



## PREVALENCIA DE NIVELES DETECTABLES DE PLOMO Y CROMO EN HORTALIZAS DE CONSUMO DIRECTO EN LA ALIMENTACIÓN RECOLECTADAS EN ZONAS AGRÍCOLAS DE RIOBAMBA.

<sup>1</sup>Villegas Freire Cristina Nataly

ECUADOR - ESPOCH –Facultad Ciencias Pecuarias  
cristy27nvf@gmail.com

<sup>2</sup>Moreno Andrade Georgina Ipatia

ECUADOR - ESPOCH - Facultad Ciencias Pecuarias  
georgimoreno@yahoo.es

<sup>3</sup>Zavala Toscano Carmen Alicia

ECUADOR - ESPOCH - Facultad Ciencias Pecuarias

<sup>4</sup>Guevara Costales Hernán Patricio

ECUADOR - ESPOCH –Facultad Ciencias Pecuarias

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Villegas Freire Cristina Nataly, Moreno Andrade Georgina Ipatia, Zavala Toscano Carmen Alicia y Guevara Costales Hernán Patricio (2018): “Prevalencia de niveles detectables de plomo y cromo en hortalizas de consumo directo en la alimentación recolectadas en zonas agrícolas de Riobamba”, Revista Caribeña de Ciencias Sociales (octubre 2018). En línea

[//www.eumed.net/rev/caribe/2018/10/plomo-cromo-hortalizas.html](http://www.eumed.net/rev/caribe/2018/10/plomo-cromo-hortalizas.html)

### RESUMEN

Los metales pesados principalmente se acumulan en suelos y aguas negras, dos factores importantes para la agricultura; por lo cual producto de esto las plantas absorben los contaminantes ocasionando peligro para la salud. En el presente trabajo investigativo se realizó el estudio de tres hortalizas recolectadas en distintas zonas de Riobamba y Chambo, para determinar la presencia de plomo y cobre. Se recolectaron 20 muestras de cada hortaliza cilantro, lechuga y tomate riñón, listas para cosechar; la determinación se realizó por espectrometría de absorción atómica, método de llama; con tres repeticiones. Los niveles de los metales plomo y cromo variaron en los siguientes rangos: Pb (0.103 – 0.3 ppm), Cr (0.105 – 0.290 ppm). Resultando el metal cromo con mayor cantidad de muestras detectables 36 (60%); se encuentra valores mayores a los límites permisibles para metales pesados declarados según la Legislación de la Unión Europea (0.1 – 0.3 ppm). El Plomo se encuentra en 18 (30%)

muestras principalmente en tomate riñón (11), en lechuga (12) y cilantro (13); los niveles de cromo detectados están fuera de los niveles permisibles según la Legislación de la Unión Europea (0.1 ppm).

**Palabras claves:** metales pesados – plomo – cromo – hortalizas – concentración.

## ABSTRACT

Heavy metals mainly accumulate in soils and sewage, two important factors for agriculture; Therefore, as a result of this, the plants absorb the pollutants causing health hazards. In the present research work was carried out the study of three vegetables collected in different areas of Riobamba and Chambo, to determine the presence of lead and copper. 20 samples were collected from each vegetable cilantro, lettuce and kidney tomato, ready to harvest; the determination was made by atomic absorption spectrometry, flame method; with three repetitions. The levels of lead and chromium metals varied in the following ranges: Pb (0.103 - 0.3 ppm), Cr (0.105 - 0.290 ppm). Resulting chromium metal with more detectable samples 36 (60%); values higher than the permissible limits for heavy metals declared according to the European Union Legislation (0.1 - 0.3 ppm) are found. Lead is found in 18 (30%) samples mainly in tomato kidney (11), in lettuce (12) and cilantro (13); the levels of chromium detected are outside the permissible levels according to the Legislation of the European Union (0.1 ppm).

**Keywords:** heavy metals - lead - chrome - vegetables - concentration.

## 1. INTRODUCCION

La agricultura se define como el arte de cultivar la tierra, son actividades que se encarga de la producción del suelo, el desarrollo y recolección de la cosecha, así como la explotación de bosques y producción de ganado.

En la producción agrícola interviene varios factores, como el suelo, el clima los capitales (inversión de dinero) y la propiedad territorial.

---

<sup>1</sup>Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

<sup>2</sup>Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

<sup>3</sup>Bioquímica Farmacéutica, Técnico Docente del Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

<sup>4</sup>Ingeniero Zootecnista, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Máster en Producción Animal

Entre los vegetales más importantes hoy en día para la producción agrícola están en primer orden los cereales, seguido de los tubérculos, las legumbres, las plantas azucareras, las oleaginosas, las frutas, plantas aromáticas y especias así como plantas industriales.

La agricultura moderna emplea todos los recursos que proporcionan la ciencia y la técnica; en la selección de las semillas, utilización abonos químicos y sistemas de riego, protección de los vegetales contra parásitos y plagas, y adelantándose así cada vez más en la mecanización, lo cual determina un incremento continuo del rendimiento de las tierras.

Chimborazo una provincia agrícola fue el lugar en donde se realizó el estudio, para lo cual se escogió dos zonas para la recolección de las hortalizas.

Chambo se ubica a 8 Km. de la ciudad de Riobamba, capital de la Provincia de Chimborazo, a las faldas de los Montes Quilimás y Cubillines de la Cordillera Oriental. Tiene una altitud de 2.400 a 4.730 m.s.n.m., dispone de tres pisos climáticos: templado sub-andino, frío andino y glacial. Las características climáticas, geográficas y de tipo de suelo, posibilitan una gran variedad de producción agrícola y es la principal fuente económica de la población, y proveedora de alimentos para el país, podemos encontrar variedad de cultivos como: cebolla blanca, colorada, remolacha, lechuga, zanahoria, brócoli, col, coliflor, cilantro, fréjol, tomate riñón y de árbol. La producción pecuaria se basa especialmente en la producción de leche y cárnicos. La fabricación de ladrillos es otro de los potenciales del cantón como otra fuente importante de ingresos, además de ser uno de los productos más importantes para la construcción. Limita al norte, con la quebrada de Puchulcahuán; al sur, el río Daldal, afluente del río Chambo, y las parroquias Pungalá y Licto del cantón Riobamba; este, la Provincia de Morona Santiago que se halla al otro lado de la cordillera central de los Andes; oeste, el río Chambo, parroquia San Luis y Licto; y al noroeste, con el Cantón Riobamba. (Asociación de Municipalidades Ecuatorianas (AME), 2018)

Uno de los grandes problemas ecológicos, principalmente en la Provincia de Chimborazo, particularmente en el Cantón Chambo, el uso de combustibles como; leña, llantas, madera, plásticos o textiles, que al ser quemados, emiten una gran cantidad de gases a la atmósfera, como monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, bióxido de azufre y partículas sólidas, que se utilizan para la cocción en la producción artesanal de ladrillos; el uso de estos últimos materiales como combustible genera emisiones de gases altamente tóxicos y cancerígenos como óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), compuestos orgánicos volátiles (COV), hidrocarburos aromáticos poli nucleares, dioxinas, furanos, benceno, bifenilos poli clorados y metales pesados como As, Cd, Ni, Zn, Hg, Cr, V, Pb, estos elementos y

---

<sup>1</sup>Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

<sup>2</sup>Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

<sup>3</sup>Bioquímica Farmacéutica, Técnico Docente del Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

<sup>4</sup>Ingeniero Zootecnista, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Máster en Producción Animal

compuestos provocan graves daños de salud; así como representan un factor altamente contaminante para los cultivos que se encuentran alrededor de dichas ladrilleras; por lo que este tipo de actividad que hasta la actualidad se practica sin ninguna tecnificación en los procesos, da como resultado la producción de productos agrícolas con niveles detectables de metales pesados en ésta zona.

El estudio se realizó también en la Parroquia San Luis de la Provincia de Chimborazo, es un sector en el cual su mayor actividad económica es la producción agrícola, entre los que destaca los cultivos de hortalizas de mayor consumo, como remolacha, brócoli, lechuga, cilantro y es muy relevante el cultivo de tomate riñón en invernaderos.

La topografía de la parroquia San Luis en general es irregular y ligeramente inclinado hacia los ríos Chambo y Chibunga, en el rango de altura que va de los 2500 a 2800msnm existen planicies con pendientes menores a 20%. Conformado por suelos rústicos de la clase Durustolls y haplustolls, es decir son suelos profundos más de 50cm, fértiles, textura franca o franco-arenosa, poca materia orgánica, buena retención de humedad, pH ligeramente ácido, suelos de poca pendiente aptos para la mecanización. (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural San Luis, 2015)

Suelos sobre los 2.900 m.s.n.m se caracteriza por tener una topografía ladera con pendientes variables entre 20 y 50%, capa arable entre 0-70cm, de textura limo-arenosa, pH ligeramente ácido, suelos canchahuosos cubiertas en su mayoría por una capa vegetal y en algunos sectores conformación de pequeñas colinas. (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural San Luis, 2015)

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), desde la Cumbre Mundial de la Alimentación (CMA) de 1996, la Seguridad Alimentaria nivel de individuo, hogar, nación y global, se consigue cuando todas las personas, en todo momento, tienen acceso físico y económico a suficiente alimento, seguro y nutritivo, para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias, con el objeto de llevar una vida activa y sana” (FAO, 1996)

El consumo de hortalizas en la actualidad es un tema central de la nutrición sana, ya que éstas aportan con importantes moléculas al organismo, como vitaminas, minerales, fibra, agua entre otras.

---

<sup>1</sup>Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

<sup>2</sup>Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

<sup>3</sup>Bioquímica Farmacéutica, Técnico Docente del Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

<sup>4</sup>Ingeniero Zootecnista, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Máster en Producción Animal

Según el Código Alimentario Español define a las hortalizas como “cualquier planta herbácea hortícola, que se puede utilizar como alimento, ya sea crudo o cocinado”. Además indica que las verduras son un grupo de hortalizas, en las que la parte comestible está constituida por sus órganos verdes (hojas, tallos, inflorescencias). (BOE-A-1967-16485, 1967)

Otra autora menciona que “las hortalizas son un amplio y diverso grupo de alimentos de origen vegetal que comprende todos los vegetales excepto frutas, frutos secos y cereales. Botánicamente son un grupo muy complejo donde además de representarse muchas familias, se encuentran distintas partes de la planta” (Ramírez, 2008)

En algunos países, como el Japón, el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte y Chile, se conoce que han promovido el consumo de estos vegetales a través de campañas para estimular el consumo de verduras, promoviendo dietas de cinco frutas o verduras diferentes al día y, aún más, promoviendo que estos cinco vegetales sean de diferentes colores. (Saavedra, 2013)

Los alimentos procesados o no procesados poseen compuestos o nutrientes que desempeñan una función específica en las funciones fisiológicas del organismo de los seres humanos, aún más allá de la importancia nutricional, es decir son principios químicos beneficiosos para la salud humana, que se hallan de forma natural en muchas hortalizas. (Saavedra, 2013)

En el medio agrícola, actualmente uno de los mayores factores que se ven afectados son los suelos, debido a diversos contaminantes como son las aguas de riego, las mismas que difícilmente los agricultores pueden conocer el origen, muchas de éstas provienen de industrias que desechan el agua residual de procesos industriales sin previo tratamiento a los afluentes principales, la contaminación por plomo que resulta del proceso de combustión de la gasolina que utilizan los automotores, los residuos de pesticidas que se utilizan para la producción agrícola, son puntos críticos que generan peligro en la producción de alimentos procesados y no procesados.

Las hortalizas dentro de su proceso natural de desarrollo absorben minerales del suelo, los mismos que según estudios se pueden diferenciar en tres grupos importantes, los elementos principales, elementos secundarios y los microelementos. (Vega & Salamanca, 2016)

Algunos microelementos al ser absorbidos por las plantas suelen considerarse como fuente potencial de contaminación.

---

<sup>1</sup>Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

<sup>2</sup>Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

<sup>3</sup>Bioquímica Farmacéutica, Técnico Docente del Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

<sup>4</sup>Ingeniero Zootecnista, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Máster en Producción Animal

Es importante mencionar los riesgos y fuentes de contaminación que podrían ser consideradas al momento del estudio de las hortalizas recolectadas en el sector correspondiente a Chambo, ya que una de las principales actividades económicas es la fabricación artesanal de ladrillos.

La fabricación de ladrillos, tejas y derivados de arcilla cocidos de forma artesanal, hoy en día representan graves daños ecológicos, el mayor problema es el tipo de combustibles usados para la fabricación de estos productos como por ejemplo leña, llantas, madera, plásticos o textiles, entre otros, al sufrir el proceso de combustión, emanan una gran cantidad de gases a la atmósfera, como monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, bióxido de azufre y partículas sólidas, y metales pesados como As, Cd, Ni, Zn, Hg, Cr, V, estos elementos viajan libremente y son depositados en las áreas agrícolas.

Según (Ramos, 2002), los metales pesados considerados se los reconoce por tener elevada presencia en el medio, potencial de biomagnificación en la cadena trófica. Por otro lado, generan daños ambientales dependiendo de su concentración y presentan efectos sinérgicos. Menciona que las concentraciones en el suelo deberían estar en función de los materiales parentales y procesos edafogénicos.

Existen metales pesados denominados oligoelementos, en los cultivos éstos se requieren en pequeñas cantidades y sirven para que los organismos completen el ciclo vital, pero al exceder las concentraciones requeridas se vuelven tóxicos, tales como el B, Co, Cr, Cu, Mo, Mn, Ni, Fe, Se y Zn y el metaloide As. (Prieto, González, Román, & Prieto, 2009)

Del mismo modo se conocen metales pesados sin función biológica conocida, lo cual la presencia de determinadas concentraciones en seres vivos conlleva a efectos letales en el funcionamiento del organismo. Resultan altamente tóxicos y se caracterizan por acumularse en los organismos vivos, estos elementos son el Cd, Hg, Pb, Sb, Bi, Sn, Tl. (Prieto, González, Román, & Prieto, 2009)

Los metales mencionados no son biodegradables, por lo mismo se acumulan en órganos vitales del ser humano, ocasionando efectos tóxicos y progresivos. La mayor parte de estos metales ingresan en la cadena alimentaria principalmente a través de los cultivos que absorben agua de riego contaminada. (Miranda, y otros, 2008)

Las plantas poseen mecanismos específicos para absorber y acumular sustancias, y algunos metales y metaloides presentan un comportamiento electroquímico muy similar al de los

---

<sup>1</sup>Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

<sup>2</sup>Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

<sup>3</sup>Bioquímica Farmacéutica, Técnico Docente del Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

<sup>4</sup>Ingeniero Zootecnista, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Máster en Producción Animal

nutrientes necesarios y son absorbidos por las plantas, presentando la fitotoxicidad. (Miranda, y otros, 2008)

El plomo en forma natural no es de importancia como contaminante ambiental. Pero debido al crecimiento de las actividades industriales, las fuentes contaminantes del medio con éste y otros metales han aumentado considerablemente. El más alto nivel de exposición ocurre principalmente entre la gente que trabaja en fundiciones de plomo. Los procesos implicados en el refinamiento llevan como resultado la generación de humos del metal y la deposición del polvo de óxido de plomo en el ambiente ocupacional de los trabajadores. (Franco, 2007)

Según lo estudiado por varios autores, el plomo puede causar diversos daños en las plantas y en diferentes grados de acumulación. En algunas especies, la acumulación de plomo, a medida que se aumenta las dosis en el suelo hasta niveles menores a 1000mg de Pb por Kg<sup>-1</sup> de suelo, tiende a incrementarse rápidamente en los órganos de la planta que éstas no lo toleran y mueren. Los mecanismos de fitotoxicidad de Pb están relacionadas, afirman algunos autores, con la permeabilidad de la membrana celular, reacciones de grupos sulfidrilos (-SH) con cationes y afinidad para reaccionar con grupos fosfatos (Prieto, González, Román, & Prieto, 2009)

En los suelos no contaminados se encuentran concentraciones de Pb por debajo de 50 ppm los suelos contaminados en muchas áreas urbanas, exceden concentraciones de 200 ppm, y en zonas próximas a las minas de plomo, industrias que emplean este metal y a las fundiciones, pueden llegar a acumular niveles de contaminación del suelo mayores de 60 000 ppm.

El plomo también puede contaminar los alimentos; el metal que se encuentra en la atmósfera puede caer en la tierra, es absorbido a través de las raíces de los vegetales y contamina a los mismos. El plomo se absorbe por ingestión o por inhalación. La relación entre la exposición y los niveles de plomo sanguíneo constituye un proceso dinámico en el cual el plomo que se encuentra en la sangre representa el producto de exposiciones recientes, excreción y equilibrio con otros tejidos. Los niños que tienen deficiencias de hierro, proteínas, calcio y/o zinc, absorben con mayor facilidad el plomo, cuya mayoría se almacena en los huesos. (Sosa, Moreno, Reyes, & Puga, 2014)

(...) La exposición crónica a concentraciones relativamente bajas de plomo puede ocasionar daños en los riñones y el hígado y en los sistemas reproductor, cardiovascular, inmunitario, hematopoyético, nervioso y gastrointestinal. La exposición breve a elevadas cantidades de plomo puede ocasionar dolores gastrointestinales, anemia, encefalopatías y la muerte. El

---

<sup>1</sup>Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

<sup>2</sup>Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

<sup>3</sup>Bioquímica Farmacéutica, Técnico Docente del Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

<sup>4</sup>Ingeniero Zootecnista, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Máster en Producción Animal

efecto más crítico de la exposición a concentraciones bajas de plomo es el menor desarrollo cognitivo e intelectual de los niños afectados. (Codex Alimentarius, 2009)

Así mismo según el (Codex Alimentarius, 2015), el plomo atmosférico se deriva principalmente del sector industrial y/o de la combustión de hidrocarburos, lo cual puede contaminar los alimentos mediante su deposición en plantas cultivadas.

Según el (Codex Alimentarius, 1995), los niveles de los contaminantes presentes en los alimentos y piensos deben ser lo más bajos que razonablemente sea posible a través de buenas prácticas, como buenas prácticas agrícolas (BPA) y buenas prácticas de fabricación (BPF) siguiendo una evaluación apropiada de riesgos.

**Tabla 1:** Límites máximos permisibles de concentración de Plomo obtenido de la Legislación de la Unión Europea.

Alimento	Contenido Máximo (mg/Kg)
<b>Hortalizas de bulbo</b>	0.1
<b>Hortalizas de fruto</b>	0.1
<b>Hortalizas de hoja</b>	0.3
<b>Legumbres</b>	0.2
<b>Raíces y tubérculos</b>	0.1

Fuente: (Diario Oficial de la Unión Europea, 2015)

Sin embargo el Cromo al ser considerado dentro de los metales pesados un oligoelemento que no supone efecto tóxico a niveles bajos de cromo (Cr) está presente en el ambiente. Bajo las condiciones normales, la exposición al Cr no representa ningún riesgo toxicológico. Las concentraciones en el agua de río suelen estar en un rango de 1-10 ug/L y no constituyen una amenaza para la salud. La ingesta diaria a través de comida varía considerablemente entre regiones. Valores típicos se extienden 50 a 200 ug/día y no representan tampoco un problema de toxicidad. (Prieto, González, Román, & Prieto, 2009)

<sup>1</sup>Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

<sup>2</sup>Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

<sup>3</sup>Bioquímica Farmacéutica, Técnico Docente del Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

<sup>4</sup>Ingeniero Zootecnista, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Máster en Producción Animal



**Tabla 2:** Límites máximos permisibles de concentración de Cromo obtenido de la Legislación de la Unión Europea.

Alimento	Contenido Máximo (mg/Kg)
<b>Cualquier alimento</b>	0.1

Fuente: (Diario Oficial de la Unión Europea, 2015)

El cromo en su forma Cr (III) es no tóxico totalmente, y no es muy común que se acumule en plantas, sin embargo, es importante recalcar que el Cr(VI) representa peligro para la salud de los humanos y este generalmente se encuentra expuesto a personas que se relacionan con la industria textil y del acero, al igual que la gente consumidora de tabaco, la exposición a esta forma de cromo provoca serios problemas de salud como erupciones cutáneas, malestar del estómago y úlceras, problemas respiratorios, debilitamiento del sistema inmune entre otros. (Prieto, González, Román, & Prieto, 2009)

Entre los alimentos que pueden tener mayor concentración de cromo están los siguientes:  
 Agua de bebida: aguas de consumo (del grifo), aguas minerales o de manantiales (envasadas)  
 Alimentos de origen animal: leche y productos lácteos, carne y derivados cárnicos  
 Alimentos de origen vegetal: cereales y derivados (pan, panecillos, galletas, etc.), chocolate y Hortalizas (incluidas setas), complementos alimenticios de cromo.

Con respecto a límites de concentración, no hay niveles máximos establecidos para el cromo en los alimentos. Tan sólo para el agua potable, tanto para el agua de consumo humano como para las envasadas.

Tabla 3: Niveles de cromo para agua potable

Productos Alimenticios	Contenidos Máximos
<b>Aguas de consumo humano</b>	50µg/l
<b>Aguas de manantial envasadas</b>	50µg/l
<b>Aguas minerales envasadas</b>	50µg/l
<b>Aguas de manantial envasadas</b>	50µg/l
<b>Aguas preparadas envasadas</b>	50µg/l
<b>Materiales colorantes para su uso en materiales poliméricos en contacto con alimentos</b>	1000µg/l

<sup>1</sup>Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

<sup>2</sup>Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

<sup>3</sup>Bioquímica Farmacéutica, Técnico Docente del Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

<sup>4</sup>Ingeniero Zootecnista, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Máster en Producción Animal

Fuente: (ELIKA, 2014)

Los valores de ingesta en marzo de 2014, la EFSA ha evaluado la exposición crónica de la población europea al cromo (Cr III) por consumo de alimentos y agua, y sus riesgos para la salud humana resultando en una exposición de 0,6- 1,6µg/kg p.c/día para la población adulta, y de 1-9µg/kg p.c/día para consumidores extremos (percentil 95). Los bebés y niños tienen valores de exposición elevados (2,3-5,9 µg/kg p.c/día). (EFSA, 2014)

Respecto a la ingesta de Cr VI procedente principalmente del agua potable, la EFSA estimó unos valores mínimos de dosis de referencia con un 10% de factor de riesgo (BMDL10) de 1 µg de Cr VI/kg p.c/día, y de acuerdo a los valores de exposición estimados, concluye, para todos los grupos de edad, que la ingesta de Cr VI a través del agua potable es de baja preocupación para la salud humana.

Un estudio realizado por (Reyes, Vergara, Torres, & Díaz, 2016) en sus conclusiones revela que los límites máximos permisibles de concentración de metales está muy bien establecido en agua. Sin embargo aún falta por definir los límites de concentración y riesgo en hortalizas, legumbres y cereales, para permitir estandarizar y consensuar los estudios de contaminación que se están realizando, así como los efectos tóxicos y en ambiente.

Con base en lo anterior, este trabajo de investigación enfocó sus objetivos en valorar la presencia de plomo uno de los mayores contaminantes y cromo un metal poco estudiado debido a su fundamento científico de no representar mayor toxicidad en 3 hortalizas producidas en diferentes zonas rurales y urbanas de la Provincia de Chimborazo, así como su cuantificación en partes por millón de este metal pesado.

La técnica analítica más utilizada para la determinación y cuantificación de metales pesados (Pb) y (Cr) es la espectrofotometría de absorción atómica, debido a la rapidez y confiabilidad para el análisis en serie en laboratorios, así como por sus características de reproducibilidad, precisión, sensibilidad y bajo nivel de interferencias. (OMS-Organización Mundial de la Salud, 2013)

La espectrometría de absorción atómica se basa en el principio de que los átomos libres absorben la luz a longitudes de onda características del elemento que se desea estudiar; existen dos clases de técnicas. *Espectrometría de absorción atómica por llama*, la cual utiliza una llama de flujo laminar de una mezcla de acetileno y aire o de óxido nitroso, para atomizar el plomo a temperaturas de entre 2000 y 3000°C, según la mezcla de gases. El límite de

---

<sup>1</sup>Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

<sup>2</sup>Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

<sup>3</sup>Bioquímica Farmacéutica, Técnico Docente del Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

<sup>4</sup>Ingeniero Zootecnista, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Máster en Producción Animal

detección depende de la preparación de la muestra y del método utilizado (OMS-Organización Mundial de la Salud, 2013)

## 2. MATERIALES Y METODOS

### Metodología

Se realizó un estudio de tipo descriptivo con tamaño de muestras igual a 75 unidades, en una cantidad de 1Kg de material fresco, fue llevado en cadena de frío hasta el laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias ESPOCH para su posterior preparación y análisis con el objetivo de describir la presencia de niveles detectables de Plomo y Cromo por el método de Espectrometría de Absorción Atómica en las hortalizas cilantro, lechuga, y tomate riñón cultivados en diferentes parroquias de los Cantones Chambo y Riobamba, para aportar con acciones preventivas que contribuyan a la seguridad alimentaria de los consumidores.

### Recolección de la muestra

**Tabla 4:** Sectores en donde se recolectó las muestras

<b>CANTON CHAMBO</b>	
<b>Sector 1</b>	El Llío Sur
<b>Sector 2</b>	EL Vergel Centro
<b>Sector 3</b>	El Llío Hcda. Camacho
<b>Sector 5</b>	El Llío Hcda. Jara
<b>Sector 6</b>	El Vergel Norte
<b>Sector 7</b>	Llucud bajo
<b>Sector 8</b>	El Llío Centro
<b>Sector 9</b>	El Llío San Jorge
<b>Sector 10</b>	Llucud Alto
<b>Sector 11</b>	El Vergel Sur
<b>CANTON RIOBAMBA</b>	
<b>Sector 12</b>	Corazón de Jesús
<b>Sector 13</b>	San Antonio Centro
<b>Sector 14</b>	San Antonio Sur
<b>Sector 15</b>	Guaslán Centro
<b>Sector 16</b>	San Luis

**Fuente:** Autores Proyecto de Investigación ESPOCH

### Tratamiento de la muestra

<sup>1</sup>Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

<sup>2</sup>Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

<sup>3</sup>Bioquímica Farmacéutica, Técnico Docente del Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

<sup>4</sup>Ingeniero Zootecnista, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Máster en Producción Animal

Las hortalizas fueron previamente lavadas, cortadas y secadas a 60°C en estufa de aire caliente hasta peso constante, una vez secas fueron trituradas en un molino.

### **Digestión de la muestra**

Se realizó la digestión por vía húmeda empleando una mezcla de HCl y HNO<sub>3</sub> al 20% v/v.

### **Determinación de Plomo y Cromo por Absorción Atómica**

El equipo que se empleó es un espectrofotómetro de absorción atómica, por el método de llama, de marca Perkin Elmer, con límite máximo de detección de 0.078 ppm y con una longitud de onda 357.87nm para cromo y de 0.18 ppm y con una longitud de onda 283.31nm para plomo.

Se ajustó el instrumento a cero con el blanco de calibración y soluciones estándares de menor a mayor concentración y se registró al menos tres réplicas de la absorbancia de cada uno, posterior a la lectura del blanco se construyó la curva de calibración.

## **3. RESULTADOS Y DISCUSION**

Para la presente investigación se consideró tres tipos de hortalizas, lechuga, cilantro y tomate riñón; recolectadas en algunas zonas de los cantones de Riobamba y Chambo de la Provincia de Chimborazo; con una muestra total de 60 unidades, correspondientes a 20 unidades a cada hortaliza, mismas que son de mayor producción en las diferentes zonas agrícolas de Riobamba y Chambo; por tanto, de mayor consumo entre la población.

Del total de hortalizas analizadas en 36 muestras se encuentra nivel detectable para Cromo (nivel máximo permitido 0.1 ppm) correspondiendo al 60% (36/60) del total de las muestras.

Del mismo modo se encuentran en 18 muestras niveles detectables de Plomo representando esto el 30% (18/60) de muestras.

Los datos de concentraciones de metales encontrados en algunas muestras superan el límite máximo permisible en hortalizas.

Cabe recalcar que en las muestras de cilantro no se encontraron niveles detectables para el metal Plomo.

A continuación, se muestra las concentraciones encontradas en 18 muestras de diferentes hortalizas:

---

<sup>1</sup>Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

<sup>2</sup>Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

<sup>3</sup>Bioquímica Farmacéutica, Técnico Docente del Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

<sup>4</sup>Ingeniero Zootecnista, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Máster en Producción Animal

Tabla 5: Plomo detectable en hortalizas

Hortaliza	Detectable (Nº muestras)	No Detectable (Nº muestras)	% Detectable
<b>Cilantro</b>	0	20	0%
<b>Lechuga</b>	15	5	25%
<b>Tomate Riñón</b>	3	17	5%
<b>Total muestras</b>	18	42	<b>60</b>

Fuente: Laboratorio de Bromatología y Nutrición

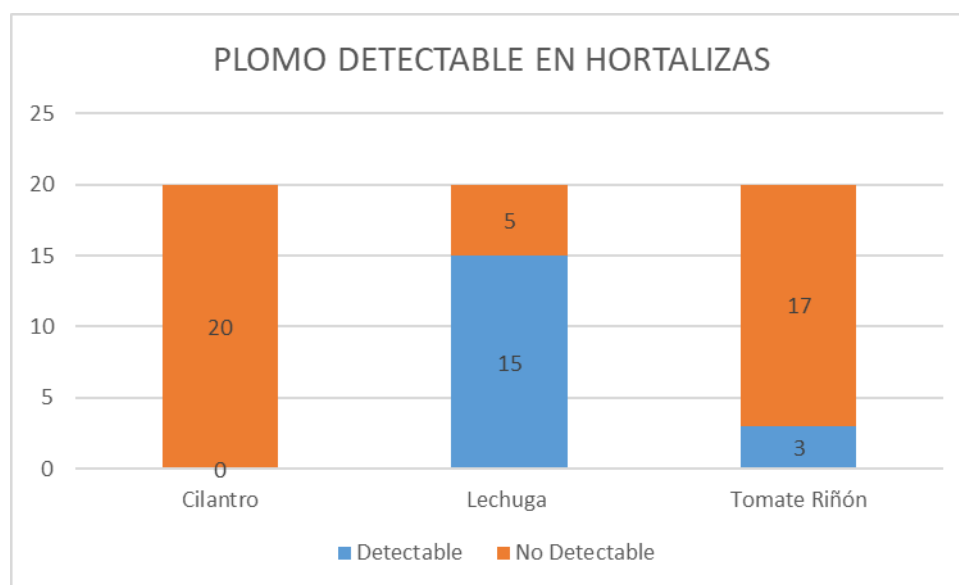


Gráfico 1: Detección de Plomo en hortalizas

El plomo un metal pesado y contaminante peligroso, se detecta en 18 (30%) muestras de las diferentes hortalizas; de cada 20 hortalizas de cada tipo se detecta niveles de plomo en una concentración de entre 0.1 a 0.3 ppm; es decir muestras que indican la presencia del metal plomo, pero que se encuentran dentro de los niveles permitidos, de las 15 muestras de lechuga con niveles detectables de plomo, dos presentan valores mayores a los límites permisibles para metales pesados declarados según la Legislación de la Unión Europea para hortalizas de hoja lo máximo permitido es 0.1 ppm.

<sup>1</sup>Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

<sup>2</sup>Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

<sup>3</sup>Bioquímica Farmacéutica, Técnico Docente del Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

<sup>4</sup>Ingeniero Zootecnista, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Máster en Producción Animal

Tabla 6: Concentraciones de Plomo en Lechuga

<b>Muestra</b>	<b>Conc. (ppm)</b>
<b>L14</b>	0,114
<b>L15</b>	0,116
<b>L16</b>	0,122
<b>L17</b>	0,117
<b>L18</b>	0,141
<b>L1</b>	0,137
<b>L3</b>	0,130
<b>L5</b>	0,103
<b>L6</b>	0,121
<b>L7</b>	0,124
<b>L8</b>	0,152
<b>L9</b>	0,140
<b>L11</b>	0,177
<b>L12</b>	0,128
<b>L19</b>	0,103
<b>Promedio</b>	0,128
<b>Desvst</b>	0,019

Como se puede observar el promedio de la concentración de plomo en lechuga no representa un valor significativo que supere los límites permisibles; sin embargo, hay muestras que superan al 0.15 ppm que son valores que pueden suponer estar en altos niveles del metal mencionado.

En un estudio realizado por (Vega & Salamanca, 2016) para detectar plomo en acelga, realizan el análisis en tres fases importantes que pueden incidir para la detección de plomo, como es en suelo cultivado, en agua de riego y en el material vegetal, del cual los análisis en las dos primeras fases justifican el análisis en la materia vegetal; de este trabajo resultó cero trazas de metal plomo, tanto en acelga como en el suelo y el agua de regadío.

En el mismo trabajo (Godzik, 1993) y (Michalak & Wierzbicka, 1998) aseveran que el plomo se acumula en diferentes cantidades especialmente en las hojas pero que dependen de la edad de la planta, en donde en mayor cantidad de plomo se acumula es en hojas senescentes y el mínimo en hojas jóvenes. La hoja de las plantas es el órgano donde se acumula el plomo en valores de 130 y 8200 mg Pb/kg por peso seco de material vegetal.

<sup>1</sup>Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

<sup>2</sup>Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

<sup>3</sup>Bioquímica Farmacéutica, Técnico Docente del Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

<sup>4</sup>Ingeniero Zootecnista, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Máster en Producción Animal

Tabla 7: Concentraciones de Plomo en Tomate Riñón

<b>Muestra</b>	<b>Conc (ppm)</b>
<b>T3</b>	0,109
<b>T11</b>	0,111
<b>T18</b>	0,119
<b>Promedio</b>	0,113
<b>Desvst</b>	0,005

En el tomate riñón se puede observar que solo en tres muestras se detecta el plomo, con diferencias no significativas entre los valores, y que no superan los límites permitidos para hortalizas de fruto (0.3 ppm).

El (Codex Alimentarius, 2004) en el Código de prácticas para la prevención y reducción de la presencia de plomo en los alimentos, AC/RCP 56-2004; recomienda, “Quienes cultiven huertos privados o pequeños huertos comerciales también deberán adoptar medidas para reducir la contaminación por plomo. Deberán evitar sembrar cerca de carreteras”

En contraste a los lineamientos del Codex Alimentarius, justifica las muestras detectables de plomo, considerando que los sectores en donde se recolectaron las muestras se encuentran expuestos a vías de tránsito vehicular, por lo tanto la acumulación de plomo en las hortalizas es inevitable.

(Olivares, y otros, 2013), indica que una de las vías de contaminación de las hojas y frutos con plomo es la degradación de este metal procedente del polvo atmosférico y de los suelos contaminados. El metal se absorbe por las células de las hojas y aunque parte del mismo puede eliminarse por el lavado, una fracción importante pasa al tejido de la planta. Entonces resulta significativo que las partes de las hortalizas contaminadas con plomo fueron las hojas y los frutos, razón por la cual se encuentran niveles detectables en las hortalizas estudiadas, incluso esto explica porque en las hortalizas de hojas y frutos los niveles de este metal son más altos que en hortalizas de bulbo y raíz.

Otra consideración que se puede hacer es el cultivo del tomate riñón en los sectores recolectados la muestra, es que se realizan dentro de un invernadero, con la utilización de una gran cantidad de fertilizantes y el invernadero no permite la degradación total de los productos de reacción provocando que éstos se acumulen en la hortaliza.

<sup>1</sup>Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

<sup>2</sup>Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

<sup>3</sup>Bioquímica Farmacéutica, Técnico Docente del Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

<sup>4</sup>Ingeniero Zootecnista, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Máster en Producción Animal

El metal cromo se encontró en un mayor porcentaje de muestras de las hortalizas, este metal a niveles permisibles, no supone efecto tóxico, pero si supera los niveles permitidos llega provocar graves afecciones a la salud del consumidor.

Tabla 8: Cromo detectable en hortalizas

Hortaliza	Detectable (Nº muestras)	No Detectable (Nº muestras)	% Detectable
Cilantro	13	7	22%
Lechuga	12	8	20%
Tomate Riñón	11	9	18%
<b>Total de muestras</b>	<b>36</b>	<b>24</b>	<b>60</b>

Fuente: Laboratorio de Bromatología y Nutrición

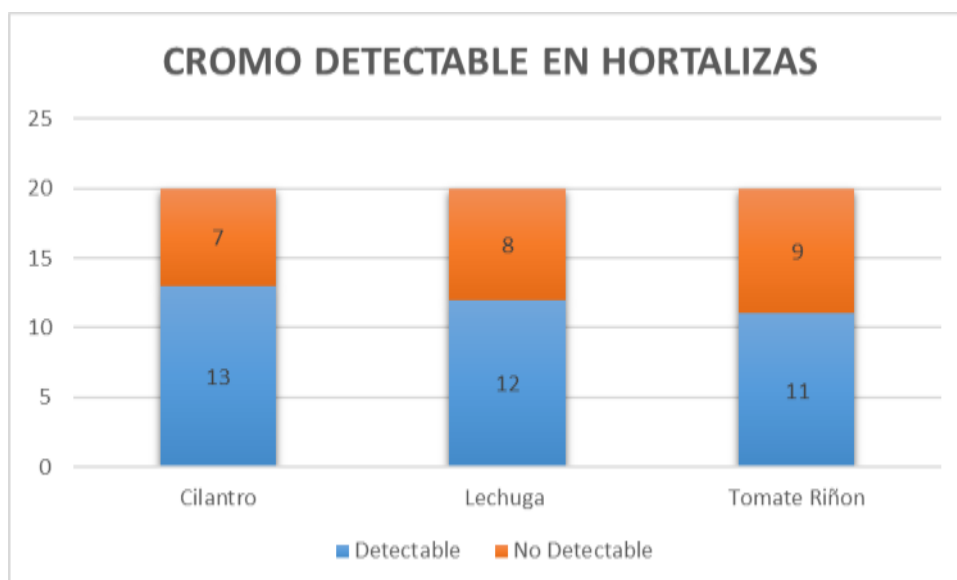


Gráfico 2: Detección de Cromo en hortalizas

El Cromo se encuentra en 36 (60%) muestras principalmente en Cilantro (13), en lechuga (12) y tomate riñón (11) los niveles de cromo detectados están encima de los niveles permisibles según la Legislación de la Unión Europea (0.1 ppm) están en un rango de 0.105 – 0.290 ppm, lo que supone que alcanza niveles mayores a los permitidos, esto puede deberse a que el cromo es un mineral que se encuentra en las hortalizas como un micronutriente

<sup>1</sup>Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

<sup>2</sup>Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

<sup>3</sup>Bioquímica Farmacéutica, Técnico Docente del Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

<sup>4</sup>Ingeniero Zootecnista, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Máster en Producción Animal



esencial, pero no se puede descartar la posibilidad de una fuente de contaminación que está afectando a los sembríos y puede convertirse en un riesgo para la salud.

Tabla 9: Concentración de Cromo en Cilantro

<b>Muestra</b>	<b>Conc. ppm</b>
<b>C1</b>	0,121
<b>C2</b>	0,142
<b>C3</b>	0,136
<b>C4</b>	0,160
<b>C5</b>	0,117
<b>C6</b>	0,168
<b>C7</b>	0,120
<b>C8</b>	0,142
<b>C9</b>	0,153
<b>C10</b>	0,173
<b>C11</b>	0,163
<b>C12</b>	0,127
<b>C13</b>	0,115
<b>Promedio</b>	<b>0,141</b>
<b>Desvsta</b>	<b>0,020</b>

Las concentraciones de cromo encontradas en las muestras de cilantro, se encuentran en un promedio de 0.141ppm, considerado que es un valor que no es significativamente amenazante, pero que se debe tomar en cuenta para monitoreo de este tipo de cultivos.

Tabla 10: Concentración de Cromo en Lechuga

<b>Muestra</b>	<b>Conc. ppm</b>
<b>L14</b>	0,134
<b>L15</b>	0,106
<b>L17</b>	0,117
<b>L18</b>	0,101
<b>L1</b>	0,132
<b>L2</b>	0,118
<b>L3</b>	0,140
<b>L4</b>	0,134
<b>L5</b>	0,103
<b>L7</b>	0,144
<b>L8</b>	0,102
<b>L10</b>	0,379

<sup>1</sup>Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

<sup>2</sup>Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

<sup>3</sup>Bioquímica Farmacéutica, Técnico Docente del Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

<sup>4</sup>Ingeniero Zootecnista, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Máster en Producción Animal

<b>Promedio</b>	<b>0,142</b>
<b>Desvsta</b>	<b>0,076</b>

En la lechuga se encuentra una muestra con una concentración que está fuera de los niveles de cromo permitidos, pero en las muestras restantes se encuentran dentro de valores normales.

Tabla 11: Concentración de Cromo en Tomate Riñón

<b>Muestra</b>	<b>Conc. ppm</b>
<b>T13</b>	0,120
<b>T14</b>	0,105
<b>T15</b>	0,105
<b>T16</b>	0,113
<b>T17</b>	0,290
<b>T3</b>	0,159
<b>T4</b>	0,280
<b>T6</b>	0,136
<b>T7</b>	0,181
<b>T12</b>	0,111
<b>T20</b>	0,105
<b>Promedio</b>	<b>0,155</b>
<b>Desvsta</b>	<b>0,065</b>

Así mismo, se observan en tomate riñón dos valores desviados de la concentración permitida, con respecto a los demás valores están en niveles aceptables, tomando en cuenta que esta hortaliza se cultiva en invernaderos, con una alta utilización de fertilizantes, los mismos que no pueden ser degradados completamente debido a las condiciones climáticas en las que son aplicadas.

Sin embargo, al tener muestras con cromo detectable es posible que en los sectores en donde se están cultivando las hortalizas se está utilizando aguas de regadío que vienen de efluentes producto de descargo de curtiembres.

A pesar de que el Cromo en su forma  $Cr^{3+}$  no es tóxico, puede éste ser oxidado a la forma  $Cr^{6+}$ , conocido como cancerígeno, al explorar los alrededores de las zonas en donde se recolectó las muestras, no se encuentra fuente alguna que puede incidir en la acumulación de éste metal en las hortalizas, por lo que es necesario realizar un estudio del origen de las aguas de regadío de estos sectores, la presencia del cromo en las hortalizas es indicativo que hay riesgo de

<sup>1</sup>Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

<sup>2</sup>Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

<sup>3</sup>Bioquímica Farmacéutica, Técnico Docente del Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

<sup>4</sup>Ingeniero Zootecnista, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Máster en Producción Animal

contaminación, ya que para garantizar la seguridad alimentaria ningún metal debería estar presente en las hortalizas.

#### 4. CONCLUSIONES

Los niveles de Pb y Cr encontrados en las hortalizas que se cultivan en Riobamba y Chambo, varían según los siguientes valores Cr (0.105 – 0.290 ppm) y Pb (0.103 – 0.197).

Los mayores problemas se encontraron con la presencia de plomo en las hortalizas, con niveles que sobrepasan el nivel permisible en el tomate riñón, en el cual en todas las muestras detectables los niveles están altos.

Las zonas en donde se encontraron con mayor número de muestras detectables con niveles altos de cromo fueron en las hortalizas recolectadas en el Cantón Chambo, específicamente en el sector de Llío Centro, que tienen cercanía con el efluente de un río conocido por su contaminación.

En cambio mayor número de muestras detectables con plomo se encontraron en el cantón Riobamba, parroquia urbana San Luis, los niveles de plomo encontrados en muestras recolectadas en esta zona sobrepasan los niveles permisibles (0.1 – 0.3 ppm). Estas zonas por ser urbanas están expuestas a vías muy transitadas, por lo que una de las causas de la acumulación del plomo en los cultivos podría deberse a los combustibles utilizados por los vehículos.

Los contaminantes se incorporan a los sistemas de riego a través de residuos industriales que son vertidos sin previo tratamiento, que luego se depositan en ríos y acequias que transportan el agua para los regadíos de las actividades de la agricultura.

La primera vía de entrada de los contaminantes en el organismo es la absorción de éstos por las plantas, para luego entrar a la cadena alimenticia. Por lo que dichos metales pueden llegar a ser tan tóxicos que afectan la salud pública, cuando los niveles permisibles se encuentran altos y como consecuencia el organismo no puede eliminarlos, provocando serios problemas de salud e incluso la muerte.

Por lo anterior es importante realizar estudios tanto en suelos como en agua para hallazgos de metales pesados, ya que en las hortalizas no debe encontrarse presencia de metales.

---

<sup>1</sup>Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

<sup>2</sup>Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

<sup>3</sup>Bioquímica Farmacéutica, Técnico Docente del Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

<sup>4</sup>Ingeniero Zootecnista, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Máster en Producción Animal

## 5. REFERENCIAS

- Asociación de Municipalidades Ecuatorianas (AME). (04 de 06 de 2018). AME. Obtenido de <https://ame.gob.ec/ec/>
- BOE-A-1967-16485. (17 de Octubre de 1967). Código Alimentario Español. España.
- Codex Alimentarius. (1995). *Norma General del Codex para los Contaminantes y las Toxinas*. Italia: FAO/OMS.
- Codex Alimentarius. (2004). *Código de prácticas para la prevención y reducción de la presencia de plomo en los alimentos*. AC/RCP 56-2004.
- Codex Alimentarius. (2009). *Higiene de los Alimentos*. Roma: OMS Y FAO.
- Codex Alimentarius. (2015). *Manual de Procedimientos*. Roma: FAO/OMS.
- Diario Oficial de la Unión Europea. (2015). *Contenidos Máximos de Metales Pesados en Alimentos*. Bruselas: Unión Europea.
- EFSA. (13 de Marzo de 2014). *European Food Safety Authority*. Obtenido de <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3595>
- ELIKA. (2014). *Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria*. Obtenido de ELIKA.NET: [http://www.elika.eus/datos/pdfs\\_agrupados/Documento145/30.Cromo.pdf](http://www.elika.eus/datos/pdfs_agrupados/Documento145/30.Cromo.pdf)
- FAO. (Noviembre de 1996). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de Cumbre Mundial sobre Alimentación.
- Franco, D. (2007). *Contaminación por plomo*. Uruguay.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural San Luis. (03 de 2015). *sanluis.gob.ec*. Obtenido de <http://sanluis.gob.ec/index.php/gad-parroquial/plan-de-desarrollo/18-actualizacion-pdyot-2015-parroquia-san-luis/file>
- Godzik, B. (1993). *Heavy metal contents in plants from zinc dumps and referent area*.
- Michalak, E., & Wierzbicka, M. (1998). *Differences in lead tolerance between *Alium cepa* plants developing from seeds and bulbs*.
- Miranda, D., Carranza, C., Rojas, C., Jeréz, C., Fischer, G., & Zurita, J. (2008). Acumulación de metales pesados en suelo y plantas de cuatro cultivos hortícolas, regados con agua del río Bogotá. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 180-191.
- Olivares, S., García, D., Lima, L., Saborit, I., Llizo, A., & Pérez, P. (2013). Niveles de cadmio, plomo, cobre y zinc en hortalizas cultivadas en una zona altamente urbanizada de la

<sup>1</sup>Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

<sup>2</sup>Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

<sup>3</sup>Bioquímica Farmacéutica, Técnico Docente del Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

<sup>4</sup>Ingeniero Zootecnista, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Máster en Producción Animal

ciudad de la Habana, Cuba. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 29 (4), 285 - 294 .

- OMS-Organización Mundial de la Salud. (2013). *Guía breve de métodos analíticos para determinar las concentraciones de Plomo en la sangre*.
- Prieto, J., González, C., Román, A., & Prieto, F. (2009). Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 29-44.
- Ramírez, G. (2008). *Estudio de las Hortalizas y Frutas*. Colombia.
- Ramos, J. (2002). *Estudio de la contaminación por metales pesados y otros procesos de degradación química en los suelos de invernadero del Poniente Almeriense*. España: Universidad de Almería.
- Reyes, Y., Vergara, I., Torres, O., & Díaz, M. (2016). Contaminación por metales pesados: implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. *Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo*, 66-77.
- Saavedra, G. (2013). *Introducción a la producción de hortalizas*. Chile: FAO.
- Sosa, M., Moreno, M., Reyes, B., & Puga, S. (2014). Evaluación del impacto ambiental por plomo en suelo provocado por una empresa minera. Chihuahua, México.
- Vega, D., & Salamanca, A. (2016). Determinación de plomo en acelga común (*Beta vulgaris* L), producida en el contexto de la Agricultura Urbana. *Luna Azul*, 44-53.

---

<sup>1</sup>Bioquímica Farmacéutica, Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos para el Desarrollo, Docente de Química Analítica y Química Orgánica en la Carrera de Agroindustrias.

<sup>2</sup>Doctora en Química, Máster en Protección Ambiental, Vicedecana de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Docente de Química Orgánica en la Carrera de Industrias Pecuarias.

<sup>3</sup>Bioquímica Farmacéutica, Técnico Docente del Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

<sup>4</sup>Ingeniero Zootecnista, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Máster en Producción Animal