

EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE METALES PESADOS AL AGROECOSISTEMA. ROL DE LAS PRÁCTICAS PRODUCTIVAS EJECUTADAS POR LOS TRABAJADORES AGRÍCOLAS

EVALUATING THE INCORPORATION OF HEAVY METALS TO AGROECOSYSTEM. ROLE OF THE PRODUCTIVE PRACTICES EXECUTED BY AGRICULTURAL WORKERS

Dámarys García Céspedes¹
Jorge Luis Santana Romero²
Susana Olivares Rieumont²
Lourdes Ruiz Gutiérrez³
Pablo Arnaldo Calderón Peñalver⁴
Lázaro Lima Cazorla²
Ibis Ávila Roque⁵

RESUMEN

Los riesgos a la salud asociados al trabajo agrícola son cada vez mayores y dependen del uso de tecnologías y sustancias químicas con mayor frecuencia e intensidad. El desarrollo agrícola urbano constituye un reto para productores e investigadores. Esta actividad productiva se desarrolla con la finalidad de obtener producciones más sostenibles, pero ejecutadas en escenarios peligrosos, donde es posible la presencia de contaminantes de diferente naturaleza y su posible paso a los humanos a través de rutas y vías diferentes. Los metales pesados son, entre otros, contaminantes de interés vinculados a la práctica agrícola y constituyen factores de riesgo a la salud a tener en cuenta para el manejo de agroecosistemas. El análisis ponderado de factores vinculados a las prácticas productivas de los trabajadores agrícolas de sitios agrícolas urbanos, así como de los antecedentes analíticos medioambientales y las características de los escenarios productivos con el empleo de los criterios de grupos de expertos, es una herramienta válida para acometer investigaciones de campo por su capacidad de enfocar prioridades en el hallazgo de resultados de interés aplicando métodos cualitativos de análisis. Se determinó que factores como el historial de uso del suelo, la aplicación de fertilizantes, la aplicación de abonos y productos sanitarios respectivamente constituyeron los factores más importantes a tener en cuenta para el manejo de los agroecosistemas en estudio y para prevenir riesgos de salud relacionados con la presencia de metales pesados.

Palabras clave: trabajadores agrícolas, metales pesados, agroecosistema, contaminación, análisis

ABSTRACT

Health risks associated to practical activities in farm and agriculture are increasing all over the world. These risks are depending from technology and chemicals substances abuse. Urban agriculture specifically constitutes a challenge for producers and researchers. Agricultural food production, held inside of the cities, looking for sustainable productions is developed in risky scenarios where it is possible to found environmental pollutants such as heavy metals. Environmental pollutants may to contaminate humans throughout different pathways. The analysis of factors related to agricultural working strategies of urban farm workers, the precedent knowledgement about production places and analytical data related to composition and properties of these sites, are significant criteria for proper management of ecosystems. Qualitative analysis research tool such as expert group criteria is a suitable method for field research in this area. It was determined that the precedent use of soil, the use of fertilizers and phytosanitary products are key elements to be taken into account for successful management of agroecosystems and for health risk prevention related to the possible influence of heavy metals in farm practice.

Keywords: farmers, heavy metals, agroecosystems, pollution, analysis

INTRODUCCIÓN

La interrelación entre sociedad y medioambiente es evidente. Los sistemas ecológicos proveen al ser huma-

¹ Máster en Ciencia y Tecnologías de los Procesos Biotecnológicos, Investigadora Agregado, Profesora Asistente. Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas, La Habana, Cuba

² Doctores en Ciencias Químicas, Investigadores Auxiliares, Profesores Auxiliares. Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas, La Habana, Cuba

³ Doctor en Ciencias Técnicas, Profesor Titular. Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas, La Habana, Cuba

⁴ Médico especialista de I grado en Medicina Interna, Profesor Asistente. Hospital clínico quirúrgico Salvador Allende, La Habana, Cuba

⁵ Médico especialista de I grado en Medicina General Integral, Máster en Salud Ambiental, Investigadora Agregado, Profesora Auxiliar. Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores, La Habana, Cuba

Correspondencia:

DrC Dámarys García Céspedes
Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas,
La Habana, Cuba
E-mail: dcarcia@instec.cu

no de los bienes y servicios esenciales para su supervivencia y buena salud; en la actualidad existe una relación desequilibrada entre el ser humano y la naturaleza. Las actividades antrópicas durante años han originado grandes amenazas para la salud del hombre y el medioambiente; el entorno donde se encuentran las personas constituye un factor clave que determina su estado de salud; cualquier cambio en el mismo puede traer consigo serias amenazas a la salud humana ¹.

La agricultura se encuentra entre los tres sectores más peligrosos y que más riesgos entraña en todo el mundo. Los productores agrícolas se encuentran mayormente influenciados, no solo por el empleo de maquinaria pesada para realizar diferentes actividades, sino por la utilización creciente de sustancias químicas que provocan la muerte e incapacitan a miles de personas a través de la exposición continuada, los accidentes o el uso indebido de las mismas.

Lock y de Zeeuw señalan la existencia de diversos riesgos asociados al trabajo de la agricultura urbana como los relacionados con enfermedades vinculadas a la reutilización de desechos urbanos y aguas residuales, las enfermedades de transmisión vectorial, las relacionadas con la utilización de agroquímicos y, por último, las asociadas a la contaminación del suelo y el agua con diferentes sustancias tóxicas, dentro de las cuales se encuentran los metales pesados. Por lo planteado anteriormente, se hace necesario tener en cuenta las condiciones ambientales en las cuales se desarrolla la actividad agrícola, lo que implica realizar un seguimiento a largo plazo de los impactos sobre la salud de los diferentes tipos de la agricultura urbana y periurbana bajo diversas condiciones medioambientales ².

Las áreas de producción agrícola aledañas a sitios de deposición de residuos sólidos urbanos (vertederos), están sometidas a la influencia de diferentes impactos ambientales, tales como la contaminación de aguas superficiales y subterráneas causadas por los lixiviados que en ellos se producen, la emisión a la atmósfera de gases de efecto invernadero, material particulado, incendios por la producción de gases inflamables como el metano, presencia de vectores, malos olores y afectaciones del paisaje ³⁻⁶, trayendo como consecuencia efectos perjudiciales potenciales sobre la salud pública debido a la contaminación ambiental, y por la posible transmisión de enfermedades infecciosas por roedores y otros vectores que habitan en estos lugares, entre otras causas ⁷.

La agricultura urbana constituye un programa de alta prioridad para el Estado cubano, el cual tiene como premisa desarrollarse bajo prácticas agroecológicas. Sin embargo, esta solución perfectamente loable lleva en sí riesgos para la salud y el medioambiente cuando se desarrolla bajo la influencia de impactos ambientales y se ejecutan por parte de los trabajadores agrícolas prácticas productivas inadecuadas. Tales aspectos contribuyen a la incorporación de sustancias contaminantes que

dañan al agroecosistema y al hombre, como es el caso de los metales pesados.

El objetivo del presente trabajo constituye evaluar el rol de las prácticas productivas desarrolladas por trabajadores agrícolas en la incorporación de metales pesados en agroecosistemas urbanos dedicados a la producción hortícola.

MATERIAL Y MÉTODO

Caracterización de la zona de estudio

La zona caso de estudio se ubica en la ciudad de La Habana, en áreas de influencia de la cuenca del río Almendares y la Autopista del Oeste. Desde el punto de vista administrativo, ocupa parte de los municipios Marianao y Boyeros. En el área de estudio se encuentran enclavados importantes centros de producción, educacionales y núcleos poblacionales, así como el río Almendares, sobre el cual ejerce influencia directa el vertedero provincial de la calle 100. Durante varios años en la zona objeto de estudio ha estado expuesta a los efectos de la emisión de aerosoles asociados a incendios espontáneos producto de la combustión de los gases originados de la fermentación de la materia orgánica de residuos sólidos urbanos, malos olores, presencia de roedores e insectos y la probada contaminación de las aguas del río Almendares que circulan en el área, dando como resultado alteraciones en los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las aguas del río ^{8,9}.

Se estimó realizar un muestreo aleatorio simple para la elección de la muestra representante de la población a estudiar, dados los antecedentes en el conocimiento acerca de la zona, la homogeneidad de labores productivas y la orientación social de la producción realizada. La población total (N) de unidades agrícolas dedicadas a la producción hortícola en la zona objeto de estudio, es de 160. Para las mismas, dada la cercanía geográfica en que se encuentran y su ubicación en el entorno socioeconómico del país, se consideró la hipótesis de que constituirían elementos homogéneos en cuanto a la influencia que reciben del medio físico así como del entorno socioeconómico y cultural. Para mantener una adecuada representatividad de los datos colectados y de la información obtenida, se estimó que la mínima cantidad de personas a entrevistar de esta población fuese de 30 individuos ¹⁰, para un 95 % de confianza y un error permisible del 10 %. La varianza poblacional fue tomada igual a 8,2 a partir de las diferencias etáreas de la población objeto de estudio; el valor del coeficiente de confianza Z (tomado de tablas) para $\alpha/2$ igual a 0,05 resultó igual a 1,96 para una población inicial mayor de 100 personas.

El estudio incluyó a las modalidades de producción agrícola que cultivan hortalizas ubicadas dentro del área de una circunferencia de 2 km de radio aproximadamen-

te a partir del perímetro del vertedero provincial de de la calle 100.

El área circular se dividió de forma radial en 24 zonas y las estaciones de monitoreo se ubicaron en 17 puntos de las 24 zonas anteriormente mencionadas, para ejecutar las mediciones u observaciones de las variables de control a examinar.

Caracterización de las prácticas productivas

Para la caracterización de las prácticas productivas que realizan los trabajadores agrícolas, se hizo necesaria la utilización de herramientas del análisis cualitativo como la entrevista y la encuesta, trabajo que se apoyó en el grupo de expertos seleccionado previamente para la investigación. Una vez diseñado el borrador de la encuesta y la entrevista, se llevó a cabo el proceso de validación de las mismas, para lo cuál se ejecutó una prueba piloto con la evaluación de las propiedades métricas de la escala a una muestra de la población en estudio (n=7). Esta operación permitió conformar la versión final de la encuesta y la entrevista a aplicar.

Caracterización de las fuentes contaminantes por medio de las cuales se incorporan metales pesados al agroecosistema

Dados los antecedentes sobre la presencia de metales pesados en el área de estudio reportado en la bibliografía, se procedió a valorar la importancia o significación de las posibles fuentes de incorporación de estos a los agroecosistemas en estudio.

Las posibles fuentes contaminantes con metales pesados analizadas en esta investigación, aparecen reflejadas a continuación en calidad de criterios o variables de control.

La ponderación de los posibles impactos de las fuentes contaminantes con metales pesados en las estaciones de monitoreo en estudio, se realizó teniendo en cuenta estos criterios de evaluación:

1. Aplicación de fertilizantes minerales.
2. Historial de uso del suelo con respecto a la presencia de materiales contaminantes.
3. Aplicación de lodos de depuradora de río.
4. Presencia de emisiones atmosféricas procedentes de diversas actividades humanas.
5. Enmiendas orgánicas derivadas del compostaje de residuos.
6. Ubicación de cosechas en la franja hidrorreguladora.
7. Aplicación de agua con probable contaminación para el riego.
8. Vertidos de actividades urbano industriales próximas a los suelos agrícolas.

9. Abonos orgánicos procedentes de restos de origen animal (purines, gallinaza, estiércol vacuno, humus de lombriz) o vegetal.
10. Aplicación de productos fitosanitarios (herbicidas, insecticidas, fungicidas y plaguicidas).

Estos criterios de evaluación fueron propuestos por el grupo de expertos a partir del empleo de la herramienta *tormenta de ideas*. La inclusión de los diez criterios se realizó basada en el criterio de concordancia entre expertos, calculado para cada una de las opiniones por la expresión:

$$Cc (\%) = (1 - Cs/Ct) \times 100$$

donde:

Cc es el criterio de concordancia entre expertos;
Cs es la cantidad de opiniones similares de los expertos; y
Ct es la cantidad total de expertos.

Esta herramienta permite caracterizar la acción antrópica específica que se relaciona la probable introducción de los metales pesados al agroecosistema de las estaciones de monitoreo en estudio, y constituye una variación de aplicación del criterio de lista de control ponderada, descrita y empleada anteriormente por autores como Giral y Castro^{11,12}.

Los criterios seleccionados se evaluaron en cada una de las estaciones de monitoreo de acuerdo con índices de intensidad (de 0 hasta 3) (nula, baja, media, alta), a partir de criterios emitidos por el grupo de expertos. La máxima intensidad (3) se corresponde con aquellos sitios donde es mayor la ocurrencia y la intensidad de eventos que contribuyen a la incorporación de metales pesados al sistema agrícola, y la menor reversibilidad del proceso de contaminación.

Las posibles diferencias entre las modalidades de producción agrícola urbanas estudiadas, se realizó mediante la prueba estadística Kruskal – Wallis de clasificación por rangos para *k* muestras independientes¹³. Se estableció como hipótesis nula H_0 que no existían diferencias significativas entre las modalidades productivas (organopónicos, huertos intensivos y parcelas).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado del análisis sobre posibles diferencias como unidades de producción agrícolas urbanas, se obtuvo un valor de la probabilidad $H=3,96$, $p<0,119$, el cual es mayor que $\alpha=0,05$ y, por tanto, es imposible rechazar la hipótesis nula propuesta. Se considera que no existen diferencias significativas entre las mismas.

La aplicación de la encuesta para caracterizar las prácticas agrícolas fue diseñada de forma fácil y de rápida comprensión por los trabajadores agrícola del área en estudio, donde se incluyeron las 17 unidades de

muestreos señaladas anteriormente, las cuales tienen entre sus producciones prioritarias la siembra de hortalizas.

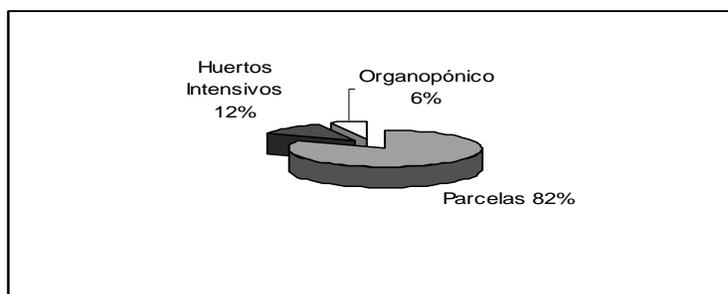
Como resultado del análisis de la encuesta se determinó que los suelos en estudio habían sido destinados a diferentes usos. El 76 % de los suelos se dedicaba fundamentalmente al cultivo de caña de azúcar, el 12 % de estas áreas constituyeron terrenos ocupados por antiguos vertederos, un 6 % dedicado a cultivos varios y un 6 % corresponde a áreas de inundación del río que fueron recuperadas para explotarse con fines agrícolas.

Se evidenció una superficie de 1,5 y 4 hectáreas (ha) para la siembra de hortalizas en un 59 % de las unidades agrícolas; el 41 % restante de las unidades presentó extensiones menores de 1 ha.

En las unidades agrícolas seleccionadas para el estudio se encuentran representadas las tres modalidades de producción agrícola reconocidas en el país como las más importantes y difundidas para la producción de hortalizas: organopónicas (6 %), huertos intensivos (12 %) y parcelas (82 %). En la figura se puede apreciar la representatividad de estas tres modalidades en la zona objeto de estudio.

Figura

Representación de las modalidades de producción agrícola urbana en la zona objeto de estudio



Para el desarrollo de la actividad agrícola en el área, las parcelas y huertos intensivos emplean 3 trabajadores agrícolas como promedio, mientras que en el organopónico se emplea mayor número de trabajadores (10-15). Una razón que explica estas diferencias pudiera estar dada por el modo de financiamiento de la empleomanía. Los organopónicos constituyen una fuente de empleo fija de trabajadores asalariados por el Estado. El número de trabajadores agrícolas en las parcelas y huertos intensivos es variado, pues los responsables de la actividad agrícola contratan personal teniendo en cuenta las necesidades de la finca, y el pago a esos trabajadores lo realizan ellos a partir de ingresos propios.

Al analizar la presión a la que se somete el recurso suelo a los ciclos productivos de siembra, se pudo determinar que el 88 % de la muestra en estudio mantiene las producciones hortícolas durante todo el año, mientras que un 12 % realiza esta actividad de forma variada (dos o tres veces al año).

El 70 % de las estaciones de monitoreo aplicó fertilizantes químicos de forma variada en proporción y momento; entre los fertilizantes empleados señalan aplicaciones de urea y fórmula completa NPK. Se planteó que para un 30 % de las estaciones se aplicaron medios biológicos para la nutrición de los cultivos, dado fundamentalmente por la aplicación de biofertilizantes y bioestimuladores del crecimiento vegetal.

En lo que concierne a la aplicación de materia orgánica para la fertilización del suelo, el 35 % de los

trabajadores agrícolas encuestados aplicó humus de lombriz en calidad de abono orgánico, un 53 % aplicó al suelo estiércol vacuno y se pudo constatar que en dos de las estaciones en estudio (12 %) incorporó al mismo, en calidad de materia orgánica, lodos procedentes de la depuradora del río Almendares conocida como María del Carmen; los trabajadores agrícolas no ejecutan las técnicas de compostaje. De forma general se planteó que la materia orgánica se hace deficitaria y en algunos momentos no poseen para aplicarla a los cultivos hortícolas.

En el 100 % de las unidades agrícolas analizadas se combina la tracción animal con métodos manuales de laboreo como vía para la preparación de los suelos.

Respecto a la cría de animales, en un 12 % de las unidades agrícolas no se ejecuta esta actividad; la cría de ganado vacuno, porcino, ovino, aves y conejos se desarrolla en diferentes magnitudes por los productores del área, y la presencia de ganado vacuno y porcino es generalizada. En estas unidades no se manejan adecuadamente los residuales y excretas y se observan de forma común por las diferentes áreas de las fincas. Para la alimentación del ganado se emplean los desechos vegetales procedentes de la actividad agrícola.

El 100 % de las unidades agrícolas posee problemas de plagas que afectan a los cultivos de hortalizas. Los trabajadores manifestaron que los principales problemas fitosanitarios son causados por insectos (pulgones, moscas blancas (*Aleurotrachelus trachoides*), polilla de la

col (*Plutella xylostella*), hongos y bacterias fitopatógenos y nemátodos, así como por la presencia caracoles y babosas que producen afectaciones y son difíciles de combatir. Para el control de las plagas en los cultivos se apreció que el 35 % utilizó plaguicidas de origen biológico (bioplaguicidas y productos naturales) exclusivamente en su gestión de producción hortícola, mientras el 65 % utiliza métodos químicos y biológicos de forma combinada, lo que constituye una posible puerta de entrada de metales pesados a los agroecosistemas.

En las áreas de estudio se encuentra difundido por los trabajadores realizar la rotación de los cultivos e intercalar los mismos de forma constante como prácticas alternativas para la protección del recurso suelo.

Por otra parte, el 60 % de los trabajadores agrícolas señaló que existen deficiencias con el acceso a las semillas, lo cual trae implicaciones a la hora de la siembra y hace que ésta no se realice en la etapa óptima de siembra. Es de destacar que el 30 % de los trabajadores agrícolas mantiene como costumbre obtener las semillas a partir de sus propias producciones y medios; las mismas son almacenadas en frascos de vidrio cerrados herméticamente, con la aplicación de preservantes químicos para la próxima cosecha.

La forma de adquirir los insumos es variada; en ocasiones se realiza por medio de los consultorios técnicos agropecuarios (CTA), por la cooperativa o se adquieren a vendedores informales; esta situación es válida para un 88 % de las unidades agrícolas.

La diversidad de especies de hortalizas en las parcelas en estudio corresponde a un promedio de 5 especies en cada ciclo de siembra. En los huertos intensivos y el organopónico la diversidad de especies cultivadas es mayor (12).

El 30 % de los trabajadores planteó haber recibido capacitación en aspectos agroecológicos, y el 100% manifestó su interés en recibir capacitación en temáticas que contribuyan a mejorar su educación ambiental y la actividad agrícola.

Al intercambiar con los trabajadores agrícolas sobre sus conocimientos acerca de los riesgos que trae para la salud el consumir alimentos que contengan contaminantes, solo un 30 % posee conocimiento al respecto.

El 100 % de los trabajadores agrícolas manifestó que existe como problema generalizado la falta de insumos y equipamientos, así como dificultades en la adquisición de los mismos (materia orgánica, bombas de agua, medios mecánicos).

El esquema de producción que se sigue en todos los casos está regido por el Estado, y el destino de las producciones fundamentalmente tiene como beneficiarios a entidades estatales entre los que se encuentran los hospitales, escuelas, círculos infantiles, hogares maternos y de ancianos y la comercialización local, así como el sustento de la propia familia.

La bibliografía consultada refleja que los metales pesados se incorporan a los agroecosistemas de diferentes formas. Los aportes que se realizan por las prácticas agrícolas encaminadas al aumento de la productividad y al control de plagas y enfermedades precisa la introducción de una gran cantidad de productos agroquímicos (fertilizantes y fitosanitarios), los cuales, en dependencia de su origen o manufactura, pueden estar más o menos contaminados con metales pesados. Autores como Freedman y Hutchinson, Nriagu, Tan, Mulero, Adriano, Nicholson y Van Camp, plantean la existencia de fuentes externas de metales pesados en los suelos agrícolas que pueden alcanzar niveles tóxicos tanto en el suelo como en los cultivos¹⁴⁻²⁰.

En la tabla se muestran los resultados de la valoración por los expertos sobre los criterios de incorporación de metales pesados analizados en las unidades agrícolas en estudio.

Un análisis preliminar de la tabla anterior permite inferir que las estaciones 1, 2 y 17, dada la puntuación alcanzada por las mismas, constituyen las áreas con impactos más probables relacionados con la posible entrada de metales pesados al agroecosistema.

La ubicación de las estaciones 1 y 2 están relacionadas directamente bajo la influencia del vertedero y con un sector del río Almendares, respectivamente; las disposiciones de la norma cubana NC 39-1999 establece 1000 m como radio mínimo admisible de cercanías entre los vertederos y los objetivos socioeconómicos, ya que los mismos son considerados vulnerables²¹:

Los criterios con influencias más significativas en la ponderación final del resultado para estas unidades de monitoreo o unidades agrícolas, constituyeron el empleo de agua de río para riego con probable contaminación, el empleo de los fertilizantes minerales y ubicación de cultivos hortícolas en la franja hidrorreguladora. Este último criterio se relaciona con el hecho de que los sedimentos del río Almendares están contaminados con metales pesados⁸, y en períodos de lluvia cuando se produce el aumento del nivel de las aguas, estas áreas sufren de la deposición de los sedimentos contaminados del río, después que las mismas se inundan o son anegadas por el agua del mismo.

Al analizar el aporte de cada criterio en estudio, se demostró, de acuerdo a los resultados de la tabla, que los mayores aportes en la posible entrada de metales pesados al agroecosistema en orden jerárquico son el historial de uso del suelo, la aplicación de fertilizantes, aplicación de abonos y productos sanitarios respectivamente.

A partir de estos resultados se pone de manifiesto que la incidencia antrópica dentro de la cual las prácticas productivas juegan un papel determinante en la incorporación de metales pesados a los agroecosistemas, es un elemento fundamental a tener en cuenta en los estudios ecotoxicológicos y de gestión ambiental que se realicen

en función de prevenir daños al agroecosistema y a la salud del hombre. Este hecho facilita la mejor comprensión sobre el estudio de las posibles rutas y vías que incorporan metales pesados tanto al agroecosistema como a los seres humanos, poniendo en evidencia que

las prácticas productivas que realizan los trabajadores agrícolas en áreas urbanas con presencia contaminante de metales pesados constituyen elementos de riesgos a analizar en estos escenarios.

Tabla

Ponderación de efectos teniendo en cuenta los criterios de evaluación que contribuyen a la incorporación de metales pesados en las unidades agrícolas en estudio.

Unidades agrícolas / estaciones de monitoreo	Criterios de evaluación										Total de puntos
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1	3	0	1	0	3	3	1	1	1	14
2	2	2	0	1	0	3	2	1	1	1	13
3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	1	6
4	1	2	0	0	0	0	0	0	1	1	5
5	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	4
6	0	3	0	1	0	0	0	0	1	0	5
7	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	3
8	3	2	3	0	0	0	0	0	0	1	9
9	3	2	3	0	0	0	0	0	0	1	9
10	2	2	0	1	0	0	0	0	1	1	7
11	3	2	0	1	0	0	0	1	0	1	8
12	0	2	0	1	0	0	0	0	1	0	4
13	1	2	0	0	0	0	0	0	1	1	5
14	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2
15	1	2	0	0	0	0	0	0	1	1	5
16	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	3
17	2	2	0	0	0	3	3	0	1	1	12
Total	23	34	6	6	0	9	8	3	13	12	-
Cc (%)	100	100	100	100	100	100	100	93	93	86	-

BIBLIOGRAFÍA

- Montoya M, Olaya F, Carvajal Y, Echavarría S, Arango A, Domínguez A, Marín C, Noreña C, Higuera C, Saldarriaga F, Martínez E, Rojas C. Epidemiología y la relación salud-ambiente: reflexiones sobre el cambio ambiental, desarrollo sustentable y salud poblacional. *Revista de la Facultad Nacional de Salud Pública*. 2009;27(2):211-7.
- Lock I, Zeeuw, H. Mitigación de los riesgos para la salud asociados con la agricultura urbana y peri-urbana. Conferencias electrónicas "Agricultura urbana y peri-urbana en la agenda política" FAO y ETC-RUAF, 2000. 21 de Agosto al 30 de Septiembre del 2000: <http://www.ruaf.org> website: <http://www.fao.org/urbanag>.
- González, Y, García O, et al. Situación actual de la producción de lixiviados en los vertederos provinciales de Ciudad de La Habana. Impacto ambiental y propuestas de sistemas de tratamiento. *Revista Contribución a la Educación y la Protección Ambiental*. 2005; 6. ISBN 959-7136-35-X.
- Páramo M, Solar F, et al. DQO y DBO5 en los lixiviados, del vertedero de Calle 100 y su relación con los cuerpos de aguas superficiales y subterráneas. *Revista Contribución a la Educación y la Protección Ambiental*. 2005;6. ISBN 959-7136-35-X.
- Nippon K. Pacific Consultants International, JICA. Estudio del plan maestro sobre el manejo integral de los residuos sólidos urbanos (RSU) en Ciudad de La Habana. 2004, Cuba [informe final]. v. II, cap. 8.
- Espinosa M, López M, Pellón A, Roberto M, Díaz S, González A, Rodríguez N, Fernández A. Análisis del comportamiento de los lixiviados generados en un vertedero de residuos sólidos municipales de la ciudad de La Habana. *Rev Int Contam Ambient*. 2010;26(4):313-25.
- García J, Goicochea O, González Y, Ponce G, Ramírez L. Riesgos sanitarios del biogas en el vertedero de Calle 100. *Revista Contribución a la Educa-*

- ción y la Protección Ambiental. 2010;8. ISBN: 978-959-7136-67-5.
8. Lima L, Olivares S, Columbié I, de la Rosa D, Gil R. Niveles de plomo, zinc, cadmio y cobre en el río Almendares, Ciudad de La Habana. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 2005;21(3).
 9. Chiroles S, González MI, Torres T, Valdés M, Domínguez I. Bacterias indicadoras de contaminación fecal en aguas del río Almendares (Cuba). *Higiene y Sanidad Ambiental*. 2007;7:222-7.
 10. Osipov G. Libro de trabajo del sociólogo. Moscú: Ed. Ciencias Sociales; 1988. p. 477.
 11. Giral J. Su empresa de clase mundial. Un enfoque latinoamericano. La Habana: Editorial Academia; 2000
 12. Castro Díaz-Balart F. Ciencia, innovación y futuro. La Habana: Instituto Cubano del Libro; 2001.
 13. Siegel S. Diseño experimental no paramétrico aplicado a las ciencias de la conducta. La Habana: Editora Revolucionaria; 1972.
 14. Freedman B, Hutchinson T. Sources of metal and elemental contamination of terrestrial environments. In: Lepp NW, ed. *Effect of Heavy Metal Pollution on Plants*. v. 2. Metals in the Environment. Essex: Applied Science Publishers Ltd.; 1981. p. 35-93.
 15. Nriagu J. Global metal pollution. Poisoning the biosphere? *Environment*. 1990;32:28-33.
 16. Tan K. Soil and pollution. In: Tan KH, ed. *Environmental soil science*. New York: Marcel Dekker Inc.; 1994. p. 218-54.
 17. Mulero A. Introducción al medio ambiente en España. Barcelona: Ariel S.A.; 1999. p. 254.
 18. Adriano D. Trace elements in terrestrial environments: Biogeochemistry, bioavailability and risks of metals. 2nd ed. New York: Springer-Verlag; 2001. p. 866.
 19. Nicholson F, Smith S, Alloway B, Carlton-Smith C, Chambers B. An inventory of heavy metals inputs to agricultural soils in England and Wales. *The Science of the Total Environment*. 2003;311:205-219.
 20. Van Camp L, Bujarrabal B, Gentile AR, Jones R, Montanarella L, Olazabal C, Selvaradjou S. Reports of the technical working groups established under the thematic strategy for soil protection. v. IV. Contamination and land management. EUR 21319 EN/4. Luxembourg; 2004. p.162.
 21. Comité Estatal de Normalización. NC 39-1999. Calidad del aire .Requisitos sanitarios. La Habana: CEN; 1999.

Recibido: 16 de enero de 2011

Aprobado: 26 de mayo de 2011