posibles fuentes de contaminación. Mantener los frascos tapados durante todo el monitoreo.
- c. Evitar la perturbación del sitio de muestreo, por ejemplo cuando hay sedimentos.
- d. Enjuagar cuidadosamente los frascos y recipientes de muestreo.
- e. Limpiar y secar las cuerdas y brazos telescópicos utilizados para la toma de muestra, entre un punto de monitoreo y otro.
- f. Evitar introducir en la muestra de agua los dedos, manos o guantes. Asimismo, no tocar los frascos o recipientes en el interior.
- g. Examinar si cada muestra colectada contiene partículas grandes como hojas, detritus o algas. Si estos son observados, la muestra debe ser descartada y tomada nuevamente.





11. BIBLIOGRAFÍA

Autoridad Nacional del Agua, ANA.2016. Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales, aprobado con R.J. N° 010-2016-ANA, Autoridad Nacional del Agua, 2016.

Agencia Nacional de Aguas (2011). "Guía nacional de coleta e preservação de amostras: agua, sedimento, comunidades acuáticas e efluentes líquidos". Brasilia: Ministério do Meio Ambiente. Brasil.

Canadian Council of Ministers of the Environment (2011). "Protocols Manual for Water Quality Sampling in Canada", Canada.





PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego

Dirección General Agrícola

ANEXO I

REGISTRÓ DE DATOS EN CAMPO

CUENCA: _____

REALIZADO POR: _____

RESPONSABLE: _____

| Punto de monitoreo | Descripción origen/ubicación | Localidad | Distrito | Provincia | Departamento | Coordenadas | | Altura msnm | Fecha | Hora | Observaciones |
|--------------------|------------------------------|-----------|----------|-----------|--------------|-------------|------------|----------------|-------|------|---------------|
| | | | | | | Norte/Sur | Este/Oeste | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |



Handwritten signature in blue ink over a circular stamp of the Dirección General Agrícola (DGA) with 'VBO' and 'DIRECCIÓN GENERAL AGRÍCOLA' text.

ANEXO II

Conservación y preservación de muestras de agua para metal total (cadmio)

| PARÁMETRO | Tipo de recipiente | Condiciones de preservación y almacenamiento | Tiempo máximo de almacenamiento |
|----------------------------|--------------------------|---|---------------------------------|
| Corrida de metales totales | PE-HD o PTFE / PFA o FEP | Acidificar a pH 1 - 2 con HNO ₃ , refrigerar | 1 mes |
| Cadmio | PE-HD o PTFE / PFA o FEP | Acidificar a pH 1 - 2 con HNO ₃ , Refrigerar | 6 meses |

Envases

FEP perfluoro (etileno/propileno)

PET polietileno terftalato

PFA perfluoroalcoxi (polímero)

PTFE politetrafluorotileno

PE-HD Polietileno alta densidad





PROTOCOLO PARA EL MUESTREO DE CADMIO EN GRANOS DE CACAO

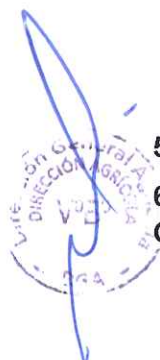
Documento elaborado en el marco de la implementación de la Estrategia Cooperación en el País del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), con las opiniones aprobadas de las instituciones que forman el "Grupo Técnico Nacional de Cadmio en Cacao"





TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 2 |
| 2. OBJETIVO | 3 |
| 3. ALCANCE..... | 3 |
| 4. DEFINICIONES | 3 |
| 4.1. Muestreo | 3 |
| 4.2. Lote..... | 3 |
| 4.3. Sublote | 3 |
| 4.4. Muestra | 3 |
| 4.5. Muestra elemental | 4 |
| 4.6. Muestra global o total..... | 4 |
| 4.7. Muestra reducida..... | 4 |
| 4.8. Muestra de laboratorio..... | 4 |
| 4.9. Muestra analítica | 4 |
| 4.10. Muestra a granel | 4 |
| 4.11. Envase (saco)..... | 4 |
| 4.12. Sacamuestras | 4 |
| 4.13. Centro de acopio de granos de cacao:..... | 4 |
| 5. MATERIALES Y EQUIPOS..... | 5 |
| 6. TOMA Y ENVIO DE MUESTRAS PARA LA DETERMINACIÓN DE CADMIO EN GRANOS DE CACAO | 5 |
| 6.1. DISPOSICIONES GENERALES: | 5 |
| 6.2. MUESTREO DE GRANOS DE CACAO | 6 |
| 6.2.1. Toma de muestras elementales..... | 6 |
| 6.2.2. La muestra global..... | 9 |
| 7. CONDICIONES POSTERIORES AL MUESTREO | 9 |
| 8. RESPONSABILIDAD | 10 |
| 9. BIBLIOGRAFIA..... | 11 |





1. INTRODUCCIÓN

El presente protocolo ha sido elaborado de acuerdo a la información oficial existente en el “Programa Nacional de Monitoreo de Contaminantes en Alimentos Agropecuarios Primarios Destinados al Consumo Humano y Piensos”, (aprobado por Resolución Jefatural N° 0207-2012-AG-SENASA), a cargo de la Dirección de Insumos Agropecuarios e Inocuidad Agroalimentaria, que involucra el ámbito geográfico, tipo de alimento, número de muestras a analizar, así como los procedimientos a seguir, el cual será coordinado con las autoridades de nivel regional y local a través de las Direcciones Ejecutivas del SENASA. La Dirección de Insumos Agropecuarios e Inocuidad Alimentaria del SENASA ha elaborado un “Procedimiento Toma y Envío de Muestras de Alimentos Agropecuarios Primarios y Piensos” (PRO-SIAG-07 (rev. 01), en el ítem 6.7 indica los pasos a seguir para la **“Toma y envío de muestras para determinación de metales pesados”** la cual es la principal fuente de información para este protocolo de muestreo de cadmio en granos de cacao seco.

Es importante indicar que se debe tener en cuenta el Decreto Legislativo N° 1387, publicado en el Diario El Peruano, el 4 de setiembre 2018, donde se indica que este Decreto legislativo “fortalece las competencias, las funciones de supervisión, fiscalización y sanción y la rectoría del Servicio Nacional de Sanidad Agraria -SENASA



También se ha revisado la información del plan de muestreo del Reglamento CE N°333/2007 de la Comisión Europea en la que se establecieron los métodos de muestreo y análisis para el control oficial de los niveles de plomo, cadmio, mercurio, estaño inorgánico e hidrocarburos aromáticos policíclicos en los productos alimenticios, del 28 de Marzo de 2007; la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 177:95 sobre “muestreo de granos de cacao”, y también la “Guía metodológica para el muestreo y detección de cadmio en suelos, agua, fertilizantes y almendras de cacao y productos derivados” elaborado en nuestro país por la Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida/USAID (Barrueta, 2013).





2. OBJETIVO

Establecer el procedimiento para la adecuada obtención, acondicionamiento y envío de muestras de granos de cacao, para la determinación de la concentración de cadmio con los métodos de análisis acreditados

3. ALCANCE

Para uso obligatorio por investigadores, profesionales y técnicos en las áreas de producción de cacao a nivel nacional, en los centros de acopio y/o almacenamiento, tanto para control oficial de la Autoridad Nacional (SENASA) como para aquellas instituciones públicas y privadas que monitorean metales pesados en granos de cacao.

4. DEFINICIONES

4.1. Muestreo

El muestreo es el procedimiento para obtener y constituir una muestra representativa de granos de cacao.

4.2. Lote

Cantidad específica de granos de cacao entregado en un momento determinado, el cual tiene características uniformes (origen, productor, variedad, tipo de envase, marca, consignador, etc.), que se somete a inspección como una unidad.

Lote sospechoso, es aquel del cual por cualquier motivo se sospecha que contiene residuos y contaminantes en exceso.

4.3. Sublote: parte de un lote grande designado para aplicar en ella el método de muestreo, cada sub lote deberá ser separado físicamente y ser identificable

4.4. Muestra: Una o más unidades seleccionadas de una población de material seleccionado entre una cantidad mayor de material; es un grupo de granos de cacao beneficiado de un lote que debe extraerse para formar la totalidad o parte de una muestra primaria.



En el caso de un lote de granos de cacao las unidades se obtendrán con instrumentos de muestreo (sacamuestras)

- 4.5. **Muestra elemental.** Es la cantidad de granos de cacao tomadas en único punto del lote o sub lote; dirigido a la detección de metales pesados
- 4.6. **Muestra global o total:** agregación de todas las muestras elementales de granos de cacao tomadas del lote o sub lote; las muestras globales se considerarán representativas de los lotes o sublotes de los que se obtengan; dirigido a la detección de metales pesados
- 4.7. **Muestra reducida (porción):** es la cantidad de granos de cacao que se obtiene al reducir de tamaño la muestra global
- 4.8. **Muestra de laboratorio:** es la cantidad de granos de cacao beneficiado obtenida de la muestra global o una porción representativa, destinada al análisis de laboratorio.
- 4.9. **Muestra analítica:** el material destinado al análisis, preparado a partir de la muestra global, separando la porción del producto que ha de analizarse y luego mezclando, triturando, cortando finamente, et., para poder prescindir de porciones analíticas con el mínimo error de muestreo
- 4.10. **Muestra a granel:** granos de cacao que no se encuentran envasados
- 4.11. **Envase (saco).** Es el recipiente que contiene granos de cacao beneficiado y que está destinado a protegerlo del deterioro, contaminación y facilitar su transporte y manipulación.
- 4.12. **Sacamuestras:** instrumento que se utiliza para extraer el producto de embalaje
- 4.13. **Centro de acopio de granos de cacao:** Puede ser el lugar donde se recoge el cacao cosechado en baba, para ser fermentado y secado; también en otros casos representa el lugar donde se hace el control de calidad del grano de cacao



seco que viene del campo, en base a las siguientes evaluaciones: muestreo de granos, determinación del contenido de humedad, determinación del grado de fermentado, determinación del porcentaje de cascarilla, determinación del contenido de impurezas, determinación del rendimiento del grano, determinación del peso del grano.

5. MATERIALES Y EQUIPOS

- a. Guantes de lona (o látex)
- b. Bolsas plásticas de polipropileno nuevas
- c. Cajas de tecnopor o cooler para el transporte de las muestras
- d. Instrumentos para la toma de muestras de granos de cacao en sacos en buen estado y limpios: sacamuestras o caladores cónicos de mano, Divisor tipo boerner y cuarteador para reducir la muestra
- e. Refrigeradora
- f. Plumón o marcador indeleble
- g. Cinta adhesiva



6. TOMA Y ENVIO DE MUESTRAS PARA LA DETERMINACIÓN DE CADMIO EN GRANOS DE CACAO

6.1. DISPOSICIONES GENERALES:

- 6.1.1. Seleccionar un laboratorio acreditado por INACAL o autorizados por el SENASA, que utilice el Método analítico acreditado para la determinación de cadmio en granos de cacao (Espectrofotometría de absorción atómica o la espectrometría de masas por plasma acoplada inductivamente (ICP-MS)).
- 6.1.2. Verificar que los materiales a utilizar en el muestreo de los granos de cacao se encuentren limpios (bolsas plásticas nuevas, cajas de tecnopor o cooler y otros materiales) para realizar la toma y transporte de las muestras desde el campo hasta el laboratorio.
- 6.1.3. Inspección de la uniformidad del lote de grano de cacao a muestrear, verificar que se encuentre en envases adecuados que aseguren la protección del producto contra la acción de agentes externos que puedan alterar sus características químicas o físicas y resistir las condiciones de manejo, transporte





y almacenamiento. Esta inspección debe ser por personal debidamente entrenado y autorizado.

- 6.1.4. Debe evitarse la contaminación y el deterioro de las muestras en todas las fases, para no afectar los resultados analíticos.
- 6.1.5. Las muestras serán identificadas inmediatamente después de haber sido tomadas.
- 6.1.6. Las muestras se protegerán contra los cambios en su composición, pérdidas y contaminación por impurezas, suciedad, etc.
- 6.1.7. En el caso de que se sospeche que las muestras no sean idóneas esta deberá ser rechazada para el análisis de laboratorio.

6.2. MUESTREO DE GRANOS DE CACAO

6.2.1. Toma de muestras elementales:

Si el cacao en grano beneficiado que se va a muestrear se presenta en envases de distintos tamaños se deberá agrupar el lote de acuerdo a la capacidad de los envases, es decir en cada lote deberá haber envases de una misma capacidad. (NTE INEN 177:95)

En el caso de que el cacao beneficiado se encuentre envasado en sacos, la muestra representativa se deberá tomar del 10 % del total de los sacos (de 100 sacos deben ser muestreados 10 sacos). (COEXA, 2012)



Ilustración 1. Muestreo en sacos almacenados

(COEXA, 2011)



Las muestras elementales de cada saco de granos de cacao deberán ser de 100 gramos como mínimo.

El número mínimo de muestras elementales que deberán tomarse del lote o sub lotes estará de acuerdo a la tabla N° 1.

Tabla N° 1. Número mínimo de muestras elementales que deben tomarse del lote o sublote

| Peso del lote de granos de cacao en Kilogramos | Número mínimo de muestras elementales que deben tomarse |
|--|---|
| ≥ 50 | 3 |
| $\geq 50 \leq 500$ | 5 |
| >500 | 10 |

Fuente: Reglamento CE N°333/2007, PROSIAG-07

En el caso de lotes de granos de cacao a granel de gran tamaño se dividirán en sub lotes, a condición de que estos puedan separarse físicamente, de acuerdo a la tabla N° 2, el peso total no puede ser múltiple exacto del peso de los sublotes, el peso del sublote podría superar el peso indicado en un 20% como máximo.

**Tabla N° 2. Sub división de lotes en sub lotes de granos de cacao**

| Peso del lote a granel en toneladas | Peso de los sublotos o número de sub lotes |
|-------------------------------------|--|
| ≥ 15 | 15 a 30 tonelada |
| < 15 | ---- |

PRO-SIAG-07

Las muestras en los lotes para producto envasado o empacado se obtendrán de la siguiente manera: realizando un muestreo al azar, marcando las unidades del lote. En los envases la muestra se obtendrá introduciendo el catador (sacamuestras) en un solo punto, este deberá penetrar por lo menos hasta la mitad diagonal del saco.

Cuando por condiciones del sitio de almacenamiento no sea posible movilizar el producto se podrá muestrear solo las caras visibles del lote.

Para muestreo de granos de cacao a granel, para obtener una muestra representativa, este deberá efectuarse en el lugar y momento adecuado, que será de preferencia en el momento de la carga, descarga o empaque del producto; cuando no se pueda aplicar los criterios anteriormente indicados, las muestras elementales serán tomadas en forma aleatoria o completamente al azar y a diferentes profundidades, utilizando "caladores" (sacamuestras). NTE INEN 177:95.

En el caso de que los granos de cacao se comercialicen a granel en lotes de gran tamaño será de aplicación la tabla N° 3.

Tabla N° 3 Subdivisión de los lotes en sublotos con productos que se comercializan a granel

| Peso del lote en toneladas | Peso de los sublotos o número de lotes |
|----------------------------|--|
| ≥ 1500 | 500 |
| >300 y < 1500 | 3 sublotos |
| ≥ 100 y ≤ 300 | 100 toneladas |
| < 100 | ----- |

Fuente: Reglamento CE N° 333/2007, PRO- SIAG-07



6.2.2. La muestra global se obtiene mezclando las muestras elementales, del mismo lote y será de por lo menos 1 kilogramo de grano de cacao beneficiado.

En el caso que la muestra global sea de mayor cantidad se realiza una “reducción por cuarteo”, que se puede hacer de manera manual: se mezcla muy bien los granos obtenidos de las muestras elementales, luego se divide en 4 partes iguales; se eliminan dos porciones diagonalmente opuestas, las otras dos se mezclan de nuevo y se repetirá sucesivamente la operación hasta obtener la cantidad requerida de 1.0 kilogramo, que representa la “muestra global” para enviar a laboratorio.

7. CONDICIONES POSTERIORES AL MUESTREO

7.1. Se deberá registrar en el acta de la cadena de custodia la siguiente información:

Formato N° 1. Etiqueta para la identificación de muestras de grano de cacao al laboratorio

- a. Norma utilizada: PRO- SIAG-07-SENASA
- b. Ubicación geográfica de la zona de muestreo: departamento, distrito, provincia, coordenadas geográficas UTM
- c. Lugar donde se realizó el muestreo: cooperativa, almacén, campo de agricultores, etc.
- d. Fecha
- e. Nombre comercial del cacao (clasificación, tipo, variedad)
- f. Número de lote
- g. Capacidad de los envases del lote o cantidad a granel
- h. Numero de envases y/o empaques muestreados

Observaciones sobre las condiciones en que se encuentra los granos de cacao

Existe un formato detallado: REG-UCCIRT/Lab-18. Etiquetas de identificación de muestras

7.2. La muestra destinada al análisis (1 kilogramo) deberá enviarse al laboratorio lo más pronto como sea posible, después de haberla tomado, en caso que esto no sea posible, se deberá guardar de tal manera que no se altere la calidad del



grano de cacao; el tiempo que dure guardado no deberá ser mayor de 15 días (refrigeradas a 4°C)

- 7.3. Embalaje y envío de las muestras: Toda muestra deberá colocarse en un recipiente limpio, e inerte que ofrezca una protección adecuada contra la contaminación, la pérdida de analitos por adsorción en su pared interna y contra daños durante el transporte. Se tomarán todas las precauciones necesarias para evitar que se modifique la composición de la muestra durante el transporte y el almacenamiento. Se debe llenar un formato REG-UCCIRT/Lab-02. Cadena de Custodia (Acta de toma y envío de muestras) del laboratorio del SENASA.



8. RESPONSABILIDAD

Todos los trabajos que se realicen para el monitoreo de metales pesados en granos de cacao deberán regirse por el presente protocolo.





9. BIBLIOGRAFIA

Asociación de Pequeños Productores de Cacao del Alto Piura (APPROCAP). 2007. Manual de Prácticas de control de calidad en Centros de Acopio. APPROCAP. GTZ. GRP. Piura. 12p.

Barrueta Rivera S. V. 2013. Guía de métodos de detección y análisis de cadmio en Cacao. USAID Perú/DEVIDA. 47p. Lima. Perú.

Colombia Exporta Cacao Fino y de Aroma. COEXA. 2011. Instructivo para el control de calidad de granos de cacao. Swisscontact. Embajada de Suiza en Colombia. Secretaria de Estado para Asuntos Económicos- SECO. 28p.

ICONTEC. Norma Técnica Colombiana NTC 1252:2003. *Cacao en grano*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC. Bogotá, 2003.

INEN. 1987. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 177:1987. Cacao en grano. Muestreo. Ley No. 739 Publicada en el Registro Oficial No. 442 del 22 de mayo de 1990 expedida por el Honorable Congreso Nacional.

INEN. 2006. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 177:1987 Cacao en grano. Muestreo.

INEN. 1987. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 173:1987 Cacao en grano. Determinación de la humedad.

INEN. 2006. Norma Técnica Ecuatoriana, cacao en grano N° 176. Cuarta Rev. Quito. Ecuador.

International Estándar ISO 960. Cocoa beans sampling. Genova. 1973.
ISO 2292.2017. Cocoa beans-sampling.

Ministerio de Agricultura y Riego. MINAGRI. SENASA. 2012. Procedimiento toma y envío de muestras de alimentos agropecuarios primarios y piensos. PRO-SIAG-07. Ítem 6.7. Toma y envío de muestras para la determinación de metales pesados. Lima. Perú.



Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. Perfil de Cacao. Plan de Desarrollo de Mercado Alemania. Lima. Perú. 17p.



Norma Técnica Peruana. NTP-ISO 2292. 2016. Granos de cacao. Muestreo. 2016-07-20, 4ª ed. INACAL. Dirección de Normalización. 10p.





PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego

Dirección General Agrícola

ACRONIMOS

| | |
|---------------|---|
| ACCESO | Programa de Oportunidades de Apoyo a Exportaciones de Cacao en Países Andinos |
| ANA | Autoridad Nacional del Agua – MINAGRI - Perú |
| APPCACAO | Asociación Peruana de Productores de Cacao |
| APPROCAP | Asociación de Pequeños Productores de Cacao del alto Piura |
| CABI | Centre for Agriculture and Biosciences International |
| CAOBISCO | Chocolate, Biscuits & Confectionary of Europa |
| CEPICAFE | Central Piurana de Cafetaleros |
| CFdA | Cacao de fino aroma |
| CIPF | Convención Internacional De Protección Fitosanitaria de la FAO |
| COEXA | Colombia Exporta Cacao Fino Y De Aroma |
| DGA | Dirección General Agricultura - MINAGRI |
| DGAAA | Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios-MINAGRI - Perú. |
| DIGESA | Dirección de Salud Ambiental - MINSAL- Perú |
| ECA | European Cocoa Association |
| ECAs | Estándar de Calidad Ambiental para Suelos- MINAM - Perú |
| EFSA | Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria |
| FEDECACAO | Federación Nacional de Cacaoteros de Colombia |
| GIZ | Cooperación Técnica Alemana |
| ICT | Instituto de Cultivos Tropicales de Tarapoto |
| IICA | Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura |
| IICO | Organización Internacional del Cacao |
| INACAL | Instituto Nacional de la Calidad - Perú |
| INIA | Instituto Nacional de Investigación Agraria |
| INIAP | Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria - Ecuador |
| INNOVATE PERU | Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad – Ministerio de la Producción – Perú |
| MINAGRI | Ministerio de Agricultura y Riego - Perú |
| MINAM | Ministerio del Ambiente -Perú |
| MINCETUR | Ministerio de Comercio y Turismo -Perú. |
| MINSAL | Ministerio de Salud - Perú |
| PRODUCE | Ministerio de la Producción - Perú. |





PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

Dirección General Agrícola

| | |
|--------|--|
| NTE | Norma Técnica Ecuatoriana |
| NTP | Norma Técnica Peruana – INACAL |
| PDA | Programa de Desarrollo Alternativo |
| SENASA | Servicio Nacional de Sanidad Agraria - MINAGR -I Perú. |
| SNIA | Sistema Nacional de Innovación Agraria |
| SECO | Programa Suizo de Cooperación al Desarrollo Económico en Colombia. |
| UNAS | Universidad Nacional Agraria de la Selva |
| USAID | Agencia De Los Estados Unidos Para El Desarrollo Internacional |
| USEPA | Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norte América |
| WFC | Fundación Mundial del Cacao |





"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

GLOSARIO DE TERMINOS

Trazabilidad

Trazabilidad El Parlamento Europeo, dentro del Reglamento (CE) 178/2002, define la trazabilidad como la posibilidad de encontrar y seguir el rastro a través de todas las etapas de producción, transformación y distribución de un alimento, un pienso, un animal destinado a la producción de alimentos o una sustancia destinada a ser incorporada en alimentos o piensos o con probabilidad de serlo (Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 2002).

Sistemas agroforestales

Un sistema agroforestal (SAF) es un sistema agropecuario cuyos componentes son árboles, cultivos o animales. Tiene los atributos de cualquier sistema: límites, componentes, ingresos y egresos, interacciones, una dinámica y una relación jerárquica con el sistema de finca. El límite define los bordes físicos del sistema; los componentes son los elementos físicos, biológicos y socioeconómicos; los ingresos son la energía solar, la mano de obra o los productos agroquímicos; y los egresos son la madera, los productos animales, frutos, cultivos o leña; las interacciones son las relaciones o la energía o la materia que intercambian los componentes del sistema; y la jerarquía señala la posición de un sistema respecto de otros y las relaciones entre ellos.

Mendieta y Rocha (2007).

Clón

Es una planta de características genéticas idénticas a las de sus progenitores que se propaga por medios vegetativos como estacas o injertos.

Jardines clonales

Son viveros de los que se obtiene, en número considerable y diversificado, el material vegetal que luego se utiliza en el cultivo de las parcelas.

Cacao fino o de aroma

Es el cacao que se obtiene del cultivo de variedades de cacao criollas y trinitaria y posee aromas y sabores frutales, florales, de nueces y de malta; este sabor es característico y lo diferencia de los demás cacaos en el mundo (ICCO, 2013) como los de las zonas de



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

Cuzco, Amazonas, Piura. Este cacao posee granos de muy buena apariencia, de color achocolatado cuando está bien fermentado y con una selección de semillas y el arreglo clonal se puede obtener altos rendimientos, representa aproximadamente el 8% de la producción mundial y se concentra el 76% en Colombia, Ecuador, y el Perú. En Europa se denomina "cacao fino" en EEUU "cacao de sabor".

Es utilizado para la elaboración de chocolates negros, tipo gourmet, con el fin de conferirle a los productos características de aroma y sabor especial.

Cacao convencional, básico, *bulk*, común o normal

En el mundo se utilizan diferentes términos para describir la misma calidad del grano, que equivale entre el 90 y el 92% del volumen producido anualmente. "Cacao básico" en EEUU, "cacao común", *bulk* en ambas regiones (aunque también se refiere al cacao embarcado a granel sin sacos). A esta variedad pertenece el cacao CNN-51. Proviene de a variedad Forastero. Es resistente al clima, posee un sabor ácido y astringente es el de mayor producción en el mundo



Cacao en baba

Almendra cubierta de mucilago

Grano de cacao

Comercialmente y para los propósitos de la NTP (107.302), el termino está referido a la semilla, la cual ha sido fermentada y secada. De manera general se refiere a la semilla del árbol del cacao (*Theobroma cacao* Linnaeus)



Mazorca del cacao

Es el fruto o baya que protege las semillas de este, dependiendo de la variedad del cacao sus características morfológicas varían.

Cacao nativo

Población o raza autóctona originaria de un lugar o zona específica de un país; que se ha domesticado y seleccionado de manera incipiente y, que las culturas locales lo han propagado por semilla botánica y conservada a través de generaciones. Todo cultivar nativo puede denominarse "criollo" pero no todo cultivar "criollo" puede denominarse cultivar nativo (NTP 107.302).



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

Dirección General Agrícola

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

Cascarilla

Cascara de cacao. Es la capa externa del grano de cacao

Certificación orgánica

Proceso de verificación y control del sistema de producción según las normas y criterios propios de la agricultura orgánica, que lleva a cabo un organismo de certificación autorizado

Chocolate

El chocolate con leche es un chocolate con un contenido de cacao entre el 25 y el 40%. Además, incluye manteca de cacao, leche, normalmente leche en polvo y azúcar; se venden en tabletas o barras, solos o mezclados con otros ingredientes como maní, almendras, avellanas, etc.

Definición de chocolate de mesa

Se entiende por chocolate de mesa, al producto homogéneo elaborado a partir de la pasta de cacao, azúcar sin refinar con un tamaño de partícula mayor de 70 micras con la adición de ingredientes opcionales (NOM-186-SSA1/SCFI-2013). El chocolate de mesa, se presenta en el comercio en forma de tablillas individuales o en paquetes, y su color según el tipo será desde un café marcadamente oscuro, hasta otro de color café claro. (Beltrán, Hernández y Rodríguez; 2017)

Época de avenida

Mes del año en el cual el caudal mensual medio llega a un máximo

Época de estiaje

Mes del año en el cual el caudal mensual medio llega a un mínimo.

Especiación química de metales pesados

El análisis de metales pesados es una actividad importante cuando se quiere valorar el potencial riesgo ambiental y de salud. Sin embargo, es ampliamente aceptado que la determinación del contenido total del metal no da una valoración apropiada del impacto ambiental causado. Por lo tanto, es necesario realizar estudios de especiación para

