



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

TESIS

**“DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE CADMIO EN AGUA
DE RIEGO DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN TRES
PROVINCIAS DE LA REGIÓN SAN MARTÍN, AÑO 2015”**

PRESENTADO POR:

BACHILLER: AUGUSTO RUCOBA CHUJUTALLI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL.

TARAPOTO - PERÚ

2016

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el período de formación profesional.

A mi madre Zenobia, por haberme apoyado en todo momento; por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre Miguel; por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mi adorada esposa María Teresa y a mis hijos Cristian Augusto y Martin Sebastián; por su paciencia, comprensión, y tiempo para que pudiera cumplir con el mío y aquellos que no dudaron que lograría este triunfo y que me inspiraron a ser mejor; para ustedes ahora puedo decir que esta tesis lleva mucho de ustedes Gracias por estar siempre a mí lado.

Augusto.

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento al todo poderoso quien me guio y me dio la fortaleza de conseguir mi objetivo trazado.

De igual modo al Ing. José Jaime Cayotopa Torres por su apoyo incondicional brindado en el proceso de este trabajo.

A los catedráticos de cada materia por quienes he llegado a obtener los conocimientos necesarios para poder desarrollar la presente tesis.

Augusto

ÍNDICE

	Pág.
Portada	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Indice.....	iv
Lista de Figuras.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PROBLEMA	3
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Formulación del Problema	4
1.2.1. Problema general	4
1.2.2. Problemas específicos	4
1.3. Objetivos	5
1.3.1. Objetivo general	5
1.3.2. Objetivos Específicos	5
1.4. Justificación de la Investigación	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Antecedentes	7
7	
2.2. Bases Teóricas	9
2.2.1. El agua	9
2.2.2. Agroquímicos	10
2.2.3. Metales pesados	10
2.2.4. Metales pesados y su inclusión en el agua	12

	Pág.
2.2.5. Cadmio	12
2.2.6. Efectos del cadmio sobre la salud	13
2.3. Hipótesis	14
2.3.1. Hipótesis general	14
2.3.2. Hipótesis específicas	14
2.4. Variables de estudio	15
2.4.1. Variable Independiente	15
2.4.2. Variable Dependiente	15
2.5. Operacionalización de variables	16
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	17
3.1. Ámbito de estudio	17
3.1.1. Social	17
3.1.2. Espacial	17
3.1.3. Temporal	17
3.2. Tipo de la investigación	17
3.3. Nivel de la Investigación	17
3.4. Método de la investigación	17
3.4.1. Determinación de localidades de estudio y puntos de muestreo	17
3.4.2. Procedimiento de muestreo de agua de riego	18
3.4.3. Análisis de metales pesados	19
3.5. Diseño de investigación	20
3.6. Población y muestra	20
3.6.1. Población	20
3.6.2. Muestra	20
3.7. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	20
3.7.1. Técnicas de recolección de datos	20
3.7.2. Instrumentos	20

	Pág
3.7.3. Recursos físicos	21
3.8. Procedimiento de Recolección de datos	21
3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	21
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	22
4.1. Presentación de resultados	22
4.2. Discusión de resultados	29
CONCLUSIONES	32
RECOMENDACIONES	33
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
Artículo científico	40
Anexos	47

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 01: Fijación de puntos de muestreo de agua de riego.....	18
Figura N° 02: Muestreo de agua de riego del cultivo de arroz.....	19
Figura N°03: Concentración de Cadmio en la muestra 01 – San Martín comparado con los estándares	22
Figura N° 04:Concentración de Cadmio en la muestra 02 – San Martín comparado con los estándares.	23
Figura N° 05: Concentración de Cadmio en la muestra 03 – San Martín comparado Con los Estándares	24
Figura N° 06: Concentración de Cadmio en la muestra 04 – San Martín comparado con los Estándares	25
Figura N° 07: Concentración de Cadmio en la muestra 01 - Bellavista comparado con los Estándares	26
Figura N° 08: Concentración de cadmio en la muestra 02 - Bellavista comparado con los Estándares27
Figura N° 09: Concentración de cadmio en la muestra 01-Moyobamba comparado con los Estándares	28
Figura N° 10: Concentración de cadmio en la muestra 02 - Moyobamba comparado con los estándares	29

RESUMEN

Los altos niveles de concentración de metales pesados en agua utilizada para riego representan un problema importante para la agricultura y la salud humana, así como para la biodiversidad, y actividades recreacionales, por tal motivo se realizó el presente trabajo con relación a la calidad del agua en las provincias de San Martín, Bellavista y Moyobamba en la Región San Martín, Perú. El estudio se llevó a cabo en los años 2014 y 2015, se muestrearon canales de riego en tres provincias de la Región San Martín, de las cuales se tomó respectivamente una muestra.

Se analizó la presencia y cantidad de cadmio en cada muestra, determinándose mediante el método de absorción atómica en los laboratorios de la Empresa Certificaciones del Perú S.A. (CERPER). Se comparó la calidad del agua de las muestras tomadas con los límites permisibles que indican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental Para Agua.

Los resultados mostraron valores bajos ($<0,0002$ mg/L) en la concentración de cadmio en agua para riego agrícola, uso doméstico y uso recreacional. Se concluyó que el agua procedente del riego en el cultivo de arroz, utilizada en tres provincias de la Región San Martín (San Martín, Bellavista y Moyobamba) no representa riesgos para la actividad agrícola, mediante riego tecnificado, uso doméstico y recreacional desde el punto de vista de concentración de cadmio.

Palabras Claves: Cadmio, agua de riego, permisibles, absorción atómica, límite permisible, metales pesados.

ABSTRACT

High levels of heavy metal concentrations in water used for irrigation represent a major problem for agriculture and human health, as well as biodiversity, and recreational activities. Therefore this study was conducted in relation to water quality in the towns of Morales, Bellavista y Morales in the Region of San Martin, Peru. The study was conducted in the year 2015, irrigation canals were sampled in three provinces of the San Martin region, of which a sample was taken respectively.

The presence and amount of cadmium is determined by atomic absorption method in laboratories Company Certifications Peru S.A. (CERPER). Water quality samples taken with the permissible limits indicating the National Environmental Quality Standards for Water was compared.

The results showed low values (<0.0002 mg / L) in the concentration of cadmium in water for irrigation, domestic and recreational use. It is concluded that the water used for irrigation in rice, used in the three provinces in the region San Martin (San Martin, Bellavista and Moyobamba) poses no risk to agriculture through irrigation technology, domestic and recreational use from the point of view of cadmium concentration.

Keywords: Cadmium, irrigation water, permissible, atomic absorption allowable limit, heavy metals.

INTRODUCCIÓN

El problema de los metales pesados como plomo, níquel, cadmio y manganeso, presentes en el agua utilizada para riego, radica principalmente en que pueden ser acumulados en los suelos agrícolas. Resultan peligrosos por su carácter no biodegradable, la toxicidad que ejercen sobre los diferentes cultivos y su biodisponibilidad (Mahler, 2003, García y Dorronsoro 2005, Corinne *et al.* 2006), además de los mencionados incluyen: mercurio, arsénico y cromo (Lucho *et al.* 2005).

Los metales pesados y el Arsénico se encuentran generalmente como componentes naturales de la corteza terrestre, en forma de minerales, sales u otros compuestos, pueden ser absorbidos por las plantas y así incorporarse a las cadenas tróficas (Rooney *et al.* 2006, Zhao *et al.* 2006); pasar a la atmósfera por volatilización y movilizarse hacia el agua superficial o subterránea. No son degradados fácilmente de forma natural o biológica ya que no tienen funciones metabólicas específicas para los seres vivos (Abollino *et al.* 2002).

En los países sub desarrollados e incluso en Japón, se ha utilizado agua residual para el riego agrícola, se reporta una tendencia creciente en las concentraciones de metales pesados, (García *et al.* 2000, Hettiarchchi y Pierzynski 2002). Existe una amplia investigación sobre el riesgo de los metales pesados en la salud y el ambiente (Spain *et al.* 2003), estos metales pesados pueden ocasionar en plantas y animales, así como en la salud humana graves problemas de toxicidad e incluso la muerte.

En otros Países algunos autores reportan presencia de Cd, Ni y Pb, en agua, suelo y en plantas (Ávila y Zarazúa 1993; Villanueva y Botello 1992, Prieto-Méndez *et al.* 2009). Se reportan estudios donde se analizaron los efectos de diferentes suelos que habían sido sometidos a riegos con agua-lodo residual y la influencia de éstos en el crecimiento vegetal y la biodisponibilidad de Ni, Cd y Pb (Perdomo 2005, Mahdy *et al.* 2007).

En las diversas zonas arroceras de la Región San Martín, se emplea para riego directo agua superficial a la cual es incorporada fertilizantes, herbicidas, insecticidas, fungicidas, etc. para el desarrollo del cultivo, estas acciones pueden alterar la calidad del agua por lo que amerita estudios que indiquen la calidad del agua.

El presente estudio tuvo como objetivo fundamental conocer la posible concentración de cadmio (mg/L) en el agua de riego, utilizado en el del cultivo del arroz en tres Provincias de la Región San Martín, así como definir el posible riesgo del uso de agua contaminada para riego agrícola, uso doméstico y uso recreacional.

CAPÍTULO I: PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

La Región San Martín se ha constituido en los últimos años en uno de las Regiones de mayor producción de arroz bajo riego; la estadística agrícola, refiere que en la campaña 2011 – 2012 registró un incremento del 9.9% en área sembrada con respecto a la campaña anterior, al pasar de 77915 a 85 629 has (MINAG, 2013). Para este cultivo se emplea durante su periodo vegetativo diversidad de productos químicos entre pesticidas y fertilizantes, ocasionando contaminación al suelo, agua y aire.

Algunos productos químicos, como el Paraquat, el Glifosato; contienen metales pesados que son almacenados en el suelo y transportados a través del agua de riego por diversas zonas, que muchas veces la población rural hace uso doméstico, debido a la carencia de agua potable; la ingesta de metales pesados son responsables de desencadenar una serie de enfermedades (translocación en órganos vitales) en el organismo; en ese sentido, surge la necesidad de evaluar el agua de riego del cultivo de arroz, para determinar la presencia y concentración de cadmio en tresprovincias de la Región San Martín.

Este estudio nos permitirá conocer la calidad del agua de riego que se emplea para este cultivo. Los resultados obtenidos, en caso de comprobarse la hipótesis de la investigación, permitirán tomar medidas preventivas coordinadas, a fin de evitar daños futuros y probables en la salud de las personas que se encuentran en el área de influencia.

En el cultivo de arroz se emplea altas concentraciones de fertilizantes y pesticidas en promedio 600 kilogramos y 8 litros por hectárea respectivamente, lo cual es claramente conocido y sabido, estos ocasionan contaminación al suelo, agua y aire. Numerosas familias viven en zonas arroceras de las localidades de San Martín, Bellavista y Moyobamba, las cuales carecen de servicios básicos, principalmente de agua potable; bajo este contexto no tienen otra alternativa que

abastecerse de este elemento a través del agua de riego de arroz, para diversas actividades domésticas, sin considerar que podría representar un grave riesgo en la salud humana.

Diversos autores en varios países, han mostrado el riesgo de contaminación por metales pesados en el agua (Yang *et al.* 1996, Ramos *et al.* 1999, Topalián *et al.* 1999, Santos *et al.* 2002, Taboada-Castro *et al.* 2002, Lee y Moon 2003, Montes-Botella y Tenorio 2003, Smolders *et al.* 2003, Lucho *et al.* 2005, Mapanda *et al.* 2005, Tahriet *et al.* 2005, Malla *et al.* 2007, Prieto *et al.* 2007, descrito por Mancilla *et al.* 2011); los metales pesados pueden pasar a la atmósfera por volatilización y moverse hacia el agua superficial o subterránea (Rooney *et al.* 2006, Zhao *et al.* 2006), en ese sentido, la contaminación a través del agua representa un problema al cual debemos atender oportunamente, más aun considerando que no son degradados fácilmente de forma natural o biológica ya que no tienen funciones metabólicas específicas para los seres vivos (Abollino *et al.* 2002).

En ese sentido, nos encontramos frente a un riesgo potencial para la salud humana debido a la acumulación de metales pesados en el agua Prieto *et al.* (2007).

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema general

¿Qué concentración de cadmio habrá en el agua de riego del cultivo de arroz en tres provincias de la Región San Martín?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿La determinación de la concentración de cadmio en el agua de riego del cultivo de arroz será apropiada para uso agrícola?
- ¿La determinación de la concentración de cadmio en el agua de riego del cultivo de arroz será aceptable para uso doméstico?
- ¿La determinación de la concentración de cadmio en el agua de riego del cultivo de arroz será apto para uso recreacional?

1.3. Objetivos:

1.3.1. Objetivo general

Determinar la concentración de cadmio en el agua de riego del cultivo de arroz en tres provincias de la región San Martín.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar la concentración de cadmio en el agua de riego del cultivo de arroz para el uso agrícola en tres provincias de la región San Martín.
- Determinar la concentración de cadmio en el agua de riego del cultivo de arroz para el uso doméstico en tres provincias de la región San Martín.
- Determinar la concentración de cadmio en el agua de riego del cultivo de arroz para el uso recreacional en tres provincias de la región San Martín.

1.4. Justificación de la Investigación

Los metales pesados se encuentran generalmente como componentes naturales de la corteza terrestre, en forma de minerales, sales u otros compuestos y además pueden ser incorporados a través de fertilizantes y pesticidas, estos pueden ser absorbidos por las plantas y así incorporarse a las cadenas tróficas, además de ser transportados a través del agua de riego.

Los altos niveles de concentración de metales pesados en agua utilizada para riego representan un problema importante para la agricultura y la salud humana. La región San Martín es zona arrocera y cientos de familias viven en zonas de influencia directa de este cultivo y carecen de servicios básicos; uno de los más preocupantes es la falta de agua potable.

Debido a esta carencia se proveen del agua de riego del arroz para atender sus principales actividades domésticas, como cocinar, lavar, aseo personal e incluso muchos niños y adultos ignorando la calidad del agua, ingieren el agua de riego de manera directa sin ningún tipo de tratamiento; en ese sentido, se requiere urgente, realizar un análisis de la calidad del agua de riego del arroz para determinar la concentración de metales pesados, ya que en el cultivo de este cereal se emplea durante su periodo vegetativo concentraciones de fertilizantes y

pesticidas, además de considerar que las zonas arroceras vienen siendo explotadas por varias décadas, probablemente en algunas zonas acumulando concentraciones considerables de contaminantes que constantemente son arrastradas por el agua.

La presente investigación tiene como objetivo determinar la concentración de cadmio en el agua de riego del cultivo de arroz de tres provincias de la región San Martín, a fin de contribuir al conocimiento de la realidad de muchas personas que radican en zonas arroceras y a las instituciones competentes para que asuman responsabilidades en la toma de medidas oportunas, ante un posible riesgo de contaminación.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

En la Universidad de México se realizó un estudio sobre la contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua, así como también en la Universidad de Salamanca; se realizó un estudio de los niveles de Cadmio, Zinc y Arsénico en aguas de la provincia de Salamanca; cabe mencionar que en el Perú, existen trabajos relacionados al presente estudio, como por ejemplo, la investigación sobre la evaluación de riesgos para la salud por el uso de aguas residuales en agricultura, realizado por la Oficina Sanitaria Panamericana Lima.

En San Martín, no se cuenta con trabajos similares al presente trabajo de investigación.

Desde los años cuarenta, el uso de plaguicidas ha aumentado de manera continua, llegando a cinco millones de toneladas en 1995 a escala mundial. Se observa una tendencia actual a la reducción en el uso de los mismos en los países desarrollados; no obstante, éstos se siguen aplicando en forma intensiva en los países tropicales. Se ha establecido que sólo el 0.1 % de la cantidad de plaguicidas aplicado llega a la plaga, mientras que el restante circula por el medio ambiente, contaminando posiblemente el suelo, agua y la biota; por lo tanto, se hace necesario caracterizar el destino final y la toxicidad no prevista de estos plaguicidas para evaluar con certeza el riesgo asociado a su uso (Carvalho *et al.*, 1998).

El D.S N° 002-2008-MINAM, indica en el artículo primero, aprobar los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua contenidos en el Anexo I del presente Decreto Supremo, con el objetivo de establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. Los Estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son

obligatorios en el diseño de las normas legales y las políticas públicas siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental.

El problema de los metales pesados como plomo, níquel, cadmio y manganeso, presentes en el agua residual utilizada para riego, radica principalmente en que pueden ser acumulados en los suelos agrícolas. Resultan peligrosos por su carácter no biodegradable, la toxicidad que ejercen sobre los diferentes cultivos y su biodisponibilidad (Mahler, 2003, García y Dorronsoro 2005, Corinne *et al.* 2006), además de los mencionados incluyen: mercurio, arsénico y cromo (Lucho *et al.* 2005). Por otro lado, algunos autores reportan presencia de Cd, Ni y Pb, en agua, suelo y en plantas (Ávila y Zarazúa 1993; Villanueva y Botello 1992, Prieto-Méndez *et al.* 2009 citado por Mancilla *et al.* 2011).

Los estudios citados hasta la actualidad, revelan un grave daño en el área ambiental; pero quizás lo más grave del tema, es que estos niveles de contaminación han ocasionado graves daños a la salud humana, en zonas expuestas al impacto de estos productos.

El Cadmio se utiliza ampliamente en los procesos industriales, por ejemplo: como un agente anticorrosivo, como un estabilizador en productos de PVC, como un pigmento de color, un absorbedor de neutrones en las centrales nucleares, y en la fabricación de baterías de níquel - cadmio. Fertilizantes fosfatados también muestran una gran carga de cadmio. A pesar de que algunos productos que contienen cadmio pueden ser reciclados, una gran parte de la contaminación por cadmio es causada por el dumping y la incineración de cadmio de los residuos contaminados. Ha sido evaluada la presencia de cadmio disponible en suelos con cultivo de cacao en las regiones Amazonas y San Martín reportándose concentraciones medias de cadmio de 0,21 ppm y 0,14 ppm, respectivamente (Zuñiga *et al.* 2008). Además, Cárdenas (2012) al evaluar la presencia de cadmio en localidades de la provincia de Leoncio Prado, Huánuco, determinó un contenido medio de 0.66 ppm y 1.55 ppm de cadmio en suelos y almendras de cacao orgánico respectivamente.

Marrugo 2011 en su evaluación de la contaminación del agua por metales pesados en Ciénega Colombia, determina que en la distribución espacial de cadmio los niveles encontrados oscilaron entre 0.004 y 0.077 mg/kg. Registrando concentraciones muy parecidas a lo largo de todas las estaciones evaluadas, con una distribución poco homogénea, no encontrándose diferencias significativas entre las mismas. Para el caso de cobre los valores encontrados en la zona de estudio, oscilaron entre 53.2 y 30.5 mg/kg para el sedimento, superando el valor a los reportados por otros autores; manifestando que esto puede ser explicado por el uso de pesticidas, en las actividades agrícolas desarrolladas en ésta región, cuyos residuos pueden ser arrastrados por los afluentes y las aguas de escorrentía formadas en la época lluviosa. Así mismo evaluó la presencia de plomo en agua y sedimentos encontrando de 9.3 - 39.0 mg/kg. Estas concentraciones afirman que se deben a las fuentes más comunes de este metal, siendo las descargas domesticas de las poblaciones aledañas y los aportes de sus afluentes y las emanaciones a la atmosfera, generadas por los residuos de combustibles liberados por el tráfico rodante y flotante que son transportados por las escorrentías.

Con respecto al agua para uso de riego, (Mancilla *et al* 2011) en su estudio sobre metales pesados totales y arsénico en el agua para riego de Puebla y Veracruz en México, reporta que las concentraciones de Arsénico y los metales determinados, están por debajo de los límites máximos permisibles, por lo que el agua puede ser utilizada sin riesgo en el riego agrícola de acuerdo con la NOM-001-ECOL-1996 (ECOL, 1997). Sin embargo, de acuerdo con la EPA (1986), se debe tener restricción de uso para el agua de consumo doméstico ya que superó los límites de concentración de As, Pb, Cd y Hg.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. El agua

El agua es un componente de nuestra naturaleza que ha estado presente en la tierra desde hace más de 3.000 millones de años, ocupando tres cuartas partes de la superficie del planeta. Alrededor del 98%, corresponde a agua salada que se encuentra en mares y océanos, el agua dulce que poseemos en un 69%

corresponde a agua atrapada en glaciares y nieves, un 30% está constituido por aguas subterráneas y una cantidad no superior al 0,7% se encuentra en forma de ríos y lagos.

El agua es una molécula simple y extraña, puede ser considerada como el líquido de la vida. Es la sustancia más abundante en la biosfera, dónde la encontramos en sus tres estados y es además el componente mayoritario de los seres vivos, pues entre el 65 y el 95% del peso de la mayor parte de las formas vivas es agua.

El agua fue además el soporte donde surgió la vida. Posee un extraño comportamiento, que la convierte en una sustancia diferente a la mayoría de los líquidos, manifiesta extraordinarias propiedades físicas y químicas que van a ser responsables de su importancia biológica. Durante la evolución de la vida, los organismos se han adaptado al ambiente acuoso y han desarrollado sistemas que les permiten aprovechar las propiedades del agua.

2.2.2. Agroquímicos

En la agricultura se aplican agroquímicos dispersados en grandes extensiones de terreno. Frecuentemente se aplican cantidades mayores de dosis. Las causas de esto son la formación técnica deficiente del trabajador y la inadecuada manipulación y el empleo de obsoletos y viejos equipos. Debido a esto cerca de un 50 % del material aplicado por aspersión y un 10 % del realizado mediante riego, así como los drenajes van a parar al suelo y las aguas subterráneas. Las consecuencias son afecciones en la salud, bioacumulación y retorno por la cadena alimenticia y contaminación de suelos y aguas subterráneas. (Pause et al. 1995).

2.2.3. Metales pesados

Los metales se definen en base a sus propiedades físicas en el estado sólido como son: alta reflectividad, alta conductividad eléctrica, alta conductividad térmica, propiedades mecánicas como fuerza y ductilidad. Otra definición más práctica, desde el punto de vista de la toxicidad, se basa en sus propiedades

cuando están en solución: "metal es un elemento que bajo condiciones biológicas puede reaccionar perdiendo uno o más electrones para formar un catión" (Cornelis y Nordberg, 2007). Los metaloides poseen propiedades físicas semejantes a las de los metales y no metales, éstos son el arsénico, germanio, antimonio, selenio y telurio. Los compuestos metálicos y metaloides se presentan en diferente estado de oxidación en agua, aire y suelo y presentan diversos grados de reactividad, carga iónica y solubilidad en agua.

La definición rigurosa de metal pesado todavía no es establecida por los científicos y es tema de discusión y polémica. Una de sus definiciones se basa en la gravedad específica: "metal pesado es aquel metal con gravedad específica $> 5 \text{ g/cm}^3$ ", sin embargo, esta definición no es útil respecto al estudio de los efectos toxicológicos que algunos metales tienen sobre el ambiente y los seres vivos, así que otra definición de metal pesado que se ha adoptado es "grupo de metales o metaloides asociados con contaminación y toxicidad potencial" (Cornelis y Nordberg, 2007).

Alrededor de 40 elementos en la Tabla Periódica tienen una densidad mayor o igual a 5 g/cm^3 y son conocidos como metales pesados. El rasgo definitivo de la fisiología de los metales pesados, es que aun cuando muchos de ellos son esenciales para el crecimiento como el Na, K, Mg, Ca, V, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn y Mo, se ha reportado que también tienen efectos tóxicos sobre las células, principalmente como resultado de su capacidad para alterar o desnaturalizar las proteínas. [3.15]. debido a su movilidad en los ecosistemas acuáticos naturales y a su toxicidad para las formas de vida superiores de vida, los iones de metales pesados presentes en los abastecimientos de agua superficial y subterráneos, se les ha dado prioridad como los contaminantes Inorgánicos más importantes en el ambiente. Aun cuando se encuentren en cantidades bajas e indetectables, la recalcitrancia y consiguiente persistencia de los metales pesados en cuerpos de agua, implica que a través de procesos naturales como la biomagnificación, su concentración puede llegar a ser tan elevada que empiece a ser tóxica. Los metales pesados suelen ser detectados ya

sean en su estado elemental, lo que implica que no sufren modificaciones, o enlazados en varios complejos de sales. De cualquier manera, los iones metálicos no pueden ser mineralizados (Atkinson *et al*, 1998).

2.2.4. Metales pesados y su inclusión en el agua

Los metales pesados se encuentran en forma natural en la corteza terrestre; sin embargo, cuando se liberan en el ambiente por las actividades humanas pueden llegar a convertirse en contaminantes en el aire, agua superficial, subterránea, otros ambientes acuáticos y suelo.

Las fuentes antropogénicas más importantes son la extracción de minerales, desde hace 10,000 años el hombre comenzó la minería, fundición y manufactura de metales utilizados para producir utensilios, herramientas, armas y ornamentos. En las prácticas agrícolas, el uso de químicos para combatir plagas y fertilizar el suelo aportan grandes cantidades de metales pesados como son cobre, cadmio, mercurio, cromo, arsénico, entre otros.

Otras actividades son la fabricación de plásticos, recubrimientos anticorrosivos, alimentos, manufactura de plaguicidas, baterías, soldaduras, pigmentos, producción de acero, curtidoras de piel, entre otras.

2.2.5. Cadmio

(Ramírez. A, 2002), nos dice que el cadmio (Cd, número atómico 48, masa atómica 111,40) se obtiene como subproducto del tratamiento metalúrgico del zinc y del plomo, a partir de sulfuro de cadmio; en el proceso hay formación de óxido de cadmio, compuesto muy tóxico. Además de contaminar el ambiente desde su fundición y refinación, contamina también por sus múltiples aplicaciones industriales.

Los principales usos y aplicaciones del cadmio o sus compuestos son:

- Como pigmento en pinturas, esmaltes, plásticos, textiles, vidrios, tintas de impresión, caucho, lacas, etc.
- En aleación con cobre, aluminio y plata.

- En la producción de pilas de cadmio-níquel.
- Como estabilizador de termoplásticos, como el PVC.
- En fotografía, litografía y procesos de grabado.
- Como “endurecedor” de ruedas y llantas de automóvil.
- En fabricación de foto - conductores y células solares fotoeléctricas.
- El electro platinado.
- En fabricación de “controles” de reactores nucleares.
- Usos tan diversos y su larga vida media no permiten el reciclaje, por lo que se acumula progresivamente en el ambiente.
- Es un agente tóxico asociado a contaminación ambiental e industrial, pues reúne cuatro de las características más temidas de un tóxico:
 - a) Efectos adversos para el hombre y el medio ambiente.
 - b) Bioacumulación.
 - c) Persistencia en el medio ambiente.
 - d) “Viaja” grandes distancias con el viento y en los cursos de agua

2.2.6. Efectos del cadmio sobre la salud

Los principales efectos adversos del cadmio incluyen daño renal y el enfisema pulmonar, la población de mayor riesgo son las mujeres con deficiencias nutricionales o bajo contenido de hierro, también las personas con trastornos renales, los fetos y los niños con bajo contenido de hierro en sus reservas corporales; la (OMS) ha establecido una ingesta semanal tolerable provisional (ISTP) para el cadmio en $7\mu\text{g}/\text{kg}$ de peso corporal, el riñón es el órgano diana considerado crítico para controlar la toxicidad del cadmio en los humanos, los efectos críticos principales incluyen un aumento de la excreción de proteínas en la orina como resultado de los daños de células tubulares proximales, la severidad del efecto depende de la duración y magnitud de la exposición. (De Esparza, 1998).

Las alteraciones óseas es otro efecto crítico de la exposición crónica a niveles elevados de cadmio. El cadmio es un carcinógeno humano por la vía de inhalación, datos epidemiológicos de los lugares de trabajo confirman a los

pulmones como órganos afectados, el cadmio no se considera un agente carcinógeno por ingestión. El cadmio se almacena principalmente en el hígado y los riñones, la excreción es lenta, con una media de vida muy larga (décadas) en el cuerpo humano; el cadmio se almacena en la mayoría de los tejidos al aumentar la edad.

El tabaco es una importante fuente de absorción de cadmio en los fumadores y también puede afectar a los no fumadores a través de la exposición pasiva al humo secundario.

Las personas que viven en las proximidades de fuentes industriales y otras fuentes con punto de liberación de cadmio pueden estar expuestas a un mayor nivel de cadmio.

El cadmio se produce en todos los alimentos, pero los cultivos agrícolas (en particular el arroz de regadío) generalmente representan la mayor parte de la ingesta, los vegetarianos y los grupos de alto consumo de cereales pueden tener mayor exposición en comparación con la población general.

Las personas con un alto consumo de mariscos y carnes de órganos de animales marinos pueden tener un consumo especialmente alto de cadmio.

El cadmio en los cultivos se debe a la absorción de cadmio del suelo y la velocidad de absorción está influenciada por factores tales como el pH del suelo, salinidad, contenido de humus, las especies y variedades vegetales y la presencia de otros elementos, por ejemplo, zinc (Robledo y Castaño, 2013).

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis general

La concentración de cadmio que se determinará en el agua de riego del cultivo de arroz en tres provincias de la región San Martín.

2.3.2. Hipótesis específicas

- La determinación de la concentración de cadmio en el agua de riego del cultivo de arroz será apropiada para uso agrícola.

- La determinación de la concentración de cadmio en el agua de riego del cultivo de arroz será aceptable para uso doméstico.
- La determinación de la concentración de cadmio en el agua de riego del cultivo de arroz será apto para uso recreacional.

2.4. Variables de estudio

2.4.1. Variable Independiente (X)

Agua de riego del cultivo del arroz.

2.4.2. Variable Dependiente (Y)

Concentración de Cadmio

2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES:

Tabla 01: Operacionalización de variables.

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES/ UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA DE MEDICIÓN
Independiente	Agua de riego del cultivo de arroz.	Productos químicos que se aplican para mejorar la productividad del cultivo de arroz.	El uso constante de agroquímicos concentra metales pesados en suelo y agua.	Composición química.	Nominal.
				Cantidad.	Elevada, media o baja cantidad.
Dependiente	Concentración de Cadmio	Altera la calidad del agua para uso agrícola, doméstico y recreacional.	Concentración de cadmio en el agua de riego para uso agrícola Concentración de cadmio en el agua de riego para uso doméstico. Concentración de cadmio en el agua de riego para uso recreacional.	Ppm de cadmio en el agua para riego agrícola.	Nominal
				Ppm de cadmio en el agua para uso doméstico.	Nominal
				Ppm de cadmio en el agua para uso recreacional.	Nominal

Fuente: Elaboración propia, 2014

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Ámbito de estudio

3.1.1. Social

El presente estudio comprende un amplio espectro social en la región, ya que existen cientos de familias acentuadas en zonas de influencia arroceras y hacen uso doméstico del agua de riego del arroz, en ese sentido, esta investigación pretende mostrar el posible riesgo que estarían afrontando al hacer uso de aguas agrícolas contaminadas y con el aporte de los resultados al comprobarse la hipótesis se contará con un reporte científico para que instituciones competentes tomen medidas de prevención oportunamente.

3.1.2. Espacial

La presente investigación se llevó a cabo en las Provincias de San Martín (Distrito Morales), Bellavista (Sector Santa Catalina) y Moyobamba (Sector El Cruce) de la región San Martín (Anexo 1).

3.1.3. Temporal

Se desarrolló en dos etapas que comprendieron campo, y laboratorio. La duración de la investigación fue de seis meses, comprendidos entre los meses de abril a septiembre del año 2015.

3.2. Tipo de la investigación

La presente investigación de acuerdo a su naturaleza es del tipo experimental y desarrollada en campo y laboratorio. (Carrasco S., 2006; Sanchez H., 1998).

3.3. Nivel de la Investigación

La investigación es del nivel predictivo o experimental. (Carrasco S., 2006; Sanchez H., 1998).

3.4. Método de la investigación

3.4.1. Determinación de localidades de estudio y puntos de muestreo

Las localidades seleccionadas para el presente estudio corresponden a las Provincias de San Martín, Bellavista y Moyobamba, estas localidades fueron

seleccionadas por que más de 50 años están dedicados al cultivo de arroz. Para el muestreo, se contó con el croquis de distribución de riego para este cultivo, de las localidades de Morales, Bellavista y Moyobamba el cual facilitó el establecimiento de los puntos de muestreo; se consideró cuatro puntos del canal principal de agua riego de arroz de cada localidad.

Las tomas de las muestras de agua de riego de arroz fueron de canales principales, canales laterales y parcelas con cultivo de arroz de las zonas de estudio (San Martín, Bellavista y Moyobamba) y los puntos de muestreo se determinaron teniendo en cuenta la demanda del uso doméstico que le dan los pobladores acentuados en zonas arroceras (Figura 1), los cuales fueron georreferenciados (ver Anexo 3).



Figura 01. Fijación de puntos de muestreo de agua de riego del cultivo de arroz. A). Georreferenciación de puntos de muestreo, B). Uso doméstico del agua de riego. Fuente: Elaboración propia 2015.

3.4.2. Procedimiento de muestreo de agua de riego

Para definir el momento de muestreo se tomó en cuenta la época seca (julio, agosto y septiembre), con la finalidad de evitar arrastre de partículas de suelo de zonas ajenas al área de estudio. El muestreo del agua fue con el uso de recipientes de vidrio de boca ancha debidamente esterilizados y enjuagados por tres veces con el agua muestreada; se introdujo el frasco en el canal de riego con la boca tapada con papel aluminio y se destapó dentro de la fuente de agua, al momento de tomar la muestra, volviéndose a cerrar para sacarlo al

exterior y depositarlo en un balde, tal como se muestra en la figura 3. La toma de sub muestras fue en función a la profundidad de la fuente de agua, colectándose nueve sub muestras (parte superior, medio e inferior) para luego tomar la muestra compuesta. Una vez tomada la muestra fue etiquetada y conducida a refrigeración para enviarlo al laboratorio en cadena de frío (congelada).



e agua de riego del cultivo de arroz. A). Introducción del frasco en el canal de riego B). Sub muestra colectada. C). Sub muestra depositada en un balde y D). Muestra compuesta con codificación.

Fuente: Elaboración propia, 2015.

3.4.3. Análisis de metales pesados

Las muestras fueron enviadas al Laboratorio de ensayo acreditado certificaciones del Perú S.A. (CERPER) para el análisis de determinación de presencia y concentración de cadmio mediante el método Cadmio ISO 17294-2. 2003 Water quality – Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) – Part 2: Determination of 62 elements.

3.5. Diseño de investigación

La investigación se ajusta a un Diseño experimental no paramétrico o de distribución libre, debido a que se realizó el análisis de muestras de agua de riego de zonas heterogéneas. (Rojas. M., 1991).

3.6. Población y muestra

3.6.1. Población

La población del presente trabajo está constituida por tres canales principales y doscientos noventa y ocho canales laterales de riego del cultivo del arroz en las provincias de San Martín Bellavista, y Moyobamba en la Región San Martín.

3.6.2. Muestra

La muestra lo constituye tres canales principales y cinco laterales empleados en el estudio ubicados en las tres Provincias de la Región San Martín, el criterio empleado fue la mayor afluencia por pobladores a estas fuentes de agua.

3.7. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.7.1. Técnicas de recolección de datos

- Encuesta aplicada a los agricultores, para determinar zonas de muestreo en función al uso de agua de riego del cultivo de arroz.
- Determinación de concentración de cadmio en agua de riego mediante el método Cadmio ISO 17294-2. 2003 Water quality – Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) – Part 2: Determination of 62 elements.

3.7.2. Instrumentos

- Ficha de recolección de datos de los agricultores arroceros.
- Guía de encuesta (ver anexo N° 01).
- Programa Google earth 2014 (Imágenes y coordenadas).

- Espectrómetro de masas con plasma acoplado (ICP-MS).
- pH metro.

3.7.3. Recursos físicos

- Refrigerador para la congelación de muestras y envío en cadena de frío al Laboratorio CERPER.
- Computadora para el procesamiento de datos.
- Cámara fotográfica para registro de procesos.
- Fichas de campo, para poder realizar las encuestas a los agricultores que frecuentan los canales de irrigación en mención.

3.8. Procedimiento de Recolección de datos

Lo constituyó la colecta de muestras de agua de riego del cultivo de arroz, las cuales fueron enviadas al Laboratorio de Ensayo Acreditado por el Organismo Peruano de Acreditación INDECOPI-SNA con Registro N° LE 003 para obtener los datos de concentración de cadmio.

3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El procesamiento de datos de la presente investigación responde a una prueba no paramétrica, por lo tanto, los resultados estadísticos recurrieron a estadígrafos no paramétricos para poder distribuirlos de forma libre.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados

4.1.1. Nivel de cadmio en el agua de riego del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la Provincia de San Martín para uso Agrícola, Doméstico y Recreacional – Muestra 01.

En la figura N° 03. Se observa el nivel de cadmio (mg/L) encontrado en la Muestra N° 01 (0,0002 mg/L), en el análisis realizado por el Laboratorio de Ensayo Acreditado por el Organismo Peruano de Acreditación INDECOPI-SNA con Registro N° LE 003 (Anexo 3) y comparado con el nivel de Cadmio permitido para el uso Agrícola, Doméstico y Recreacional según los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.(D.S.N°002-2008-MINAM)

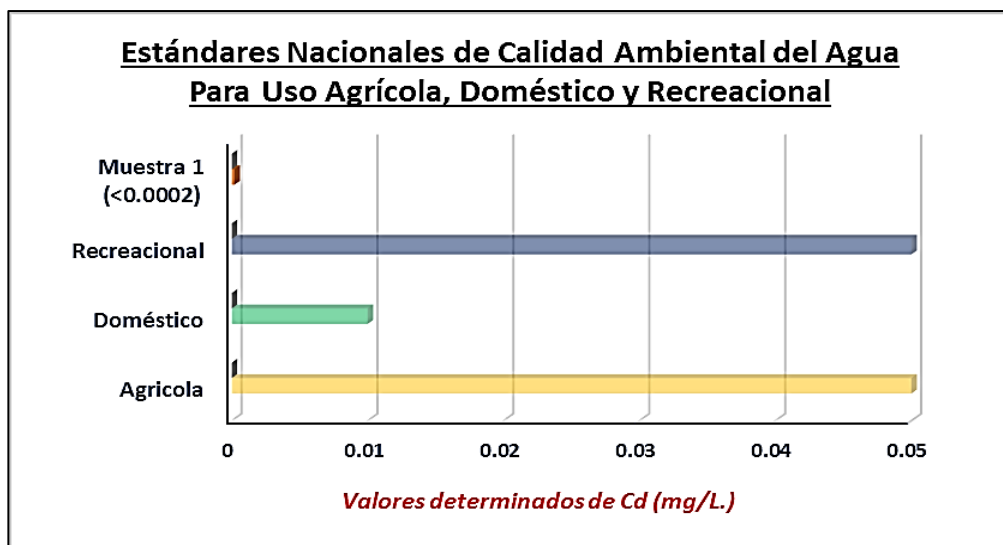


Figura N° 03. Concentración de cadmio en muestra 01 en la Provincia de San Martín comparado con el nivel permitido según los estándares nacionales de calidad ambiental para agua en el uso Agrícola, doméstico y recreacional.

Fuente: Elaboración propia, 2015.

4.1.2. Nivel de cadmio en el agua de riego en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la Provincia de San Martín para uso Agrícola, Doméstico y Recreacional – Muestra 02.

En la figura N° 05. Se observa el nivel de cadmio (mg/L) encontrado en la Muestra N° 02 (0,0002 mg/L), en el análisis realizado por el Laboratorio de Ensayo Acreditado por el Organismo Peruano de Acreditación INDECOPI-SNA con Registro N° LE 003 y comparado con el nivel de Cadmio permitido para el uso Agrícola, Doméstico y Recreacional según los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.(D.S. N°002-2008-MINAM)

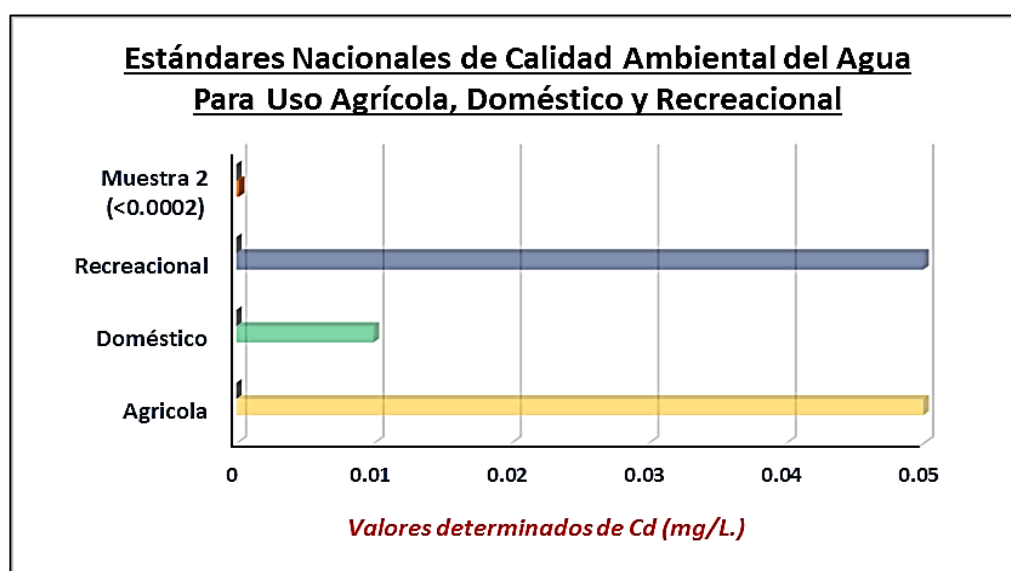


Figura N° 04. Concentración de cadmio en muestra 02, en la Provincia de San Martín comparado con el nivel permitido según los estándares nacionales de calidad ambiental para agua en el uso Agrícola, doméstico y recreacional.

Fuente: Elaboración propia, 2015

4.1.3. Nivel de cadmio en el agua de riego en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la Provincia de San Martín para uso Agrícola, Doméstico y Recreacional – Muestra 03.

En la figura N° 06. Se observa el nivel de cadmio (mg/L) encontrado en la Muestra N° 03 (0,0002 mg/L), en el análisis realizado por el Laboratorio de Ensayo Acreditado por el Organismo Peruano de Acreditación INDECOPI-SNA

con Registro N° LE 003 y comparado con el nivel de Cadmio permitido para el uso Agrícola, Doméstico y Recreacional según los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.(D.S.N°002-2008-MINAM).

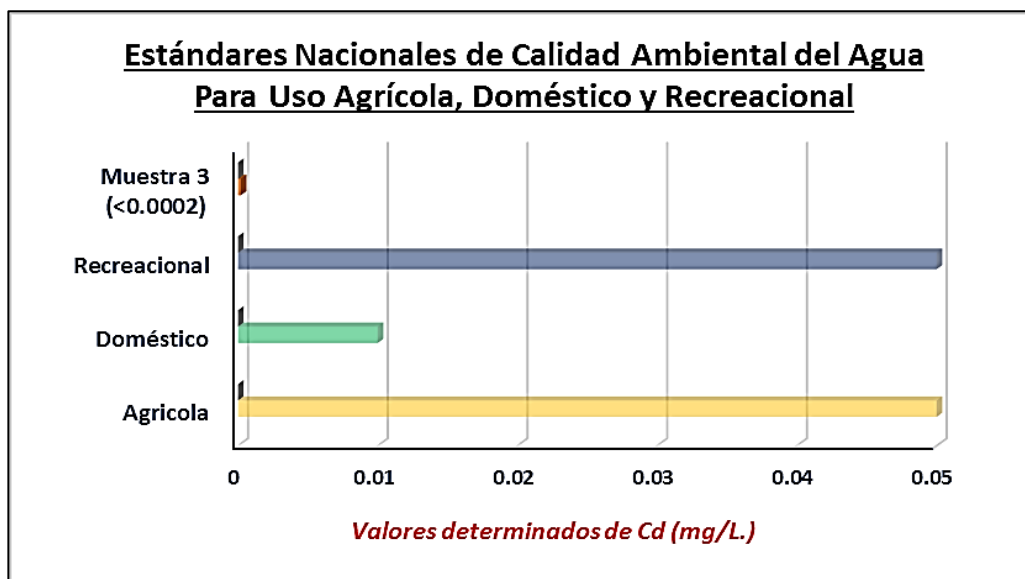


Figura N° 05. Concentración de cadmio en muestra 03 en la Provincia de San Martín comparado con el nivel permitido según los estándares nacionales de calidad ambiental para agua en el uso Agrícola, doméstico y recreacional.
Fuente: Elaboración propia, 2015.

4.1.4. Nivel de cadmio en el agua de riego en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la Provincia de San Martín para uso Agrícola, Doméstico y Recreacional – Muestra 04.

En la figura N° 07. Se observa el nivel de cadmio (mg/L) encontrado en la Muestra N° 04 (0,0002 mg/L), en el análisis realizado por el Laboratorio de Ensayo Acreditado por el Organismo Peruano de Acreditación INDECOPI-SNA con Registro N° LE 003 y comparado con el nivel de Cadmio permitido para el uso Agrícola, Doméstico y Recreacional según los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.(D.S.N°002-2008-MINAM).

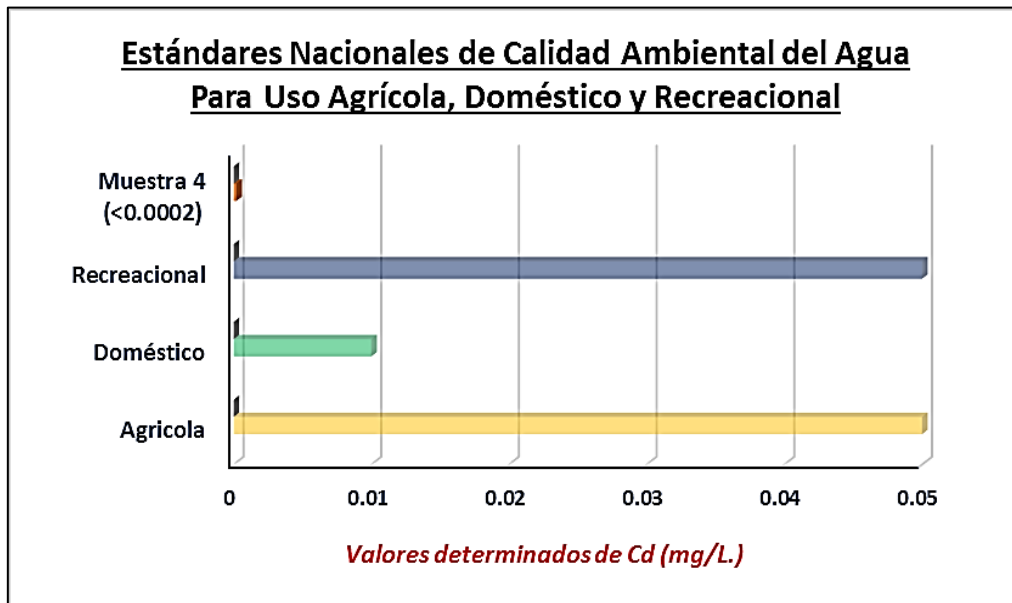


Figura N° 06. Concentración de cadmio muestra 04 en la Provincia de San Martín comparado con el nivel permitido según los estándares nacionales de calidad ambiental para agua en el uso Agrícola, doméstico y recreacional.
Fuente: Elaboración propia, 2015

4.1.5. Nivel de cadmio en el agua de riego en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la Provincia de Bellavista para uso Agrícola, Doméstico y Recreacional – Muestra 01.

En la figura N° 08. Se observa el nivel de cadmio (mg/L) encontrado en la Muestra N° 01, tomada en la localidad de Bellavista (0,0002 mg/L), en el análisis realizado por el Laboratorio de Ensayo Acreditado por el Organismo Peruano de Acreditación INDECOPI-SNA con Registro N° LE 003 y comparado con el nivel de Cadmio permitido para el uso Agrícola, Doméstico y Recreacional según los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.(D.S.N°002-2008-MINAM).

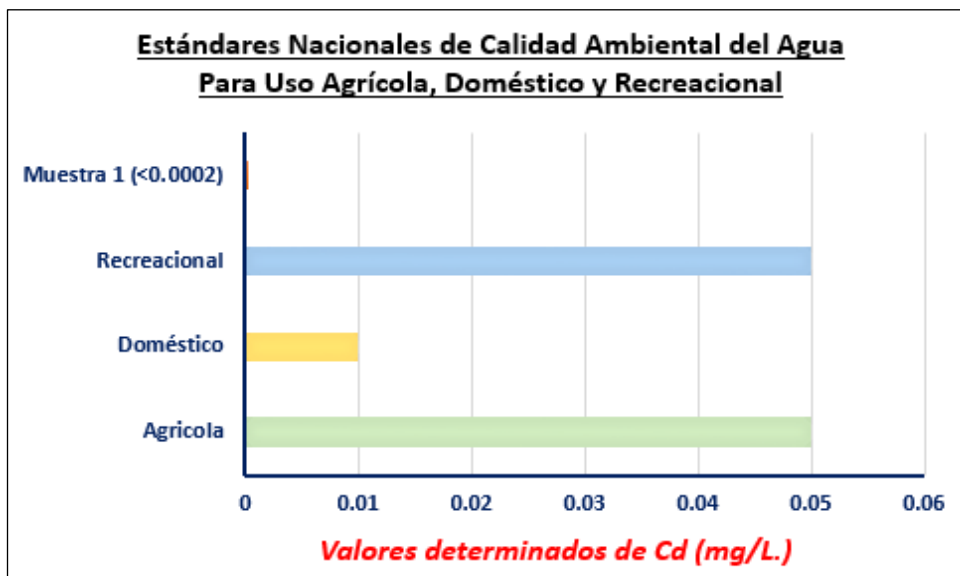


Figura N° 07. Concentración de cadmio muestra 01 en la Provincia de Bellavista comparado con el nivel permitido según los estándares nacionales de calidad ambiental para agua en el uso Agrícola, doméstico y Recreacional.

Fuente: Elaboración propia, 2016

4.1.6. Nivel de cadmio en el agua de riego en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la Provincia de Bellavista para uso Agrícola, Doméstico y Recreacional – Muestra 02.

En la figura N° 09. Se observa el nivel de cadmio (mg/L) encontrado en la Muestra N° 02, tomada en la localidad de Bellavista (0,0002 mg/L), en el análisis realizado por el Laboratorio de Ensayo Acreditado por el Organismo Peruano de Acreditación INDECOPI-SNA con Registro N° LE 003 y comparado con el nivel de Cadmio permitido para el uso Agrícola, Doméstico y Recreacional según los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.(D.S.N°002-2008-MINAM).

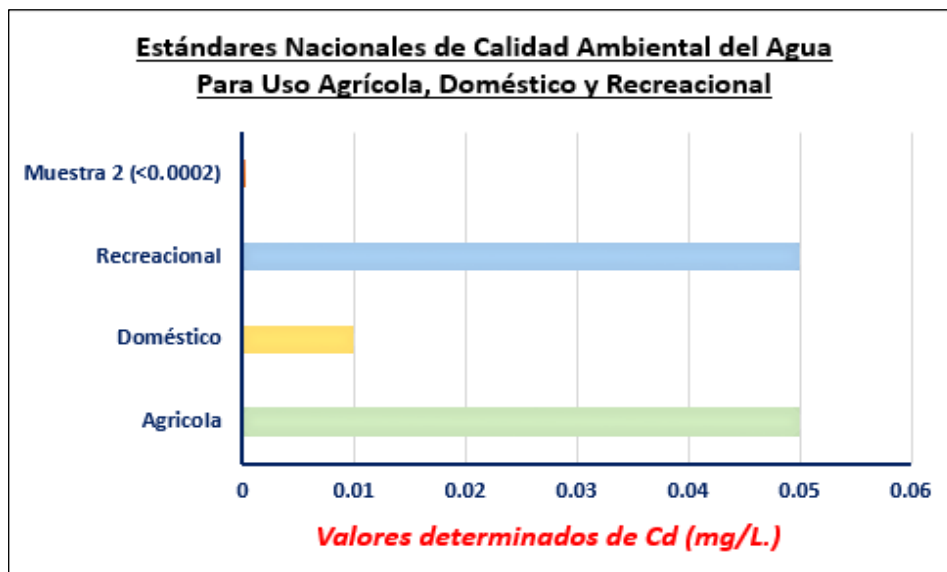


Figura N° 08. Concentración de cadmio muestra 02 en la Provincia de Bellavista comparado con el nivel permitido según los estándares nacionales de calidad ambiental para agua en el uso Agrícola, doméstico y Recreacional.

Fuente: Elaboración propia, 2016

4.1.7. Nivel de cadmio en el agua de riego en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la Provincia de Moyobamba para uso Agrícola, Doméstico y Recreacional – Muestra 01.

En la figura N° 10. Se observa el nivel de cadmio (mg/L) encontrado en la Muestra N° 01, tomada en la localidad de Moyobamba (<0,0002 mg/L), en el análisis realizado por el Laboratorio de Ensayo Acreditado por el Organismo Peruano de Acreditación INDECOPI-SNA con Registro N° LE 003 y comparado con el nivel de Cadmio permitido para el uso Agrícola, Doméstico y Recreacional según los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.(D.S.N°002-2008-MINAM).

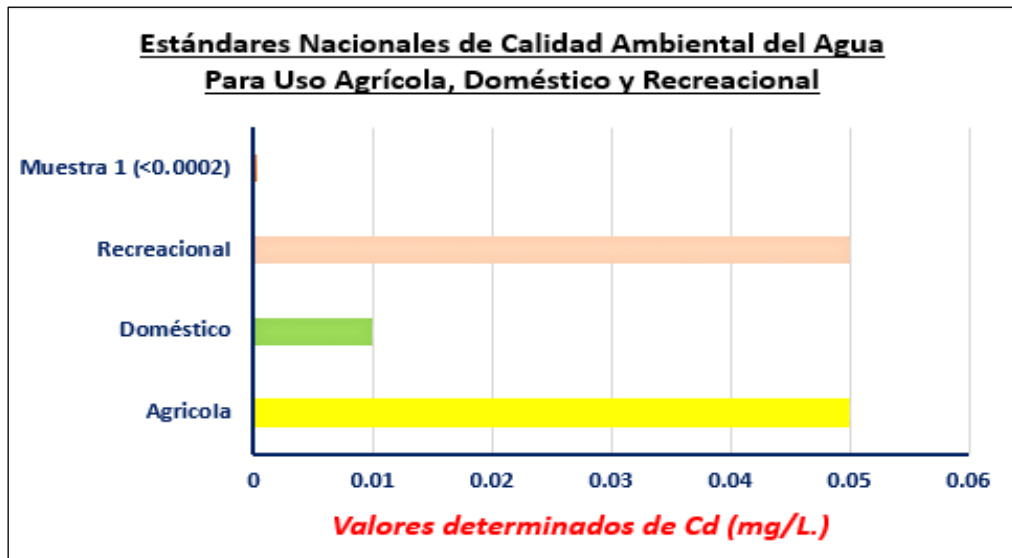


Figura N° 09. Concentración de cadmio muestra 01 en la Provincia de Moyobamba y comparado con el nivel permitido según los estándares nacionales de calidad ambiental para agua en el uso Agrícola, doméstico y Recreacional.

Fuente: Elaboración propia, 2016

4.1.8. Nivel de cadmio en el agua de riego en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la Provincia de Moyobamba para uso Agrícola, Doméstico y Recreacional – Muestra 02.

En la figura N° 11. Se observa el nivel de cadmio (mg/L) encontrado en la Muestra N° 02, tomada en la localidad de Moyobamba (0,0002 mg/L), en el análisis realizado por el Laboratorio de Ensayo Acreditado por el Organismo Peruano de Acreditación INDECOPI-SNA con Registro N° LE 003 y comparado con el nivel de Cadmio permitido para el uso Agrícola, Doméstico y Recreacional según los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.(D.S.N°002-2008-MINAM).

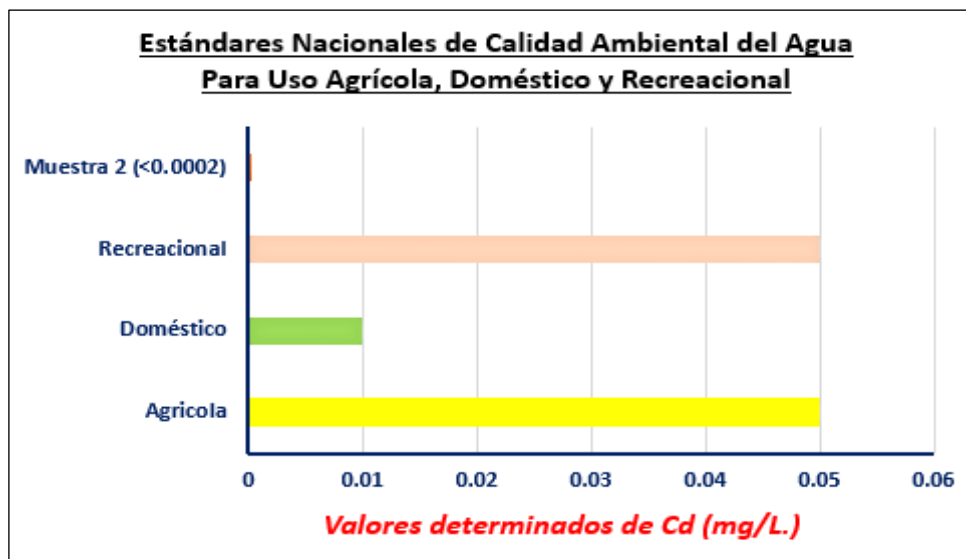


Figura N° 10. Concentración de cadmio muestra 02 en la Provincia de Moyobamba comparado con el nivel permitido según los estándares nacionales de calidad ambiental para agua en el uso Agrícola, doméstico y Recreacional.

Fuente: Elaboración propia, 2016.

4.2. Discusión de resultados

Análisis de nivel de cadmio en el agua de riego en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la Provincia de San Martín, Bellavista y Moyobamba para uso Agrícola, Doméstico y Recreacional.

Los estudios sobre contaminación del medio ambiente por metales pesados son de gran importancia debido a la toxicidad y el peligro que estos elementos representan para la vida humana y los ecosistemas, además el cadmio llega al medio ambiente a través del suelo como resultado de actividades antrópicas o procedentes de los procesos de formación de suelos desarrollados sobre materiales que los contengan.

En los últimos años, la presencia de Cd en los suelos y el riesgo de ingreso de este elemento a la cadena alimenticia, ha generado mundialmente una preocupación creciente, debido al efecto tóxico de este elemento en

humanos y animales (Mc Laughlin& Singh, 1999). El Cd una vez consumido, puede acumularse en el riñón y en el hígado, puede alterar el sistema óseo, produciendo una enfermedad denominada Itai-Itai que fue detectada por primera vez en Japón (Gupta&Gupta, 1998).

En nuestra región San Martín, la agricultura es el sostén de muchas familias y se hace uso de suelos agrícolas y productos químicos, para lograr la sostenibilidad y rentabilidad de los productos, dichos productos químicos, se hacen uso que sin tener en cuenta que la fuente principal de Cd en nuestros suelos, provienen de la fertilización fosforada, sobre todo cuando se hace uso de lodos y residuos industriales (Alloway, 1990; McLaughlin& Singh, 1999), es por ello la preocupación del uso del agua de los canales de riego de nuestra región, además las propiedades y componentes de los suelos juegan un importante papel, sobre todo en el contenido de arcilla coloidal y de materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico, que son esenciales en la dinámica de los metales pesados (Reddy, Perkins 1974).

En el presente trabajo de investigación las muestras tomadas en la provincia de San Martín (Canales de irrigación), mostraron niveles relativamente bajos de cadmio en su contenido. Dichas muestras contienen 0,0002 mg/L de Cadmio, lo cual nos indica que el agua de riego de la provincia de San Martín, está en condiciones favorables desde el punto de vista de concentración de cadmio para el uso agrícola, doméstico y recreacional.

Cabe mencionar que el agua es el componente principal para el desarrollo de los cultivos y mantenimiento de animales domésticos, es por ello que debemos contar con una calidad de agua óptima para el riego y bebida de animales. Pero debemos tener cuidado con otros metales pesados que se encuentran en el agua de riego especialmente del cultivo de arroz, que pueden pasar a la atmósfera por volatilización y movilizarse hacia el agua superficial o subterránea, como lo mencionan Rooney *et al.* 2006 y Zhao *et al.* 2006; en ese sentido, la contaminación a través del agua representa un problema al cual debemos atender oportunamente, más aun considerando que no son

degradados fácilmente de forma natural o biológica ya que no tienen funciones metabólicas específicas para los seres vivos Abollino *et al.* 2002). Por lo tanto, nos encontramos frente a un riesgo potencial para la salud humana debido a la acumulación de metales pesados en el agua como lo menciona, Prieto *et al.*, 2007.

Los resultados del presente trabajo de investigación, muestran que el contenido de Cadmio, actualmente no es un problema en los canales de riego de las localidades de San Martín, Bellavista y Moyobamba, pero la problemática de los metales pesados como plomo, níquel, cadmio y manganeso, presentes en el agua residual utilizada para riego, radica principalmente en que pueden ser acumulados en los suelos agrícolas. Lo cual resulta peligroso por su carácter no biodegradable, la toxicidad que ejercen sobre los diferentes cultivos y su biodisponibilidad Mahler, 2003, García y Dorronsoro 2005, Corinne *et al.* 2006, además de los mencionados se incluyen al mercurio, arsénico y cromo, en reportes mostrados por Lucho *et al.* 2005. Por otro lado, algunos autores reportan presencia de Cd, Ni y Pb, en agua, suelo y en plantas, también reportan datos como este Ávila y Zarazúa 1993; Villanueva y Botello 1992, Prieto-Méndez *et al.* 2009 que fue citado por Mancilla *et al.* 2011.

CONCLUSIONES

- El agua de riego del cultivo de arroz, de las localidades en estudio de las Provincias de San Martín, Bellavista y Moyobamba, no superan los límites máximos permisibles de concentración de cadmio (0.00020 ppm), por lo cual puede ser usada en la actividad agrícola.
- La concentración de cadmio en el agua de riego del cultivo de arroz en las tres Provincias en estudio, mostraron valores por debajo de 0.00020 ppm, lo que indica que desde el punto de vista de este metal puede darse uso doméstico. Sin embargo, cabe mencionar la necesidad de evaluar otros parámetros y someter a tratamiento para uso doméstico.
- Los resultados de concentración de cadmio obtenidos en el agua de riego de las tres Provincias de la Región San Martín, indican concentraciones mínimas (0.00020 ppm), lo que señala que no existe inconvenientes para uso recreacional.

RECOMENDACIONES

- Determinar la presencia de pesticidas en el agua de riego del cultivo de arroz, debido a que está comprobado que el poblador de las zonas arroceras hace uso de este elemento.
- Promover a través de las organizaciones e instituciones ligadas a la conservación ambiental y salud humana programas de concientización sobre los riesgos de salubridad que ocasiona la exposición a recursos contaminados.
- Determinar metales pesados en sangre de pobladores acentuados en zonas arroceras.
- Promover trabajos de investigación para determinar concentración de cadmio en tejido vegetal de plantas de arroz.
- Promover trabajos de investigación para determinar concentración de cadmio en el grano del arroz.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arboledo L. y Castaño A. (2012). Validación de la metodología para el análisis de los metales cadmio y plomo en agua tratada por absorción atómica con horno de grafito en el laboratorio de análisis de aguas y alimentos. Universidad Tecnológica de Pereira.
2. Abollino O., Aceto M., Malandrino M., Mentaste E., Sarzanini C. y Barberis R. (2002). Distribution and mobility of metals in contaminated sites. Chemometric investigation of pollutant profiles. *Environ. Pollut.* 119-127.
3. ALLOWAY, B. J. **Heavy metals in soils**. New York: J. Wiley, 1990. 339 p.
4. Atkinson B. *et al.* Considerations for application of biosorption technology to remediate metal-contaminated industrial effluents. *Water SA.* (1998). 24:129-135.
5. Castro, M. (2006). Presencia de arsénico en el agua de bebida en América Latina y su efecto en la salud pública. International Congress: Natural Arsenic in Groundwaters of Latin America. México.
6. Cárdenas, A. 2012. Presencia de cadmio en algunas parcelas de cacao orgánico de la cooperativa agraria industrial Naranjillo, Tingo María, Perú. TesisIngeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Huánuco. Perú. 96 p.
7. Carvalho F. Zhong, N., Tavarez y Klaine S (1998). Rastreo de plaguicidas en los trópicos. Boletín del OEIA No 40.
8. CARRASCO DÍAS Sergio. Metodología de la Investigación científica. Editorial San Marcos. 1ra Reimpresión 2006. Lima. 2006.
9. Carvalho, F. Zhong, N., Tavarez y Klaine S (1998). Rastreo de plaguicidas en los trópicos. Boletín del OEIA No 40.
10. Corinne P.R., Fang-Jie Zhao y Steve McGrath P. (2006). Phytotoxicity of nickel in a range of European soils: Influence of soil properties, Ni solubility and speciation. *Environ. Pollut.* 145, 596-605.

11. Cornelis, R., M. Nordberg. (2007). General Chemistry, Sampling, Analytical Methods, and Speciation. Handbook on the toxicology of metals. pp 29-35.
12. Davor R. (2003). Heavy metals distribution in agricultural top soils in urban area. Environ. Geol. 43, 795–805.
13. De Esparza M. (1998). Evaluación de Riesgos Para la Salud por el Uso de Aguas Residuales en Agricultura. Oficina Sanitaria Panamericana – Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. Págs. 10, Lima. Perú.
14. Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua.
15. Fytianos K., Katsianis G., Triantafyllou P. y Zachariadis G. (2001). Accumulation of heavy metals in vegetables grown in an industrial area in relation to soil. Bull. Env. Contam. Toxicol. 67, 423.
16. García I. y Dorronsoro C. (2005). Contaminación por metales pesados. En Tecnología de Suelos. Universidad de Granada. Departamento de Edafología y Química Agrícola.
(<http://www.agrovergel.com/agroquimicos.html>)
17. García J.C., Plaza C., Muñoz F. y Polo A. (2000). Evaluation of heavy metals pollution on barley crop by agricultural use of municipal solid waste compost. Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC. Madrid. 3rd International Symposium on Geotechnics related to the European Environment. Berlín, Alemania. (<http://agrobioenmiendas.iespana.es>).
18. GUPTA, U.; GUPTA, S. C. Trace element toxicity relationships to crop production and livestock and human health: implications for management. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 29, n. 11/14, p. 1491-1522, 1998.
19. Hettiarachchi G.M. y Pierzynski G.M. (2002). In situ stabilization of soil lead using phosphorus and manganese oxide: Influence of plant growth. J. Environ. Qual. 31, 564–573.
20. Ho T.L. y Egashira K. (2001). Solid–solution ratio on extraction of heavy metals by dilute acids from agricultural soils and river–sediments in Hanoi, Vietnam. Com. SoilSci. Plant Anal. 32, 643–660.

21. Ismail I. B.S., Farihah K. y Khairiah J. (2005). Bioaccumulation of heavy metals in vegetables from selected agricultural areas. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 74, 320–327.
22. Lee S. y Moon H.S. (2003). Heavy metals in the bed and suspended sediments of Anyang River, Korea: implications for water quality. *Environ. Geochem. Health.* 25, 433–452.
23. Lenntech. (2006). Agua residual & purificación del aire. Holding B. Rotterdamseweg 402 M 2629 HH Delft, Holanda.
24. Lin Y.P. (2002). Multivariate geostatistical methods to identify and map spatial variations of soil heavy metals. *Environ. Geol.* 42, 1–10.
25. Long X.X., Yang X.E., Ni W.Z., Ye Z.Q., He Z.L., Calvert D.V. y Stoffella J.P. (2003). Assessing zinc thresholds for phytotoxicity and potential dietary toxicity in selected vegetable crops. *Com. SoilSci. Plant Anal.* 34, 1421–1434
26. Lucho C., Prieto F., Del Razo M., Rodríguez R. y Poggi H. (2005). Chemical fractionation of boron and heavy metals in soils irrigated with wastewater in central Mexico. *Agric. Ecosyst. Environ.* 108, 57-71.
27. McLAUGHLIN, M. J.; SINGH, B. R. Cadmium in soils and plants: a global perspective. In: McLAUGHLIN, M. J.; SINGH, B. R. (Ed.). **Cadmium in soils and plants**. Dordrecht: KluwerAcademic, 1999. p. 1-19.
28. Malla R., Tanaka Y. y Mori K.L. (2007). Shortterm effect of sewage irrigation on chemical build up in soils and vegetables. *The Agricultural Engineering International: The CIGR Journal*. Manuscript LW 07 006 Vol. IX, August, 2007
29. Mahler R. (2003). General overview of nutrition for field and container crops. En: National Proceeding: Forest and Conservation Nursery Associations. Riley, L. E., Dumroese R. K., Landis, T. D. Tech. Coords. June 9-12; Coeur d'Alene, ID; and 2003 July 14-17; Springfield, IL. Proc. RMRS-P-33.
30. Mancilla O *et al.* Metales pesados totales y arsénico en el agua para riego de Puebla y Veracruz, Mexico. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 28 (1) 39- 48, 2012.

31. Mapanda F., Mangwayana E.N., Nyamangara J. y Giller K.E. (2005). The effect of long-term irrigation using wastewater on heavy metal contents of soils under vegetables in Harare, Zimbabwe. *Agric. Ecosyst. Environ.* 107, 151–165.
32. Marrugo J. y Paternina R. (2011). Evaluación de la contaminación por metales pesados en la cienega la Soledad y Bahía de Cispata. Universidad de Cordoba.
33. Ministerio de Agricultura. Estadísticas (2013).
34. Montes-Botella C. y Tenorio M.D. (2003). Water characterization and seasonal heavy metal distribution in the Odiel River (Huelva, Spain) by means of principal component analysis. *Environ. Contam. Toxicol.* 45, 436.
35. Moor C., Lymberopoulou T. y Dietrich V.J. (2001). Determination of heavy metals in soils, sediments and geological materials by ICP-AES and ICP-MS. *Microchim. Acta.* 136, 123–128.
36. Moral R., Gilkes R.J. y Moreno-Caselles J. (2002). A comparison of extractants for heavy metals in contaminated soils from Spain. *Commun. SoilSci. PlantAn.* 33, 2781–2791.
37. Pauls, I., Koslowski H.P. Ranson, D. (1995) *Mathematical Groundwater Modelling of Industrial Sites: A useful Tool for environmental Monitoring and Remediation.* - BRINK, W.J. VAN DEM, BOSMAN, R. & ARENDT F. (1995): *Contaminated Soil '95.*- p 247-248; Dordrecht, Boston, London.
38. Prieto F., Lucho C.A., Poggi H., Acevedo O. y Barrado E. (2007). Caracterización fisicoquímica y extracción secuencial de metales y elementos trazas en suelos de la región Actopan-Ixmiquilpan del Distrito de Riego 03, Valle del Mezquital, Hidalgo, México. *Ciencia Ergo Sum* 14, 69–80.
39. Qi-Tang W.Z., Meng X.Q., Gerard E. y Morel J.L. (2004). Characterization of cadmium desorption in soils and its relationship to plant uptake and cadmium leaching. *Plant S.* 258, 217–226.
40. Ramírez Augusto, 2002. Toxicología del cadmio. Conceptos actuales para evaluar exposición ambiental u ocupacional con indicadores biológicos.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Vol. 63, N° 1 - 2002 Págs. 51 - 64

41. Ramos–Bello R., Cajuste L.J., Flores–Román, D. y García–Calderón N.E. (2001). Heavy metals, salts and sodium in Chinampa soils in Mexico. *Agrociencia* 35, 385–395.
42. Ramos L., Fernández M.A., González M.J. y Hernández L.M. (1999). Heavy metal pollution in water, sediments and earthworms from the Ebro River, Spain. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 63, 305–311.
43. Reddy MR, Perkins HF. 1974. Fixation of Zn by clay minerals. *Soil Sci. Soc. Am.* 38, 229-231.
44. Rooney C.P., Zhao F.J. y McGrath S.P. (2006). Soil factors controlling the expression of copper toxicity to plants in a wide range of European soils. *Environ. Toxicol. Chem.* 25, 726–732.
45. SANCHEZ CARLESI, Hugo. Metodología y Diseño en la Investigación Científica. Edit. Mantaro, Lima-Perú. 1998.
46. Santos A., Alonso E., Callejón M. y Jiménez J.C. (2002). Distribution of Zn, Cd, Pb and Cu Metals in groundwater of the Guadiamar River Basin. *W. Air S. Pollut.* 134, 273–283.
47. Smolders A.J., Lock R.A., Van der Velde G., Medina R.I. y Roelofs J.G. (2003). Effects of mining activities on heavy metal concentrations in water, sediment, and macroinvertebrates, in different reaches of the Pilcomayo River, South America. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 44, 314–323.
48. Skoog, A., James F. y Crouch S. Principios de análisis instrumental. Sexta edición, México, Edamsa impresiones S.A., 2008.
49. Spain A. (2003). Implications of microbial heavy metals tolerance in the environment. *Reviews in Undergraduate Research* 2, 1–6.
50. Taboada–Castro M.M., Diéguez–Villar A. y Taboada–Castro M.T. (2002). Effect of soil use and agricultural practices on heavy metal levels in surface waters. *Com. SoilSci. Plant Anal.* 33, 2833–2849.

51. Tahri M., Benyaïch F. y Bounakhla M. (2005). Multivariate analysis of heavy metal contents in soils, sediments and water in the region of Meknes (central Morocco). *Environ. Monit. Assess.* 102, 405–417.
52. Topalián M.L., Castañé P.M., Rovedatti M.G. y Salibián A. (1999). Principal component analysis of dissolved heavy metals in water of the Reconquista River (Buenos Aires, Argentina). *Bull. Environ. Cont. Toxicol.* 63, 484.
53. Wang Q.R., Cui Y.S., Liu X.M., Dong Y. T. y Christie P. (2003). Soil contamination and plant uptake of heavy metals polluted sites in China. *J. Environ. Geochem. H.* 38, 823–838.
54. Yang W., Yang L. y Zheng J. (1996). Effect of metal pollution on the water quality in Taihu Lake. *Geo J.* 40, 197–200.
55. Zhao F.J., Rooney C.P., Zhang H. y McGrath S.P. (2006). Comparison of soil solution speciation and diffusive gradients in thin-films measurement as an indicator of copper bioavailability to plants. *Environ. Toxicol. Chem.* 25, 733–742.
56. Zhou Z.Y., Fan Y. P. y Wang M.J. (2000). Heavy metal contamination in vegetables and their control in China. *Environ. Cont. Toxicol.*
57. Zuñiga, C.; Arévalo, E.; Landsber, E.; Baligar, V.; Alvarado, C. & Robles, R. 2008. Evaluación preliminar de cadmio (Cd) en suelos tropicales y almendras de cacao (*Theobroma cacao*. L) en la región San Martín y Amazonas. En: XI Congreso Nacional y IV Internacional de la Ciencia del Suelo. Tarapoto, Perú: p. 59.

ARTICULO CIENTIFICO

“DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE CADMIO EN AGUA DE RIEGO DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN TRES PROVINCIAS DE LA REGIÓN SAN MARTÍN, AÑO 2015”

RESUMEN

Los altos niveles de concentración de metales pesados en agua utilizada para riego representan un problema importante para la agricultura y la salud humana, así como para la biodiversidad, y actividades recreacionales, por tal motivo se realizó el presente trabajo con relación a la calidad del agua en las provincias de San Martín, Bellavista y Moyobamba en la Región San Martín, Perú. El estudio se llevó a cabo en los años 2014 y 2015, se muestrearon canales de riego en tres provincias de la Región San Martín, de las cuales se tomó respectivamente una muestra.

Se analizó la presencia y cantidad de cadmio en cada muestra, determinándose mediante el método de absorción atómica en los laboratorios de la Empresa Certificaciones del Perú S.A. (CERPER). Se comparó la calidad del agua de las muestras tomadas con los límites permisibles que indican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental Para Agua.

Los resultados mostraron valores bajos (<0,0002 mg/L) en la concentración de cadmio en agua para riego agrícola, uso doméstico y uso recreacional. Se concluyó que el agua procedente del riego en el cultivo de arroz, utilizada en tres provincias de la Región San Martín (San Martín, Bellavista y Moyobamba) no representa riesgos para la actividad agrícola, mediante riego tecnificado, uso doméstico y recreacional desde el punto de vista de concentración de cadmio.

Palabras Claves: Cadmio, agua de riego, permisibles, absorción atómica, límite permisible, metales pesados.

ABSTRACT

High levels of heavy metal concentrations in water used for irrigation represent a major problem for agriculture and human health, as well as biodiversity, and recreational activities,

Therefore this study was conducted in relation to water quality in the towns of Morales, Bellavista y Morales in the Region of San Martín, Peru. The study was conducted in the year 2015, irrigation canals were sampled in three provinces of the San Martín region, of which a sample was taken respectively.

The presence and amount of cadmium is determined by atomic absorption method in laboratories Company Certifications Peru S.A. (CERPER). Water quality samples taken with the permissible limits indicating the National Environmental Quality Standards for Water was compared.

The results showed low values (<0.0002 mg / L) in the concentration of cadmium in water for irrigation, domestic and recreational use. It is concluded that the water used for irrigation in rice, used in the three provinces in the region San Martín (San Martín, Bellavista and Moyobamba) poses no risk to agriculture through irrigation technology, domestic and recreational use from the point of view of cadmium concentration.

Keywords: Cadmium, irrigation water, permissible, atomic absorption allowable limit, heavy metals.

MATERIALES Y METODOS

Ámbito de estudio

El presente estudio comprende un amplio espectro social en la región, ya que existen cientos de familias acentuadas en zonas de influencia arroceras y hacen uso doméstico del agua de riego del arroz, en ese sentido, está investigación pretende mostrar el posible riesgo que estarían afrontando al hacer uso de aguas agrícolas contaminadas y con el aporte de los resultados al comprobarse la hipótesis se contará con un reporte científico para que instituciones competentes tomen medidas de prevención oportunamente.

La presente investigación se llevó a cabo en las Provincias de San Martín (Distrito Morales), Bellavista (Sector Santa Catalina) y Moyobamba (Sector El Cruce) de la región San Martín.

Tipo de la investigación

La presente investigación de acuerdo a su naturaleza es del tipo experimental y desarrollada en campo y laboratorio. (Carrasco S., 2006; Sanchez H., 1998).

Nivel de la Investigación

La investigación es del nivel predictivo o experimental. (Carrasco S., 2006; Sanchez H., 1998).

Método de la investigación

- **Determinación de localidades de estudio y puntos de muestreo**

Las localidades seleccionadas para el presente estudio corresponden a las Provincias de San Martín, Bellavista y Moyobamba, estas localidades fueron seleccionadas por que más de 50 años están dedicados al cultivo de arroz. Para el muestreo, se contó con el croquis de distribución de riego para este cultivo, de las localidades de Morales, Bellavista y Moyobamba el cual facilitó el establecimiento de los puntos de muestreo; se consideró cuatro puntos del canal principal de agua riego de arroz de cada localidad.

Las tomas de las muestras de agua de riego de arroz fueron de canales principales, canales laterales y parcelas con cultivo de arroz de las zonas de estudio (San Martín, Bellavista y Moyobamba) y los puntos de muestreo se determinaron teniendo en cuenta la demanda del uso doméstico que le dan los pobladores acentuados en zonas arroceras, los cuales fueron georreferenciados.

- **Procedimiento de muestreo de agua de riego**

Para definir el momento de muestreo se tomó en cuenta la época seca (julio, agosto y septiembre), con la finalidad de evitar arrastre de partículas de suelo de zonas ajenas al área de estudio. El muestreo del agua fue con el uso de recipientes de vidrio de boca ancha debidamente esterilizados y enjuagados por

tres veces con el agua muestreada; se introdujo el frasco en el canal de riego con la boca tapada con papel aluminio y se destapó dentro de la fuente de agua, al momento de tomar la muestra, volviéndose a cerrar para sacarlo al exterior y depositarlo en un balde, tal como se muestra en la figura 3. La toma de sub muestras fue en función a la profundidad de la fuente de agua, colectándose nueve sub muestras (parte superior, medio e inferior) para luego tomar la muestra compuesta. Una vez tomada la muestra fue etiquetada y conducida a refrigeración para enviarlo al laboratorio en cadena de frío (congelada).

- **Análisis de metales pesados**

Las muestras fueron enviadas al Laboratorio de ensayo acreditado certificaciones del Perú S.A. (CERPER) para el análisis de determinación de presencia y concentración de cadmio mediante el método Cadmio ISO 17294-2. 2003 Water quality – Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) – Part 2: Determination of 62 elements.

- **Diseño de investigación**

La investigación se ajusta a un Diseño experimental no paramétrico o de distribución libre, debido a que se realizó el análisis de muestras de agua de riego de zonas heterogéneas. (Rojas. M., 1991).

- **Población y muestra**

La población del presente trabajo está constituida por tres canales principales y doscientos noventa y ocho canales laterales de riego del cultivo del arroz en las provincias de San Martín Bellavista, y Moyobamba en la Región San Martín.

La muestra lo constituye tres canales principales y cinco laterales empleados en el estudio ubicados en las tres Provincias de la Región San Martín, el criterio empleado fue la mayor afluencia por pobladores a esta fuente de agua.

- **Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

Técnicas

Encuesta aplicada a los agricultores, para determinar zonas de muestreo en función al uso de agua de riego del cultivo de arroz.

Determinación de concentración de cadmio en agua de riego mediante el método Cadmio ISO 17294-2. 2003 Water quality – Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) – Part 2: Determination of 62 elements.

Instrumentos

Ficha de recolección de datos de los agricultores arroceros.

Guía de encuesta (ver anexo N° 01).

Programa Google earth 2014 (Imágenes y coordenadas).

Espectrómetro de masas con plasma acoplado (ICP-MS).

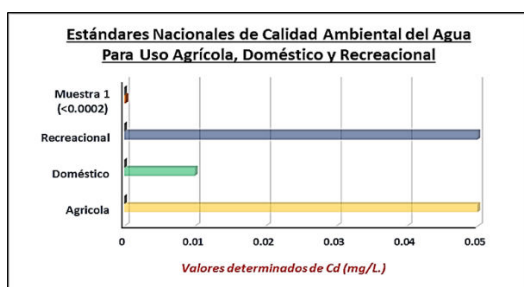
pH metro.

- **Procedimiento de Recolección de datos**

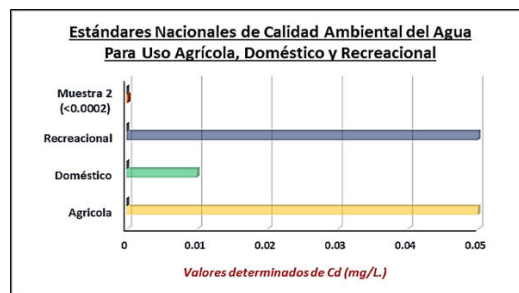
Lo constituyó la colecta de muestras de agua de riego del cultivo de arroz, las cuales fueron enviadas al Laboratorio de Ensayo Acreditado por el Organismo Peruano de Acreditación INDECOPI-SNA con Registro N° LE 003 para obtener los datos de concentración de cadmio.

Resultados

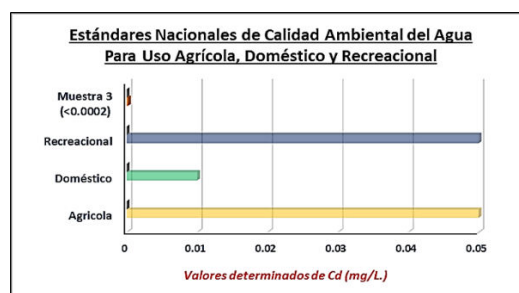
Nivel de cadmio en el agua de riego del cultivo de arroz (Oryza sativa L.) en la Provincia de San Martín para uso Agrícola, Doméstico y Recreacional – Muestra 01.



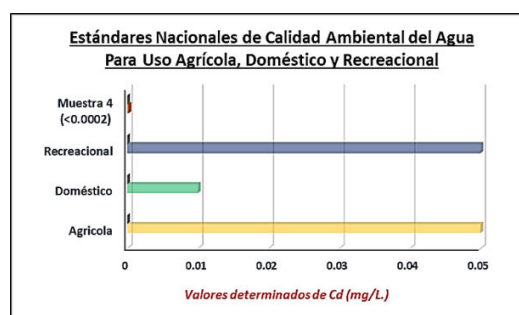
Nivel de cadmio en el agua de riego en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.) en la Provincia de San Martín para uso Agrícola, Doméstico y Recreacional – Muestra 02.



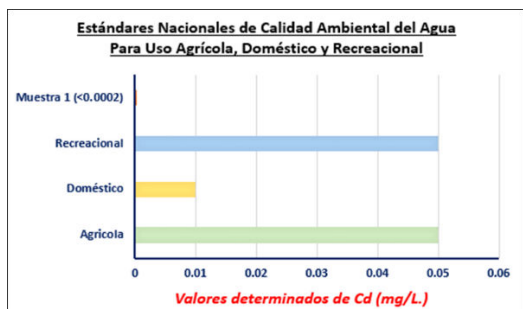
Nivel de cadmio en el agua de riego en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.) en la Provincia de San Martín para uso Agrícola, Doméstico y Recreacional – Muestra 03.



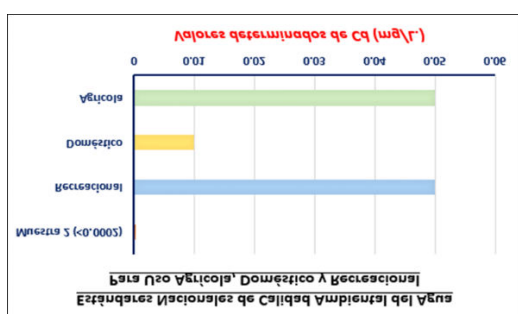
Nivel de cadmio en el agua de riego en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.) en la Provincia de San Martín para uso Agrícola, Doméstico y Recreacional – Muestra 04.



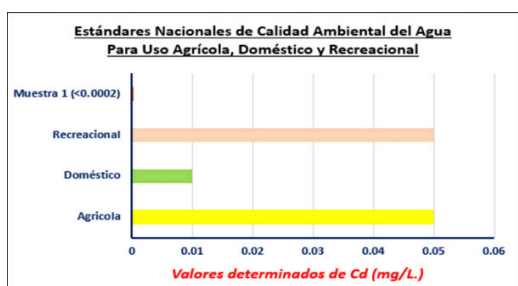
Nivel de cadmio en el agua de riego en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.) en la Provincia de Bellavista para uso Agrícola, Doméstico y Recreacional – Muestra 01.



Nivel de cadmio en el agua de riego en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la Provincia de Bellavista para uso Agrícola, Doméstico y Recreacional – Muestra 02.



Nivel de cadmio en el agua de riego en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la Provincia de Moyobamba para uso Agrícola, Doméstico y Recreacional – Muestra 01



Nivel de cadmio en el agua de riego en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la Provincia de Moyobamba para uso Agrícola, Doméstico y Recreacional – Muestra 02.

CONCLUSIONES

- El agua de riego del cultivo de arroz, de las localidades en estudio de las Provincias de San Martín, Bellavista y Moyobamba, no superan los límites máximos permisibles de concentración de cadmio (0.00020 ppm), por lo cual puede ser usada en la actividad agrícola.
- La concentración de cadmio en el agua de riego del cultivo de arroz en las tres Provincias en estudio, mostraron valores por debajo de 0.00020 ppm, lo que indica que desde el punto de vista de este metal puede darse uso doméstico. Sin embargo, cabe mencionar la necesidad de evaluar otros parámetros y someter a tratamiento para uso doméstico.
- Los resultados de concentración de cadmio obtenidos en el agua de riego de las tres Provincias de la Región San Martín, indican concentraciones mínimas (0.00020 ppm), lo que señala que no existe inconvenientes para uso recreacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arboledo L. y Castaño A. (2012). Validación de la metodología para el análisis de los metales cadmio y plomo en agua tratada por absorción atómica con horno de grafito en el laboratorio de análisis de aguas y alimentos. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Abollino O., Aceto M., Malandrino M., Mentaste E., Sarzanini C. y Barberis R. (2002). Distribution and mobility of metals in contaminated sites. Chemometric investigation of pollutant profiles. Environ. Pollut. 119-127.

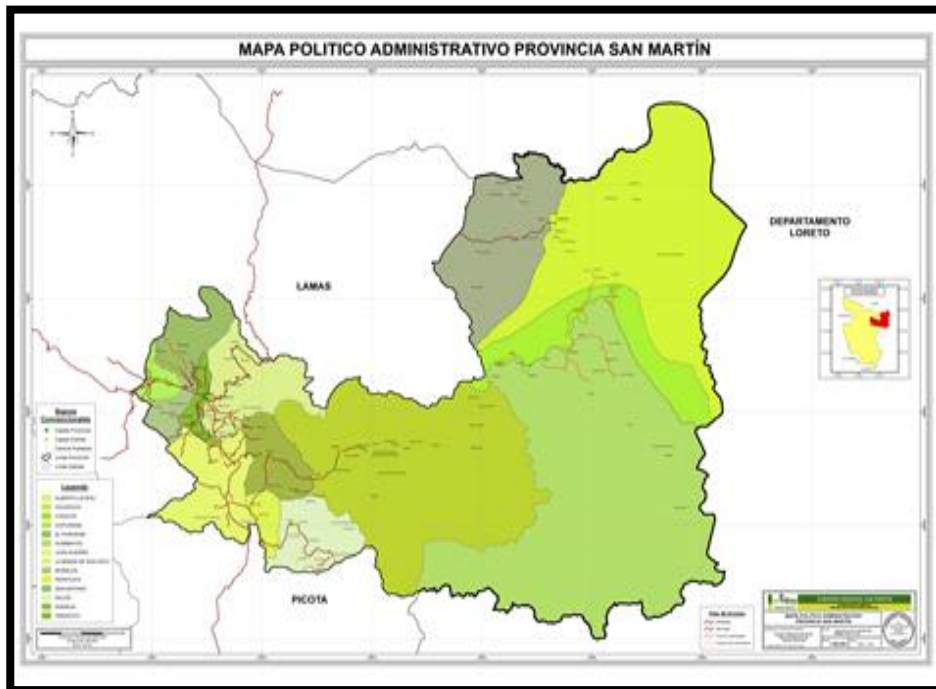
3. ALLOWAY, B. J. Heavy metals in soils. New York: J. Wiley, 1990. 339 p.
4. Atkinson B. et al. Considerations for application of biosorption technology to remediate metal-contaminated industrial effluents. *Water SA*. (1998). 24:129-135.
5. Castro, M. (2006). Presencia de arsénico en el agua de bebida en América Latina y su efecto en la salud pública. *International Congress: Natural Arsenic in Groundwaters of Latin America*. México.
6. 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.
7. Carvalho F. Zhong, N., Tavarez y Klaine S (1998). Rastreo de plaguicidas en los trópicos. *Boletín del OEIA No 40*.
8. CARRASCO DÍAS Sergio. Metodología de la Investigación científica. Editorial San Marcos. 1ra Reimpresión 2006. Lima. 2006.
9. Carvalho, F. Zhong, N., Tavarez y Klaine S (1998). Rastreo de plaguicidas en los trópicos. *Boletín del OEIA No 40*.
10. Corinne P.R., Fang-JieZhao y Steve McGrath P. (2006). Phytotoxicity of nickel in a range of European soils: Influence of soil properties, Ni solubility and speciation. *Environ. Pollut.* 145, 596-605.
11. Cornelis, R., M. Nordberg. (2007). General Chemistry, Sampling, Analytical Methods, and Speciation. *Handbook on the toxicology of metals*. pp 29-35.
12. Davor R. (2003). Heavy metals distribution in agricultural top soils in urban area. *Environ. Geol.* 43, 795-805.
13. De Esparza M. (1998). Evaluación de Riesgos Para la Salud por el Uso de Aguas Residuales en Agricultura. Oficina Sanitaria Panamericana – Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. Págs. 10, Lima. Perú.
14. Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua.
15. Fytianos K., Katsianis G., Triantafyllou P. y Zachariadis G. (2001). Accumulation of heavy metals in vegetables grown in an industrial area in relation to soil. *Bull. Env. Contam. Toxicol.* 67, 423.
16. García I. y Dorronsoro C. (2005). Contaminación por metales pesados. En *Tecnología de Suelos*. Universidad de Granada. Departamento de Edafología y Química Agrícola.
(<http://www.agrovergel.com/agroquimicos.html>.)
17. García J.C., Plaza C., Muñoz F. y Polo A. (2000). Evaluation of heavy metals pollution on barley crop by agricultural use of municipal solid waste compost. Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC. Madrid. 3rd International Symposium on Geotechnics related to the European Environment. Berlín, Alemania. (<http://agrobioenmiendas.iespana.es>).
18. GUPTA, U.; GUPTA, S. C. Trace element toxicity relationships to crop production and livestock and human health: implications for management. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, New York, v. 29, n. 11/14, p. 1491-1522, 1998.
19. Hettiarachchi G.M. y Pierzynski G.M. (2002). In situ stabilization of soil lead using phosphorus and manganese oxide: Influence of plant growth. *J. Environ. Qual.* 31, 564-573.
20. Ho T.L. y Egashira K. (2001). Solid-solution ratio on extraction of heavy metals by dilute acids from agricultural soils and river-sediments in Hanoi, Vietnam. *Com. Soil Sci. Plant Anal.* 32, 643-660.
21. Ismail I. B.S., Fariyah K. y Khairiah J. (2005). Bioaccumulation of heavy metals in vegetables from selected agricultural areas. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 74, 320-327.

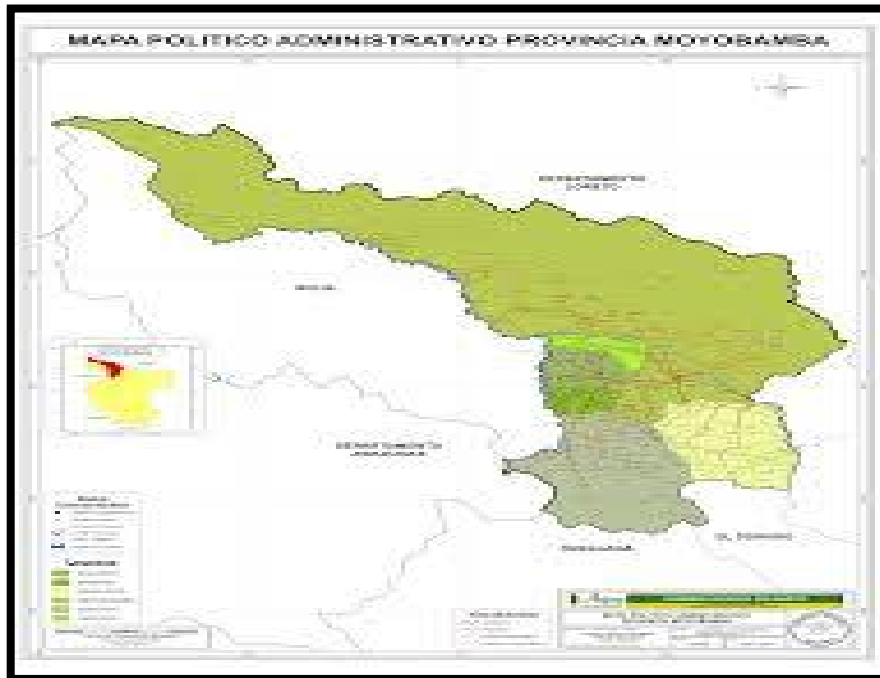
22. Lee S. y Moon H.S. (2003). Heavy metals in the bed and suspended sediments of Anyang River, Korea: implications for water quality. *Environ. Geochem. Health*. 25, 433–452.
23. Lenntech. (2006). Agua residual & purificación del aire. Holding B. Rotterdamseweg 402 M 2629 HH Delft, Holanda.
24. Lin Y.P. (2002). Multivariate geostatistical methods to identify and map spatial variations of soil heavy metals. *Environ. Geol.* 42, 1–10.
25. Long X.X., Yang X.E., Ni W.Z., Ye Z.Q., He Z.L., Calvert D.V. y Stoffella J.P. (2003). Assessing zinc thresholds for phytotoxicity and potential dietary toxicity in selected vegetable crops. *Com. SoilSci. Plant Anal.* 34, 1421–1434
26. Lucho C., Prieto F., Del Razo M., Rodríguez R. y Poggi H. (2005). Chemical fractionation of boron and heavy metals in soils irrigated with wastewater in central Mexico. *Agric. Ecosyst. Environ.* 108, 57–71.
27. McLAUGHLIN, M. J.; SINGH, B. R. Cadmium in soils and plants: a global perspective. In: McLAUGHLIN, M. J.; SINGH, B. R. (Ed.). *Cadmium in soils and plants*. Dordrecht: Kluwer Academic, 1999. p. 1-19.
28. Malla R., Tanaka Y. y Mori K.L. (2007). Shortterm effect of sewage irrigation on chemical build up in soils and vegetables. *The Agricultural Engineering International: The CIGR Journal*. Manuscript LW 07 006 Vol. IX, August, 2007
29. Mahler R. (2003). General overview of nutrition for field and container crops. En: *National Proceeding: Forest and Conservation Nursery Associations*. Riley, L. E., Dumroese R. K., Landis, T. D. Tech. Coords. June 9-12; Coeur d'Alene, ID; and 2003 July 14-17; Springfield, IL. Proc. RMRS-P-33.
30. Mancilla O et al. Metales pesados totales y arsénico en el agua para riego de Puebla y Veracruz, Mexico. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 28 (1) 39- 48, 2012.
31. Mapanda F., Mangwayana E.N., Nyamangara J. y Giller K.E. (2005). The effect of long-term irrigation using wastewater on heavy metal contents of soils under vegetables in Harare, Zimbabwe. *Agric. Ecosyst. Environ.* 107, 151–165.
32. Marrugo J. y Paternina R. (2011). Evaluación de la contaminación por metales pesados en la cienega la Soledad y Bahía de Cispata. Universidad de Córdoba.
33. Ministerio de Agricultura. Estadísticas (2013).
34. Montes-Botella C. y Tenorio M.D. (2003). Water characterization and seasonal heavy metal distribution in the Odiel River (Huelva, Spain) by means of principal component analysis. *Environ. Contam. Toxicol.* 45, 436.
35. Moor C., Lymberopoulou T. y Dietrich V.J. (2001). Determination of heavy metals in soils, sediments and geological materials by ICP-AES and ICP-MS. *Microchim. Acta.* 136, 123–128.
36. Moral R., Gilkes R.J. y Moreno-Caselles J. (2002). A comparison of extractants for heavy metals in contaminated soils from Spain. *Commun. Soil Sci. Plant An.* 33, 2781–2791.
37. Pauls, I., Koslowski H.P. Ranson, D. (1995) *Mathematical Groundwater Modelling of Industrial Sites: A useful Tool for environmental Monitoring and Remediation*. - BRINK, W.J. VAN DEM, BOSMAN, R. & ARENDT F. (1995): *Contaminated Soil '95*.- p 247-248; Dordrecht, Boston, London.
38. Prieto F., Lucho C.A., Poggi H., Acevedo O. y Barrado E. (2007). Caracterización fisicoquímica y extracción secuencial de metales y elementos trazas en suelos de la región Actopan-Ixmiquilpan del Distrito de Riego 03, Valle del Mezquital, Hidalgo, México. *Ciencia Ergo Sum* 14, 69–80.

39. Qi-Tang W.Z., Meng X.Q., Gerard E. y Morel J.L. (2004). Characterization of cadmium desorption in soils and its relationship to plant uptake and cadmium leaching. *Plant S.* 258, 217–226.

ANEXOS

Anexos 1. Localización de las áreas de estudio





Anexos 2. Resultados de encuesta a agricultores acentuados en zonas arroceras estudiadas.

Provincia	Código del Encuestado	Usos que da el encuestado al agua de riego de arroz				Utiliza Medidas de Seguridad	Utiliza EPP
		Lava Utensilios	Lava Ropa	Beber	Bañarse		
San Martín	1	si	si	no	si	no	no
	2	si	si	no	si	no	no
	3	no	si	no	si	no	si
	4	si	si	no	si	no	no
	5	si	si	no	si	no	no
	6	no	si	no	si	no	si
	7	si	si	si	si	no	no
	8	si	si	no	si	no	no
Porcentaje		75	100	12.5	100	0	25
Bellavista	9	si	si	no	si	no	no
	10	si	si	si	si	no	no
	11	si	si	no	si	no	no
	12	si	si	no	si	no	no
	13	si	si	no	si	no	no
	14	si	si	no	si	no	no
	15	no	no	no	si	si	no
	16	si	no	no	no	no	no
Porcentaje		87.5	75	12.5	87.5	12.5	0
Moyobamba	17	no	si	no	si	no	si
	18	no	no	no	no	no	no
	19	si	no	no	si	si	no
	20	no	no	no	si	si	no
	21	no	si	no	si	no	si
	22	no	si	no	si	no	no
	23	si	no	no	no	no	no
	24	no	si	no	si	no	no
Porcentaje		25	50	0	75	25	25


Anexos 3. Puntos de muestreo

Código de Zona de Muestreo	Puntos Georreferenciados		Altitud msnm
	X	Y	
1 (Morales)	346976	-9286140	308
2 (Morales)	345082	-9279466	264
3 (Morales)	347533	-9278750	232
4 (Morales)	350877	-9271899	244
5 (Bellavista)	330975	921990	231
6 (Bellavista)	320870	921889	230
7 (Moyobamba)	283127	9331700	824
8 (Moyobamba)	303228	9232710	820

Anexos 4. Canales principales y Laterales de agua de riego del cultivo de arroz de tres Provincias de la Región San Martín.


Provincia	Canales de Irrigación	Canales de agua de riego del cultivo de arroz	
		Principales	Laterales
San Martín	Irrigación Cumbaza	1	226
Moyobamba	Irrigación Alto Mayo	1	37
Bellavista	Irrigación Sisa	1	35
Total		3	298

Anexos 5. Análisis de cadmio de muestras de agua de riego de arroz en las localidades de Morales, Bellavista y Moyobamba



CERPER
CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI-SNA
CON REGISTRO N° LE 003



REGISTRO N° LE 003

INFORME DE ENSAYO N° 3-12909/15

Pág. 1/1

Solicitante	: AUGUSTO RUCOBA CHUJUTALLI
Domicilio Legal	: Jr. Martínez de Compagnon N° 751 – Tarapoto
Producto Declarado	: AGUA SUPERFICIAL
Cantidad de muestra para ensayo	: 01 muestras x 500 mL Muestra proporcionada por el Solicitante
Forma de presentación	: En frascos de plástico cerrados.
Identificación de la muestra	: MUESTRA 1 AGUA DEL CANAL DE RIEGO CULTIVO DE ARROZ LUGAR DE MUESTREO: TARAPOTO – MORALES FECHA DE MUESTREO: 24/06/2015 MUESTREADO POR: AUGUSTO RUCOBA CHUJUTALLI
Fecha de recepción	: 2015 – 06 – 26
Fecha de inicio del ensayo	: 2015 – 06 – 29
Fecha de término del ensayo	: 2015 – 06 – 30
Ensayo realizado en	: Laboratorio Ambiental
Identificada con	: 15019998 (18632)
Validez del documento	: Este documento es válido solo para la muestra descrita.
Referencia	: Este Informe de Ensayo reemplaza al Informe 3-12490/15 emitido el día 06 de Julio de 2015.

Ensayos	Resultados
Cadmio (mg/L) (L.D. 0,0020 mg/L)	< 0,0020
L.D.: Límite de detección	

Método:
Cadmio: ISO 17294-2, 2003 Water quality – Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) – Part 2: Determination of 62 elements.

OBSERVACIONES

Prohíbese la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.
Los resultados de los análisis no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 09 de Julio de 2015
FJ

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. N° 49302
Jefe de Coordinación de Laboratorios

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000 F: (511) 420 4128
info@cerper.com - www.cerper.com

CHIMBOTE
Av. José Carlos Mariátegui s/n Centro Chico
Urb. Buenos Aires, Nuevo Chimbote
T. (043) 311 048 F: (043) 314 620
info@cerper.com - www.cerper.com

PIURA
Urb. Angamos A - 2 - Piura
T. (073) 322 906 / 9975 63161
info@cerper.com - www.cerper.com

NO HAY INGRESO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

INFORME DE ENSAYO N° 3-12910/15

Pág. 1/1

Solicitante : **AUGUSTO RUCOBA CHUJUTALLI**
 Domicilio Legal : **Jr. Martínez de Compagnon N° 751 – Tarapoto**
 Producto Declarado : **AGUA SUPERFICIAL**
 Cantidad de muestra para ensayo : **01 muestras x 500 mL**
Muestra proporcionada por el Solicitante
 Forma de presentación : **En frascos de plástico cerrados.**
 Identificación de la muestra : **MUESTRA 2**
AGUA DEL CANAL DE RIEGO CULTIVO DE ARROZ
LUGAR DE MUESTREO: TARAPOTO – MORALES
FECHA DE MUESTREO: 24/06/2015
MUESTREO POR: AUGUSTO RUCOBA CHUJUTALLI
 Fecha de recepción : **2015 – 06 – 26**
 Fecha de inicio del ensayo : **2015 – 06 – 29**
 Fecha de término del ensayo : **2015 – 06 – 30**
 Ensayo realizado en : **Laboratorio Ambiental**
 Identificada con : **15009998 (08632)**
 Validez del documento : **Este documento es válido solo para la muestra descrita.**
 Referencia : **Este Informe de Ensayo reemplaza al informe 3-12491/15 emitido el día 06 de Julio de 2015.**

Ensayo	Resultados
Cadmio (mg/L) (LD: 0.0020 mg/L) LD: Límite de detección	< 0.0020

Método:
 Cadmio: ISO 17294-2, 2003 Water quality – Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) – Part 2: Determination of 62 elements.

OBSERVACIONES

Prohíbese la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.
 Los resultados de los análisis no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 09 de Julio de 2015
 FJ

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. ROSA PALOMINO LOO
 C. I. P. N° 40302
 JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

CALLAO
 Oficina Principal
 Av. Santa Rosa 801, La Perla - Callao
 T: (511) 319 9000 F: (511) 420 4128
 info@cerper.com - www.cerper.com

CHIMBOTE
 Av. José Carlos Mariátegui s/n Centro Cívico
 Urb. Buenos Aires, Nuevo Chimbote
 T: (043) 311 048 F: (043) 314 620
 info@cerper.com - www.cerper.com

PILRA
 Urb. Argamas A - 2 - Piura
 T: (073) 322 808 / 9975 63161
 info@cerper.com - www.cerper.com

“EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE”

INFORME DE ENSAYO N° 3-12911/15

Pág. 1/1

Solicitante : **AUGUSTO RUCOBA CHUJUTALLI**
 Domicilio Legal : Jr. Martínez de Compagnon N° 751 – Tarapoto
 Producto Declarado : **AGUA SUPERFICIAL**
 Cantidad de muestra para ensayo : 01 muestras x 500 mL.
Muestra proporcionada por el Solicitante
 Forma de presentación : En frascos de plástico cerrados.
 Identificación de la muestra : **MUESTRA 3**
AGUA DEL CANAL DE RIEGO CULTIVO DE ARROZ
LUGAR DE MUESTREO: TARAPOTO – MORALES
FECHA DE MUESTREO: 24/06/2015
MUESTREADO POR: AUGUSTO RUCOBA CHUJUTALLI
 Fecha de recepción : 2015 – 06 – 28
 Fecha de inicio del ensayo : 2015 – 06 – 29
 Fecha de término del ensayo : 2015 – 06 – 30
 Ensayo realizado en : Laboratorio Ambiental
 Identificada con : **15009998 (08632)**
 Validez del documento : Este documento es válido solo para la muestra descrita.
 Referencia : Este Informe de Ensayo reemplaza al Informe 3-12482/15 emitido el día 06 de Julio de 2015.

Ensayos	Resultados
Cadmio (mg/L) (LD: 0.00020 mg/L) LD: Límite de detección	< 0.00020


Método:

Cadmio: ISO 17294-2: 2003 Water quality – Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) – Part 2: Determination of 62 elements.

OBSERVACIONES

 Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.
 Los resultados de los análisis no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

 Callao, 09 de Julio de 2015
 Fj

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. ROSA PALOMINO LOO
 C.I.P. N° 40302
 JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

CALLAO
 Oficina Principal
 Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
 T. (511) 319 9000 F: (511) 420 4128
 info@cerper.com - www.cerper.com

CHIMBOTE
 Av. José Carlos Mariátegui sin Centro Cívico
 Urb. Buenos Aíres, Nuevo Chimbote
 T. (043) 311 048 F: (043) 314 620
 info@cerper.com - www.cerper.com

PIURA
 Urb. Angamos A - 2 - Piura
 T. (073) 322 908 / 9975 63161
 info@cerper.com - www.cerper.com

INFORME DE ENSAYO N° 3-12912/15

Pág. 1/1

Solicitante : **AUGUSTO RUCOBA CHUJUTALLI**
 Domicilio Legal : **Jr. Martínez de Compagnon N° 751 – Tarapoto**
 Producto Declarado : **AGUA SUPERFICIAL**
 Cantidad de muestra para ensayo : **01 muestras x 500 mL.
 Muestra proporcionada por el Solicitante**
 Forma de presentación : **En frascos de plástico cerrados.**
 Identificación de la muestra : **MUESTRA 4
 AGUA DEL CANAL DE RIEGO CULTIVO DE ARROZ
 LUGAR DE MUESTREO: TARAPOTO – MORALES
 FECHA DE MUESTREO: 24/06/2015
 MUESTREADO POR: AUGUSTO RUCOBA CHUJUTALLI**
 Fecha de recepción : **2015 – 06 – 26**
 Fecha de inicio del ensayo : **2015 – 06 – 29**
 Fecha de término del ensayo : **2015 – 06 – 30**
 Ensayo realizado en : **Laboratorio Ambiental**
 Identificada con : **15009968 (08632)**
 Validez del documento : **Este documento es válido solo para la muestra descrita.**
 Referencia : **Este Informe de Ensayo reemplaza al Informe 3-12493/15 emitido el día 06 de Julio de 2015.**

Ensayo	Resultados
Cadmio (mg/L) (LD: 0,002 mg/L) <small>LD: Límite de detección</small>	< 0,002

Método:

Cadmio: ISO 17294-2: 2003 Water quality – Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) – Part 2: Determination of 62 elements.

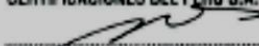
OBSERVACIONES

Prohíbese la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.

Los resultados de los análisis no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 06 de Julio de 2015

F.

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. ROSA PALOMINO LOO
 C.E.P. N° 403492
 JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

CALLAO

 Oficina Principal
 Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
 T. (511) 319 9000 F: (511) 420 4128
 info@cerper.com - www.cerper.com

CHIMBOTE

 Av. José Carlos Mariátegui s/n Centro Cívico
 Urb. Buenos Aires, Nuevo Chimbote
 T. (043) 311 048 F: (043) 314 620
 info@cerper.com - www.cerper.com

PIURA

 Urb. Angamos A - 2 - Piura
 T. (073) 322 906 / 9975 63161
 info@cerper.com - www.cerper.com

INFORME DE ENSAYO N° 3-14161/16

Pág. 1/1

Solicitante : RUCOBA CHUJUTALLI, AUGUSTO
 Domicilio Legal : Jr. Martínez de Compagnon Nro. 751 San Martín – San Martín – Tarapoto
 Producto declarado : AGUA SUPERFICIAL
 Cantidad de muestra para ensayo : 01 muestra x 0,5 L.
 Muestra proporcionada por el solicitante
 Forma de Presentación : En frasco de plástico, cerrado, preservado y refrigerado.
 Identificación de la muestra : CANAL DE RIEGO
 PROVINCIA DE BELLAVISTA
 Fecha Muestreo: 30/08/2015
 Responsable Muestreo: Augusto Rucoba
 Fecha de recepción : 2016 - 07 - 12
 Fecha de inicio del ensayo : 2016 - 07 - 12
 Fecha de término del ensayo : 2016 - 07 - 12
 Ensayo realizado en : Laboratorio Ambiental
 Identificada con : NIS 16010478 (EXAG-14558-2016)
 Validez del documento : Este documento es válido solo para la muestra descrita.

Ensayo	Resultado
Cadmio (mg/L) (L.D. 0,00020 mg/L)	< 0,00020
L.D. Límite de detección	

Método:

Cadmio: ISO 17234-2: 2003 Water quality – Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) – Part 2: Determination of 62 elements

OBSERVACIONES

Prohíbe la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 13 de Julio del 2016
Dy

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. N° 40302
JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000
info@cerper.com - www.cerper.com

CHIMBOTE
Urb. José Carlos Mariátegui s/n
Centro Cívico, Nuevo Chimbote
T. (043) 311 048

PIURA
Urb. Argemiro IF Av. Panamericana
Nro. 0 Mz-A Lote - 02 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 63161

TEL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUTE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

INFORME DE ENSAYO N° 3-14162/16

Pág. 1/1

Solicitante : RUCOBA CHUJUTALLI, AUGUSTO
 Domicilio Legal : Jr. Martínez de Compagnon Nro. 751 San Martín – San Martín – Tarma
 Producto declarado : AGUA SUPERFICIAL
 Cantidad de muestra para ensayo : 01 muestra x 0,5 L.
 Muestra proporcionada por el solicitante
 Forma de Presentación : En frasco de plástico, cerrado, preservado y refrigerado.
 Identificación de la muestra : PARCELA PROVINCIA DE BELLAVISTA
 Fecha Muestreo: 30/06/2016
 Responsable Muestreo: Augusto Rucoba
 Fecha de recepción : 2016 - 07 - 12
 Fecha de inicio del ensayo : 2016 - 07 - 12
 Fecha de término del ensayo : 2016 - 07 - 12
 Ensayo realizado en : Laboratorio Ambiental
 Identificado con : H/S 16010478 (EXAG-14568-2016)
 Validez del documento : Este documento es válido solo para la muestra descrita.

Ensayo	Resultado
Cadmio (mg/L) (L.C. 0,00300 mg/L) L.D. Límite de detección	< 0,00320

Método:

Standard: ISO 17204-2: 2003 Water quality - Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) - Part 2: Determination of 92 elements.

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificaes del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 13 de Julio del 2016
 DV

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. ROSA PALOMINO LOO
 C.I.P. N° 40302
 JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

CALLAO
 Oficina Principal
 Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
 T. (511) 319 9000
 info@cerper.com - www.cerper.com

CHIMBOTE
 Urb. José Carlos Mariátegui s/n
 Centro Cívico, Nuevo Chimbote
 T. (043) 311 048

PIURA
 Urb. Angamos IE Av. Panamericana
 Nro. 0 Mz-A Lote - 02 - Piura
 T. (073) 322 908 / 9875 83161

“EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE”

INFORME DE ENSAYO N° 3-14163/16

Pág. 1/1

Solicitante : RUCOBA CHIJUTALLI, AUGUSTO
 Domicilio Legal : Jr. Martínez de Compagnon Nro. 751 San Martín - San Martín - Tarapoto
 Producto declarado : AGUA SUPERFICIAL
 Cantidad de muestra para ensayo : 01 muestra x 0.5 L.
 Muestra proporcionada por el solicitante
 Forma de Presentación : En frasco de plástico, cerrado, preservado y refrigerado.
 Identificación de la muestra : CANAL DE RIEGO
 PROVINCIA DE MOYOBAMBA
 Fecha Muestreo: 30/06/2016
 Responsable Muestreo: Augusto Rucoba
 Fecha de recepción : 2016 - 07 - 12
 Fecha de inicio del ensayo : 2016 - 07 - 12
 Fecha de término del ensayo : 2016 - 07 - 12
 Ensayo realizado en : Laboratorio Ambiental
 Identificada con : HIS 16010478 | EXAG-14558-2016 |
 Validez del documento : Este documento es válido solo para la muestra descrita.

Ensayo	Resultado
Cadmio (mg/L) (L.D: 0.00020 mg/L) L.D: Límite de detección	< 0.00020

Método:
 Cadmio: ISO 17294-2, 2003 Water quality - Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) - Part 2: Determination of 62 elements.

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 13 de Julio del 2016
 DV

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

 ING. ROSA PALOMINO LOO
 C.I.P. N° 40302
 JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

CALLAO
 Oficina Principal
 Av. Santa Rosa 601, La Parla - Callao
 T. (511) 319 9000
 info@cerper.com - www.cerper.com

CHIMBOTE
 Urb. José Carlos Mariátegui s/n
 Centro Cívico, Nuevo Chimbote
 T. (043) 311 048

PIURA
 Urb. Angamos 1E Av. Panamericana
 Nro. 0 N/A Lote - 02 - Piura
 T. (073) 322 908 / 9975 63161

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 003



INFORME DE ENSAYO N° 3-14164/16

Pág. 1/1

Solicitante : RUCOBA CHUJUTALLI, AUGUSTO
 Domicilio Legal : Jr. Martínez de Compañón Nro. 751 San Martín – San Martín – Tarapoto
 Producto declarado : AGUA SUPERFICIAL
 Cantidad de muestra para ensayo : 01 muestra x 0,5 L.
 Muestra proporcionada por el solicitante
 Forma de Presentación : En frasco de plástico, cerrado, preservado y refrigerado.
 Identificación de la muestra : PARCELA PROVINCIA DE MOYOBAMBA
 Fecha Muestra: 30/06/2015
 Responsable Muestra: Augusto Rucoba
 Fecha de recepción : 2016 – 07 – 12
 Fecha de inicio del ensayo : 2016 – 07 – 12
 Fecha de término del ensayo : 2016 – 07 – 12
 Ensayo realizado en : Laboratorio Ambiental
 Identificada con : N°S 16016476 (EXAG-14558-2016)
 Validez del documento : Este documento es válido solo para la muestra descrita.

Ensayo	Resultado
Cadmio (mg/L) (L.D: 0,00020 mg/L) L.D: Límite de detección	< 0,00020

Método:
 Cadmio: ISO 17294-2: 2003 Water quality – Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) – Part 2: Determination of six elements.

OBSERVACIONES

Prohíbe la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 13 de Julio del 2016
 DV

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.
 ING. ROSA PALOMINO LOO
 C.P. N° 40302
 JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

CALLAO
 Oficina Principal
 Av. Santa Rosa 801, La Parla - Callao
 T. (511) 319 9000
 info@cerper.com - www.cerper.com

CHIMBOTE
 Urb. José Carlos Mariátegui s/n
 Centro Cívico, Nuevo Chimbote
 T. (043) 311 048

PIURA
 Urb. Angamos IE Av. Panamericana
 Nro. 0 MacA Lota - 02 - Piura
 T. (073) 322 908 / 9975 63181

“EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE”