



## METALES PESADOS EN HUERTAS FAMILIARES DE LA ONG “UN TECHO PARA MI PAÍS”

Lidia Giuffré<sup>1</sup>; Liliana Marbán<sup>1</sup>; Romina Romaniuk<sup>1</sup>; Ruth P. Ríos<sup>1</sup>;  
Félix Sanmartino<sup>2</sup> y Lucas Arata<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Docentes de la Cátedra de Edafología, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires

<sup>2</sup> Alumnos de la Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires; ONG “Un Techo para mi país”  
Av. San Martín 4453.1417 Buenos Aires. Argentina.

Recibido: 07-02-12

Aceptado 20-09-12

### RESUMEN

El objetivo del trabajo fue estudiar el contenido de metales pesados: Cd, Cr, Cu, Ni, Pb y Zn, en suelos de huertas orgánicas en dos barrios de Escobar (Buenos Aires), en el marco del proyecto de la ONG “Un Techo para mi país”. Los principales factores limitantes de origen antrópico fueron materiales de relleno, basura y materiales de construcción. Los valores medios y máximos para todos los metales resultaron aceptables según lo establecido en la legislación argentina. Teniendo en cuenta valores guía internacionales de calidad de suelos, resultan los más preocupantes Cd y Pb, considerando los riesgos para la salud humana. El análisis multivariado separó a la población en dos grupos, en uno de los cuales se destacan la situación 1 con valores más elevados de Cr, Ni y Cd, y la situación 10 con altos contenidos de Pb, Zn y Cu.

**Palabras clave:** metales pesados; huertas; legislación argentina.

### HEAVY METALS IN FAMILY ORCHARDS OF THE NGO “A ROOF FOR MY COUNTRY”

#### SUMMARY

The objective of the work is to study the heavy metal content: Cd, Cr, Ni, Pb and Zn in organic orchards in two districts of Escobar (Buenos Aires), in the frame of a project of the NGO “A Roof for my country”. The main limiting factors of antropic origin were filling materials, trash, and construction materials. The average and maximum values for all metals were acceptable for argentine regulation. According to international soil quality guidelines, Cd and Pb resulted of most concern, taking into account risks to human health. Multivariate analysis separated the population in two groups, one of them highlighted the sample 1 with highest values for Cr, Ni and Cd, and the situation 10 with elevated values for Pb, Zn and Cu.

**Key words:** heavy metals, orchards, argentine regulations.

### INTRODUCCIÓN

Desde la década de 1970, la producción hortícola global ha crecido en forma consistente, y al comenzar desde un bajo nivel de base, su expansión se observó recién a mediados de los años 90, cuando su tasa de crecimiento implicó un factor definitivo para horticultores y consumidores,

en lo que se llamó la Revolución Hortícola. Sus consecuencias fueron beneficiar a poblaciones pobres, generando empleo, mejorando la eficiencia de uso de los recursos, armando redes de comercialización, y produciendo mejoras en la salud poblacional mediante un mayor consumo de vegetales (Ali, 2008).

Giuffré, L.; Marbán, L.; Romaniuk, R.; Ríos, R.P.; Sanmartino F. y L. Arata. 2012. Metales pesados en huertas familiares de la ONG “Un techo para mi país”. *Rev. Agronomía & Ambiente* 32(1-2): 19-29. FA-UBA, Buenos Aires, Argentina.

La horticultura urbana apareció en Asia como un medio de empleo, de disposición de residuos urbanos transformados en compost, y mejorando la provisión de vitaminas (Schnitzler, *et al.*, 1999). En Latinoamérica las “hortalizas de traspatio” se transformaron en una alternativa productiva: en la ciudad de Puebla (México), se recomendó a las familias cultivar brocoli en terrenos de su propiedad o en terrenos baldíos (Saldaña, *et al.*, 1999). En nuestro país, en los últimos años, los graves problemas de desnutrición han concientizado a muchos ciudadanos en el sentido de acercarlos a estas prácticas agrícolas.

En la Argentina pueden citarse experiencias a nivel nacional, como ProHuerta, y a nivel local, experiencias en Buenos Aires y Rosario especialmente (Madaleno, 2001). En nuestro país no existe información normalizada acerca de líneas base de contenido de metales pesados en suelos urbanos o agrícolas, lo que constituye un obstáculo en el momento de la planificación de la producción o del control de la contaminación producida por agentes, tanto naturales como antropogénicos. Además, se ha alertado en trabajos anteriores acerca del problema de los metales pesados en suelos urbanos y suburbanos de la provincia de Buenos Aires (Marbán *et al.*, 1999; Ratto *et al.*, 2006; Giuffré *et al.*, 2005, 2008, 2011).

La Cátedra de Edafología de la FAUBA participa en un proyecto de la ONG “Un Techo para mi país”, que se basa en el desarrollo de un plan de huertas familiares y comunales, complementado con otras producciones vegetales, y seguimiento de las huertas familiares de los vecinos participantes, comedores y escuelas del barrio, con la meta de que el proyecto sea sustentable en el tiempo.

El objetivo de este trabajo fue estudiar el contenido de metales pesados en 13 suelos de huertas orgánicas de dos asentamientos urbanos de Escobar (provincia de Buenos Aires).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Plan de huertas

El plan de huertas “Un Techo para mi país” se concibió en base al modelo ProHuerta del INTA, adaptándolo a las condiciones de producción suburbanas. El mismo, desde sus comienzos, tuvo como objetivos principales: (1) la producción de verduras que cubran parte de la dieta de las familias participantes, mejoren su calidad y reduzcan sus gastos; (2) la capacitación de voluntarios y familias en la producción orgánica; y (3) la integración comunitaria a partir de la mutua cooperación entre vecinos. El proyecto busca dar respuesta a los problemas de alimentación que tienen los vecinos de barrios marginales, facilitándoles no sólo el acceso a los medios de producción para abastecerse de sus propios vegetales sino también la información sobre dietas balanceadas para que consuman éstos en las cantidades adecuadas. Los objetivos del plan de huertas, se cumplieron en la localidad en estudio, al formarse una red de vecinos con huertas de distintas dimensiones.

### Población

La población con que se trabaja son jefes o jefas de familia mayores a 18 años, que residen en asentamientos urbanos marginales del Gran Buenos Aires, en los barrios: Santa Brígida y Amancay en la localidad de Maquinista Savio, partido de Escobar (Buenos Aires).

Los productores son grupos familiares (7) o adultos solos (6), con nivel socioeconómico bajo, muy marcado en dos casos. Aproximadamente la mitad tienen algunos conocimientos de producción por su experiencia previa en huertas. La mayoría de los integrantes son cartoneros, empleadas domésticas, trabajan por cuenta propia en el mercado de la construcción y no han alcanzado a finalizar con éxito sus estudios secundarios y en muchos casos primarios.

Las huertas tienen un manejo orgánico y son destinadas al autoconsumo. En cuanto a las etapas de producción, 10 situaciones corresponden a huertas que recién están implantadas, y las restantes 3 huertas ya están en producción hace uno o dos años, lo que se detalla en la Tabla 1, que presenta además las características de los productores en cuanto al núcleo familiar y tipo de vivienda.

En esta primera etapa de trabajo, los alumnos voluntarios realizaron una selección de sitios adecuados para horticultura, armando un plan de extensión me-

Tabla 1. Barrio al que pertenecen las huertas estudiadas (muestras 1 a 13), etapas de producción en la que se encuentran y perfil de los productores (composición familiar, tipo de vivienda y experiencia previa en la actividad hortícola).

Huertas	Barrio	Producción	Núcleo familiar	Vivienda	Experiencia previa
1	Santa Brígida	recién implantada	Madre y dos hijos mayores	asentamiento (casa de material)	No
2	Santa Brígida	recién implantada	Mujer adulta	asentamiento (casa precaria de material)	Sí
3	Santa Brígida	recién implantada	Matrimonio y dos hijos menores de 4 años	asentamiento (casa precaria de material)	No
4	Santa Brígida	recién implantada	Matrimonio con una hija	asentamiento (casa precaria de madera),	No
5	Santa Brígida	recién implantada	Matrimonio con 4 hijos,	asentamiento (casa precaria de material)	Sí
6	Santa Brígida	recién implantada	Matrimonio con una hija	asentamiento(casa de material)	Sí
7	Santa Brígida	recién implantada	Matrimonio con hijos menores	asentamiento (casa precaria de material en construcción)	No
8	Santa Brígida	recién implantada	Matrimonio con 3 hijos (2 recién nacidos)	asentamiento (casa precaria de material)	Sí
9	Amancay	recién implantada	Hombre adulto	asentamiento (casa precaria de material)	Sí
10	Amancay	recién implantada	Mujer adulta	asentamiento(casa de material)	No
11	Amancay	en producción	Hombre adulto	asentamiento (casilla de madera precaria)	No
12	Amancay	en producción	Hombre adulto	asentamiento (casa de material)	Sí
13	Amancay	en producción	Mujer adulta	asentamiento(casa de material)	Sí

diante el cual los productores fueron organizados, y posteriormente capacitados de modo de poder llegar a implantar sus huertas siguiendo un manejo orgánico. Los objetivos previstos son mejorar la dieta familiar y en consecuencia la salud de la población. En una segunda etapa se buscará una mayor integración comunitaria para pasar del autoconsumo a la comercialización, siguiendo las propuestas de Ali (2008) para incrementar la participación en horticultura de pequeños productores y personas sin tierras, mediante políticas de infraestructura y logro de una economía de escala.

#### Análisis de suelos

Para cada huerta se tomó una muestra compuesta de 3 submuestras de una transecta, considerándose la capa superficial de 0-15 cm de profundidad. Las muestras fueron extraídas en noviembre del año 2010, secadas al aire entre 24 y 48 hs, mortereadas y tamizadas

por 2 mm, efectuándose análisis de rutina y de metales pesados. Los análisis de rutina realizados fueron: físicos: análisis textural por el método de Bouyucos; físico-químicos: pH actual (pH) y conductividad eléctrica (Ce); químicos: fósforo extractable-(P-Bray); bioquímicos: carbono orgánico total (Page, 1982).

Se evaluaron los metales Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn. Para cuantificar el contenido total de metales en el suelo se utilizó la técnica de McGrath *et al.* (1994). Las muestras de suelo, tamizadas por plástico < 0,5 mm, se sometieron a una digestión ácida con agua regia (3:1 HCl:HNO<sub>3</sub>) en recipientes de teflón en una relación 1:20 (suelo:solución). La digestión se realizó sobre plancha calefactora durante 2 horas a 60 °C, y 1 hora a 150 °C. A continuación se destaparon los recipientes, llevando el digesto hasta casi sequedad. El sedimento se disolvió en ácido HCl al 25% a 80 °C durante 30 minutos. Se filtró por papel banda azul, recogiendo el filtrado en un

matraz de 25 mL, llevando a volumen con agua destilada. Los metales extraídos con agua regia fueron cuantificados por espectrometría de emisión inducida por plasma en un equipo Baird-ICP 2070. Para controlar la eficacia del método se usó material de referencia NIST 2704.

Los datos obtenidos fueron analizados aplicando estadísticas descriptivas, y análisis multivariado (Infostat, 2002).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis de suelos

La textura de las distintas muestras varió en un amplio espectro entre franco arenosa y franco arcillosa, los valores de pH de las muestras superficiales oscilaron entre 6,83 y 8,16 y pueden considerarse normales, sin presencia de carbonatos ni peligro de exceso de sodio. Los valores de  $C_e$  fueron bajos, entre 0,55 y 1,02  $dS\ m^{-1}$ . Los contenidos de C fueron variables y no estuvieron relacionados con el contenido de arcilla (coeficiente de correlación  $r: -0,16$ ), probablemente por la presencia de factores limitantes que impiden una buena formación del complejo húmico-arcilloso.

Tampoco se notaron variaciones significativas sobre el C del suelo en muestras con un año de producción, como son las correspondientes a las huertas 11,12 y 13 (Fig. 1).

Las acciones antrópicas han llevado a introducir los conceptos de suelos minerales modificados por el hombre: Antrosoles y Tecnosoles (Pazos, 2011). En el caso en estudio, los procesos antropogénicos han incorporado materiales extraños, desechos, escombros, artefactos, que afectan la calidad del suelo, por lo que se los considera factores limitantes para la producción hortícola, típicos de zonas urbanas y periurbanas (Fig. 2).

Se efectuó una ponderación de la afectación de los suelos por los materiales exógenos, en base a la experiencia del grupo de trabajo, teniendo en cuenta limitaciones físicas, que en algunos casos pueden ser removidas (ej.: materiales de construcción), o materiales que ya están incorporados en estos suelos antrópicos, y cuya calidad afectará la productividad (ejemplo: relleno), y por otra parte depósitos de desechos, o artefactos (pozo séptico), que implican riesgos para la salud humana según la escala presentada en la Tabla 2.

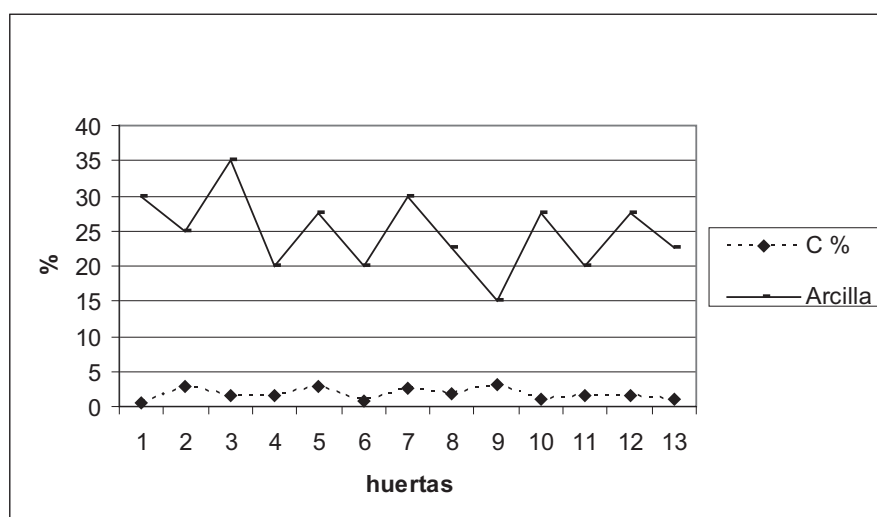


Figura 1. Contenidos de arcilla y Carbono orgánico total (C%) medidos en los primeros 15 cm superficiales en suelos de huertas orgánicas extraídas del barrio Santa Brígida (muestras 1 a 8) y Amancay (muestras 9 a 13), ambas pertenecientes al partido de Escobar.

Figura 2. Proporción de afectación por factores limitantes de las huertas orgánicas estudiadas en el partido de Escobar.

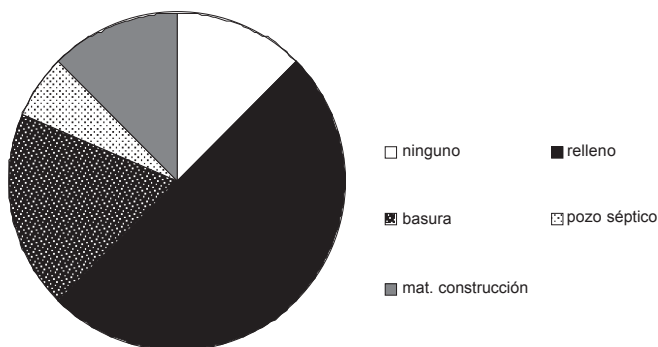


Tabla 2: Ponderación que se le adjudica a cada uno de los factores limitantes hallados en las huertas orgánicas muestreadas en el partido de Escobar (Escala de 0 a 200).

Materiales	Ponderación
Ninguno	0
Relleno	100
Basura	150
Pozo séptico	200
Materiales construcción (MC)	50
Basura + relleno	180
Basura + MC	160
Relleno + MC	110

El factor limitante de mayor presencia es el material de relleno, obstáculo que no puede modificarse, y se presenta en las huertas 1- 3-6- 8- 9- 12. El de mayor peligrosidad en cuanto a la con-

taminación biológica es el pozo séptico, en la huerta 7. La basura se presenta aislada en la huerta 11, combinada con relleno en la huerta 4, y con materiales de construcción en la 13. Los materiales de construcción pueden removerse manualmente, pero es más complicado cuando están combinados con relleno, como en la huerta 10 (Fig. 3).

En estudios anteriores en la Villa 21 del Bajo Flores, se ha encontrado una relación entre altos contenidos de P-Bray y materiales provenientes de residuos domiciliarios (Giuffré *et al.*, 1999). En la Figura 3 se presentan los valores de P acompañados por los factores limitantes ponderados.

Los valores de P-Bray fueron en general altos, comprendidos en un rango entre 12,4 y 176,6 P  $\mu\text{g}^{-1}$  suelo. Con referencia a este nutriente, sola-

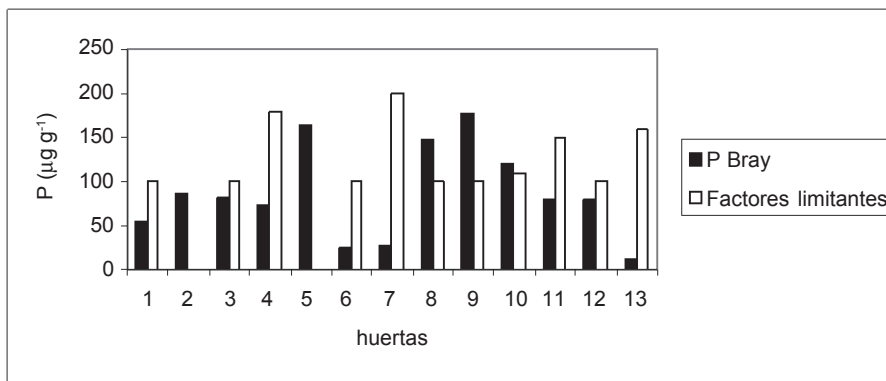


Figura 3. Valores de fósforo extractable ( $\mu\text{g}$  de P  $\text{g}^{-1}$  en suelos medidos en los primeros 15 cm, y factores limitantes que afectan a las huertas orgánicas del barrio Santa Brígida (muestras 1 a 8) y Amancay (muestras 9 a 13), ambas pertenecientes al partido de Escobar.

mente en algunos casos los contenidos en suelo que superan los  $50 \mu\text{g g}^{-1}$ , están relacionados con material de relleno, con basura + relleno, con relleno + material de construcción.

#### Metales pesados

Los contenidos de metales pesados en los suelos de huerta se presentan en la Figura 4.

La estadística descriptiva para calificar el contenido de metales de acuerdo a la Ley argentina 24051(1992), se presenta en la Tabla 3.

Los valores cuantificados de Cd se presentan en la Figura 5. Aunque están por debajo de los admitidos por la Ley 24051, indican aportes de origen antropogénico, según lo informado por Vegter (1995), que toma como referencia el límite  $0,8 \text{ mg kg}^{-1}$  lo que pondría a las huertas 1, 3, 8 y 11 en condiciones de concentración anormal y de riesgo. Este valor coincide con el presentado en la New Dutch List (Giuffré *et al.*, 2008). Debe tenerse en cuenta que la biodisponibilidad del Cd es muy influenciada por el pH del suelo, siendo alta en condiciones de acidez y muy baja en pH elevado.

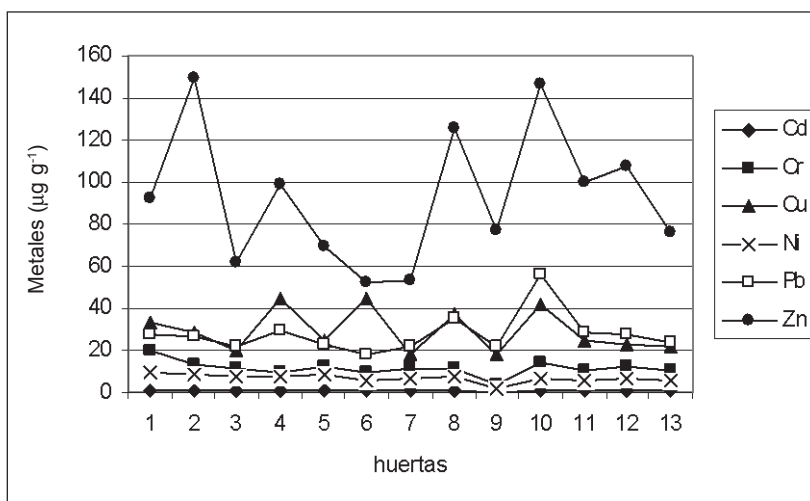


Figura 4. Metales pesados (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn) medidos en los primeros 15 cm superficiales en suelos de huertas orgánicas extraídas del barrio Santa Brígida (muestras 1 a 8) y Amancay (muestras 9 a 13), ambas pertenecientes al partido de Escobar.

Tabla 3. Estadística descriptiva del contenido de metales pesados en suelos y su comparación con niveles guía argentinos de calidad de suelos para uso agrícola, Ley 24051, decreto reglamentario 831/1993.

Metal	Rango ( $\mu\text{g g}^{-1}$ suelo)	Nivel guía ( $\mu\text{g g}^{-1}$ suelo)	Media	Desvío estandar	Valor promedio	Valor máximo
Cd	0,4-1	3	0,75	0,17	aceptable	aceptable
Pb	18,2-56,4	375	27,91	9,66	aceptable	aceptable
Ni	1,8-9,6	150	6,71	1,96	aceptable	aceptable
Cr	3,7-20,4	750	11,6	3,68	aceptable	aceptable
Cu	21,8-44,8	150	29,35	9,97	aceptable	aceptable
Zn	52,2-149,9	600	93,21	32,6	aceptable	aceptable

Debido a la importancia del Cd en la salud humana hay numerosos estudios sobre el manejo agrícola de suelos contaminados (Kabata-Pendías, 1995). El Cd ha presentado valores de 0,05 -0,30 mg y kg<sup>-1</sup> en suelos en Hungría (Simon, 2001), lo que indica una línea base urbana más prístina que la situación estudiada en el presente trabajo.

Los valores encontrados de Cr, Cu y Ni son bajos y no resultan preocupantes, incluso para normas internacionales. El valor de referencia según la norma holandesa es de 100 mg kg<sup>-1</sup> para Cr y Cu, y de 35 mg kg<sup>-1</sup> para el Ni.

También se encontraron valores bajos de Zn, sin embargo el valor máximo hallado de 149,9 mg kg<sup>-1</sup> resulta mayor que el propuesto por la norma holandesa: 140 mg kg<sup>-1</sup>.

Los contenidos de Pb de las huertas analizadas son bajos, también para los estándares holandeses de 85 mg kg<sup>-1</sup>. Pero para Cairney (1995), que toma un valor de 50 mg kg<sup>-1</sup>, debajo del cual los suelos probablemente no están contaminados, la muestra 10 podría estar en situación de riesgo (Fig. 6). También ha resultado elevado comparando con los resultados de Simon (2001), en el que los suelos urbanos no contaminados (jardines, es-pacios verdes lejanos a rutas) utiliza-

dos como referencia presentaron niveles de Pb entre 6 y 9 mg kg<sup>-1</sup>.

Otro ejemplo es la línea base para suelos agrícolas en Alicante (España), estudiada por Micó *et al.* (2010): 7 mg kg<sup>-1</sup> para Cd, 36 mg kg<sup>-1</sup> para Cr, 28 mg kg<sup>-1</sup> para Cu, 31 mg kg<sup>-1</sup> para Ni, 28 mg kg<sup>-1</sup> para Pb y 83 mg kg<sup>-1</sup> para Zn. Los valores de Cd como línea base resultaron más altos que los aceptables en nuestras condiciones, los de Cr y Ni mayores al rango encontrado en este estudio, el de Cu correspondería a un valor intermedio en nuestras condiciones y para Pb y Zn algunas muestras hortícolas superan el valor base propuesto. Esto deja en evidencia la importancia de efectuar líneas base regionales para estudiar los aportes antropogénicos. Además deben dilucidarse aspectos relativos al muestreo y análisis de los metales pesados, así como la determinación de formas biodisponibles, para caracterizar riesgos potenciales mientras que las regulaciones se basan generalmente en contenidos totales (Mc Loughlin, *et al.*, 2000).

Tal como sucede con la agricultura rural, la agricultura urbana y peri-urbana implica riesgos para la salud de la población si no es manejada apropiadamente. La Ley 24051 provee entonces

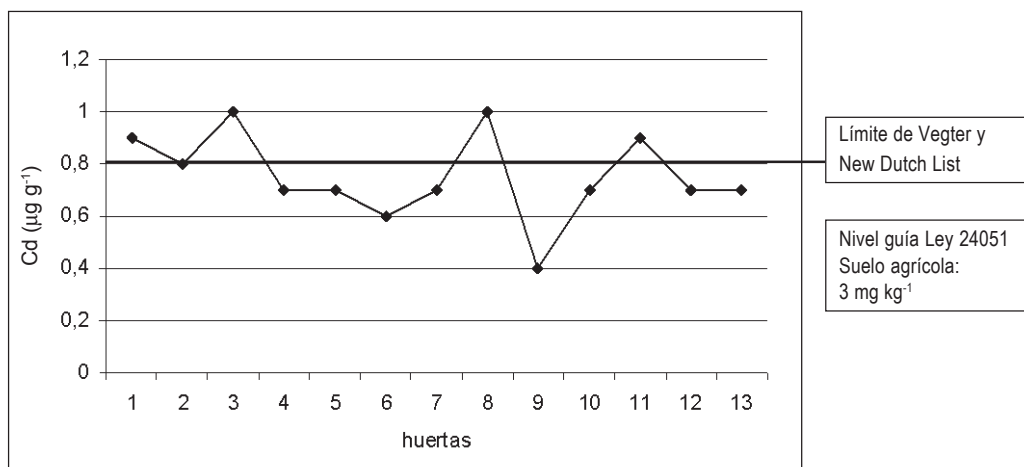


Figura 5. Valores de Cd (mg kg<sup>-1</sup>) medidos en los primeros 15 cm superficiales en suelos de huertas orgánicas extraídas del barrio Santa Brígida (muestras 1 a 8) y Amancay (muestras 9 a 13), ambas pertenecientes al partido de Escobar.

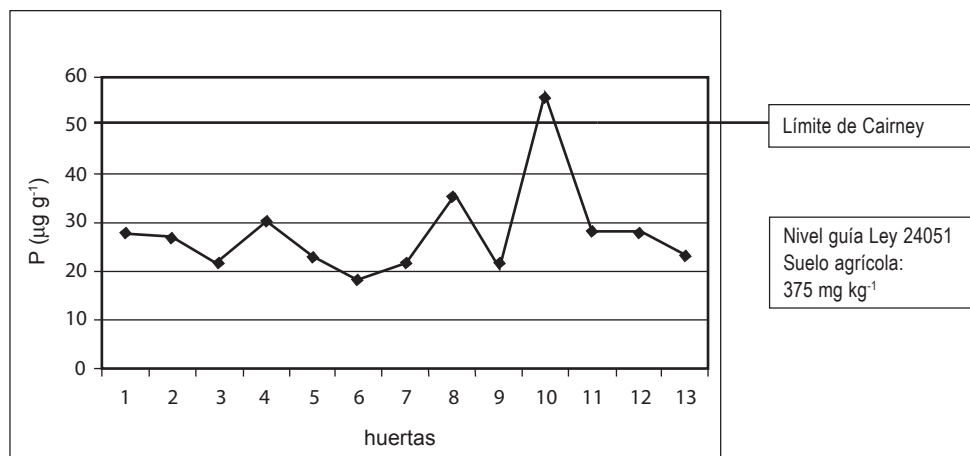


Figura 6. Contenidos de Pb ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) medidos en los primeros 15 cm superficiales en suelos de huertas orgánicas extraídas del barrio Santa Brígida (huertas 1 a 8) y Amancay (huertas 9 a 13), ambas pertenecientes al partido de Escobar, y nivel límite de Cairney (1995).

lineamientos generales en cuanto a niveles guía de distintos contaminantes para suelos urbanos, industriales y agrícolas, y en otros países se han considerado menores niveles aceptables de acuerdo a diversos estudios científicos realizados en base al riesgo para la salud humana. Si se toman en cuenta valores guía internacionales de calidad de suelos, que son menores a los presentados en la Ley 24051, el Cd y el Pb resultan los elementos

más preocupantes, teniendo en cuenta los riesgos que implican para la salud humana.

Con el objeto de visualizar la distribución de las muestras respecto al contenido de metales, se realizó un análisis multivariado de conglomerados (Fig. 7).

Puede observarse una primera división en dos grupos. El Grupo 1 presenta menores contenidos de metales que el Grupo 2, en este último se

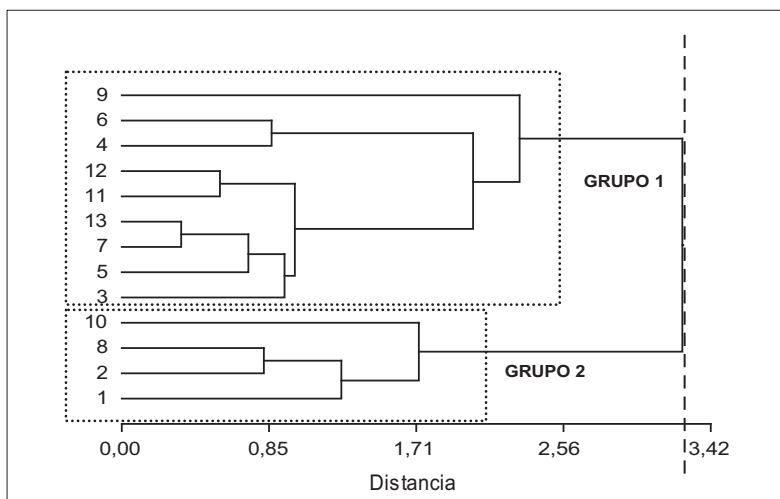


Figura 7. Valores de Cd ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) medidos en los primeros 15 cm superficiales en suelos de huertas orgánicas extraídas del barrio Santa Brígida (huertas 1 a 8) y Amancay (huertas 9 a 13), ambas pertenecientes al partido de Escobar.



destacan particularmente la situación 1, del barrio Santa Brígida, con valores más elevados para Cr, Ni y Cd, y la situación 10, del barrio Amancay, con contenidos más altos de Pb, Zn y Cu, tal como figura en el análisis de componentes principales (Fig. 8). Ambas situaciones deberían monitorearse cuidadosamente en el tiempo.

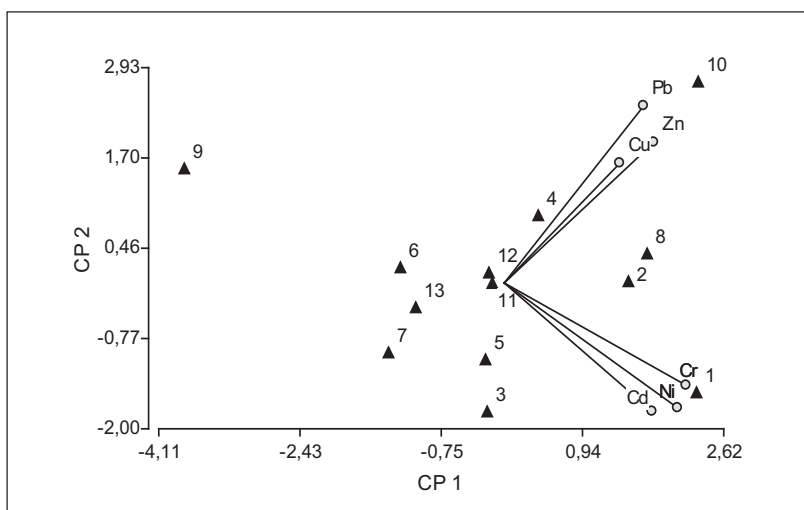
La influencia antrópica en suelos urbanos y periurbanos es muy grande, y puede determinar efectos sobre la salud humana. Es necesaria una aproximación multidisciplinaria para el estudio de estos suelos, de modo de comprender y optimizar su uso, para proteger la salud humana y la calidad de los recursos (Morel *et al.*, 2005).

No se conoce en muchos casos el impacto del aumento de metales pesados en el ambiente sobre la salud de la población. Logardt (2007) investigó en Suecia la importancia que se prestaba a los metales pesados en horticultura orgánica, observando que los productores, que debían implementar las regulaciones para la producción y desconocían los efectos de los metales pesados y las prácticas de prevención para evitar su acumulación en suelos y absorción por las plantas.

En países en desarrollo, el consumo de vegetales es generalmente inferior al recomendado por FAO: 75 kg/habitante/año (Tixier & de Bon, 2006). Uno de los grandes beneficios de la "revolución hortícola" ha sido el incremento en el consumo de vegetales, lo que produce una mayor disponibilidad de Vitamina A, reduciendo la ceguera nocturna, diarreas e infecciones respiratorias, y produciendo mejor crecimiento en niños (Ali, 2008).

Existen programas de agricultura urbana y vigilancia ambiental, que nacen como una estrategia para garantizar la seguridad alimentaria de las familias que trabajan en huertas caseras, y han realizado un diagnóstico que determinó la presencia de metales pesados en hortalizas regadas con aguas contaminadas o fertilizadas con agroquímicos (Hospital Paulo VI, 2011).

Los suelos destinados a horticultura urbana deben considerarse un "uso sensible" desde el punto de vista ecotoxicológico, por lo que la planificación de estos espacios debe realizarse basándose en análisis de suelos.



**Figura 8.** Gráfico de Bi-plot correspondiente al análisis multivariado de componentes principales considerando los datos de metales pesados (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn) medidos en los primeros 15 cm superficiales en suelos de huertas orgánicas extraídas del barrio Santa Brígida (huertas 1 a 8) y Amancay (huertas 9 a 13), ambas pertenecientes al partido de Escobar.

### CONCLUSIONES

Los suelos de las huertas presentaron valores no problemáticos de pH y conductividad eléctrica. El carbono orgánico total resultó variable, pero no se asoció al contenido de arcilla ni al período de producción. Los valores de fósforo extractable-Bray resultaron altos, lo que es común en suelos antrópicos.

En las huertas estudiadas, los principales factores limitantes de origen antrópico fueron materiales de relleno, basura y materiales de construcción.

Los valores medios y máximos para todos los metales estudiados resultaron aceptables según lo estipulado en la legislación argentina. Sin embar-

go si se toman en cuenta los valores guía internacionales de calidad de suelos, que son menores que los presentados por la Ley 24051, el Cd y el Pb resultan los elementos más preocupantes teniendo en cuenta los riesgos para la salud humana.

El análisis multivariado separó a la población en dos grupos: el primero con menores contenidos de metales que el segundo, en este último se destacan particularmente la situación 1 del barrio Santa Brígida con valores elevados para Cr, Ni y Cd, y la situación 10, del barrio Amancay con altos contenidos de Pb, Zn y Cu.

### BIBLIOGRAFÍA

- Ali, M. 2008. Horticulture Revolution for the Poor: nature, challenges and opportunities. FAO. World Development Report. 44 p. [http://siteresources.worldbank.org/INTWDR2008/Resources/2795087-1191427986785/Ali\\_Horticulture\\_for\\_the\\_Poor.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTWDR2008/Resources/2795087-1191427986785/Ali_Horticulture_for_the_Poor.pdf)
- Cairney, T. 1995. The Re-use of Contaminated Land: A Handbook of Risk Assessment. Wiley, Chichester. 228 p.
- Giuffré, L.; L. Marbán y S. Ratto. 1999. Contaminación de un suelo urbano afectado por residuos sólidos. *Gerencia Ambiental* 58: 549-552.
- Giuffré, L.; S. Ratto; L. Marbán y J. Schonwald. 2005. Riesgo por metales pesados en horticultura urbana. *Ciencia del Suelo* 23: 101-106.
- Giuffré, L.; S. Ratto y C. Pascale. 2008. Contaminación de suelos. En: Agrosistemas: Impacto ambiental y sustentabilidad. Lidia Giuffré (ed). EFA-Orientación Gráfica Editora SRL. pp 57-96.
- Giuffré, L.; L. Marbán; R. Romaniuk; S. Ratto y A. Oberti. 2011. Manejo de huertas urbanas y contenido de metales pesados en suelos. Res exp en CD. VI Congreso de la Sociedad Iberoamericana de Física y Química Ambiental. Cancún, México, 25-29 abril 2011.
- Hospital Paulo VI. 2011. <http://www.redaubosa.info/agricultura-urbana-en-bosa/22-diagnostico>.
- InfoStat. 2002. InfoStat, versión 1.1. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina.
- Kabata Pendías, A. 1995. Agricultural Problems Related To Excessive Trace Metal Contents Of Soils. En: Heavy Metals. Ed: W. Salomons, U. Forstner, P. Mader. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. pag. 3-18.
- Ley 24051. Residuos Peligrosos. 1992. Anexo II. Tabla 9. Decreto reglamentario 831/93. [www2.medioambiente.gov.ar](http://www2.medioambiente.gov.ar).
- Logardt, S. 2007. Heavy metals in organic vegetable production connected to KRAV in the south of Skåne. Dept. of Landscape management, design and construction, SLU. Bachelor project in the Danish-Swedish Horticultural programme vol. 2007: 5. 43p. [http://www.vaxteko.nu/html/sll/slu/bachelor\\_project\\_hort\\_prog/BHP07-05/BPH07-05.PDF](http://www.vaxteko.nu/html/sll/slu/bachelor_project_hort_prog/BHP07-05/BPH07-05.PDF)
- Madaleno, I.M. 2001. Urban Agriculture Supportive Policies In Latin America. City Farmer, Canada's Office of Urban Agricultura.
- Marbán, L.; L. Giuffré y S. Ratto. 1999. Contaminación con metales pesados en un suelo periurbano. *Ecología Austral* 9: 15-19.
- McGrath, S.P.; A.C. Chang; A.L. Page and E. Writter. 1994. Land application of sewage sludges: scientific perspectives of heavy metal loadings limits in Europe and the United States. *Environmentalist* 2: 108-118.
- McLaughlin, M.J.; B.A. Zarcinas; D.P. Stevens and N. Cook. 2000. Opportunities for the 21st century: Expanding the horizons for soil, plant, and water analysis. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 31: 1661-1700.
- Micó, C.; M. Peris; L. Recatalá and J. Sánchez. 2010. Baseline values for heavy metals in agricultural soils in an European Mediterranean region. *Science of the Total Environment* 409: 9-18.

- Morel, J.L.; C. Schwartz; L. Florentin and C. de Kimpe. 2005. Urban soils. *In: Enciclopedia of Soils in the Environment. Daniel Hillel (ed.)*. Elsevier Ltd. pp 202-208.
- Page, A.L. 1982. Methods of soil analysis (part 2). Chemical and microbiological properties. 2<sup>o</sup> ed., N° 9 (Part 2) in the series Agronomy. American Society of Agronomy, Inc., Soil Science Society of America, Inc. Publisher, Madison, Wisconsin. USA 1159 p.
- Pazos, M.S. 2011. La base referencial mundial del recurso suelo. *En: Edafología: bases y aplicaciones argentinas*. Marta Conti y Lidia Giuffré (eds.). EFA. pp 471-487.
- Ratto, S.; L. Marbán; M. González y L. Giuffré. 2006. Calidad de suelos en áreas urbanas de la ciudad de Buenos Aires. El caso del Parque Indoamericano *Rev. Facultad de Agronomía* 26: 39-46.
- Saldaña, A.; H.G. Romero; J. González y A. Yáñez. 1999. Hortalizas de traspatio alternativa de producción en suelos urbanos. 14 Congreso Latinoamericano C. Suelo, Pucón, Chile. pp. 417
- Schnitzler, W.H.; R. Holmer; S. Sansavini; D. Cantliffe; L. Corelli-Grappadelli and D. Verzoni. 1999. Strategies for urban horticulture in developing countries. *Acta Horticulturae* 495: 331-335.
- Simon, L. 2001. Heavy metals, sodium and sulphur in roadside topsoils. *Acta Agronomica Hungarica* 49: 1-13.
- Tixier, P. and H de Bon. 2006. Urban Horticulture. *In: Cities farming for the future. Urban Agriculture for Green and Productive Cities*. René van Veenhuizen (ed.) IIRR/RUAF/IDRC. pp 313-346.
- Vegter, J.J. 1995. Soil protection in the Netherlands. *In: Heavy metals. Problems and solutions*. W. Salomons (ed.). Springer – Verlag. pp 79-99.