

PRESENCIA DE METALES PESADOS EN SUELOS DE PLANTACIONES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN LA REGIÓN UCAYALI

Fermín Campos Solorzano¹ Cesar Eduardo Martin Flores Grandez², Edgar Díaz Zúñiga³
¹Docente investigador – UNU, ² Docente investigador – UNU, ³ Docente investigador – UNU.

ABSTRACT

This research was carried out in 14 cocoa production plots located in the District of San Alejandro, Mar del Plata Km 72 and the Hermosa Selva Km 50 Villages, which belong to the provinces of Padre Abad and Coronel Portillo – Ucayali Region. The objective of the research was to determine the Pb and Cd content in the soils of these plots. The research was descriptive - not experimental. Soil samples were taken at a depth of 30 cm in the 14 plots where the experiment was performed. The results of the Pb content did not exceed the permissible limit (70 ppm) in the soils of all plots evaluated, with the highest average being 5 ppm. Also for the Cd content all plots evaluated do not exceed the permissible limits of 1.4 ppm.

Keywords: Heavy metals, soil sampling, permissible limits.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en 14 parcelas de producción de cacao ubicadas en el Distrito de San Alejandro, el Caserío Mar del Plata Km 72 interior 12 y el Caserío Hermosa Selva Km 50 interior 15, las cuales pertenecen a las provincias de Padre Abad y Coronel Portillo – Región Ucayali. El objetivo de la investigación fue determinar el contenido de Pb y Cd en los suelos de estas parcelas. La investigación fue de tipo descriptivo – no experimental. Se tomaron muestras de suelo a una profundidad de 30 cm en las 14 parcelas donde se realizó el experimento. Los resultados del contenido de Pb no sobre pasa el límite permisible (70 ppm) en los suelos de todas las parcelas evaluadas, siendo el mayor

promedio 5 ppm. Así mismo para el contenido de Cd todas las parcelas evaluadas no superan los límites permisibles de 1.4 ppm.

Palabras clave: Metales pesados, muestreo de suelos, límites permisibles.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.) es considerado de carácter promisorio en el Perú (144,000 ha), el mismo que representa un potencial económico creciente que cuenta con 9,560.00 ha establecidas con una producción promedio de 800 kg/ha (INEI, 2012). Así mismo en la región Ucayali el cultivo de cacao viene registrando un marcado dinamismo y tiene perspectivas favorables para consolidarse en la región sudamericana. Actualmente existen 7 instancias organizadas (Comités, cooperativas y asociaciones) que se dedican al cultivo del cacao llegando a exportar el grano a países de Europa como Suiza, Francia y Alemania. Uno de los problemas más relevantes en Ucayali es la acidez del suelo por la toxicidad de aluminio y la baja fertilidad (Ríos, 1985). Ante este problema el uso de fertilizantes fosfatados, potásicos y nitrogenados, es una alternativa que busca solucionar el problema de baja fertilidad ya que estos productos actúan rápidamente sobre el suelo y pueden ser absorbidos de forma eficiente por las plantas. La aplicación desmedida de estos productos facilita la incorporación de metales pesados en el suelo, como el Pb y Cd puesto que la mayoría los fertilizantes comerciales utilizados en el cultivo de cacao están conformados por estos elementos (Martí *et al.*, 2002). El estudio realizado por Huauya y Huamaní (2014), basado en la determinación de Cd y Pb en suelos de la Región Ucayali, específicamente en las zonas productoras del distrito de San Alejandro indica que existe presencia metales pesados en nuestros suelos que representan un riesgo inmenso pudiendo aumentar las concentraciones por diferentes causas. Los valores promedio de Cd y Pb disponible en los suelos fueron 0.53 y 3.02 ppm y en las hojas de cacao de 0.21 y 0.58 ppm respectivamente.

Estados Unidos y distintos países de Europa conforman el principal mercado importador del cacao los cuales exigen productos que cumplan con los estándares de calidad que la demanda requiere, principalmente productos orgánicos libres de metales pesados (MINAG, 2012). El

problema principal radica en que los principales países importadores en el reglamento (CE) 1881/2006 enfatizan el contenido máximo de metales pesados en los productos alimenticios. Los cuales varían de 0.5 a 2 ppm de Pb/ Kg de producto tanto para el Pb y Cd. Si las almendras y derivados del cacao sobrepasan este límite no podrán ser exportados al mercado internacional, lo que convierte a este problema en uno de interés nacional por la importancia del mismo. Por lo tanto la presente investigación tuvo como objetivo determinar el contenido de metales pesados con énfasis en Pb y Cd en los suelos de las zonas cacaoteras de las provincias de Padre Abad y Coronel Portillo en la Región Ucayali.

METODOLOGÍA

Ubicación del estudio

El proyecto de proyecto de investigación se desarrolló en la Región Ucayali específicamente en las provincias de Padre Abad y Coronel Portillo en 14 parcelas dedicadas al cultivo de cacao en la zona. A continuación, en el siguiente en el cuadro 1 se describe los lugares donde se ejecutó el trabajo de investigación.

Tabla 1. Ubicación de las parcelas donde se desarrolló el proyecto de investigación.

N°	Ubicación	Propietario	Provincia
1	Km 118 margen derecho	Carlos Del Águila	Padre Abad
2	Km 102 margen izquierda 1 km	Confesor Rodríguez	Padre Abad
3	Km 102 Margen izquierda	Gladis Alvares	Padre Abad
4	Km 82 Margen derecha interior 3 km	Anahuario Fasabi	Padre Abad
5	Km 82 Margen derecha interior 5 km	Cirilo Natividad	Padre Abad
6	Km 72 Margen izquierda interior 12 km Caserío Mar del Plata	Luz Angulo	Padre Abad
7	Km 72 Margen izquierda interior 12 km Caserío Mar del Plata	Saida Mori	Padre Abad
8	Km 72 Margen izquierda interior 12 km Caserío Mar del Plata	Edmundo Mori	Padre Abad
9	Km 72 Margen izquierda interior 12 km Caserío Mar del Plata	Juan Mori	Padre Abad

10	Km 72 Margen izquierda interior 12 km Caserío Mar del Plata	Angela Manuyama	Padre Abad
11	Km 50 Margen Izquierda interior 15 km Caserío Hermosa Selva	Guillermo Amasifuen	Coronel Portillo
12	Km 50 Margen Izquierda interior 15 km Caserío Hermosa Selva	Raquel Sánchez	Coronel Portillo
13	Km 50 Margen Izquierda interior 15 km Caserío Hermosa Selva	Aquiles Gonzales	Coronel Portillo
14	Km 50 Margen Izquierda interior 15 km Caserío Hermosa Selva	Nehemias Isuiza	Coronel Portillo

Características del lugar de estudio

El lugar de estudio se ubica en el ecosistema de bosque Tropical semi – siempre verde estacional, con clima cálido y húmedo, con una temperatura media anual de 25.1 °C y mínima de 19,6 °C, además de tener 1773 mm de promedio anual de precipitación (Vásquez, 2013). Así mismo el Caserío Mar del Plata, cuenta con un total de 300 familias los cuales se dedican principalmente al cultivo de cacao, siendo esa la principal actividad económica del lugar, muchos de estos productores trabajan independientemente el cultivo es decir no están asociados a una cooperativa y venden el cacao a empresas exportadoras. El clima de lugar es variable el cual hace que presenten lluvias casi constantes durante la época lluviosa. En cuanto a las condiciones del terreno, presentan una topografía accidentada, con pendientes de más de 45° de inclinación y los suelos con texturas diversas. El caserío Hermosa selva es de similares condiciones, pero en estos lugares es posible encontrar terrenos menos accidentados. El número de familias que viven allí superan las 300, la gran mayoría de ellos dedicados al cultivo del cacao.

Muestreo de suelos

Se recorrió las parcelas con el patrón de zig-zag desde el primer punto de muestreo. Luego se tomaron las muestras a 30 cm de profundidad a la altura de la sombra de la copa del árbol. El número de sub muestras por cada punto de muestreo fueron tres, las cuales se mezclaron correctamente para finalmente obtener 1 kg de muestra por parcela. Las muestras de 1 kg de

suelo fueron colocadas en las bolsas con cierre hermético, las cuales se cerraron correctamente. Luego se rotularon las muestras con las iniciales del nombre del propietario, ubicación y profundidad. Finalmente las muestras fueron enviadas al laboratorio de suelos de la UNAS (Universidad Nacional Agraria de la Selva) en la ciudad de Tingo María para el análisis de pH, CIC, M.O Cd y Pb.

Determinación de Cd y Pb en los suelos

Esta actividad fue realizado en el laboratorio de suelos y tejidos de la Universidad Agraria de la Selva en la ciudad de Tingo Maria, mediante los siguientes procedimientos: textura por el método de Bouyoucus (1962), pH (1:1), materia orgánica (M.O.) por el método de Walkley y Black (1934), C.I.C. según el método de acetato de amonio 1N pH 7 (Rhoades, 1982), cadmio y plomo disponibles empleando el extractante EDTA 0.05M pH 7 (Westerman, 1990).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Análisis y contenido de cadmio en los suelos

En la tabla 2 es posible notar que en todas las parcelas manejadas de forma orgánica e inorgánica el contenido de cadmio no supera los límites máximos permisibles establecidos en el Año 2012 por el Ministerio del ambiente en la que se especifica que el contenido de cadmio en los suelos no debe ser mayor de 1.4 ppm.

Tabla 2. Análisis y contenido de cadmio en los suelos.

Propietario	Ubicación	M.O (%)	pH	C.I.C	Cd (ppm) 30 cm
Luz Willian Angulo	Caserío Mar del plata	1.01	5.02	–	0.29
Saidita Morí Flores	Caserío Mar del Plata	0.67	5	–	0.24
Edmundo Morí Flores	Caserío Mar del Plata	1.34	6.04	9.10	0.29
Juan Morí Flores	Caserío Mar del Plata	1.07	5.74	10.87	0.24
Angela Manuyama Vela	Caserío Mar del Plata	0.87	4.27		0.12

Guillermo Amasifuen Sangama	Caserío Hermosa Selva	1.21	4.74	-	0.09
Raquel Sánchez	Caserío Hermosa Selva	0.67	3.98	-	0.11
Aquiles Gonzales Saavedra	Caserío Hermosa Selva	0.67	4.10	-	0.11
Nehemías Isuiza Amasifuen	Caserío Hermosa Selva	2.42	4.93	-	0.16
Lino Pashanasi Isuisa	Caserío Hermosa Selva	0.99	4.98	-	0.12
Cirilo Natividad Pereira	Km 72 Margen izquierda interior 3 km	0.60	4.64	5.37	0.13
Gladis Álvarez Romero	Km 102 margen izquierda	5.02	3.02	-	0.19
Anahuario Fasabi Tapullima	Km 82 margen derecha	4.02	1.86	-	0.09

Carlos Del Aguila	Km 118 margen derecha	4	1.68	9.4	0.12
----------------------	-----------------------------	---	------	-----	------

Los resultados obtenidos en la tabla 2 podrían deberse a la amplitud de las áreas cacaoteras y a la aplicación de fertilizantes y/o productos que contienen Cd; a su vez estos están relacionados con los resultados obtenidos por Crozier *et al.* (2012), quienes encontraron valores más altos de Cd en la Zona Norte ($0.79 \mu\text{g/g}^{-1}$) y menores en la Zona Central ($0.68 \mu\text{g/g}^{-1}$) y Sur ($0.46 \mu\text{g/g}^{-1}$), Huamaní *et al.* (2012) encontró en suelos de Huánuco y Ucayali, que corresponde a la Zona Centro de nuestro estudio, valores de cadmio promedio de $0.53 \mu\text{g/g}^{-1}$ y considera a estos de bajo contenido. Por otro lado Prieto *et al.* (2009), indica que los metales pesados están presentes en los suelos como componentes naturales o como consecuencia de las actividades antropogénicas. Así mismo Cárdenas (2012), en parcelas con cultivos orgánicos de la región Huánuco encontró que los mayores valores de cadmio disponible en el suelo (1.82 y 1.63 ppm) se presentaban en las riberas de los ríos Huallaga y Tulumayo, respectivamente.

Análisis y contenido de Pb en los suelos

En la tabla 3 es posible observar el contenido de Pb en el suelo, en la cual ninguna de las concentraciones en todas las parcelas evaluadas no sobre pasan el límite de metales pesados establecidos por el Ministerio del Ambiente en el año 2012 en cual se considera que los suelos no deben superar niveles de 70 ppm que así mismo está regido por la Environmental Protection Agency - USA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos). La mayor concentración de Pb en los suelos de todas las parcelas evaluadas fue de 5 ppm valor muy por debajo de los límites propuestos por las distintas entidades ambientales. Estos resultados son similares a los encontrados por Huamani *et al.* (2012) y Huayuya y Huamani (2014), quienes evaluaron el contenido de Pb en zonas de producción del distrito de San Alejandro (Región Ucayali), donde se determinó un promedio de 3.02 ppm de Pb en los suelos de parcelas manejadas orgánicamente.

Tabla 3. Análisis y contenido de Pb en los suelos.

Propietario	Ubicación	M.O (%)	C.I.C	pH	Pb (ppm) 30 cm
Luz Willian Angulo	Caserío Mar del plata	1.01	-	5.02	3.85
Saidita Morí Flores	Caserío Mar del Plata	0.67	-	5.0	2.65
Edmundo Morí Flores	Caserío Mar del Plata	1.34	9.10	6.04	5.75
Juan Morí Flores	Caserío Mar del Plata	1.07	10.87	5.74	5.70
Angela Manuyama Vela	Caserío Mar del Plata	0.87		4.27	3.55
Guillermo Amasifuen Sangama	Caserío Hermosa Selva	1.21	-	4.74	3.70
Raquel Sánchez	Caserío Hermosa Selva	0.67	-	3.98	4.0

Aquiles Gonzales Saavedra	Caserío Hermosa Selva	0.67	-	4.10	4.0
Nehemías Isuiza Amasifuen	Caserío Hermosa Selva	1.34	-	4.42	4.85
Lino Pashanasi Isuisa	Caserío Hermosa Selva	0.99	-	4.98	5.55
Cirilo Natividad Pereira	Km 72 Margen izquierda interior 3 km	0.60	5.37	4.64	5.60
Gladis Álvarez Romero	Km 102 margen izquierda	1.17	-	5.12	5.75
Anahuario Fasabi Tapullima	Km 82 margen derecha	2.02	-	4.25	6.30
Carlos Del Aguila	Km 118 margen derecha	0.70	9.4	7.54	5.05

Por otro lado factores como el pH y el contenido de materia orgánica también están relacionados a la movilidad de los metales pesados en el suelo. Galan y Romero (2008), indican que la materia orgánica reacciona con los metales formando complejos de cambio o quelatos. En muchos casos se forman complejos organometálicos lo que facilita la solubilidad del metal, la disponibilidad y dispersión porque pueden degradarse por los organismos del

suelo. Considerando este estudio podemos relacionarlo con los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación puesto que en el suelo no se encontró cantidades altas de Pb pero en las almendras si, razón por la cual nos lleva a pensar que el contenido de materia orgánica fue determinante en la absorción de Pb por las plantas de cacao. Otro factor importante a tener en cuenta fue el pH debido a que la mayoría de las parcelas evaluadas estaban en el rango de 3.98 a 5.75 indicando que son suelos salinos a ligeramente salinos, Galan y Romero (2008), también indica que la salinidad del suelo también puede incrementar la movilización de metales y su retención.

Por todo lo expuesto anteriormente se concluye que:

- En las 14 parcelas de cacao del Caserío Hermosa Selva y Mar del Plata, donde se analizaron los suelos se observó que el contenido de Cd y Pb es menor que el límite máximo permisible (1.4 ppm) establecido por el Ministerio del Ambiente.
- El contenido de Cd no sobrepasa los límites permisibles de 0.05 ppm por kg de grano establecido por la Unión Europea; por otro lado el contenido de Pb si sobrepasa dicho límite registrando una alta contaminación puesto que existe un promedio de 6.2 a 6.8 ppm por kg de grano en los clones CCN- 51 y las variedades híbridas.

Finalmente se recomienda:

- Realizar más estudios en la determinación de metales pesados en hojas, cascara y tallos para comprender aspectos de la distribución de los metales pesados dentro de la planta.
- Analizar el contenido de metales pesados en aguas y abonos orgánicos que se utilizan en las distintas zonas de producción.
- Realizar estudios buscando alternativas de control de metales pesados en una plantación en campo definitivo.

AGRADECIMIENTO

Se agradece a la Asociación de Cacaoteros Tecnificados de Padre Abad en el distrito de San alejandro, por las facilidades que nos brindaron para desarrollar el proyecto en sus parcelas de producción así mismo a todos los propietarios que hacen parte de esta grande organización.

BIBLIOGRAFÍA

1. Crozier J. 2012. Heavy metals in Cocoa. International Workshop on Possible EU regulations on cadmium in cocoa and chocolate products. Nature and Food Quality in the Netherlands (LNV), the European Cocoa Association (ECA) & CAOBISCO.
2. Ministerio del Ambiente (2013). Estándares de calidad ambiental del suelo. Normas Legales. Anexo 1. Lima –Perú.
3. Rios O. (1985). Fertilidad de suelos amazónicos. UNU. Pucallpa. pp 3-4.
4. Huauya M y Huamani H. (2014). Macrofauna edáfica y metales pesados en el cultivo de cacao, *Theobroma cacao* L. (malvaceae). *The biologist* (Lima). Vol 12 N° 1. ISSN Versión Impresa 1816-0719.
5. Galan H.G y Romero A.B. (2008). Contaminación de suelos por metales pesados. *Revista de la sociedad española de mineralogía*. Depósito legal: M-38920-2004 • ISSN: 1885-7264.
6. INEI. 2012. Instituto Nacional de Información e Informática. Censo Nacional Agropecuario 2012.
7. Huamani Y.H.1 Huauya-R.M Mansilla-M.L Florida-R. N y Neira-T. G. 2012. Presencia de metales pesados en el cultivo de cacao orgánico. *ACTA AGRONOMICA*. 61(4) P, 339-334.
8. Cárdenas A. 2012. Presencia de cadmio en algunas parcelas de cacao orgánico de la cooperativa agraria industrial Naranjillo, Tingo María, Perú. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Huánuco. Perú. 96 p.
9. Prieto J., González C., Román A., & Prieto F. 2009. Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua. *Trop. Subtrop. Agroecosyst*. 10 (1): 29-44.
10. Martí L. Burba N G. Cavagnaro M. 2002. Metales pesados en fertilizantes fosfatados, nitrogenados y mixtos. *Rev. FCA UN Cuyo*. Tomo XXXIV. N° 2. Departamento de Ingeniería Agrícola. Facultad de Ciencias Agrarias. UNCuyo. Alte. Brown N° 500. Casilla de Correo 7. M5528AHB Chacras de Coria. Mendoza. Argentina.
11. MINAG (Ministerio de agricultura), 2012. El cultivo de cacao en la Amazonia Peruana. Perfil de Mercado y Competitividad Exportadora de Cacao. Lima-Perú.