

## “Desarrollo de una enmienda comercial para la mitigación del cadmio biodisponible en suelos destinados al cultivo de cacao orgánico en las provincias de Morropón y San Martín-Perú”

### CONVENIO 116-INNOVATEPERU-PIEC1-2020

Elaborado por: Iliana Chang Avila  
Email: [iliana.chang@pswsa.com](mailto:iliana.chang@pswsa.com)

#### Resumen:

Los niveles de cadmio (Cd) en suelos destinados al cultivo de cacao orgánico reportados se evidencian desde 0.31 a 1.52 ppm, en zonas como Huánuco, Ucayali, Piura y San Martín. Desde el 2019, la Unión Europea establece límites máximos permisibles en productos derivados del cacao como el cacao en polvo en 0.60 ppm, para lo cual el MINAN establece como límite una concentración de cadmio de 1.46 partes por millón (ppm) en suelo. Las nuevas exigencias del mercado europeo han afectado a las exportaciones originando desafíos mediante el desarrollo de procesos innovadores. En este contexto surgen alternativas para minimizar la asimilación de Cd en las plantas de *Theobroma cacao* (cacao). La empresa PSW SA, asociado con la Universidad Nacional Agraria La Molina, Cooperativa Agraria Allima Cacao en San Martín y la Asociación de Pequeños Productores de Cacao de Piura y con el financiamiento del Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico e Innovación – ProInnovate Perú, desarrollaron 12 prototipos de enmiendas con insumos que actúen como competidores, quelantes y acomplejantes del cadmio para minimizar su asimilación por la planta.

Estas enmiendas fueron probadas a nivel de laboratorio y a nivel in vivo en los campos de Piura y San Martín. Se logró diseñar una enmienda orgánica de acuerdo con las normativas EU, NOP y RTPO. La enmienda demostró tener capacidad para inmovilizar el Cd a nivel de laboratorio, utilizando para estos análisis suelo y agua de precipitación de las zonas de evaluación. Se pudo observar hasta un 42.1% de disminución en el contenido de Cd biodisponible en el caso de hojas de plantines en Tarapoto. Así mismo, se observó una disminución de hasta el 16.6% de Cd a nivel de granos de cacao aplicando 150 g de la enmienda en árboles en plantas adultas.

**Palabras clave:** enmienda, cadmio, cacao, granos, plantines, biodisponibilidad,

#### Resultados del proyecto:

Los resultados para la enmienda fueron:

1. Desarrollo de una enmienda orgánica de acuerdo con las normativas EU Estándar Reglamento (CE) N° 834/2007 y 889/2008, Programa Nacional Orgánico del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (NOP-USDA) y Reglamento Técnico para los Productos Orgánicos. DS N° 044-2006-AG.



Enmienda desarrollada

Plantines de cacao

2. A nivel de campo con la aplicación de la enmienda se logra reducir hasta en un 42.1 % la biodisponibilidad de cadmio en hojas de plantines en Tarapoto.
3. Con la aplicación de la enmienda en dosis de 150 g y 460 g presenta un efecto estadísticamente significativo en plantas adultas al disminuir el contenido de Cd en granos de cacao hasta en un 16.6% en Piura.
4. A nivel laboratorio para los análisis de biodisponibilidad de cadmio in vitro, se logra una disminución hasta el 28% en la región Piura y 50% en la región San Martín, utilizando la enmienda y el suelo de ambas regiones.

5. A nivel in vitro en los análisis de isotermas de adsorción se logra una capacidad de retención de cadmio de hasta 3.3015 mg de Cd por gramo de enmienda en una solución a 60 ppm de Cd.
6. A nivel in vitro para los análisis de lixiviación utilizando agua de las precipitaciones de las zonas de evaluación mostraron los valores mínimos de Cd lixiviado expresado en ppm al utilizar la enmienda E15.
7. A nivel fitohormonal, se observó un incremento en los niveles de ABA (ácido abscísico) a nivel de raíz en Piura. La enmienda inmovilizaría el Cd, evitando su migración y aumentando el estrés en la raíz.



Planta de cacao

Fruto del cacao

#### Problema existente:

Deficientes productos comerciales como enmiendas orgánicas destinadas a la disminución de la biodisponibilidad del cadmio en el suelo que puede ser asimilado y acumulado por las plantas de cacao.

1. El proyecto se ejecutó en Lima, Piura y San Martín, Perú, desde septiembre del 2020 y fue cofinanciado por el Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico e Innovación – ProInnovate Perú con recursos del Ministerio de la Producción, la empresa PSW SA asociado con la Universidad Nacional Agraria La Molina, Cooperativa Agraria Allima Cacao y la Asociación de Pequeños Productores de Cacao de Piura-APPROCAP.



**Objetivo central del proyecto:**

Desarrollar una enmienda comercial para la mitigación del cadmio biodisponible en suelos destinados al cultivo de cacao orgánico en las provincias de Morropón y San Martín-Perú

**Hipótesis planteada en el proyecto:**

La enmienda comercial desarrollada disminuye la asimilación de cadmio biodisponible en el suelo para evitar su bioacumulación en los cultivos orgánicos de cacao.

**Metodología implementada en el proyecto**

Diseño de 12 Enmiendas prototipo con caracterización fisicoquímica.

Estudio de suelos y agua de las zonas de trabajo de Piura y San Martín.

Determinaciones de isotermas de adsorción de los prototipos de enmienda

Análisis de inmovilización de cadmio en suelo a nivel in vitro mediante análisis de cadmio lixiviado

Análisis de determinación disminución cadmio biodisponible en suelo de zonas de Piura y San Martín

Análisis de cadmio biodisponible en plantines de cacao con diferenciación de partes con aplicación de enmienda

Estudio a nivel fitohormonal por HPLC del efecto del cadmio en el suelo y la aplicación de enmiendas sobre plantines de cacao

Análisis de grano de cacao procesado de plantas adultas con enmienda por 150 y 460 gramos

Difusión de los resultados del proyecto en las Entidades Asociadas Allima Cacao y APPROCAP.

**Conclusiones del proyecto:**

1. La enmienda desarrollada logra la inmovilización de Cd a nivel de laboratorio según los resultados de isoterma de adsorción, lixiviación y biodisponibilidad utilizando suelo y agua procedentes de las zonas de investigación.
2. En plantas adultas, la enmienda disminuye el Cd biodisponible en granos de cacao en la región de Piura.
3. A nivel de plantines no se obtuvieron los resultados esperados debido a las condiciones edafoclimáticas.

**Impactos del proyecto**

1. La enmienda desarrollada forma parte de una nueva línea de negocio de la empresa PSW SA.
2. Concientización de las entidades asociadas y los productores de cacao respecto al manejo de suelo y uso de enmiendas apropiadas, comprometiéndose al uso de estas.

**Financiamiento del proyecto:**

El proyecto tuvo un presupuesto total de S/. 394,876.00 nuevos soles financiados con recursos del estado peruano, y la empresa PSW SA asociado con la Universidad Nacional Agraria La Molina, Cooperativa Agraria Allima Cacao y la Asociación de Pequeños Productores de Cacao de Piura-APPROCAP tal como se detalla a continuación:

Fuente de financiamiento	Porcentaje
PSW SA	19.13
Universidad Nacional Agraria La Molina	3.75
Cooperativa Agraria Allima Cacao	1.27
Asociación de Pequeños Productores de Cacao de Piura-APPROCAP	1.27
Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico e Innovación – ProInnovate Perú	74.59
<b>Total</b>	<b>100.00%</b>

El presente Resumen Ejecutivo de Proyecto fue elaborado por el Coordinador General del Proyecto y editado por el Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico e Innovación – ProInnovate Perú con fines informativos.

Para mayor información sobre el proyecto contactarse con:  
 Iliana Chang Avila  
 Coordinador de proyectos  
 Teléfono: 989111851  
 Iliana.chang@pswsa.com  
 http://www.pswsa.com.pe