



# EL CADMIO EN LA PRODUCCIÓN DEL CACAO

**Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura**

**Ing. Erika Soto, Especialista del IICA**

**Ing. Mg. Sc. Juan Guerrero B. Consultor - IICA**

**Jueves 17 Mayo 2018**

# CONTENIDO

1. Antecedentes
2. Producción de cacao en Perú
3. Captación, transporte y acumulación de cadmio en cacao
4. Sistematización de las experiencias de muestreo de cadmio



# ANTECEDENTES



# ANTECEDENTES

- El contenido presentado se enmarca en los resultados de una acción programada por el Instituto **Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)** en el marco de la Agenda de Cooperación Técnica con el **Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI)** y **Comité Técnico Nacional (CTN)** sobre **Contaminantes en los Alimentos del Codex Alimentarius** para la elaboración de una propuesta de lineamientos para el muestreo de cadmio en la producción de cacao.

# JUSTIFICACIÓN DE LA ACCIÓN DE COOPERACIÓN



- Solicitud del MINAGRI debido a la necesidad de los actores de la cadena nacional de cacao y chocolate de prepararse para encarar la normativa europea que establece los Niveles Máximos para el chocolate y productos derivados en el Reglamento (UE) N° 488/2014

<b>3.2.7</b>	<b>Productos específicos de cacao y chocolates</b>	<b>Niveles máximos (NM)</b>
	Chocolate con leche con un contenido de materia seca total de cacao <30%	<b>0.10</b>
	Chocolate con un contenido de materia seca total de cacao <50%; chocolate con leche con un contenido de materia seca total de cacao ≥30%	<b>0.30</b>
	Chocolate con un contenido de materia seca total de cacao ≥50%	<b>0.80</b>
	Cacao en polvo vendido al consumidor final o como ingrediente en cacao en polvo edulcorado vendido al consumidor final (chocolate para beber)	<b>0.60</b>

# JUSTIFICACIÓN DE LA ACCIÓN DE COOPERACIÓN



- Identificación en el marco del CTN de la existencia de trabajos nacionales de investigación difundidos virtualmente con diferentes procedimientos (no estandarizados) que permitan la comparación de resultados y algunos de ellos realizados con procedimientos no adecuados (agronómicos en lugar de evaluación de contaminación)
- Por lo tanto se define el desarrollo de una propuesta de lineamientos que permita orientar el desarrollo de estos trabajos de investigación así como también sirva como marco de referencia para otros actores de la cadena directa e indirectamente relacionados.
- Actualmente se ha conformado un equipo técnico a nivel sectorial del MINAGRI con la participación de las autoridades competentes en la temática con quienes se elaborarán los protocolos respectivos.



# PRODUCCIÓN DE CACAO EN PERÚ

# PRODUCCIÓN DEL CACAO EN PERÚ

El centro primario de diversidad del cacao, se encuentra en la **región nororiental de Perú**, en la región comprendida entre las cuencas de los ríos Caquetá, Putumayo y Napo, tributarios del río Amazonas

Tipos: criollos, forasteros y trinitarios





# PRODUCCIÓN DEL CACAO EN PERÚ

- **En el Perú existe gran diversidad de genotipos de cacao.** Se han introducido cultivares desde el Caribe, América Central y Ecuador. Se han producido cruces silvestres
- En el Perú en el año 2012 el cacao fue declarado Patrimonio Natural de la Nación, reconociéndose como uno de los cultivos mas importantes y en octubre del 2013, fue declarado producto bandera.
- El Perú ha sido calificado por la Organización Internacional del Cacao (ICCO) como un país en donde se produce y se exporta un cacao fino y de aroma (Barrueta, 2013)
- En el año 2015 en Londres fue el mejor chocolate de leche del mundo; y también se ha llevado galardones como 'Mejor producto orgánico', 'Mejor fabricante de chocolate', 'Mejor comerciante' y 'Mejor país productor de cacao' calificado por el The International Chocolate Awards.



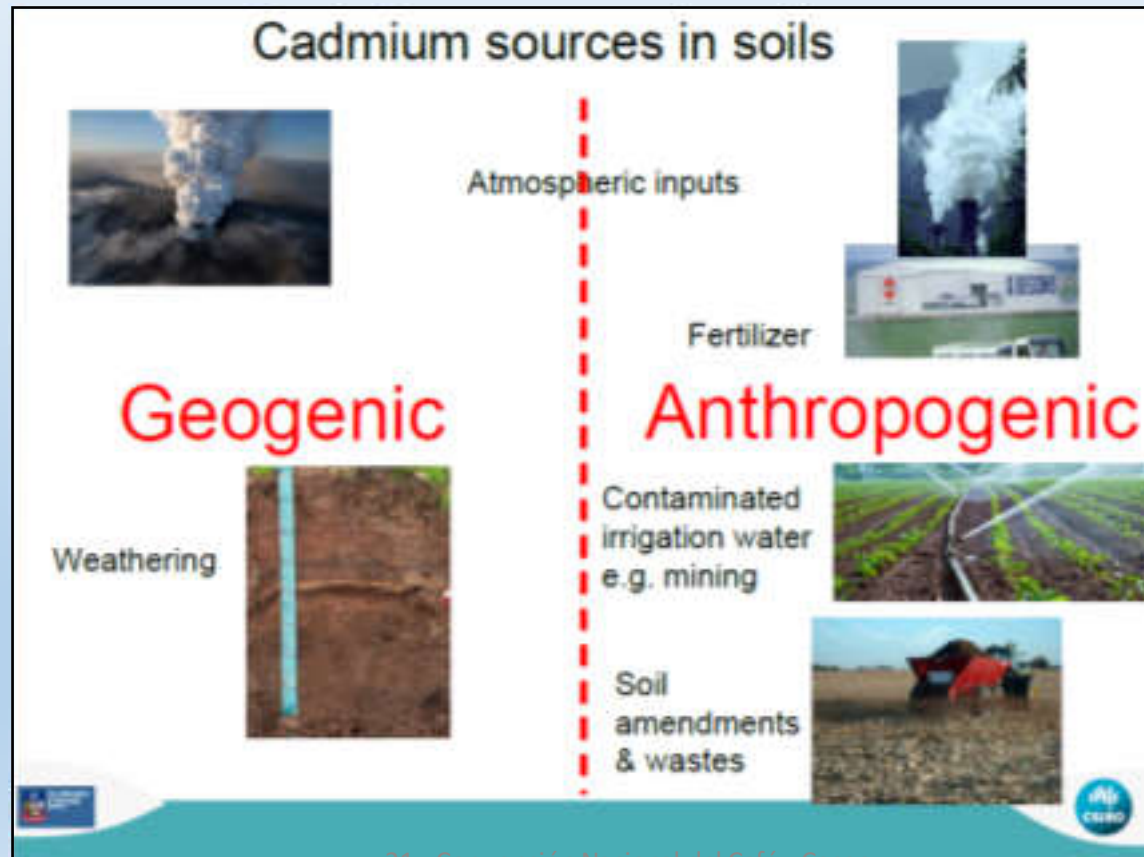


# **CAPTACIÓN, TRANSPORTE Y ACUMULACIÓN DE CADMIO EN CACAO**

# ORIGEN DEL CADMIO EN EL SUELO



Por la formación  
del suelo:  
roca madre



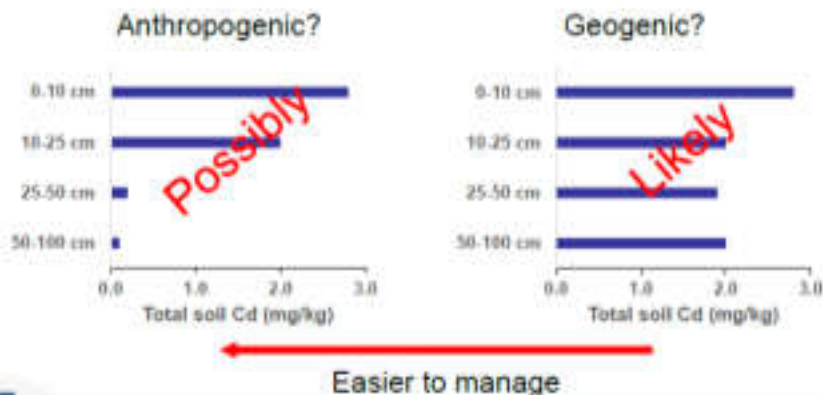
Por incorporación:  
contaminación

# DISTRIBUCIÓN DEL CADMIO EN EL SUELO



## Cadmium distribution – vertical (depth)

- Gives clues as to the source/s of Cd
- Critical knowledge for developing management practices – shallow or deep?

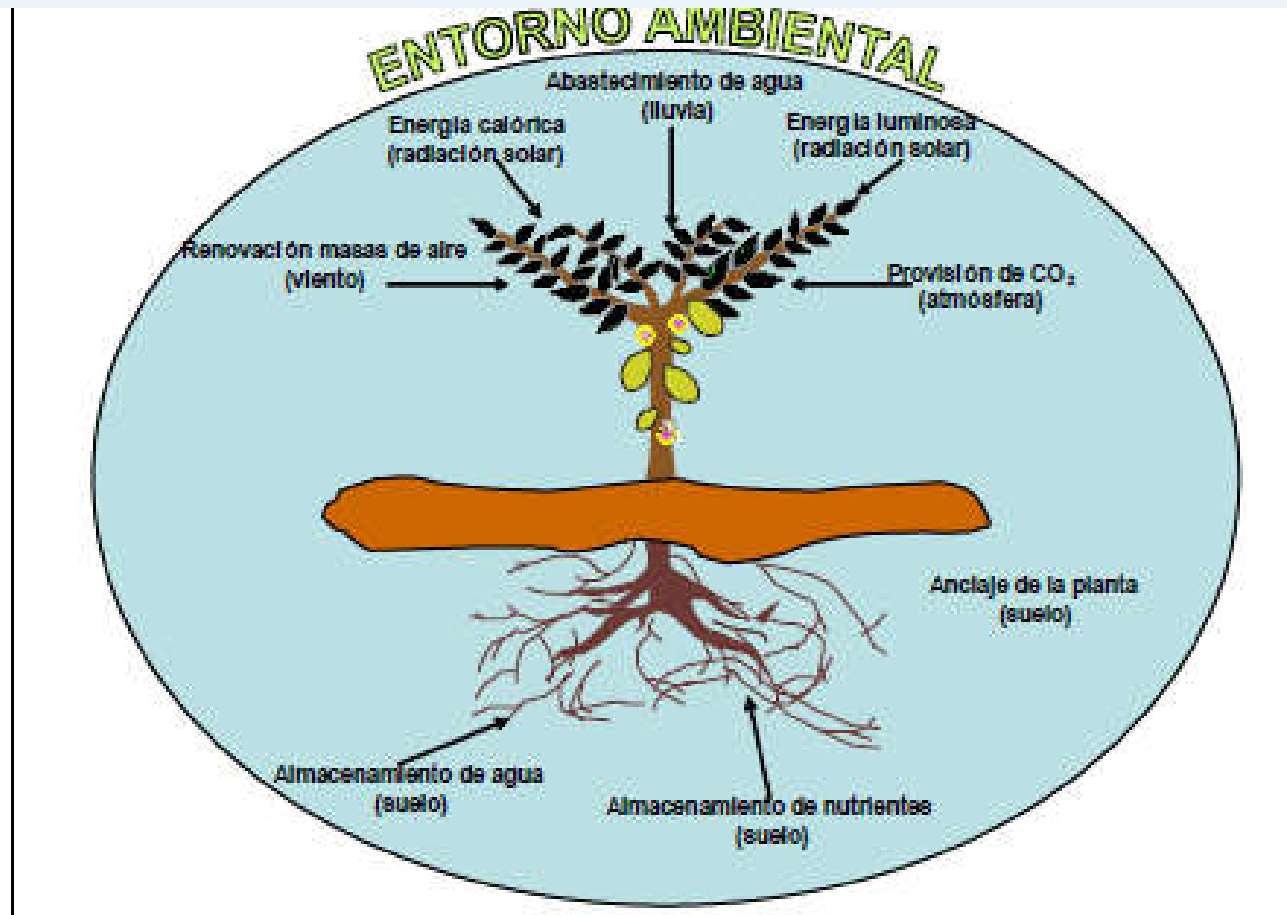


- Los niveles naturales, de fondo, de cadmio en el suelo van desde menos de 0,1 mg / kg hasta 0,5 mg / kg, o alrededor de 0,1 a 0,7 kg de cadmio / hectárea en los 10 primeros centímetros de suelo
- El Cd se mantiene en suelos entre 15 y 1100 años (Kabata-Pendias y Pendias, 1992), por lo que hace necesario prevenir o minimizar la contaminación por este metal

## Fuentes Antropogénicas - Relación Actividad Industrial – Contaminantes Potenciales



Actividad Industrial y/o Comercial	Posible Contaminación de los Suelos
Industria de batería y pilas	Metales pesados (Cd, Pb, Cr, Cu, Mg)
Minería	Cd, Pb, Cr, Cu, Mg, Zn, As, Ni, Se, Cianuro
Pintura, barnices y tintas	Metales (Pb, Cd, Ba, Cr)
Industria Petroquímica	Metales (Pb, Zn, Cu, Ni, Cd)
Plásticos	Metales (Co, Cd, Mg)
Microelectrónica	Metales semiconductores (As, Cd, Zn, Sb)
Tabacos	Cadmio
Industria Metalúrgica / Galvanica	Metales pesados (Cd, Pb, Cr, Cu, Mg)
Industria de Transformación	Metales pesados (Cd, Pb, Cr, Cu, Mg)
Astilleros e Industria Naval	Metales pesados (Cd, Pb, Cr, Cu, Mg)



Fuente: Presentación de Freddy Amores – INIAP en el Taller Regional Andino de Aplicación Tecnológica en el cultivo del cacao (2006).



## Sistemas agroforestales de cacao

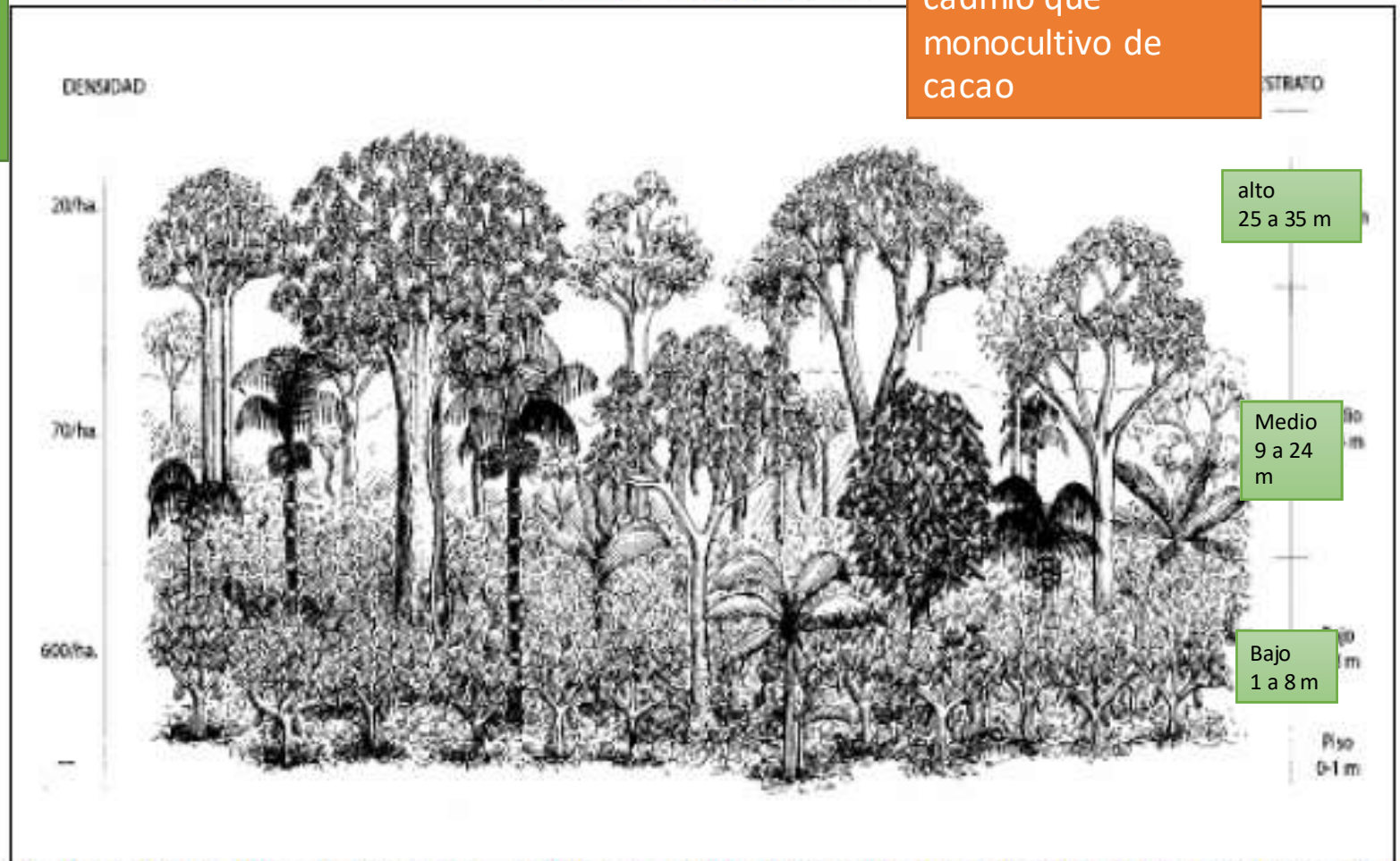


### Agroforestería en cacao: potencial aún no aprovechado

Microclima para el cacao, Diversificación productiva y valorización de la finca, Provisión de servicios ambientales. Sin embargo, mayoría de doseles son sub-óptimos o deficientes

## Doseles cacaoteros

Tienen menos cadmio que monocultivo de cacao

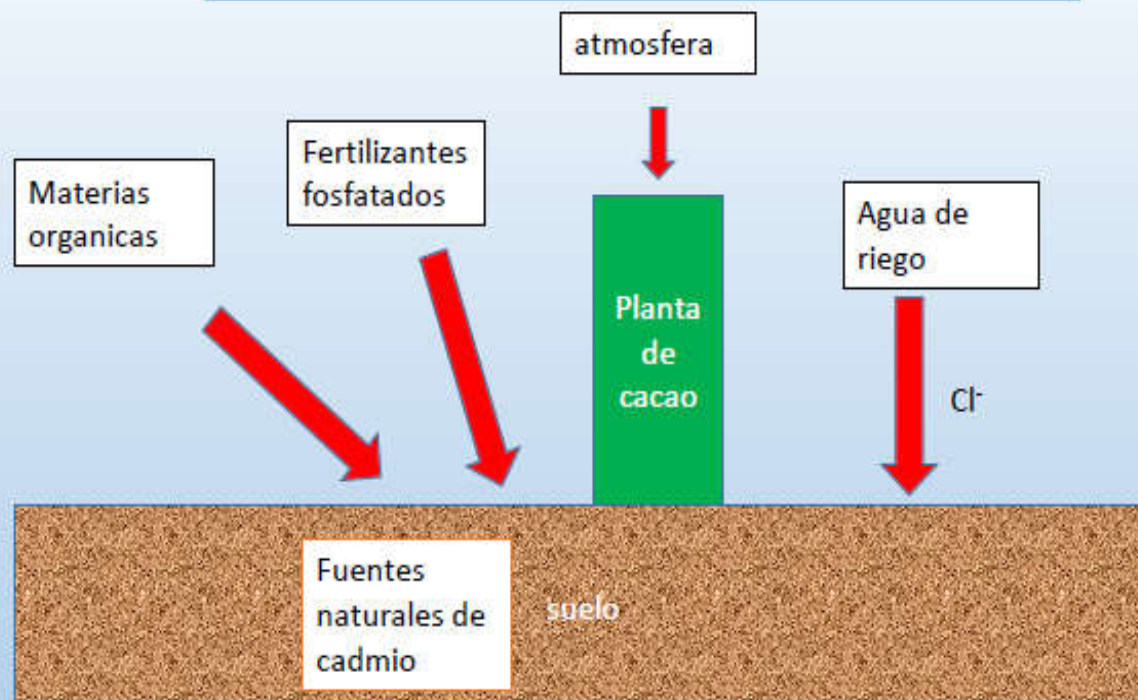


Fuente: Presentación Eduardo Somarriba – CATIE en el Taller Regional Andino de Aplicación Tecnológica en el cultivo del cacao (2006).

Anchura de copa: Agosto (<6m), medio (7-12) y ancho (>13m).

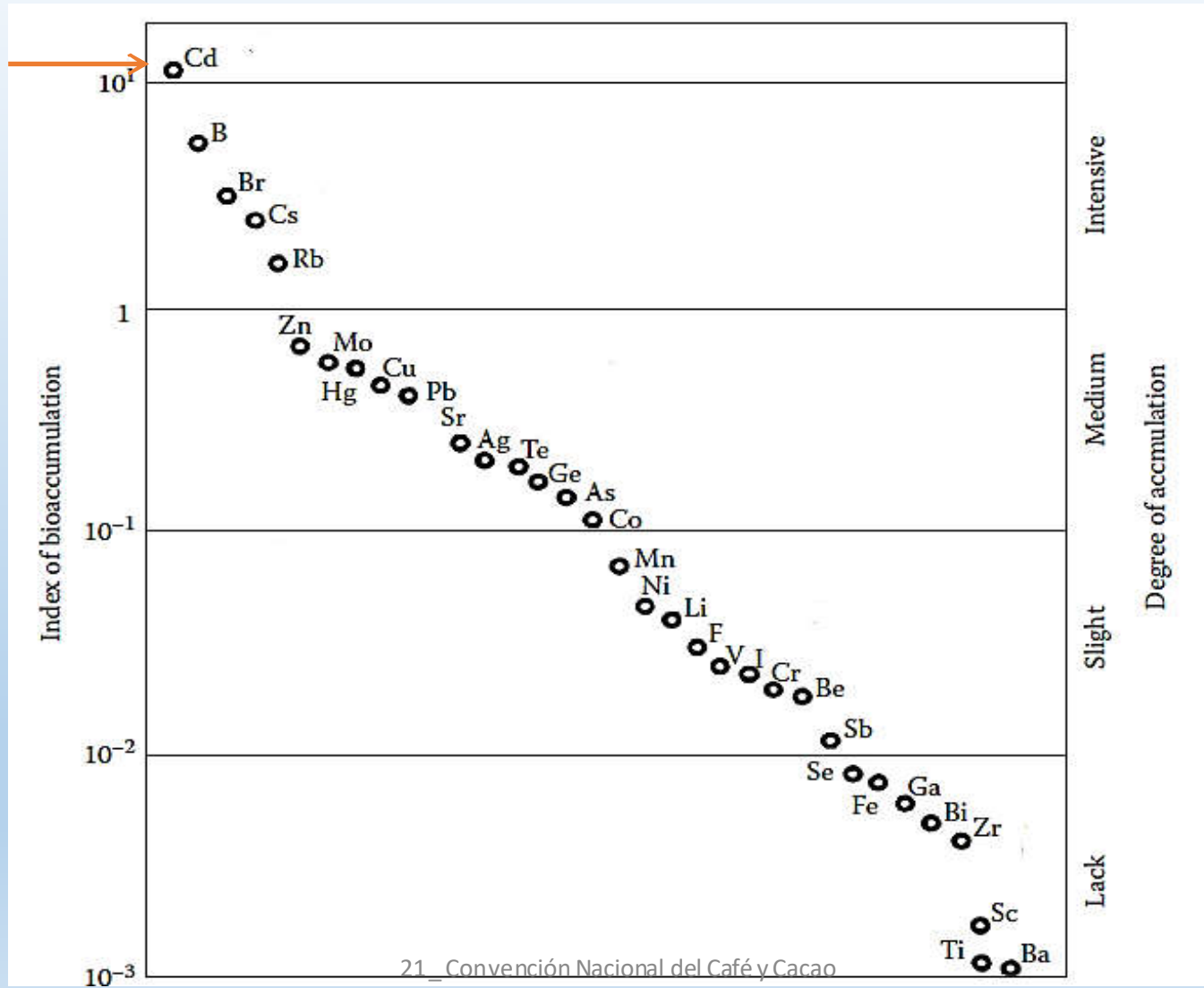


## Fuentes potenciales de absorción de cadmio en el cultivo del cacao



- Las concentraciones elevadas de cadmio en los suelos (en comparación con los valores medios) pueden deberse a la aplicación de lodos de depuradora, compost de residuos sólidos urbanos y estiércol de granja, que contienen ocasionalmente excesivas concentraciones de cadmio (Steineck et al., 1999, Eriksson, 2000; Bergkvist et al., 2003) en (EFSA, 2009)

# Bioacumulación de metales pesados (Kabata-Pendias, 2010)



<b>FACTORES ABSORCIÓN</b>	<b>DE</b>	<b>Efecto en la absorción de cadmio por las plantas</b>
<b>Factores edáficos</b>		
<b>pH</b>		Absorción se incrementa cuando disminuye el pH
<b>Salinidad del suelo</b>		Absorción incrementa con la salinidad
<b>Cantidad de cadmio</b>		Absorción incrementa con la concentración
<b>Micronutrientes</b>		Por ejemplo la deficiencia de zinc aumenta su absorción
<b>Macronutrientes</b>		Puede incrementar o decrecer
<b>Temperatura</b>		Alta temperatura incrementa la absorción
<b>Factores del cultivo</b>		
<b>Especies y cultivares</b>		verduras>raíces>cereales>frutos
<b>Tejido de la planta</b>		Hoja>grano> frutos y raíces comestible
<b>Edad de la hoja</b>		Hojas viejas> hojas jóvenes
<b>Interacción con metales</b>		Presencia de zinc reduce la absorción de Cd

**Fuente: (McLaughlin, Mike. 2016)**

# APORTES ESTIMADOS DE METALES PESADOS AGREGADOS A SUELOS AGRÍCOLAS POR DIFERENTES FUENTES (MG/KG)



Metal pesado	Fertilizantes fosfatados	Fertilizantes nitrogenados	fitosanitarios	estiércol	Lodos de aguas residuales
Pb	7 - 225	2 - 27	60	6.6.- 15	50 – 3000
<b>Cd</b>	<b>0.1 - 170</b>	<b>0.05 – 8.5</b>	<b>1.38 – 1.94</b>	<b>0.3 – 0.8</b>	<b>2 – 1500</b>
Cu	1 - 300	1 – 15	12- 50	2 - 60	50 – 3300
Zn	50 - 1450	1 - 42	1.3 - 25	15 - 250	700 – 49000
Cr	66 - 245	3.2 - 19	13	5.2 - 55	20 – 40600
Ni	7 - 38	7 - 34	0.8 - 14	7.8 - 30	16 - 5300

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

# CONCENTRACIÓN DE CADMIO EN LAS ROCAS



Tipo de roca	Rango mg kg-1	Promedio mg kg-1
<b>Rocas Ígneas</b>		
Riolitas	0.03 – 0.57	0.230
Granitos	0.01 – 1.60	0.200
Basaltos	0.01 – 1.60	0.130
<b>Rocas sedimentarias</b>		
Esquistos y arcillas	0.017 - 11	-
Esquistos negros	0.30 – 219	-
Piedras areniscas y conglomerados	0.019 – 0.4	-
carbonatos	0.007 -12	0.065
Fosforitas	<10 - 980	-
Carbón	0.01 - 300	-
<b>Yacimientos Minerales De Azufre</b>		
Esfalerita (Szn)	0.02 – 0.4 (<5%)	-
Galena (Spb)	<0.5%	-
Tetrahedrita- TennartitaCuszn) (Sbas)S	0.24%	-
Metacinnabar (Hgs)	11.70%	-



# **SISTEMATIZACION DE LAS EXPERIENCIAS DE MUESTREO DE CADMIO**

# RESUMEN DE MÉTODOS OFICIALES Y/O REFERENTES INTERNACIONALES PARA MUESTREO Y ANALÍTICOS DE LABORATORIO



PAIS / ENTIDAD	CHOCOLATES
CODEX ALIMENTARIUS	<p>CODEX STAN 228-2001 Métodos de análisis generales para contaminantes</p> <p>AOAC 999.11 Espectrofotometría de absorción atómica</p> <p>AOAC 999.10 Espectrofotometría de absorción atómica con incineración en microondas</p> <p>AOAC 986.15 Voltimetría de arranque anódico</p> <p>CODEX STAN 234-1999 Métodos Recomendados de Análisis y de Muestreo Recomendados</p>

PAIS / ENTIDAD	SUELOS	HOJAS	GRANOS CACAO	CHOCOLATES
PERÚ	<p>“Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo” Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM</p> <p>Método de muestreo Guía de Muestreo de suelos Resolución Ministerial N°085-2014-MINAM-PERU</p>		<p>Procedimiento: Toma y envío de muestras de alimentos agropecuarios primarios y piensos. PRO-SIAG-07 (SENASA)</p>	<p>Directiva Sanitaria N° 032 - MINSA/DIGESA – V.01:</p> <p>Procedimiento para la Recepción de Muestras de Alimentos y Bebidas de Consumo Humano en el Laboratorio de Control Ambiental de la DIGESA</p>



PAIS / ENTIDAD	SUELOS
<b>CANADÁ</b>	Canadian Environmental Quality Guidelines (CCME-Canadian Council of Ministers of the Environment, 1999)

PAIS / ENTIDAD	SUELOS	HOJAS	GRANOS CACAO	CHOCOLATES
<b>ECUADOR / INEN (Norma Técnica Ecuatoriana 17795), AGROCALIDAD, INIAP</b>	Laboratorio AGROCALIDAD - Quito Flame Atomic Absorption Spectrometer (FAAS) - certified by ISO/IEC 17025:2006 - EPA, Method 3050B "Acid Digestion of Sediment, Sludges and Soil", 1996, certificación por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE)  INIAP ICP-MS	Guía para el muestreo de foliar en el cultivo del cacao, INIAP	Procedimiento detallado para muestreo de granos de cacao  Laboratorio AGROCALIDAD - Quito Flame Atomic Absorption Spectrometer (FAAS) - certified by ISO/IEC 17025:2006 - EPA, Method 3050B "Acid Digestion of Sediment, Sludges and Soil", 1996, certificación por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE)  INIAP ICP-MS	Procedimiento para muestreo de derivados del cacao (pasta, polvo y Chocolate)  ICP-MS

PAIS / ENTIDAD	SUELOS	GRANOS CACAO	CHOCOLATES
Colombia / CORPOICA - INVIMA	CORPOICA Absorción Atómica EPA 3051 A	CORPOICA Absorción Atómica EPA 3051 A	INVIMA: Programa de muestreo para el monitoreo de cadmio en productos derivados del cacao Metodologías recomendadas por el Codex Alimentarius para la determinación de Cd
Trinidad y Tobago / Universidad de las Indias	Flame Atomic Absorption Spectrometry (FAAS) biodisponibilidad de Cd	Flame Atomic Absorption Spectrometry (FAAS)	

PAIS / ENTIDAD	GRANOS CACAO	CHOCOLATES
<b>REPÚBLICA DOMINICANA / Departamento de Inocuidad Agroalimentaria del Ministerio de Agricultura</b>	Espectrometría de absorción atómica (AAS) y Espectrometría de masas con fuente de plasma de acoplamiento inductivo	
<b>El Salvador</b>		AOAC 999.11 Espectrometría de absorción atómica con horno de grafito en laboratorio acreditado por el Organismo Salvadoreño de Acreditación (OSA)
<b>Brasil</b>	21_ Convención Nacional del Café y Cacao	Espectrometría de absorción atómica de horno de grafito (GF AAS) después de la digestión con ácido asistida por microondas

# PRINCIPALES MÉTODOS DE MUESTREO UTILIZADOS EN TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN



PAIS / ENTIDAD	SUELOS	GRANOS CACAO
ECUADOR / INIAP	Muestreo a profundidad del suelo: 1 kg por muestras a 0-5, 6-10, 11-15, 16-20 cm de profundidad	Evaluación en cáscara, pulpa, almendra fresca
ECUADOR / AGROCALIDAD	Muestreo a profundidad de 0-10 o de 0 a 15	Evaluación en grano seco sin cáscara
ECUADOR / SPOL	Muestreo a profundidad 0-5; 5-15; 15-30; 30-50cm	Evaluación en cáscara, grano seco sin cáscara
COLOMBIA / CORPOICA	Muestreo a profundidad 0-30 y 30 -60. Evaluación de cadmio total disponible	Evaluación de granos de cacao seco con y sin cáscara
Trinidad y Tobago		Evaluación de nibs y cáscara
PERÚ - VENEZUELA / CABI	Muestreo a profundidad 0-5, 5-10, 10-20, 20-40, 40-60, 60-80 cm	Evaluación de nibs
AFRICA / CHANA		Evaluación de nibs
BOLIVIA - HONDURAS / Universidad de Suiza	Muestreo a profundidad 0-10, 10-25 cm	Evaluación de granos de cacao

PAIS / ENTIDAD	HOJAS	GRANOS CACAO
<b>REPÚBLICA DOMINICANA</b> / Departamento de Inocuidad Agroalimentaria del Ministerio de Agricultura		Evaluación de granos de cacao frescos, y secos y cáscara
<b>ECUADOR / INIAP</b>	Muestreo compuesta de 15 árboles/ha de 4 hojas extraídas del tercio medio de la planta)	

PAIS / ENTIDAD	SUELOS	GRANOS CACAO
<b>PERÚ / Universidad Nacional Agraria de la Selva</b>	Muestreo compuesto, 20 sub muestras que se mezclaron para obtener una muestra de 1 kg(1 hectárea) para realizar análisis físico químico Profundidad: 0-20 cm	Evaluación de 20 mazorcas, 1 por árbol, fermentación por 5 días (promedio), almendras con 8% de humedad - almendras secas con cascara fueron al laboratorio
<b>PERU / ICT</b>	Se muestrearon plantaciones entre 10 y 15 años de edad Muestreo a profundidad de 0-20 cm Muestreo a profundidad removiendo la hojarasca superficial: 0-5, 5-10, 10-20, 20-40, 40-60, 60-80, para formar una muestra de 1kg de la mezcla de suelos en cada profundidad (8 muestras)	Se muestrearon 10 árboles, colectando al menos una mazorca de c/u. Los granos frescos fueron extraídos de cada mazorca y mezclados en una muestra compuesta.
<b>PERÚ / Universidad Nacional de Piura</b>		Evaluación de cadmio en almendras frescas



# GRACIAS POR SU ATENCIÓN

21\_ Convención Nacional del Café y Cacao