

RESIDUOS DE PLAGUICIDAS ORGANOCOLORADOS Y ORGANOFOSFORADOS EN EL CULTIVO DE CEBOLLA EN LA DEPRESIÓN DE QUÍBOR, VENEZUELA

Francis Pierre¹ y Pedro Betancourt¹

RESUMEN

Se evaluó el manejo de plaguicidas y la acumulación de residuos organoclorados (OC) y organofosforados (OF) en cebolla cultivada en sistemas de producción que utilizaron control químico de plagas en la depresión de Quíbor, estado Lara, Venezuela. Se seleccionaron tres sistemas representativos y se realizó un seguimiento durante el ciclo de cultivo para conocer el manejo de los plaguicidas empleados. Posteriormente, se recolectaron muestras de la cebolla cosechada para consumo y se analizaron mediante cromatografía de gases para determinar la presencia de residuos de OC y OF. Los resultados indican que en todos los sistemas se registró una prevalencia del uso de fungicidas sobre otros tipos de plaguicidas, así como el uso de insecticidas OC y OF altamente tóxicos, y sobredosificación y alto número de aplicaciones. En dos de los sistemas de producción evaluados se detectaron residuos del herbicida OC butaclor en un rango de 0,86 a 1,80 mg·kg⁻¹, valores considerados inaceptables. Se encontraron residuos del insecticida OF clorpirifos con valores promedio de 0,01 a 0,02 mg·kg⁻¹ en los tres sistemas, aunque no superaron los límites máximos establecidos por la FAO y la EPA. En uno de los sistemas se detectaron 0,02 mg·kg⁻¹ de residuos del insecticida dimetoato, aunque también por debajo de los límites máximos según FAO. En el estudio se concluye que existe una relación entre el uso inadecuado de plaguicidas y la acumulación de residuos en el cultivo de cebolla.

Palabras clave adicionales: Insecticidas, fungicidas, herbicidas, toxicidad

ABSTRACT

Residues of organochlorines and organophosphorus pesticides in onion crop in Quibor depression, Venezuela

The accumulation in onion crops of organophosphorus (OF) and organochlorines (OC) pesticide residues in production systems that used pest chemical control in Quibor Depression, Lara State, Venezuela, was evaluated. Three representative onion production systems were selected, registering all types of pesticides used during the crop cycle. At the end of crop cycle, samples of onion were taken and analyzed by gas chromatography to determinate levels of OF and OC residues. The results indicated a main use of fungicides, use of highly toxic OC and OF insecticides, overdosage, and high number of applications. Onions of two of the studied systems showed residues of the herbicide OC butachlor ranging from 0.86 to 1,80 mg·kg⁻¹, which were considered unacceptable. Residues of the insecticide OF chlorpirifos were detected in the three systems with means between of 0.01 and 0.02 mg·kg⁻¹, values that did not reach the maximum residue level established by FAO and EPA. In one of the systems 0.02 mg·kg⁻¹ of residues of the insecticide OF dimethoate were detected, although below the maximum residue level according to FAO. The paper concludes that there was a relation between the inadequate use of pesticides and the presence of residues in the harvested onion.

Additional key words: Insecticide, fungicide, herbicide, toxicity

INTRODUCCIÓN

Aunque el uso de plaguicidas ha generado beneficios concretos en la producción agrícola a nivel mundial, el empleo inadecuado de los mismos expresado en términos de tipos de plaguicida, toxicidad, número de aplicaciones y sobredosificación ha producido diferentes formas

de contaminación ambiental que afectan al suelo, agua, aire y a los productos agrícolas por la acumulación de residuos. Éstos serían potencialmente dañinos a la salud humana y podrían incidir negativamente en su comercialización (Guerrero, 2003).

La depresión de Quíbor, ubicada en el estado Lara, Venezuela, fue declarada en 1982 como

Recibido: Octubre 4, 2006

Aceptado: Mayo 7, 2007

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), CIAE Lara. Apdo. 592. Barquisimeto, estado Lara. Venezuela. e-mail: fpierre@inia.gob.ve; pbetancourt@inia.gob.ve

zona de aprovechamiento agrícola con una superficie de 43.395 ha. Se caracteriza por presentar un promedio anual de precipitación de 550 mm y temperaturas medias alrededor de 24 °C y es la principal zona productora de cebolla, contribuyendo con el 69% de la superficie sembrada y el 70 % de la producción a nivel nacional (MAT, 2005).

El monocultivo de la cebolla en la zona ha generado problemas de plagas cuyo control se realiza con insecticidas organoclorados (OC) y organofosforados (OF) (Díaz et al., 1995). Los OC son moléculas que contienen carbono, hidrógeno y cloro; son altamente tóxicos, bioacumulables y muy poco biodegradables. Su principal acción tóxica es ejercida sobre el sistema nervioso, interfiriendo con el balance entre los iones sodio y potasio en las neuronas, impidiendo la transmisión normal de los impulsos nerviosos tanto en insectos como en mamíferos. Se acumulan en tejidos grasos pudiendo causar intoxicación crónica. Los OF son ésteres de fósforo en combinaciones variables con el oxígeno, carbono, azufre y nitrógeno. Su acción es neurotóxica, siendo mucho más tóxicos en los vertebrados, aunque son químicamente inestables y no son persistentes. Inhiben la función de ciertas enzimas del sistema nervioso afectando la sinapsis neurona/neurona o neurona/músculo, ocasionando parálisis (Ware y Whitacre, 2004).

Residuos de insecticidas en hortalizas, incluida la cebolla, han sido ampliamente reportados a nivel mundial (Ritcey et al., 1991; Yun, 1999; Guerrero, 2003). En la depresión de Quíbor se han reportado intoxicaciones por OC, OF y carbamatos, niveles alterados de colinesterasa en sangre, presencia de OC en leche materna y diferentes tipos y grados de malformaciones congénitas en neonatos, (Tagliaferro et al., 1999; Tagliaferro, 2002). El objetivo de este trabajo fue investigar el uso de plaguicidas, con énfasis en los insecticidas OC y OF, y su relación con los niveles de residuos en la cebolla producida en la zona.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en la depresión de Quíbor, en la que se seleccionaron tres sistemas representativos de producción de cebolla identificados como A, B y C, ubicados en el

municipio Jiménez, estado Lara, que utilizaron control químico de plagas. Los sistemas tenían en común superficies de 15 a 20 ha, riego por gravedad, utilización de maquinarias y equipos, con más de tres hectáreas cultivadas con cebolla y productores con más de diez años de experiencia en el cultivo.

Para la obtención de la información se estableció un programa de visitas semanales a los sistemas de producción a fin de cubrir las diferentes fases del cultivo en función del manejo de plaguicidas que hacen los productores: fase de semillero (0-30 días); fase de trasplante (30-80 días) y fase de cosecha (80 días-cosecha). Se registraron cada uno de los insecticidas utilizados en cada fase, las dosis y el número de aplicaciones. Al finalizar el ciclo de cultivo se tomaron muestras de cebolla siguiendo la metodología establecida en el Reglamento Técnico de Costa Rica 213 (RTCR, 1998) y en el Real Decreto Español 290 (RDE, 2003). Cada una de las parcelas de producción fue dividida en diez partes iguales, y utilizando el método aleatorio sistemático fueron extraídas muestras siguiendo un parámetro de muestreo de puntos en zig-zag previamente establecido. Las muestras tuvieron 2,0 kg de peso como mínimo, repitiéndose este procedimiento cuatro veces. Posteriormente, en el laboratorio el peso de cada muestra se redujo al azar hasta 1 kg de acuerdo a la metodología de Dramiński y Zagorzycki (1984) para determinar residuos de OC y OF mediante cromatografía de gases. Los análisis se realizaron en el laboratorio de físico-química del Centro de Investigación del Estado para la Producción Experimental Agroindustrial (CIEPE) en la ciudad de San Felipe. En el Cuadro 1 se presentan las condiciones cromatográficas empleadas.

En la determinación de residuos de plaguicidas OC las muestras fueron analizadas con los siguientes 14 patrones de plaguicidas: alfa hexaclorociclohexano (alfa-BHC), lindano, aldrín, heptaclor epóxido, dieldrín, orto-para dicloro difenil tricloroetano (o,p´DDT), orto-para dicloro difenil dicloroetano (o,p´DDD), para-para dicloro difenil tricloroetano (p,p´DDT), para-para dicloro difenil dicloroetano (p,p´DDD), endrín, heptaclor, kepone, endosulfan y butaclor. En la determinación de residuos de plaguicidas OF las muestras fueron analizadas con otros 11 patrones:

acefato, dimetoato, bromofos, diazinon, bromofos etil, clorpirifos, clorfenvinfos, clorpirifos metil, formotión, EPN y diclorvos (DDVP).

Los niveles de residuos detectados para cada plaguicida se examinaron estadísticamente utilizándose análisis de varianza con el programa

estadístico SAS versión 8. Por último, se compararon los niveles de residuos de cada plaguicida con los valores máximos permitidos en cebolla según el Codex Alimentarius (FAO, 2004) y la Environmental Protection Agency (EPA, 2004).

Cuadro 1. Condiciones cromatográficas empleadas en el análisis de residuos de plaguicidas organoclorados y organofosforados

Condición cromatográfica	Tipo de residuo	
	Organoclorado	Organofosforado
Cromatógrafo de gas	Modelo 6890 N	Modelo 6890 N
Detector	μEDC	FDP
Límite de detección (mg·L ⁻¹)	0,001	0,001
Temperatura del detector (°C)	290	250
Gas acarreador	Argón metano	Nitrógeno
Temperatura del horno (°C)	140	60
Columna capilar	5% fenil-metil xiloxane (300 °C)	5% fenil-metil xiloxane (325 °C)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar los tipos de plaguicidas empleados por los sistemas de producción y el número de marcas comerciales utilizadas por tipo, se observa que en términos porcentuales, los insecticidas representaron la segunda categoría más importante de plaguicidas para todos los sistemas, siendo superados sólo por los fungicidas (Cuadro 2).

De acuerdo a su composición, los plaguicidas pertenecen a una gran variedad de grupos químicos, siendo el grupo individual más importante el de los OF. Al añadir la contribución porcentual de los OC, ambos grupos representan entre 25 y 30% del total de grupos químicos para todos los sistemas (Cuadro 3).

Al considerar a los OF únicamente dentro de la categoría de los insecticidas, se observó que también son mayoría dentro de este tipo de plaguicidas. Cuando se añade el aporte de los OC, ambos grupos constituyen la mayoría en todos los sistemas alcanzando valores entre 60,0 y 85,7 % (Cuadro 4).

Las cantidades aplicadas de plaguicidas por hectárea fueron altas en todos los sistemas, y particularmente mayores en el caso del sistema C. El criterio común que compartieron los productores a este respecto es la creencia de que aumentando la dosis por hectárea de cualquier plaguicida se mejora su efecto (Cuadro 5).

Los resultados coinciden con los de Castillo et al. (1984) quienes reportaron que los productores

de cebolla de la zona de Río Tocuyo en el estado Lara usaban 17 marcas comerciales de insecticidas de las cuales nueve eran OF (52,94 %). Márquez (1999) encontró que, en zonas productoras de cebolla de San José, Bongabon y Muñoz en Filipinas, 13 de los 26 insecticidas utilizados eran OF. Asimismo, señaló que estos productos representaron en promedio el 50% del total de plaguicidas. Dudley et al. (2002) reportaron en la región de Río Grande (Texas) el uso mayoritario de insecticidas OF en cebolla (13 marcas comerciales). Epstein y Bassein (2003) indicaron que en Estados Unidos el uso de plaguicidas de alto riesgo (OF y carbamatos) ha declinado en 14 %, pasando de 206 millones de kg de i.a. utilizados en 1992, a 177 millones en 2000. Sin embargo, los grupos mencionados siguen representando el 40% del total de plaguicidas empleados.

Cuadro 2. Contribución porcentual de los tipos de plaguicidas utilizados en cada sistema de producción en el cultivo de cebolla en la depresión de Quíbor, estado Lara, Venezuela

Tipo	Sistema de producción		
	A (20 marcas comerciales)	B (21 marcas comerciales)	C (23 marcas comerciales)
Fungicidas	50,0	47,6	52,2
Insecticidas	35,0	42,9	43,5
Herbicidas	15,0	9,5	4,4
Total	100	100	100

Cuadro 3. Contribución porcentual de los diferentes grupos químicos de plaguicidas utilizados en cada sistema de producción en el cultivo de cebolla en la depresión de Quíbor, estado Lara, Venezuela

Grupo químico	Sistema de producción		
	A (20 plaguicidas)	B (21 plaguicidas)	C (23 plaguicidas)
Organofosforados	20,0	23,8	20,8
Organoclorados	10,0	4,8	4,2
Ditiocarbamatos	10,0	4,8	8,3
Carbamatos	10,0	-	4,2
Derivados del cobre + ditiocarbamatos	5,0	4,8	4,2
Derivados del cobre + carbamatos	5,0	-	-
Ditiocarbamatos + acilalaninas	5,0	4,8	-
Benzimidazoles	5,0	4,8	4,2
Aminonucleósidos	5,0	4,8	4,2
Derivados del cobre	5,0	14,3	8,3
Fenóxidos	5,0	-	-
Difenileter	5,0	4,8	-
Estrobirulinas	5,0	4,8	4,2
Naturalyte	5,0	-	4,2
Piretroides	-	9,5	-
Derivados de las triazinas	-	4,8	4,2
Derivados del azufre	-	4,8	4,2
Cloronicotilínicos	-	4,8	-
Dinitroanilinas	-	-	4,2
Avermectinas	-	-	4,2
Triazoles	-	-	4,2
Derivados del estaño	-	-	4,2
Carbamatos + acetamidas	-	-	4,2

Cuadro 4. Contribución porcentual de los grupos químicos organoclorados y organofosforados dentro de los insecticidas en cada sistema de producción en el cultivo de cebolla en la depresión de Quíbor, estado Lara, Venezuela

Sistema de producción	Insecticidas	OC	%	OF	%	Total (OC + OF)
A	7	2	28,6	4	57,1	85,7 %
B	9	1	11,1	5	55,6	66,7 %
C	10	1	10,0	5	50,0	60,0 %

Cuadro 5. Cantidades aplicadas por hectárea por tipo de plaguicida y sistema de producción en el cultivo de cebolla en la depresión de Quíbor, estado Lara, Venezuela

Tipo	Unidad de medida	A	B	C
Fungicida líquido	Litro	9,20	8,60	59,50
Fungicida sólido	Kilogramo	77,30	51,55	120,95
Insecticida líquido	Litro	63,63	24,35	95,55
Insecticida sólido	Kilogramo		0,30	1,00
Herbicida	Litro	15,75	3,10	20,00

Holland y Rahman (1999) señalaron que en Nueva Zelanda, entre 1984 y 1998, se ha

producido una importante reducción en el uso de OF; sin embargo, en 1998 la agricultura de ese

país utilizó 267.500 kg de i.a. de insecticidas, de los cuales 150.000 kg eran OF (56,1 %). Destacaron que en el área de Waikato-Pukekohe donde se cultivan 5.400 hectáreas de cebolla, se utilizaron en promedio 4 kg de i.a.·ha⁻¹·año⁻¹ de insecticidas de los cuales 1,9 kg eran OF (47,5 %).

Stivers-Young et al. (2003) indicaron que en el estado de New York entre 1978 y 1998 el uso de insecticidas en cebolla declinó, pasando de un promedio de 5,4 a 1,5 kg i.a.·ha en 1998. Sin embargo, para todos los cultivos en conjunto, los OF representaron el 54 % del total de insecticidas usados. Garthwaite et al. (2003) señalaron que en el Reino Unido entre 1999 y 2003 el uso de insecticidas OF en cebolla decreció un 43%, mientras que el uso de piretroides aumentó un 12%. Entre 1991 y 1995 los OF eran

el principal grupo químico; sin embargo, su uso actual ha decrecido 87 % comparado con 1999, y 94 % comparado con 1991. La tasa de aplicación promedio de insecticidas fue de 0,44 kg·ha⁻¹ en 1991, mientras que en el 2003 fue de 0,12 kg·ha⁻¹.

En el presente estudio, los plaguicidas más tóxicos se ubicaron en el renglón de los insecticidas para todos los sistemas. En el sistema A, más de la mitad de los insecticidas eran moderadamente tóxicos (MT) y una tercera parte altamente tóxicos (AT). En el sistema B, dos tercios de los insecticidas eran MT, mientras que los AT y los extremadamente tóxicos (ET) totalizaron un 22% en forma conjunta. En el sistema C, los insecticidas AT y los ET sumaron un 40% en forma conjunta (Cuadro 6).

Cuadro 6. Grupo químico y toxicidad de los insecticidas utilizados en cada sistema de producción en el cultivo de cebolla en la depresión de Quíbor, estado Lara, Venezuela

Sistema	Nombre comercial	Ingrediente activo	Grupo químico	LD50 (mg·kg ⁻¹)	Toxicidad
A	Tracer 120 SC	Spinosad	Naturalyte	3738	Ligeramente tóxico
	Curacrom 500 EC	Profenofos 50%	Organofosforados	358	Moderadamente tóxico
	Difos 40	Dimetoato 38%	Organofosforados	150	Moderadamente tóxico
	Lorsban 4E EC	Clorpirifos	Organofosforados	135	Moderadamente tóxico
	Thionil 35 - E	Endosulfan 34%	Organoclorados	80	Moderadamente tóxico
	Amidor 60	Metamidofos 50%	Organofosforados	30	Altamente tóxico
	Concord	Metomilo	Carbamatos	17	Altamente tóxico
B	Trigard 75 WP	Cyromazina 75%	Derivados de triazinas	3300	Ligeramente tóxico
	Confidor 350	Imidacloprid	Cloronicotilínicos	450	Moderadamente tóxico
	Curacrom 500 EC	Profenofos 50%	Organofosforados	358	Moderadamente tóxico
	Difos 40	Dimetoato 38%	Organofosforados	150	Moderadamente tóxico
	Drago	Cipermetrina	Piretroides	250	Moderadamente tóxico
	Karate	Lambdacyhalotrina	Piretroides	144	Moderadamente tóxico
	Lorsban 4E EC	Clorpirifos	Organofosforados	135	Moderadamente tóxico
	Amidor 60	Metamidofos 50%	Organofosforados	30	Altamente tóxico
	Parathion E 50	Paration etil	Organofosforados	13	Extremadamente tóxico
C	Tracer 120 SC	Spinosad	Naturalyte	3738	Ligeramente tóxico
	Trigard 75 WP	Cyromazina 75%	Derivados de triazinas	3300	Ligeramente tóxico
	Blink 3E EC	Clorpirifos	Organofosforados	135	Moderadamente tóxico
	Curacrom 500 EC	Profenofos 50%	Organofosforados	358	Moderadamente tóxico
	Thionil 35 E	Endosulfan 34%	Organoclorados	80	Moderadamente tóxico
	Vertimec 1.8	Abamectina 1,8%	Avermectinas	-	Moderadamente tóxico
	Amidor 60	Metamidofos 50%	Organofosforados	30	Altamente tóxico
	Armado 25 CE	Carbosulfan	Carbamatos	250	Altamente tóxico
	Inisan 60	Monocrotofos	Organofosforados	14	Altamente tóxico
	Parathion E 50	Paration etil	Organofosforados	13	Extremadamente tóxico

Se observa que los productores de cebolla de Quíbor prefirieron los insecticidas de mayor toxicidad. Andrés et al. (1999) en la zona de Nueva Vizcaya, Filipinas, determinaron que el 90% de los agricultores utilizaba plaguicidas químicos y el 94% desconocía los peligros que supone para la salud la manipulación y exposición a éstos compuestos químicos. La mayoría de los insecticidas utilizados eran OF y carbamatos, empleándose en forma indiscriminada un total de 22 productos. En contraste, Dudley et al. (2002) tratando de identificar factores claves que contribuyen en la elección de un insecticida, realizaron encuestas a productores de cebolla en Texas, logrando establecer que el 60% escoge aquellos insecticidas menos peligrosos para los enemigos naturales de la plaga, reduciéndose por esta misma causa la frecuencia de aplicación. Señalaron también que el 46% se deja orientar por las casas comerciales en su elección, mientras que el 40% consideró la experiencia de otros productores. Sin embargo, esta actitud requiere de un conocimiento de los aspectos ambientales relacionados al uso de insecticidas.

Kovach et al. (1992) calcularon un algoritmo para cuantificar por anticipado a través de un coeficiente de impacto ambiental (EIQ), el efecto

del uso de un determinado insecticida sobre el trabajador expuesto, el consumidor y el ambiente. En productores de cebolla de Texas, la reducción del uso de sólo dos OF y el incremento de uso de piretroides logró una reducción del valor del EIQ de 83 a 31 entre 1990 y 1998, pudiéndose observar claramente la amenaza ambiental que representan los insecticidas OF.

En las tres etapas en que se dividió el ciclo del cultivo (semillero, trasplante y cosecha), todos los sistemas se usaron insecticidas químicos para el control de plagas. Se observó que la mayoría fueron utilizados en dosis superiores a las recomendadas por el fabricante. La inobservancia de las recomendaciones del fabricante, entre otros factores, actuó como agravante del manejo inadecuado de estos productos químicos.

En los sistemas A y C, los insecticidas usados en la etapa de semillero se aplicaron siguiendo las indicaciones del fabricante, mientras que en el sistema B, el 66,7 % de los productos aplicados se utilizaron con dosis por encima de las recomendadas. Asimismo, en las etapas de trasplante y cosecha, los sistemas utilizaron más del 70 % de los insecticidas con dosis superiores a las recomendadas (Cuadro 7).

Cuadro 7. Insecticidas aplicados con sobredosis por etapa del cultivo en cada sistema de producción en el cultivo de cebolla en la depresión de Quíbor, estado Lara, Venezuela

Sistema de producción	Etapa	Total de insecticidas	Insecticidas con sobredosis
A	Semillero	1	-
	Trasplante-80 días	6	4 (66,7 %)
	81 días-cosecha	5	4 (80,0 %)
B	Semillero	4	3 (75,0 %)
	Trasplante-80 días	4	3 (75,0 %)
	81 días-cosecha	3	3 (100 %)
C	Semillero	3	-
	Trasplante-80 días	7	5 (71,4 %)
	81 días-cosecha	7	6 (85,7 %)

El uso de cantidades de plaguicidas por encima de las recomendadas es un problema que afecta negativamente el ambiente y la calidad alimenticia y toxicológica del producto cosechado. Las principales causas de los niveles de residuos de plaguicidas encontrados en hortalizas son exceso de dosis, aplicación de los productos con mayor frecuencia de la recomendada y la inobservancia del tiempo recomendado entre la última aplicación

y la cosecha (OPS, 2001; Guerrero, 2003).

Los análisis aplicados a las muestras de cebolla detectaron la presencia del insecticida OF clorpirifos (éster, ácido fosforotioico 0,0 dietilo 0 3,5,6 tricloro 2 piridinil) en el 100% de las muestras del sistema A y B, y en el 25% de las muestras del sistema C. Los residuos detectados del insecticida clorpirifos estuvieron por debajo de los límites máximos permitidos por la FAO y la

EPA (0,05 y 0,5 mg·kg⁻¹, respectivamente). No hubo diferencias significativas ($P > 0,05$) entre las cantidades del insecticida detectado en los tres sistemas estudiados. El segundo insecticida detectado fue el dimetoato, pero en una sola muestra del sistema C, con valor de 0,02 mg·kg⁻¹. El valor de dimetoato estuvo por debajo del límite máximo del residuo (LMR) establecido por la FAO de 0,2 mg·kg⁻¹ (la EPA no tiene LMR para este insecticida). No se encontraron niveles de residuos de insecticidas OC, pero sí del herbicida OC butaclor, detectado en el 100% de las muestras de los sistemas B y C. Se encontraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$) entre los niveles hallados en los tres sistemas (Cuadro 8).

Cuadro 8. Niveles de residuos de clorpirifos y butaclor (mg·kg⁻¹) a partir del uso de plaguicidas en el cultivo de cebolla en la depresión de Quíbor, estado Lara, Venezuela

Sistema de producción	Clorpirifos	Butaclor
A	0,020 a	0,00 a
B	0,015 a	1,80 b
C	0,010 a	0,86 b

Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,01$)

Con relación al clorpirifos, en el sistema A se aplicaron 2,5 L en la etapa de trasplante-cosecha y 2,5 L en la etapa de 80 días-cosecha. En el sistema B se aplicaron un 2,0 L en la etapa de trasplante-cosecha y 2,0 L en la etapa de 80 días-cosecha. En el sistema C se aplicó 1,5 L en la etapa de 80 días-cosecha. En términos porcentuales, el clorpirifos representó el 16,4 % del total de insecticidas aplicados en el sistema B, el 7,9 % en el sistema A y el 1,57 % en el sistema C. A pesar de la relativa poca cantidad empleada de este insecticida en los diferentes sistemas, fue capaz de generar cantidades de residuos aun en su nivel más bajo de uso y que corresponde al del sistema C. Residuos de clorpirifos en diferentes hortalizas, incluyendo cebolla, han sido previamente reportados por Ritcey et al. (1991), Yun (1999) y Guerrero (2003).

En términos de volúmenes de uso para 1998, el clorpirifos era el insecticida número uno en el mundo. En Estados Unidos ha sido uno de los principales causantes de intoxicaciones agudas por insecticidas. En ese país, el metabolito primario

del clorpirifos, el 3,5,6 triclora 2 piridinol ha sido el segundo producto químico detectado con mayor frecuencia en los alimentos (RAPAL, 2002). Márquez (1999) reportó al insecticida clorpirifos junto con el piretroide cipermetrina como los dos insecticidas más usados en las zonas productoras de cebolla de Filipinas. Asimismo, Garthwaite et al. (2003) señalaron al clorpirifos como uno de los cinco insecticidas más usados en cebolla en el Reino Unido.

Respecto al dimetoato, éste es un insecticida OF sistémico y de contacto, moderadamente tóxico, con LD₅₀ oral de 150 mg·kg⁻¹. Residuos de este producto en hortalizas incluyendo cebolla han sido reportados por Abou-Arab (1999), Frank et al. (1990) y Sinha et al. (1992).

Para el butaclor (grupo de las cloroacetanilidas) no existen valores de LMR establecidos por la FAO o la Unión Europea. La EPA no los incluye por estar su uso prohibido en Estados Unidos. Esto implicaría que, en general, los residuos de butaclor encontrados en las muestras son inaceptables. Baran et al. (2004) estudiaron el comportamiento de los dos metabolitos del acetoclor (ácido etansulfónico y ácido oxalínico) en el suelo, encontrándose residuos del primero en profundidades hasta de 70 cm, y del segundo hasta de 20-30 cm. Residuos de ambos metabolitos fueron detectados en la superficie del suelo hasta 344 días después de su aplicación, indicando que existe cierto grado de conocimiento sobre la adsorción, lixiviación y degradación de estos productos en el suelo, pero muy poca información está disponible con respecto a las cloroacetanilidas en general. En los Estados Unidos, Reino Unido y Filipinas, las cloroacetanilidas están dentro de los herbicidas más utilizados en cebolla. Residuos del producto en cebolla han sido reportados por Tamiselvan y Sundararajan (1999).

En el presente ensayo el butaclor no fue reportado como utilizado por ninguno de los sistemas estudiados y en ninguna de las etapas en que se dividió el ciclo de cultivo el productor señaló su uso. Asimismo, el personal responsable de las aplicaciones con quien se estableció rutinas de chequeo tampoco mencionó su utilización. Esto induce a pensar, dada la persistencia característica de los organoclorados, que el campo pudo estar contaminado con anterioridad por aplicaciones realizadas en cultivos anteriores, convirtiéndose el

suelo en el último reservorio de residuos que tendrían que ser degradados o mineralizados por los microorganismos.

Oh et al. (2004) señalaron que la traslocación de residuos a los cultivos ha sido menor para las hortalizas de hojas que para los de raíz o los que crecen cerca del suelo, concluyendo que el comportamiento de las cloroacetanilidas en el suelo aún requiere de mucha investigación.

En general, los resultados de nuestro estudio permiten señalar que existe una relación entre el uso inadecuado de plaguicidas y la acumulación de residuos en el cultivo de cebolla en la depresión de Quíbor, estado Lara, Venezuela.

CONCLUSIONES

Los sistemas de producción estudiados hacen un uso inadecuado de los insecticidas en el control químico de plagas, lo cual se refleja en la diversidad y cantidad de los productos empleados a lo largo del ciclo de cultivo.

Los sistemas de producción compartieron similitudes en términos del manejo de insecticidas entre las que se destacan el uso mayoritario de insecticidas OF altamente tóxicos, uso de insecticidas OC y sobredosificación, independientemente de la presencia de la plaga, constituyéndose el control químico en la única alternativa técnica de la que hicieron uso.

Se detectaron residuos del insecticida clorpirifos en los tres sistemas estudiados. Sin embargo, los niveles de residuos encontrados estuvieron por debajo de los LMR permitidos por la FAO y la EPA. Asimismo, se detectaron residuos del herbicida OC butaclor en dos de los sistemas.

El uso inadecuado de plaguicidas tiene relación con la acumulación de residuos en el producto cosechado, afectando negativamente su calidad alimenticia y su seguridad toxicológica.

LITERATURA CITADA

1. Abou-Arab, A. 1999. Behavior of pesticides in tomatoes during commercial and home preparation. *Food Chemistry* 65(4): 509-514.
2. Andrés, G., E. Ortiz, E. Ramos, E. Fanuncio y N. Perante. 1999. Pesticide utilization in agricultural production in Nueva Vizcaya. *Proceedings of the Regional Research and Development Symposia. Los Baños. Philippines.* pp. 29-30.
3. Baran, N., C. Mouvet, T. Dagnac y R. Jeannot. 2004. Infiltration of acetochlor and two of its metabolites in two contrasting soils. *Journal of Environment Quality* 33: 241-249.
4. Castillo, J., E. Rojas, I. Montilla, M. Mujica, C. Bohórquez, I. Solórzano, H. Alvarado, D. Alcalá, C. Pereira, A. Villafañe, S. Fernández, J. Salas, J. Carrillo y R. Díaz. 1984. Diagnóstico de la agricultura de la zona de Río Tocuyo. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP). Barquisimeto. *Boletín* 630.9872. 54 p.
5. Díaz, R., J. Salas, H. González y M. Martínez. 1995. Producción de hortalizas. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP). Maracay. 208 p.
6. Dрамиński, W. y J. Zagorzycki. 1984. Evaluación de residuos de plaguicidas organoclorados y organofosforados en granos. *Asociación Venezolana para el Avance de la Ciencia. Acta Científica Venezolana* 35(1).
7. Dudley, T., M. Smith, K. Harris y T. Liu. 2002. Adoption a pest management practices by vegetable growers: A case of study. *American Entomologist* 48(4): 236-242.
8. EPA (Environmental Protection Agency). 2004. Residue limits on food. <http://www.epa.gov/pesticides/a-z/index.htm>. Consulta del 07/05/07.
9. Epstein, L. y S. Bassein. 2003. Patterns of pesticide use in California and the implications for strategies for reduction of pesticides. *Annual Reviews Phytopathology* 41(23): 1-23.
10. FAO. 2004. Pesticide Residues in Food. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://faostat.fao.org/faostat/servlet/Pesticide/>. Consulta del 07/05/07.
11. Frank, R., H. Braun y B. Ripley. 1990.

- Residues of insecticides and fungicides on Ontario grown vegetables, 1986-1988. *Food, Additives and Contaminants* 7(4): 545-554.
12. Garthwaite, D., M. Thomas, A. Dawson, H. Stoddart y H. Anderson. 2003. Pesticide usage survey report 195. Outdoor Vegetable Crops in Great Britain. Department for Environment, Food and Rural Affairs. Edinburgh. Scotland. 104 p.
 13. Guerrero, J. 2003. Estudio de residuos de plaguicidas en frutas y hortalizas en áreas específicas de Colombia. *Agronomía Colombiana* 21(3): 198-209.
 14. Holland, P. y A. Rahman. 1999. Review of trends in agricultural pesticide use in New Zealand. Ministry of Agriculture and Forestry Policy. Technical Paper 99/11.
 15. Kovach, J., C. Petzoldt, J. Degni y J. Tette. 1992. A method to measure the environmental impact of pesticides. New York Agricultural Experiment Station Bulletin 139. Cornell University, NY. 8 p.
 16. Márquez, L. 1999. An economic evaluation of the health and environmental benefits of the IPM program (IPM CRSP) in Philippines. Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University. Tesis. 150 p.
 17. MAT (Ministerio de Agricultura y Tierras). 2005. Anuario Estadístico Agropecuario. Rubro Cebolla. UEMAT-Lara. Circuitos Agroalimentarios. Barquisimeto. Venezuela.
 18. Oh, B.Y., Q.X. Li y J.H. Kim. 2004. Monitoring and assessment of pesticide residues in major river, arable soil and agricultural produce in Korea. *In: Ro y Park (eds.). Proc. Int. Symposium on Ass. and Rational Management of the Agro-ecosystem for Clean and Friendly Future Env. Research Institute for Agricultural & Life Sciences. Seoul National University. Seoul, Korea. pp. 1-29.*
 19. OPS (Organización Panamericana de la Salud). 2001. Diagnóstico de la exposición y efectos del uso de los plaguicidas: Matagalpa. <http://www.ops.org.ni/Plaguicidas/>. Consulta del 07/05/07
 20. RAPAL (Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina). 2002. Clorpirifos. Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas. Boletín 59.
 21. RDE (Real Decreto Español). 2003. Métodos de muestreo para el control de residuos de plaguicidas en los productos de origen animal y vegetal. Real Decreto 290. Boletín Oficial Español 58.
 22. Ritcey, G., F. Cejen, H. Braun y 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). *Journal of Economic Entomology* 84(4): 1339-1343.
 23. RTCR (Reglamento Técnico de Costa Rica). 1998. Toma de muestras para análisis de residuos de plaguicidas en los cultivos vegetales. Reglamento Técnico 213. Diario Oficial la Gaceta de Costa Rica. N° 178.
 24. Sinha, S., A. Chakrabarti, N. Agnihotri, H. Jain y V. Gajbhiye. 1992. Field evaluation of synthetic pyrethroids against thrips, *Thrips tabaci* (Lind.) on onion and their residues. *Indian Journal of Entomology* 54(1): 44-47.
 25. Srinivasen, S. y S. Lingappa. 1986. Dissipation of monocrotophos residues in onion crop. *Pesticides* 20(3): 31-33.
 26. Stivers-Young, L., T. Kuhar y M. Hoffmann. 2003. Pesticide use changes in New York vegetables: 1978 to 1998. *Journal of Extension* 41(2). Versión electrónica.
 27. Tagliaferro, Z., C. Ludewig, M. Mujica, H. Falcón, E. Ugel, J. Canelón et al. 1999. Evaluación y vigilancia del uso de plaguicidas sobre la salud de la población del valle de Quibor. Monografía. Decanato de Medicina. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto. 82 p.

28. Tagliaferro, Z. 2002. Niveles de Organoclorados en leche materna en población de caseríos parcialmente expuestos a plaguicidas del valle de Quíbor. Tesis. Decanato de Medicina. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto. 48 p.
29. Tamiselvan, C. y R. Sundararajan. 1999. Terminal residues of metolachlor in groundnut (*Arachis hypogaea*), soybean (*Glycine max*) and onion (*Allium cepa*). Indian Journal of Agricultural Sciences 64(7): 495-497.
30. Ware, G. y D. Whitacre. 2004. An Introduction to Insecticides. The Pesticide Book. Meister Pub. Willoughby, Ohio.
31. Yun, S. 1999. Changes in Residual chloropyrifos concentrations during fermentation of kimchi. Korean Journal of Food Science and Technology 21(4): 590-594.