

## **Impacto del uso de plaguicidas sobre los niveles de colinesterasa total en sangre en productores agrícolas del asentamiento campesino Santa Teresa, Municipio Miranda del estado Falcón, Venezuela**

**Frank R. Zamora<sup>\*1</sup>, Duilio Torres<sup>2</sup>, Nectalí Rodríguez<sup>3</sup> y Frank J. Zamora<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Centro de Investigaciones Agrícolas. Coro, Falcón, Venezuela.

<sup>2</sup>Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Decanato de Agronomía, Departamento de Química y Suelos. Lara, Barquisimeto. Venezuela;

<sup>3</sup>Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda (UNEFM), Facultad de Agronomía, Complejo Docente El Hatillo, Miranda. Venezuela;

<sup>4</sup>UNEFM, Facultad de Ingeniería, *Campus "Los Perozos"*. Coro, Falcón. Venezuela.

### **RESUMEN**

Se ha demostrado la asociación entre la inhibición de la actividad colinesterásica y los niveles de plaguicidas presentes en el torrente sanguíneo, producto del uso excesivo de dichos agroquímicos. En los cultivos hortícolas es común la aplicación excesiva de plaguicidas, asociándose a ello problemas de salud pública, por lo que se estimó el grado de contaminación con plaguicidas mediante la evaluación de la concentración de colinesterasa en 25 productores hortícolas, equivalentes al 50% de la población total del asentamiento campesino Santa Teresa del estado Falcón, Venezuela. Los productores se agruparon en función de la actividad agrícola que desempeñaban y la edad de los mismos. Para el análisis estadístico se realizó un ANAVAR y en aquellos tratamientos con diferencias significativas se efectuó la prueba de comparación de medias de Tukey. No se encontraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en función de la actividad agrícola que desempeñaban los agricultores; sin embargo, existió una mayor tendencia a la contaminación en el grupo de productores de melón, con 66% de afectados. En lo que respecta a la edad, existieron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los grupos evaluados, siendo más afectado el grupo etario mayor de 40 años. Los resultados obtenidos evidenciaron alteraciones en los niveles de colinesterasa de las muestras analizadas, producto de la acumulación de plaguicidas en el torrente sanguíneo, inclusive algunos con niveles muy críticos, lo cual constituye un riesgo para su salud debido a los problemas que están asociados con concentraciones elevadas de plaguicidas en la sangre.

**Palabras clave:** contaminación, sangre, toxicidad, plaguicidas.

### **Impact of pesticides use on cholinesterase levels in agricultural farmers at Santa Teresa town, Miranda county of Falcon state, Venezuela**

### **ABSTRACT**

The association between cholinesterase inhibition activity and the levels of pesticides as the result of excessive use of pesticides has been demonstrated. In the horticultural area is common the excessive application of pesticides, also a problem of public health, so it was determined the level of contamination with pesticides by the evaluation of the concentration of cholinesterase in 25 horticultural farmers, equivalent to 50% of the total population of Santa Teresa town, Falcón state, Venezuela. The farmers were grouped in base of the their agricultural activities and age. An ANAVAR was done and in treatments with significant differences. Tukey test was conducted. There were no significant differences ( $p < 0.05$ ) based

---

\*Autor de correspondencia: Frank R. Zamora

E-mail: [fzamora@inia.gob.ve](mailto:fzamora@inia.gob.ve)

Recibido: enero 01, 2009

Aceptado: septiembre 09, 2009

on the agricultural activity of farmers; nevertheless, it existed a tendency of contamination in the cantaloupe group farmers with 66% affected. In regard to age, the results indicated significant differences ( $p < 0.05$ ) among groups, being more affected those with more of 40 years old. These results showed alterations in the levels of cholinesterase in the samples analyzed caused by accumulation of pesticides in the sanguineous torrent, including some with very critic levels, that affect in negative form its quality of life, because several health problem are associated with high levels of pesticides in blood.

**Key words:** contamination, blood, toxicity, pesticides.

## INTRODUCCIÓN

En la actividad agrícola es de vital importancia que en cada ciclo productivo se obtenga la mayor cantidad de beneficios y evitar que los cultivos sean dañados por organismos no deseados que en ocasiones transmiten enfermedades al hombre. Por estas razones, el uso de plaguicidas es una práctica común en las labores agrícolas, para reducir el ataque de plagas y aumentar los rendimientos. Sin embargo, el uso excesivo de plaguicidas se ha convertido en un problema mundial dada su alta toxicidad por lo que los agricultores que trabajan con dichos productos químicos están frecuentemente expuestos a compuestos tóxicos, pudiendo sufrir intoxicaciones que no sólo generan signos y síntomas puntuales, sino que posteriormente podrían dar lugar a secuelas o efectos crónicos (Alvarado y Pérez, 1998; Torres y Capote, 2004).

En tal sentido, estudios llevados a cabo por investigadores a nivel mundial revelan los graves problemas causados por el uso inadecuado de plaguicidas. Un estudio conducido por Atisook *et al.* (1997) con mujeres embarazadas en Tailandia reveló que 75% estaban contaminadas con plaguicidas organoclorados, con valores en sangre en el rango de 1,03 a 10,15 ppb, señalándose adicionalmente que los neonatos exhibían niveles de 0,62 a 5,05 ppb, siendo los plaguicidas detectados el p'p DDE, DDT, lindano, HCH y heptacloro. De la misma manera, un estudio realizado en México por Waliszewski *et al.* (1996) demostró que en jóvenes menores de 20 años de edad, los niveles de contaminación con DDT estaban por encima del valor máximo permitido, encontrándose entre 9 y 20 ppm. Una investigación llevada a cabo en el estado Yaracuy, Venezuela, reveló la presencia de DDT en muestras de leche materna en cantidades superiores al rango de tolerancia (Bruguera y Brunneto, 1996), mientras que estudios realizados entre los años 1987 y 1988 en el Hospital General de Calabozo en el estado Guárico (Fernández, 1995), revelaron que 2,6% de las muestras de calostro presentaron restos de dieldrin en cantidades que superaron 108 a 110 veces la ingesta máxima permisible.

Uno de los principales indicadores de problemas de salud en los seres humanos, derivado del uso indiscriminado

de plaguicidas, es su efecto inhibitorio sobre la enzima colinesterasa, con una reducción en los niveles de dicha enzima en la sangre. Esto trae consigo una serie de efectos sobre el organismo y de ahí la importancia de su monitoreo periódico en los agricultores. Cuando existe una disminución de los niveles de colinesterasa en sangre, se presenta un desequilibrio de carácter funcional en el organismo, a consecuencia de factores donde resalta la intoxicación con plaguicidas del grupo de los organofosforados.

En Venezuela, particularmente en el estado Falcón (Zamora, 2003), los agricultores han venido presentando serios problemas a consecuencia de la intoxicación por plaguicidas, especialmente del grupo de los organofosforados, evidenciándose un aumento acelerado del número de personas afectadas por el uso de estos agroquímicos. Entre las principales causas de envenenamiento, se menciona el uso irracional e inapropiado de estos plaguicidas, los cuales presentan altos niveles de toxicidad y residualidad, por lo que su uso está prohibido en otros países. Se consideran plaguicidas altamente tóxicos aquellos cuya dosis letal media es menor a 10 mg/kg para mamíferos, aves y peces, según la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, 1998).

En un estudio conducido en la población de Barrio Nuevo perteneciente al Municipio Federación del estado Falcón, Zamora (2003) evaluó de los niveles de colinesterasa en sangre sobre una población de 52 productores, de los cuales resultaron 28 intoxicados por plaguicidas, representando 60% de la muestra total. Es importante referir que dentro de esta muestra de productores afectados en los niveles de colinesterasa en sangre, resultó un grupo dentro de los niveles críticos, es decir, con valores de colinesterasa inferiores al 80% del óptimo.

Por otro lado, Pierre y Betancourt (2007) reportaron residuos de plaguicidas en la depresión de Quibor, estado Lara, detectándose intoxicaciones por organoclorados, organofosforados y carbamatos que pueden asociarse a niveles alterados de colinesterasa en sangre. En esta misma zona, se ha reseñado la presencia de organoclorados en leche materna y diferentes tipos y grados de malformaciones congénitas en neonatos, lo cual pudo estar asociado a los

altos niveles de plaguicidas que se aplican en la zona (Tagliaferro *et al.*, 1999; Tagliaferro, 2002).

Dada esta problemática y tomando en cuenta que la zona hortícola del estado Falcón es una de las mayores productoras de hortalizas de piso bajo a nivel nacional, con un uso excesivo de agroquímicos, se desarrolló este trabajo cuyo objetivo fue cuantificar los niveles de colinesterasa en sangre de agricultores del asentamiento campesino Santa Teresa, municipio Miranda del estado Falcón, y detectar posibles problemas causados por intoxicaciones debidas al uso inadecuado de plaguicidas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación del área de estudio

El estudio se realizó en el asentamiento campesino Santa Teresa, sector Caujarao, a unos 10 km al sur de la ciudad de Santa Ana de Coro, Municipio Autónomo Miranda del estado Falcón, Venezuela.

### Población y muestra objeto de estudio

Tomando en cuenta la información del Censo Agrícola de Venezuela (MAC, 1998), se contabilizaron un total de 50 productores en la zona de estudio. Se practicó la respectiva evaluación a una muestra de 25 agricultores que representaron el 50% de la población total.

### Recolección de información

Se realizó una encuesta entre los productores del asentamiento campesino con el objeto de conocer la actividad que desempeñaban y conformar los grupos en función de la misma, así como la edad de cada grupo. El instrumento fue aplicado bajo dos enfoques de evaluación, conformándose un grupo de acuerdo a la actividad agrícola desempeñada (productores de melón, productores de pimentón y jornaleros), y un segundo grupo en función a la edad de los productores, este último dividido en tres estratos, a saber: edad menor a 18 años, de 18 a 40 años y mayores de 40 años. Muestras de sangre de los productores seleccionados fueron colectadas por personal perteneciente a la División de Epidemiología y Malariología del Ministerio del Poder Popular para la Salud de la zona Falcón, Venezuela.

### Análisis de muestras

Previo al análisis de la colinesterasa presente en sangre total de los productores evaluados, se procedió a tomar una muestra control a partir de personas no expuestas al uso de plaguicidas, a fin de realizar una correcta calibración de los equipos utilizados en el análisis

de las muestras obtenidas, para verificar la concentración de la enzima colinesterasa en sangre total.

En tal sentido, se seleccionó una persona que no hubiese tenido contacto con plaguicidas y localizada fuera del área de influencia del área experimental, a la cual se le tomó una muestra de sangre cuyo análisis reveló que no existía disminución en los niveles de colinesterasa, es decir, niveles óptimos de la enzima en sangre equivalentes a 100%. Los niveles de colinesterasa fueron determinados empleando el método LOVIBOND®, es cual se basa en el viraje de color de una solución indicadora de percloarato de acetil colina más azul de bromotimol (Carmona-Fonseca, 2007).

Para el análisis se emplearon 10 mL de sangre total (plasma más eritrocitos), la cual se colocó en un tubo de ensayo donde se le agregó la solución indicadora y se dejó reposar por 20 minutos, para posteriormente colocarse en el fotocolorímetro LOVIBOND®, con rango de medición de 0 a 100%. El método considera un nivel basal de 25% de inhibición, en donde un valor de referencia menor a 75% indica la necesidad de tomar acciones preventivas y de control sobre el paciente, mientras que a partir de este valor se considera existe contaminación por la presencia de plaguicidas en la sangre (Carmona-Fonseca, *et al.*, 2000).

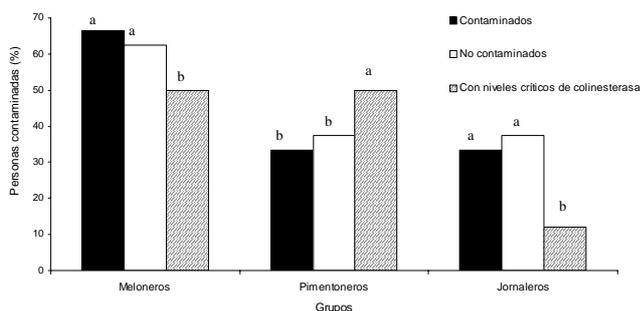
### Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se realizó un ANOVA, y en aquellos tratamientos con diferencias significativas se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey, con un nivel de confianza de 0,05. La información fue analizada empleando el programa estadístico InfoStat (2006). Previamente, y para evaluar el ajuste de los datos a la distribución normal, se emplearon las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro-Wilks (Di Rienzo *et al.*, 2002).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se ilustran los resultados de las diferentes variables evaluadas en el presente trabajo de investigación. Estos resultados indican que existieron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) en los tres grupos de productores evaluados, según su función. El grupo de productores de melón presentó un valor de colinesterasa mayor al 66,6%, seguido de los productores de pimentón y los jornaleros, con registros de 32,5 y 30%, respectivamente.

Esto se explica por el manejo intensivo y la alta demanda de agroquímicos del rubro melón, es cual es predominante en el área bajo estudio y cuyo manejo agronómico está caracterizado fundamentalmente por el uso excesivo de plaguicidas en labores de control químico de



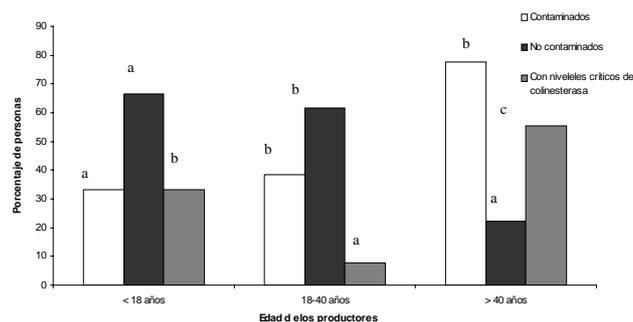
**Figura 1.** Nivel de contaminación con agroquímicos medido en función de la reducción de la actividad de la enzima colinesterasa en productores hortícolas agrupados por rubro agrícola. (Letras diferentes en las columnas de cada grupo indican diferencias significativas  $p < 0,05$ )

plagas y enfermedades, lo cual significa la aplicación de dosis altas de estos agentes que por lo general poseen elevada toxicidad y cuyo propósito es garantizar la productividad del cultivo, originando un permanente contacto de los productores con los plaguicidas, y en consecuencia, una mayor probabilidad de intoxicación.

En tal sentido, Cárdenas *et al.* (2005) señalan que las tareas agrícolas que presentan mayores riesgos de contaminación con agroquímicos son las referidas a oficios de mezclador y fumigador, dado que las mismas se realizan con mayor frecuencia en cultivos hortícolas y bajo la exposición directa de los trabajadores a agroquímicos, y en la mayoría de los casos, con un uso inadecuado de los elementos de protección personal por condiciones climáticas, topográficas o por desconocimiento del riesgo al que están expuestos.

Heno y Corey (1991), Al Saleh (1994) y Wilson *et al.* (1998) señalan que la mayoría de los plaguicidas empleados en las áreas agrícolas pertenecen a las categorías toxicológicas I y II (extremadamente tóxicos y altamente tóxicos, respectivamente), y entre éstos, los principales grupos químicos empleados son los organofosforados, los carbamatos y los organoclorados.

Pierre y Betancourt (2007) observaron que en la depresión del Valle de Quibor en el estado Lara, importante zona hortícola de Venezuela, los productores prefieren emplear insecticidas de mayor toxicidad, entre los que destacan organofosforados (profenofos 50%, difos, dimetoato y clorpirifos) y carbamatos (metomilo y carbusulfan), todos considerados como extremadamente tóxicos. Andrés *et al.* (1999) en trabajos conducidos en Filipinas, determinaron que 90% de los agricultores utilizaban plaguicidas químicos, mientras que 94% de ellos desconocía los peligros que supone para la salud la manipulación y exposición a dichos compuestos. La mayoría de los insecticidas utilizados eran



**Figura 2.** Nivel de contaminación con agroquímicos medido en función de la reducción de la actividad de la enzima colinesterasa en productores hortícolas sistematizados en función a diferentes grupos etarios. (Letras diferentes en las columnas de cada grupo indican diferencias significativas.  $p < 0,05$ ).

organofosforados y carbamatos, empleándose en forma indiscriminada un total de 22 productos.

En la Figura 2 se presentan los resultados para el nivel de contaminación con agroquímicos en función de los grupos etarios considerados. De acuerdo a los resultados, podemos apreciar que existe una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre los grupos evaluados, siendo el más afectado el grupo de mayores de 40 años, los cuales presentaron un porcentaje de contaminación del 77%, con 55,5% localizados en niveles críticos. Luego se ubicó el grupo de personas de 18-40 años con 38,5% de contaminados, de las cuales 7,7% estuvieron en niveles críticos. Los menores porcentajes de contaminación se encontraron en los grupos menores a 18 años, con un registro del 33,3% de personas contaminadas y 33,3% de éstas con niveles críticos. Estos resultados se explican porque el grupo de productores mayores a 40 años de edad ha estado expuesto por mayor tiempo al contacto con los plaguicidas, lo cual puede ocasionar un problema de contaminación crónica en este grupo etario y adicionalmente, porque la mayoría de los plaguicidas empleados son liposolubles y tienden a acumularse en los tejidos.

Cárdenas *et al.* (2005) en un estudio conducido en Colombia, señalan que el mayor porcentaje de valores anormales de actividad de acetilcolinesterasa fue hallado en los grupos de 18 a 40 años (62,4%), argumentando que los trabajadores que se encuentran en estos rangos de edad son empleados en oficios de alto riesgo (73,9%). Según la información dada por algunas Entidades Territoriales de Salud, que en Venezuela equivale a los Distritos Sanitarios, las intoxicaciones en esta población probablemente se presentan por el incumplimiento de las normas de seguridad, la exposición indirecta al encontrarse en los alrededores de las áreas donde se aplican los plaguicidas y el consumo de alimentos sin las medidas adecuadas de higiene.

Un aspecto resaltante de este trabajo es que a pesar que el porcentaje de personas contaminadas es inferior en la población menor a 18 años, 33,3% de estas personas presentan niveles críticos de colinesterasa, lo que confirma que no solamente las personas que se exponen directamente a los plaguicidas corren riesgos de ser contaminadas, sino también las personas que habitan cerca de las unidades de producción están sujetas a problemas de contaminación, lo cual puede ser asociado no a exposiciones directas, sino a problemas de contaminación del agua, alimentos e incluso de la leche materna.

Residuos de insecticidas en hortalizas han sido ampliamente señalados a nivel mundial (Ritcey *et al.*, 1991; Yun, 1999; Guerrero, 2003). En Venezuela, en la depresión del Valle de Quibor, estado Lara, se han presentando intoxicaciones por la presencia de plaguicidas organoclorados y carbamatos, niveles alterados de colinesterasa en sangre e inclusive la presencia de plaguicidas organoclorados en leche materna, y diferentes tipos y grados de malformaciones congénitas en neonatos (Tagliaferro *et al.*, 1999; Tagliaferro, 2002).

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la presente investigación reflejan que al menos 50% de los productores del asentamiento campesino estudiado presentaron contaminación con plaguicidas, al observarse una reducción de la actividad de la colinesterasa en sangre total por debajo de los niveles de referencia debido a la permanente exposición y contacto directo de estos productores con los plaguicidas inhibidores de la enzima (organosforados y organoclorados). El mayor efecto negativo se presentó en los productores de melón, con 66,6% de productores contaminados, aunque el grupo con niveles críticos de intoxicación fueron los productores de pimentón. El mayor índice de contaminación correspondió al estrato de productores mayores de 40 años, asociado al mayor tiempo de exposición al uso de plaguicidas, además del carácter liposoluble de los agroquímicos empleados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Saleh, I.A. 1994. Pesticides: a review article. *J. Environ Pathol. Toxicol. Oncol.* 13: 151-61.
- Alvarado, Y.; C. Pérez. 1998. El uso de biocidas: un problema ambiental. *Interciencia* 23: 20-25.
- Andrés, G.; E. Ortiz; E. Ramos; P. Fanuncio; N. Perante. 1999. Pesticide utilization in agricultural production in Nueva Vizcaya. In: M. Stevens (Ed). *Proc. Regional Research and Development Symposia*. Los Baños, Filipinas. pp. 29-30.
- Atisook, R.; N. Kham; S. Toongsuwan; L. Punnakanta. 1997. Organochlorine compounds in perinatal blood samples maternal and neonatal measurements at Sirijat Hospital. *Hospital Gazette* 47: 712-717.
- Bruguera, A.; R. Brunnetto. 1996. Levels of DDT residues in human milk of Venezuelan women from various rural populations. *Science* 186: 203-207.
- Cárdenas, O.; E. Silva; L. Morales; J. Ortiz. 2005. Estudio epidemiológico de exposición a plaguicidas organofosforados y carbamatos en siete departamentos colombianos, 1998-2001. *Biomédica* 25: 170-80.
- Carmona-Fonseca, J.; S. Henao; R. Garcés. 2000. Valores de referencia de actividad colinesterásica sanguínea en población laboral activa no expuesta a plaguicidas inhibidores de colinesterasa. *Rev. Fac. Nal. Salud Pub.* 18: 55-72.
- Carmona-Fonseca, J. 2007. Colinesterasas en sangre total medidas por técnicas semicuantitativa y en eritrocitos o plasma medidas con técnicas cuantitativas: *Rel. Biom.* 27: 244-256.
- Di Rienzo, J.A.; A.W. Guzmán; F. Casanoves. 2002. A multiple comparisons method based on the distribution of the root node distance of a binary tree. *J. Agric. Biol. Environ. Stat.* 7: 129-142.
- EPA. 1998. Status of Pesticides in Registration, Reregistration and Special Review (Rainbow Report). Environmental Protection Agency. Washington, EUA.
- Fernández, S. 1995. Contaminación de plaguicidas en sangre materna y sangre de recién nacidos. Mimeografiado. Departamento de Pediatría. Hospital General de Calabozo. Guárico, Venezuela.
- Guerrero, J. 2003. Estudio de residuos de plaguicidas en frutas y hortalizas en áreas específicas de Colombia. *Agronomía Col.* 21: 198-209.
- Henao, S.; G. Corey. 1991. Plaguicidas inhibidores de la colinesterasa. Serie de Vigilancia 11. Metepec, México.
- InfoStat. 2006. Software estadístico InfoStat. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina.
- MAC. 1998. VI Censo Agrícola: Resultados preliminares. Ministerio de Agricultura y Cría. Dirección de estadística e Informática, años 1995-1997. Caracas, Venezuela. 52 p. Disponible en: <http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/servicios-informacion/tempo/censo.pdf> (Consulta: 10-11-2001).
- Pierre, F.; P. Betancourt. 2007. Residuos de plaguicidas organoclorados y organofosforados en el cultivo de cebolla en la depresión de Quibor, Venezuela. *Bioagro* 19: 69-78.
- Ritcey, G.; F. Cejen; H. Braun; R. Frank. 1991. Persistence and biological activity of residues of granular insecticides in organic soil and onions with furrow treatment for control of the onion maggot (Diptera: Anthomyiidae). *J. Econ. Entomol.* 84: 1339-1343.

- Tagliaferro, Z.; C. Ludewig; M. Mujica; H. Falcón; E. Ugel; J. Canelón. 1999. Evaluación y vigilancia del uso de plaguicidas sobre la salud de la población del valle de Quibor. Decanato de Medicina. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto, Venezuela. 82 p.
- Tagliaferro, Z. 2002. Niveles de organoclorados en leche materna en la población de caseríos parcialmente expuestos a plaguicidas del valle de Quibor. Tesis de grado. Decanato de Medicina. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto, Venezuela. 48 p.
- Torres, D; T. Capote. 2004. Agroquímicos un problema ambiental global: uso del análisis químico como herramienta para el monitoreo ambiental. *Ecosistemas*. 13: 2-6
- Waliszewski, S.M.; S. Pardo; P. Chantiri; G. Aguirre. 1996. Organochlorine pesticide body burden of young Mexican. *Fresenius Environ. Bul.* 5: 457-360
- Wilson, B.W.; J.R. Sanborn; M.O'Malley; J.D. Henderson; J.R. Billiti. 1998. Monitoring the pesticides-exposed worker. *Occupational medicine*. Harverview Medical Center. Washington. EUA.
- Yun, S. 1999. Changes in residual chloropyrifos concentrations during fermentation of kimchi. *Korean J. Food Sci. Techn.* 21: 590-594.
- Zamora, F. 2003. Identificación de indicadores de sostenibilidad en los sistemas de producción hortícola de Barrio Nuevo, Municipio Federación, estado Falcón. Tesis de Grado. Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. Coro, Falcón. Venezuela. 95 p.