

CONTENIDOS DE PLOMO EN ACELGA COMÚN *Beta vulgaris* L., PRODUCIDA EN EL CONTEXTO DE LA AGRICULTURA URBANA (BOGOTÁ, COLOMBIA)

Daniel Andrés Vega Castro¹
Ángela Patricia Salamanca Rivera²

Recibido el 19 de noviembre de 2014, aprobado el 21 de abril de 2015 y actualizado el octubre 26 de 2015

DOI: 10.17151/luaz.2016.42.5

RESUMEN

Dentro de las posibles formas de contaminación de las hortalizas con plomo se encuentran el suelo cultivado, el agua de riego y la atmósfera; esta última debido a la suspensión de las partículas resultantes de la combustión principalmente de hidrocarburos. Con el objetivo de lograr determinar la cantidad de plomo presente en Acelga común *Beta vulgaris* L. producida en el contexto de la agricultura urbana, se implementó una huerta con dicho sistema productivo en la ciudad, la cual se localiza en las coordenadas: Latitud 4°42'39,6036" y Longitud 74°5'46,6152", a menos de 500 metros de distancia de dos vías vehiculares principales de la ciudad de Bogotá. Previo a la siembra, se realizaron dos tipos de análisis: contenidos de plomo en suelo cultivado y en agua para riego, con la finalidad de obtener un diagnóstico preliminar sobre los contenidos de este metal pesado en estas dos posibles fuentes de contaminación. Las labores de sistema productivo relacionadas con prácticas culturales se realizaron de manera artesanal, por lo tanto no se realizó ningún tipo de fertilización y en el manejo de plagas no hubo intervención de ningún tipo de producto con la finalidad de evitar sesgos en el presente trabajo. Al momento de la cosecha, se muestreó al azar el 10% de la población total de plantas sembradas; esta muestra fue analizada por medio de espectrofotometría de absorción atómica según procedimiento del método oficial 968.08 de la AOAC, arrojando como resultado 0 ppm de plomo. Estos resultados permiten afirmar que la producción agrícola urbana es una alternativa que fomenta la seguridad alimentaria, no solo desde los aspectos de ingesta de macro y micronutrientes, sino también desde el punto de vista de calidad e inocuidad de los alimentos al no detectarse plomo en el tejido vegetal.

PALABRAS CLAVE

Agricultura urbana, plomo en hortalizas, *Beta vulgaris* L., espectrofotometría de absorción atómica, seguridad alimentaria.

LEVELS OF LEAD IN COMMON CHARD *Beta vulgaris* L., PRODUCED IN THE CONTEXT OF URBAN AGRICULTURE (BOGOTÁ, COLOMBIA)

ABSTRACT

Cultivated soil, irrigation water and the atmosphere are among the possible forms of contamination with lead of vegetables, the latter due to suspension of the particles resulting from the combustion, mainly hydrocarbons. In order to be able to determine the levels of lead present in common Chard *Beta vulgaris* L. produced in the context of urban agriculture, a vegetable garden with this production system was implemented in the city, which is located at coordinates: Latitude 4°42'39.6036" and Longitude 74°5'46.6152", less than 500 meters away from two main vehicular roads in the city of Bogotá. Before sowing, two types of analysis were performed: lead content in cultivated soil and irrigation water, with the purpose of obtaining a preliminary diagnosis of the contents of this heavy metal in

these two possible sources of contamination. The productive system work related to culture practices were made using traditional methods, therefore no fertilization was performed and there was no intervention of any type of product for pest management with the aim of avoiding bias in this study. At harvest time, 10% of the total of plants population planted was randomly selected; this sample was analyzed by atomic absorption spectrophotometry through the AOAC official method 968.08 yielding a result of 0 ppm of lead. These results allow the confirmation that urban farming is an alternative that promotes food security, not only from the intake of macro and micro nutrients aspect, but also from the of quality and food safety point of view, since for lead was not detect in the plant tissue.

KEY WORDS: Urban agriculture, lead in vegetables, *Beta vulgaris* L., atomic absorption spectrophotometry, food security.

INTRODUCCIÓN

La agricultura urbana puede concebirse como el conjunto de prácticas agrícolas realizadas dentro de una ciudad o en sus alrededores (agricultura urbana y periurbana), sus posibilidades de implementación se relacionan de forma directa con antejardines, lotes, terrazas, patios, entre otras áreas. Estos espacios físicos, permiten la articulación de los recursos disponibles y el conocimiento técnico o empírico, y aportan de forma directa con la suficiencia, la soberanía y a gran escala con la seguridad alimentaria por medio de la producción de alimentos inocuos de óptima calidad.

Anudado a lo anterior, se generan espacios en donde la comunidad puede forjar procesos de fortalecimiento social, económico, ambiental y cultural. (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2007)

El concepto de seguridad alimentaria comprende diversos aspectos que van más allá de lo relacionado con el consumo de alimentos. Es por esto que el documento Conpes Social 113 de 2008, define este término como:

[...] la disponibilidad suficiente y estable de alimentos, el acceso y el consumo oportuno y permanente de los mismos en cantidad, calidad e inocuidad por parte de todas las personas, bajo condiciones que permitan su adecuada utilización biológica, para llevar una vida saludable y activa.
(p. 3)

Otros autores como García (2011), afirman que la seguridad alimentaria “abarca una extensa gama de actividades e implica a las partes que intervienen en los diferentes eslabones de la cadena alimentaria, con el objetivo de conseguir que los alimentos sean seguros” (p. 10).

La inocuidad de los alimentos es entendida como la “garantía de que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se preparen y/o consuman de acuerdo con el uso a que se destinan” (Codex Alimentarius, 2009, p. 6).

Por otro lado, la acelga es una “hortaliza de hoja, que pertenece a la familia de las *Chenopodiaceae*. Es una planta herbácea de pecíolos largos y suculentos, hojas grandes y erectas” (Martínez et al., 2003, p. 27) que se utilizan para el consumo humano debido a sus usos culinarios y a su contenido nutricional.

Según datos obtenidos de la Asociación Hortifrutícola de Colombia –Asohfrucol– (2007), esta hortaliza en el país ha presentado una expansión superior al 8%

anual y ocupa el sexto lugar en área cosechada después del perejil, apio, aromáticas, ajo y pepino.

De forma simultánea, las hortalizas absorben minerales, los cuales se pueden catalogar en tres grupos. En primera medida elementos principales, en segunda instancia elementos secundarios y por último microelementos.

Algunos microelementos al ser absorbidos por las plantas suelen considerarse como fuente potencial de contaminación. Lo anterior, se deriva principalmente de los metales pesados y su toxicidad en el medio ambiente y la salud de los consumidores. Según Ramos (2002), los metales pesados a manera de microelementos presentan las siguientes características: elevada presencia en el medio, potencial de biomagnificación en la cadena trófica. Además, generan daños ambientales conforme a su concentración y presentan efectos sinérgicos. Sus concentraciones en el suelo deberían estar en función de los materiales parentales y procesos edafogenéticos.

El plomo, por su parte, está catalogado como un microelemento y pertenece al grupo de los metales pesados y a la fecha no se ha relacionado con efectos nutricionales, pero sí se le han atribuido problemas severos asociados a la salud.

[...] 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 efecto más crítico de la exposición a concentraciones bajas de plomo es el menor desarrollo cognitivo e intelectual de los niños afectados. (Codex Alimentarius, 2004, p. 1.)

Moreno-Piraján et al. (citado por Quintanar, 2007) mencionan que el plomo es altamente tóxico, se absorbe en forma acumulativa por vía respiratoria, digestiva y por contacto directo con la piel, afectando principalmente los sistemas nervioso y renal; la enfermedad a la que conduce la acumulación de plomo en el organismo se conoce como saturnismo.

Belgaied (citado por Quintanar, S. 2007) afirma que la eliminación del plomo resulta compleja, lenta y sólo es posible cuando los niveles de absorción son bajos, por esta razón el mejor tratamiento es el preventivo. Numerosos estudios han abordado los riesgos de la ingestión de metales pesados, existiendo unanimidad entre la comunidad científica respecto al carácter tóxico para los seres vivos. Afectan a las cadenas alimenticias, provocando un efecto de bioacumulación entre los organismos de la cadena trófica. (Maduabuchi et al., 2006, p. 622.)

Según el Codex Alimentarius (2014), 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.

Por su parte, "el plomo se añade y se añadió a la gasolina debido a sus propiedades antidetonantes, pero no se quema en el proceso de combustión, emitiéndose en cambio a la atmósfera" (PNUMA, s.f, p. 2.).

En el contexto colombiano, el artículo 40 del Decreto 948 de junio 5 de 1995, modificado por el artículo 2o. del Decreto 1697 de junio 27 de 1997, consagra

sobre el contenido de plomo, azufre y otros contaminantes en los combustibles y específica de forma contundente que:

[...] no se podrá importar, producir o distribuir en el país, gasolinas que contengan tetraetilo de plomo en cantidades superiores a las especificadas internacionalmente para las gasolinas no plomadas según el método ASTM-D-3237. Así mismo estipula que el Ministerio del Medio Ambiente establecerá las especificaciones de calidad, diferentes al contenido de tetraetilo de plomo, de los combustibles que se han de importar, producir, distribuir y consumir en todo el territorio nacional.

No obstante la Resolución 1180 de 2006 modifica parcialmente las resoluciones 1565 y 1289, del 27 de diciembre de 2004 y 7 de septiembre de 2005 en lo referente estándares de calidad para la gasolina básica y se estipula un máximo permitido sobre los contenidos de plomo en este hidrocarburo de 0,013 g/L (13 ppm).

Con base en lo anterior, el presente trabajo de investigación centro sus objetivos en determinar la presencia de plomo en Acelga común *Beta vulgaris* L., producida en el contexto de la agricultura urbana (Bogotá), así como su cuantificación en partes por millón de este metal pesado.

La técnica de análisis más empleada para la determinación y cuantificación de metales pesados (Pb) es la espectrofotometría de absorción atómica, por su rapidez e idoneidad para el análisis en serie en laboratorios de control, así como por sus características de reproducibilidad, precisión, sensibilidad y bajo nivel de interferencias (OMS, 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. En primera medida, *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, acetileno y aire para atomizar el plomo a temperaturas de entre 2000 y 3000°C, según la mezcla de gases. El límite de detección depende de la preparación de la muestra y del método utilizado (OMS, 2013).

[...] En segunda instancia, *espectrometría de absorción atómica por horno de grafito*, la cual utiliza un tubo de grafito calentado mediante electricidad para vaporizar y atomizar el analito a temperaturas de hasta 3000°C, antes de su detección. Se pueden analizar muestras de volúmenes de 10–50 µl. Como la totalidad de la muestra se atomiza en un volumen pequeño, se obtiene una alta densidad de átomos. Esto hace que este tipo de espectrometría sea sumamente sensible. Se han desarrollado métodos que permiten medir concentraciones por debajo de 0,1 µg/dl. (OMS, 2013, p. 5.).

MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente estudio se trabajó en dos lugares y fases específicas. En primera medida en campo y en segunda instancia en laboratorio.

Fase de campo

Ubicación. Esta etapa se desarrolló en la huerta de producción orgánica de alimentos del programa de Ingeniería Agroecológica de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, la cual se localiza en las coordenadas: Latitud 4°42'39,6036" y Longitud 74°5'46,6152". Este espacio cuenta con una altitud sobre el nivel del mar de 2553, una temperatura y humedad promedio de 18°C y 75%, respectivamente.

Material de propagación. Para el presente estudio se trabajó con plántulas de Acelga común *Beta vulgaris* L. El material vegetal utilizado se adquirió en un plantuladero que cuenta con toda la documentación exigida por las autoridades competentes colombianas, para la producción, propagación e importación de material vegetal.

Preparación de suelos. Esta actividad se realizó de forma manual, y se emplearon herramientas livianas, con el objeto de evitar una mecanización excesiva del suelo.

Siembra. Se llevó a cabo en 4 camas o eras de 1,20 m de ancho por 6 m de largo para un total de 28,8 m², utilizando una distancia de siembra entre plántulas de 0,40 m para una densidad de 180 plantas/área total de trabajo.

Fertilización. En esta actividad no se realizó ningún tipo de aplicación de fertilizantes. Lo anterior, con la finalidad de disminuir los riesgos de contaminación por metales pesados y así evitar sesgos en la investigación.

Análisis de suelos. El análisis tuvo la finalidad de determinar los contenidos de minerales primarios, secundarios y microelementos, así como las posibles cantidades de plomo presentes en el terreno de la investigación. La toma de muestras de suelo se realizó siguiendo la "Guía para la toma de muestras de suelos" de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – CORPOICA– (s.f.). Y la cuantificación de contenidos de plomo en el suelo mediante la técnica "Elemento Pb (Extracción con agua regia; lectura horno de grafito) para suelo".

Análisis de agua. Esta fase se dividió en dos acciones principales. En primera medida la toma de la muestra de agua: para este parámetro se aplicó el *Manual de instrucciones para la toma de muestras de agua de consumo humano para análisis de laboratorio*, del Instituto Nacional de Salud de Colombia (2011).

En segunda instancia, posibles contenidos de plomo presentes en el agua a utilizar para el riego del sistema productivo. En este caso específico se trabajó con agua proveniente del acueducto de Bogotá y se empleó el método Pb (Lectura A.A) para identificar ppm (partes por millón) de plomo en agua.

Control de plagas. El respectivo manejo de las plagas que se presentaron en el sistema productivo fue netamente cultural. No se realizó ningún tipo de control de síntesis química que permitiera generar sesgos en los resultados de la investigación.

Cosecha. En este estudio se cosechó el 10% de la muestra total de la población de referencia. Para esta labor se utilizaron cuchillos lisos tipo tramontina en acero inoxidable. Una vez cosechadas las plantas, se procedió a la fase de laboratorio. El total de muestras analizadas fue de 18 plantas.

Fase de laboratorio

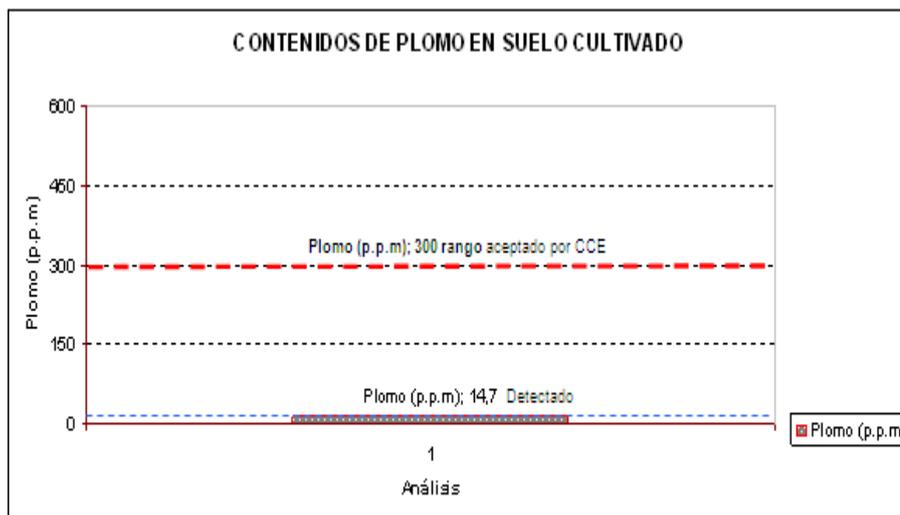
La fase experimental se trabajó en el Laboratorio de Química de la Universidad Pedagógica Nacional de Bogotá. Donde se realizó la determinación de plomo en plantas de acelga mediante la técnica de espectrofotometría de absorción atómica, según procedimiento del método oficial 968.08 de la AOAC (Official Methods of Analysis of AOAC International).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados obtenidos del presente trabajo de investigación se dividen en tres fases: Fase uno: diagnóstico de plomo en suelo cultivado. Fase dos: diagnóstico de plomo en agua de riego. Fase tres: cuantificación de plomo en material vegetal, *Beta vulgaris* L.

Fase uno

Rubio et al. (2004) afirman que en suelos cultivados pueden llegar a encontrarse valores de plomo por encima de 360 mg/kg. A pesar de lo anterior, los contenidos de plomo obtenidos en las muestras de suelo examinadas bajo el método de análisis ISO-466 NPC 38-88 arrojaron un valor de 14,7 ppm (ver [Figura 1](#)) que, al ser comparado con la norma 86/278 de la Comunidad Económica Europea (1986), el valor obtenido en el contenido de este metal específico es mínimo y no presenta incidencia negativa en el suelo; ya que lo establecido por la normativa presenta un valor de 300 ppm dentro del rango aceptable.



Fuente: los autores.

Figura 1. Contenidos de plomo en suelo cultivado.

Fase dos

El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, es la entidad del Estado colombiano que se encarga de expedir la normativa referente a la calidad de agua para riego, y establece a través del Decreto 1594 de 1984 (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 1984) los niveles de calidad admisible (ver [Tabla 1](#)) para la utilización de este recurso con fines agrícolas.

Tabla 1. Niveles permisibles de elementos químicos en agua para riego

| REFERENCIA | VALOR (ppm) |
|--------------|----------------|
| Aluminio | 5,0 |
| Arsénico | 0,1 |
| Berilio | 0,1 |
| Cadmio | 0,01 |
| Cinc | 2,0 |
| Cobalto | 0,05 |
| Cobre | 0,2 |
| Cromo | 0,1 |
| Fluor | 1,0 |
| Hierro | 5,0 |
| Litio | 2,5 |
| Manganeso | 0,2 |
| Molibdeno | 0,01 |
| Níquel | 0,2 |
| Plomo | 5,0 |
| Selenio | 0,02 |
| Vanadio | 0,1 |
| Boro | 0,3 y 4,0 |

Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (1984).

El ser analizada el agua para riego utilizada en la presente investigación, se obtuvieron valores de 0 ppm de plomo (no detectado) según método Pb (lectura A.A).

De las fases uno y dos, se debe resaltar que los estudios de agua y suelo realizados para la cuantificación de plomo, tenían como objetivo principal la obtención de datos preliminares, que sirvieran de soporte al presente trabajo de investigación.

Fase tres

Autores como Godzik (1993) y Michalak y Wierzbicka (1998) aseguran que las hojas de las hortalizas asimilan plomo en diferentes cantidades y que esta depende en gran medida de la edad de las mismas, en donde el máximo contenido de plomo es encontrado 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.

A pesar de lo anterior, la presente investigación arrojó como resultado un óptimo crecimiento y desarrollo fenológico del cultivo, en el cual no se evidenciaron alteraciones en los procesos fisiológicos por la presencia de este metal pesado. Esto fue corroborado por medio de los análisis de espectrofotometría de absorción atómica desarrollados en acelga, obteniendo cero trazas de este metal pesado en las muestras de hojas analizadas.

Por otra parte, el Codex Alimentarius (2004) en el código de prácticas para la prevención y reducción de la presencia de plomo en los alimentos, aconseja: “Quienes cultiven huertos privados o pequeños huertos comerciales también deberán adoptar medidas para reducir la contaminación por plomo. Deberán evitar sembrar cerca de carreteras” (p. 4).

En contraste con la recomendación dada por este organismo, para el presente estudio realizado en Acelga común *Beta vulgaris* L., los contenidos de trazas de plomo en las muestras de material vegetal analizadas por espectrofotometría de absorción atómica según procedimiento del método oficial 968.08 de la AOAC (Official Methods of Analysis of AOAC International), arrojaron como resultado 0 ppm (no detectado). Lo anterior, a pesar de haber realizado la presente investigación en un huerto ubicado a menos de 500 metros de distancia de dos vías principales de la ciudad de Bogotá.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Aunque existen valores determinados por la Unión Europea frente a los contenidos permisibles de plomo en hortalizas (0,10 mg/kg peso fresco), se debe tener presente el tema de la acumulación de este metal pesado en el organismo, el cual genera problemas en los riñones y el hígado, lo que conlleva a una afectación de los sistemas fisiológicos en los seres humanos, clasificándolo como un metal altamente tóxico incluso a bajas concentraciones.

Una de las mayores preocupaciones del hombre al realizar agricultura urbana, se relaciona de forma directa con la acumulación de plomo presente en la atmósfera por las plantas debido principalmente a la combustión de hidrocarburos. A pesar de esto y para las condiciones de la presente investigación, se demostró que la producción agrícola urbana es una realidad que fomenta en gran medida la seguridad alimentaria no solo desde los aspectos de ingesta de macro y micronutrientes por la comunidad, sino también desde el punto de vista de calidad e inocuidad de los alimentos al no detectarse plomo en el tejido vegetal mediante espectrofotometría de absorción atómica según procedimiento del método oficial 968.08 de la AOAC.

A pesar de lo anterior, se hace necesario continuar investigando sobre esta temática, de manera que permita describir las fuentes y los mecanismos de contaminación de los vegetales por este y otros metales pesados. Esto con la finalidad de generar estrategias que permitan mitigar la acumulación de trazas de metales pesados en los productos de origen agrícola. Anudado a lo anterior, se deben realizar investigaciones de esta índole, pero en zonas con mayor tránsito vehicular y con diferentes tipos de hortalizas. Lo anterior, con el objetivo de obtener datos contundentes que permitan corroborar los datos arrojados en el presente trabajo.

La producción de alimentos urbanos genera beneficios además de los ya mencionados, en donde se destaca la temática ambiental, que debe ser vista por las autoridades competentes como un mecanismo de mitigación a los problemas relacionados con el calentamiento global gracias al intercambio gaseoso que generan los vegetales. De la misma manera, vincular esta práctica a los planes de ordenamiento territorial de las ciudades es importante, porque contribuye al embellecimiento de las mismas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen de manera significativa a Juan David Córdoba, estudiante de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, por sus aportes en la fase de campo de la presente investigación.

POTENCIAL CONFLICTO DE INTERESES

Los autores estipulan que en el presente artículo no existe conflicto de intereses.

FUENTE DE FINANCIACIÓN

El presente trabajo se realizó con financiación propia de los autores.

REFERENCIAS

- Alcaldía Mayor de Bogotá, Unión de Ciudades Capitales Iberoamericanas –UCCI–, Instituto Iberoamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA–, Secretaría Distrital de Salud y Planeación Distrital. (2007). *Memorias Seminario Iberoamericano de Seguridad Alimentaria y Nutricional en la Ciudad*. Tomo II. Bogotá.
- Asociación Hortofrutícola de Colombia –Asohfrucol–. (2007). Cundinamarca. Plan Hortícola Nacional PHN.
- Codex Alimentarius. (2009). *Higiene de los Alimentos* (Textos básicos), (cuarta ed.). Roma: OMS y FAO.
- Codex Alimentarius (2004). Código de prácticas para la prevención y reducción de la presencia de plomo en los alimentos. AC/RCP 56-2004
- Comunidad Económica Europea. (1986). Directiva 86/278/CEE del Consejo de 12 de junio de 1986 relativa a la protección del medio ambiente y en particular de los suelos en la utilización de los lodos de depuradora en agricultura.
- Conpes 113. (2008). Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (PSAN).
- Godzik, B. (1993). Heavy metal contents in plants from zinc dumps and referent area. *Pol. Bot. Stud.*, 5, 113-132.
- García, I. (2011). *Alimentos seguros. Guía básica sobre seguridad alimentaria*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A.
- Instituto Colombiano Agropecuario –CORPOICA–. (s.f.). Guía para la toma de muestras de suelos. Colombia.
- Instituto Nacional de Salud. (2011). *Manual de instrucciones para la toma de muestras de agua de consumo humano para análisis de laboratorio*. Programa de Vigilancia por Laboratorio de la Calidad de Agua para Consumo Humano. Colombia. ISBN: 978-958-13-0147-8.
- Jones, L. H. P., Clement, C. R. y Hopper, M. J. (1973). Lead uptake from solution by perennial ryegrass and its transport from roots to shoots. *Plant physiology*, 116, 91-99.
- Maduabuchi, J. M., Nzegwu, C. N., Adigba, E .O., Alope, R. U., Ezomike, C. N., Okocha, C. E. et al. (2006). Lead and cadmium exposures from

- canned and non-canned beverages in Nigeria: a public health concern. *Sci Total Environ*, 366(2-3), 621-626.
- Martínez, A., Lee, R. A., Chaparro, D. y Páramo, S. (2003). *Postcosecha y mercado de hortalizas de clima frío bajo prácticas de producción sostenible*. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
 - Michalak, E. y Wierzbicka, M. (1998). Differences in lead tolerance between *Allium cepa* plants developing from seeds and bulbs. *Plant Soil*, 199, 251-260.
 - Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (1984). Decreto 1594 de 1984. Uso del agua y residuos sólidos. Colombia. Diario Oficial No. 36.700. Recuperado de http://www.minambiente.gov.co/documentos/dec_1594_260684.pdf
 - Ministerio de Minas y Energías. Colombia. (1997). decreto 1697 de 1997 (junio 27) por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995, que contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire.
 - Organización Mundial de la Salud –OMS–. (2013). *Guía breve de métodos analíticos para determinar las concentraciones de Plomo en la sangre*. ISBN 978 92 4 350213 7.
 - Programa de las Naciones Unidas Para el Medio Ambiente –PNUMA–. (s.f.). Manual para una flota limpia.
 - Quintanar, S. (2007). *Transferencia de cadmio, Plomo y cobalto en alimentos almacenados en vasijas de barro elaboradas en cuatro municipios del estado de Hidalgo*. Tesis de pregrado, Universidad autónoma del estado de Hidalgo. México.
 - Ramos, J. (2002). Estudio de la contaminación por metales pesados y otros procesos de degradación química en los suelos de invernadero del Poniente Almeriense. Universidad de Almería, España.
 - Rubio, C., Gutiérrez, A. J., Martín Izquierdo, R. E., Revert, C., Lozano, G. y Hardisson, A. (2004). El plomo como contaminante alimentario. *Revista de Toxicología*, 21, 72-80. Asociación Española de Toxicología. Recuperado de <http://tox.umh.es/aetox/index.htm>

1. M.Sc en Educación. Docente e investigador de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Agroecológica. Bogotá, Colombia. agroecologiavega@gmail.com

2. M.Sc en Agrobiología Ambiental. Docente e investigadora de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Agroecológica. Bogotá, Colombia. salamanca@gmail.com

Para citar este artículo: Vega Castro, D. A. y Salamanca Rivera, Á. P. (2016). Contenidos de plomo en Acelga común *Beta vulgaris* L., producida en el contexto de la agricultura urbana (Bogotá, Colombia). *Revista Luna Azul*, 42, 44-53. Recuperado de http://vip.ucaldas.edu.co/lunazul/index.php?option=com_content&view=article&id=127