Los Plaguicidas

Impactos en producción, salud y medio ambiente en Carchi, Ecuador

Editores
David Yanggen, Charles Crissman
y Patricio Espinosa

El Centro Internacional de la Papa (CIP) es una institución científica, sin fines de lucro, dedicada a incrementar la producción sostenible de la papa, el camote, y otras raíces y tubérculos en el mundo en procesos de desarrollo, y a mejorar el manejo de los recursos naturales en los Andes y en otras zonas de montaña. El CIP forma parte de la red global de investigación agrícola conocida como el Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR).

El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) es una institución ecuatoriana encargada de generar, validar y transferir tecnologías apropiadas, orientadas al incremento de la producción y la productividad de los sistemas de pequeños, medianos y grandes productores. Propicia el uso adecuado de los recursos de suelos, hídricos y agroforestales, así como la preservación de los recursos naturales y el medio ambiente, a fin de contribuir al desarrollo sostenible del sector agropecuario.

LOS PLAGUICIDAS

Impactos en producción, salud y medio ambiente en Carchi, Ecuador

LOS PLAGUICIDAS

Impactos en producción, salud y medio ambiente en Carchi, Ecuador

Editores
David Yanggen, Charles Crissman y Patricio Espinosa

Centro Internacional de la Papa
Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias
Ediciones Abya-Yala
2003

Revisión de texto
Elizabeth Rosero, Agenor Martí, Soledad Bastidas, Roberto Valdivia, Raúl Jaramillo

Diseño y diagramación
José Jiménez

Portada
Raúl Yépez y José Jiménez

Fotografías
Centro Internacional de la Papa
Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

PRIMERA EDICIÓN

Centro Internacional de la Papa
Apartado 1558
Lima 12, Perú
Telf: +51-1-349-6017
Fax: +51-1-317-5326
E-mail: cip@cgiar.org
Web: www.cipotato.org

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias
Estación Experimental Santa Catalina
Panamericana Sur Km. 17 1/2
Casilla: 17-10-340
Quito-Ecuador
Telf: +593-2-269-0691
Fax: +593-2-269-0692
E-mail: iniap@iniap-ecuador.gov.ec
Web: www.iniapecuador.gov.ec

Ediciones Abya-Yala
Av. 12 de octubre 14-30 y Wilson
Casilla 17-12-719
Telf: +593-2-562-633
Fax: +593-2-506-255
Quito-Ecuador
E-mail: editorial@abyayala.org
Web: www.abyayala.org

Esta obra debe citarse así:
David Yanggen, Charles Crissman y Patricio Espinosa (eds). 2003. Los Plaguicidas: Impactos en producción, salud y medio ambiente en Carchi, Ecuador. CIP e INIAP. 199 pp.

© Centro Internacional de la Papa, 2003
Primera edición: Abril 2003
Número de derecho de autor: 017511
ISBN:-9978-22-282-0

INDICE

Lista de tablas, figuras y cuadros . . . . . **vii**
Dedicatoria . . . . . **xi**
Prólogo . . . . . **xiii**
Agradecimientos . . . . . **xv**
Presentación **1**

INTRODUCCIÓN
Charles Crissman, Stephen Sherwood y David Yanggen

Retos modernos de la producción de papa en Carchi **3**
Formulación de políticas de regulación de plaguicidas: ¿proceso racional o proceso politizado? **4**
El debate actual: intereses y resultados **5**
La agricultura sostenible: tecnologías nuevas e investigación interdisciplinaria **6**

Capítulo 1
EL USO DE PLAGUICIDAS EN LA PRODUCCIÓN DE PAPA EN CARCHI
Charles Crissman, Patricio Espinosa y Víctor Hugo Barrera

Introducción **9**
La papa en el Ecuador **9**
Tecnología de producción y plagas de la papa **10**
Producción de papa en Carchi **14**
Plaguicidas y su uso **17**
Resumen y conclusiones **23**
Bibliografía **24**

Capítulo 2
CONOCIMIENTOS, ACTITUDES Y PRÁCTICAS DE MANEJO DE PLAGUICIDAS DE LAS FAMILIAS PRODUCTORAS DE PAPA
Patricio Espinosa, Charles Crissman, Verónica Mera-Orcés, Myriam Paredes y Lilián Basantes

Introducción **25**
La encuesta al agricultor **26**
Principales métodos de control de plagas y conocimientos sobre éstos **29**
Compra y almacenamiento de los plaguicidas **31**
Aplicación de los plaguicidas **32**
Contaminación por plaguicidas **38**
Conocimientos y percepciones de las mujeres **40**
Conclusiones **47**
Bibliografía **48**

Capítulo 3

PLAGUICIDAS EN EL MEDIO AMBIENTE

Jetse Stoorvogel, Raúl Jaramillo, Ramiro Merino y Sarian Kosten

Introducción **49**
Rutas de transporte de plaguicidas en el medio ambiente **50**
Modelaje del movimiento de plaguicidas en suelos **53**
Variabilidad de suelos **54**
Evaluación de los plaguicidas de mayor riesgo ambiental **56**
El carbofurán en el área del Carchi **58**
Persistencia y absorción del carbofurán en Carchi **62**
Análisis mecanístico de la lixiviación de carbofurán **64**
Regulaciones políticas y discusión **65**
Bibliografía **68**

Capítulo 4

PRESENCIA DE PLAGUICIDAS EN EL TRABAJO AGRÍCOLA, EN LOS PRODUCTOS DE CONSUMO Y EN EL HOGAR

Ramiro Merino y Donald Cole

Introducción **71**
Métodos para estudiar la exposición a plaguicidas en seres humanos **71**
Proyectos de investigación sobre exposición **74**
Selección de plaguicidas **74**
Exposición ocupacional durante labores agrícolas **77**
Métodos **77**
Resultados **79**
Determinación de carbofurán en papas **81**
Interpretación de los resultados de los análisis de papa **83**
Determinación de carbofurán en agua **84**
Resultados **85**
Senderos de exposición a plaguicidas en el hogar **86**
Pruebas piloto de detección de carbofurán en casas **87**
Métodos analíticos **88**
Resultados **88**
Senderos mostrados por trazadores fluorescentes **89**
Métodos analíticos **89**
Interpretación de los resultados del estudio con trazadores fluorescentes **90**
Conclusiones **90**
Bibliografía **93**

Capítulo 5

INTOXICACIONES POR PLAGUICIDAS:
INCIDENCIA E IMPACTO ECONÓMICO

Donald Cole y Verónica Mera-Orcés

Introducción **95**
Intoxicaciones registradas en el grupo de papicultores y sus familias **96**
Métodos **96**
Resultados **96**
Vigilancia activa de las intoxicaciones reportadas **96**
Métodos **96**
Resultados **97**
Impactos económicos **99**
Métodos **99**
Resultados **100**
Análisis de los informes oficiales de salud **102**
Métodos **102**
Resultados **102**
Datos oficiales sobre muertes causadas por el uso de plaguicidas **108**
Análisis **109**
Bibliografía **113**

Capítulo 6

EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN NERVIOSA PERIFÉRICA Y NEUROCONDUCTUAL DE LOS AGRICULTORES EXPUESTOS A PLAGUICIDAS

Donald Cole, Fernando Carpio, Jim Julian y Ninfa León

Resumen **115**
Introducción **116**
Métodos **117**
Resultados **122**
Análisis **128**
Bibliografía **132**

Capítulo 7

PLAGUICIDAS, SALUD Y PRODUCTIVIDAD DE LOS AGRICULTORES

John Antle, Donald Cole y Charles Crissman

Introducción **135**
El estudio **136**
Bibliografía **146**

Capítulo 8

RELACIONES DE INTERCAMBIO EXISTENTES ENTRE AGRICULTURA, MEDIO AMBIENTE Y SALUD HUMANA CON EL USO DE PLAGUICIDAS

Charles Crissman, David Yanggen, John Antle, Donald Cole, Jetse Stoorvogel, Víctor Hugo Barrera, Patricio Espinosa y Walter Bowen

Introducción **147**
Políticas que influyen en el uso de plaguicidas **148**
Metodología de Análisis de Relaciones de Intercambio (ARI) **151**
Aplicación del Modelo ARI: escenarios de plaguicidas **155**
Resultados del ARI **158**
Resumen y conclusiones **161**
Bibliograflía **162**

Capítulo 9

ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN PARA REDUCIR LOS RIESGOS CAUSADOS POR PLAGUICIDAS

Stephen Sherwood, Donald Cole y Myriam Paredes

Resumen **163**
Retos para la reducción de plaguicidas **164**
EcoSalud: manejo seguro de plaguicidas e intervenciones de MIP para mejorar la integridad del ecosistema. Conceptos y prácticas **165**
Lecciones aprendidas **174**
¿Cómo mejorar las estrategias? **179**
Bibliografía **184**

Capítulo 10

LECCIONES Y SUGERENCIAS PARA EL FUTURO

David Yanggen, Charles Crissman, Stephen Sherwood y Donald Cole

Introducción **188**
Resultados específicos **188**
Conclusiones **195**
Bibliografía **196**
Acerca de los Autores **197**

INDICE DE TABLAS, FIGURAS Y CUADROS

TABLAS

Capítulo 1

1.1 Porcentaje de producción total de papa en varias provincias y en diferentes años 10
1.2 Costos de producción de papa por hectárea y ciclo de cultivo (1990-1992) 16
1.3 Días de trabajo por género y actividad en la producción de papa (1990-1992) (por hectárea y ciclo de cultivo) 17
1.4 Costos de plaguicidas por hectárea 18
1.5 Plaguicidas usados en la producción de papa (1990-1992, muestra de 40 agricultores) 19
1.6 Elasticidades estimadas de producción de papa 22

Capítulo 2

2.1 Caracterización de los estilos agrícolas de los pequeños productores de Carchi 28
2.2 Precauciones utilizadas para la aplicación de plaguicidas 34
2.3 Calificación de las opciones de contaminación durante la mezcla de plaguicidas 38
2.4 Calificación por hombres de las opciones de contaminación durante la fumigación 39
2.5 Calificación por mujeres de las opciones de contaminación durante la fumigación 42
2.6 Fuente de agua para los distintos usos 44
2.7 Apreciación del contenido de plaguicidas en las diferentes fuentes de agua 44

Capítulo 3

3.1 Propiedades importantes de los plaguicidas comúnmente aplicados en el cultivo de la papa 57
3.2 Concentración de carbofurán detectada en aguas de suelos 60
3.3 Concentración de carbofurán detectada en aguas superficiales 61

Capítulo 4

4.1 Deposición total de plaguicidas (mg/kg peso corporal) por concentración y tarea (media (SD), rango, (n)) 80
4.2 Fracción de deposición total (%) por área y tarea (media (SD)) 81
4.3 Presencia de carbofurán en diferentes fuentes de agua 85
4.4 Presencia de carbofurán en caso de un pequeño productor de papa 88
4.5 Presencia de carbofurán en caso de un mediano productor de papa 88

Capítulo 5

5.1 Casos de intoxicación con plaguicidas en vigilancia activa e incidencia anual (100.000) estandarizado por edad y género (Montúfar. junio 1991 a mayo 1992) 98
5.2 Atención privada a la salud y costos relacionados (en US$) reportados en casos de envenenamiento con plaguicidas identificados con vigilancia activa (Montúfar, noviembre 1991 a mayo 1992) 101
5.3 Días reportados e ingresos pérdidos en casos de envenenamiento con plaguicidas en el trabajo, identificados con vigilancia activa (Montúfar, noviembre 1991 a mayo 1992) 101
5.4 Causas de hospitalización en el Hospital de San Gabriel en 1999 104

Capítulo 6

6.1 Características personales por grupo de exposición a plaguicidas 123
6.2 Otras exposiciones relevantes y medidas relacionadas con plaguicidas por grupo de exposición . 124
6.3 Resumen de exposiciones a plaguicidas por grupo de exposición 125
6.4 Síntomas y signos neurológicos periféricos por grupo de exposición con plaguicidas 126
6.5 Resumen de predictores del modelo lineal para los resultados neurológicos periféricos 127
6.6 Puntajes de dominio funcional neuroconductual y puntajes globales (ajustados y normalizados con referentes) 129

Capítulo 7

7.1 Resumen estadístico de datos de producción de papa 138

Capítulo 8

8.1 Factores relacionados con los precios y otras políticas que fomentan el uso de plaguicidas 149

Capítulo 9

9.1 Comparación entre el sistema convencional de extensión agrícola y las Escuelas de Campo de Agricultores 173
9.2 Balance costo-beneficio del MIP obtenido en tres Escuelas de Campo de Agricultores en Carchi (por hectárea) 174
9.3 Oportunidades de intervención de acuerdo con los estilos agrícolas de los pequeños productores de Carchi 180

FIGURAS

Capítulo 3

3.1 Rutas de transporte de los plaguicidas en el medio ambiente 50
3.2 Diferencias topográficas en Carchi en la zona de estudio. 54
3.3 Variación de tipos de suelos en Carchi 55
3.4 Lixiviación de carbofurán y metamidofos, en Carchi. 58
3.5 Posiciones de toma de muestras de agua (alta, intermedia y baja) 59
3.6 Variación de la materia orgánica en Carchi 64
3.7 Concentración máxima de carbofurán bajo el área de enraizamiento 65

Capítulo 5

5.1 Causas de intoxicación (según género) registradas en el Hospital de San Gabriel de 1997 a 1999 105
5.2 Número de hospitalizaciones por intoxicación con plaguicidas (según edad y género) desde 1997 hasta 1999 en el Hospital de San Gabriel 106
5.3 Causas de muerte en hombres y mujeres registradas en 1997 hasta 1999 en el Hospital de San Gabriel y en la Intendencia Política de Montúfar. 108
5.4 Pirámide de intoxicaciones con plaguicidas en la población rural 112

Capítulo 7

7.1 Efectos simulados del impuesto gravado a plaguicidas sobre la salud de los agricultores medidos en relación con el puntaje neuroconductual medio 143
7.2 Efecto del impuesto a los plaguicidas sobre los costos variables promedio de la producción 144

Capítulo 8

8.1 Curvas de relaciones de intercambio 152
8.2 Elementos del modelo ARI. 154
8.3 Curva de Intercambio Salud y Ganancias con Tecnología de Base 158
8.4 Escenarios de MIP y ropa de protección 159
8.5 Curva de Intercambio Lixiviación y Ganancias con Tecnología de Base y MIP 160

CUADROS

Capítulo 5

5.1 Intoxicaciones infantiles con plaguicidas: historias seleccionadas en una comunidad 111

Capítulo 9

9.1 Foro público sobre los costos asociados al uso de plaguicidas. 168
9.2 Más allá de la transferencia de tecnología:
ejemplos de mejoras en el trampeo de gusano blanco. 171
9.3 Comentarios de egresados sobre las Escuelas de Campo de Agricultores 172

Capítulo 10

10.1 Recomendaciones del Comité Técnico de Plaguicidas. 194

DEDICATORIA

A la memoria de Verónica Mera-Orcés

PRÓLOGO

La Cumbre del Milenio que tuvo lugar en Johannesburgo el año pasado estableció los "Retos del Milenio" que identifican las prioridades para lograr un desarrollo sostenible para el planeta. Es evidente hoy en día que el desarrollo no implica solo un aumento en la producción de bienes y servicios. Los Retos del Milenio identifican los múltiples aspectos del desarrollo sostenible que incluyen pobreza, hambre, salud humana, educación y ambiente, entre otros.

La agricultura del siglo veintiuno va a tener un papel central para contribuir a estas diversas metas del desarrollo sostenible. Este libro es un ejemplo importante del tipo de análisis que la investigación agrícola puede proporcionar para ayudar a lograr estos objetivos. Es un análisis holístico e integrado de los múltiples aspectos de la sostenibilidad de la agricultura. Analiza las complejas relaciones entre la producción agrícola, la salud humana y el medio ambiente en un estudio de caso exhaustivo de la producción de papa en la provincia del Carchi en Ecuador.

Este libro gira específicamente alrededor del tema del uso de los plaguicidas. Los plaguicidas han mostrado una capacidad importante de aumentar rendimientos de los cultivos y ha habido una explosión en su uso desde la segunda guerra mundial no sólo en los países industriales sino también en muchas áreas del mundo en desarrollo. No obstante, hay preocupaciones serias acerca de sus impactos sobre otros aspectos del desarrollo, en particular sobre la salud humana y el ambiente.

El objetivo a priori de este libro no es tomar una posición a favor o en contra del uso de los plaguicidas. El objetivo más bien es proporcionar análisis científico que permite a los individuos y diversos grupos de la sociedad a tomar decisiones más informadas sobre el uso de los plaguicidas y generalmente como lograr los diversos objetivos de un desarrollo sostenible que contribuya a mejorar el bienestar humano en este nuevo milenio. Esperemos que los estudios presentados en este libro ayuden al lector a participar más activamente y con mayor información en estos debates acerca del futuro de todos nosotros.

Hubert Zandstra
Director General del
Centro Internacional de la Papa

Gustavo Enríquez
Director General del Instituto Nacional
Autónomo de Investigaciones Agropecuarias

AGRADECIMIENTOS

En este esfuerzo multi-institucional participaron tantas personas que sería difícil agradecer a todos. Primeramente, los Editores desean expresar su aprecio a los agricultores y sus familias de la Provincia de Carchi por su paciencia y colaboración en las diversas actividades de investigación e intervención que fueron conducidas en sus comunidades durante los diez años de esta iniciativa. Sin su buena voluntad y confianza en nuestras organizaciones, no se hubiera podido realizar este conjunto de estudios y lograr sus correspondientes lecciones para el bien del país.

En adición a los autores de los capítulos del libro, queremos agradecer a las siguientes personas por sus diversas contribuciones a los estudios realizados y trabajo de campo:

Jaime Andrade, Kent Anger, Eduardo Arízaga, Magaly Aspiazu, Susana Barriga, Peter Berti, Jadira Bolaños, Mercedes Bolaños, Víctor Bravo, Fernando Chamorro, Ramiro Castro, Neidy Clavijo, Juan Córdova, Gerardo Heredia, Gerben de Vries, Luis Escudero, Raúl Harari y su equipo de IFA, Francis Hoogerwerf, Jan Peter Lesschen, Marloes Kortekass, Jim Julian, Pim Joris Kantebeen, Matt Keifer, Lammert Kooistra, Julia Kraseveck, Magadelena López, David Meerbach, Erik Meyles, Fabian Muñoz, Koen Overmars, Rocío Pastor, Manuel Pumisacho, Mariana Pérez, Susan Poats y el equipo de MANRECUR, David Quishpe, Raúl Ramos, Jovanny Suquillo, Jennifer Swenson, Francien van Soest, Franklin Valverde, Martijn Veen, y un agradecimiento especial a todos los miembros del Consorcio Carchi.

Las investigaciones reportadas aquí tienen su origen en un proyecto financiado por la Fundación Rockefeller. Posteriormente, las actividades fueron continuadas con el apoyo del Programa Colaborativo de Apoyo a Investigación-Manejo de Suelos (el SM-CRSP) y Manejo Integrado de Plagas (IPM-CRSP) de la Agencia Internacional de Desarrollo de los Estados Unidos de América (USAID) y el Programa de Salud de Ecosistemas del Centro Internacional para la Investigación y Desarrollo (CIID) de Canadá, el Fondo de Desarrollo de Métodos de Investigación Ecoregional de los gobiernos de Los Países Bajos y Suiza y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO-TCP / ECU0067)

David Yanggen, Charles Crissman y Patricio Espinosa
Los editores

PRESENTACIÓN

Los estudios contenidos en este libro giran en torno a cuatro temáticas generales: familias rurales y plaguicidas (capítulos 1 y 2), presencia de plaguicidas en el ambiente, el trabajo y el hogar (capítulos 3 y 4); impactos en la salud humana (capítulos 5 y 6) y recomendaciones sobre políticas y estrategias de intervención (capítulos 7, 8, y 9). El capítulo 10 es un resumen de los hallazgos más importantes presentados en el libro.

En la primera sección, sobre familias rurales y plaguicidas, Crissman et al. analizan en el capítulo 1 el desarrollo histórico y el uso actual de pesticidas. Incluye también un análisis económico de su rentabilidad. El capítulo 2, escrito por Espinosa et al. presenta los resultados de un estudio de conocimientos, actitudes y prácticas de manejo de plaguicidas en los hogares rurales.

En la segunda sección, sobre la presencia de plaguicidas en el ambiente, Stoorvogel et al. analizan en el capítulo 3 el movimiento de plaguicidas a través de los suelos y su presencia en el agua. Los senderos de contaminación de plaguicidas están examinados por Merino y Cole en el capítulo 4. Su análisis se enfoca en el hogar agrícola, el consumo de la papa y en los lugares donde se trabaja con plaguicidas.

A continuación, en la sección sobre salud humana, Cole y Mera-Orcés examinan detalladamente, en el capítulo 5, las incidencias de intoxicaciones por plaguicidas en hogares agrícolas. Incluyen también un análisis económico de las consecuencias de estos envenenamientos. Una evaluación de las consecuencias a largo plazo sobre la salud, en términos de impactos sobre la función nerviosa periférica y neuro-conductual, la presentan Cole et al., en el capítulo 6.

La última sección sobre políticas y estrategias de intervención empieza con el capítulo 7, de Antle et al. En este capítulo, los autores analizan cómo los problemas de salud afectan la productividad de los agricultores y aplican el llamado Modelo de Análisis de Relaciones de Intercambio (ARI) para identificar el diseño más eficiente de políticas para remediar estos problemas. En el siguiente capítulo, de Crissman et al. usan el modelo ARI para analizar más en detalle las políticas que influyen en los resultados económicos, ambientales y de salud humana del uso de plaguicidas. En este caso, se analizan tanto opciones tecnológicas como políticas económicas. En el capítulo 9, Sherwood et al. presentan sus experiencias con intervenciones para reducir los riesgos en el uso de plaguicidas. Ellos aplican metodologías para lograr

una participación activa de las comunidades mismas en la búsqueda de soluciones a los problemas asociados con la exposición a plaguicidas y la productividad en general.

David Yanggen, Charles Crissman y Patricio Espinosa
Los editores

INTRODUCCIÓN

Charles Crissman, Stephen Sherwood y David Yanggen

Retos modernos de la producción de papa en Carchi

Las tendencias nacionales del cultivo de papa demuestran que este rubro es un buen negocio en la provincia de Carchi, ubicada en el Norte del Ecuador. Es así que, debido a las bondades de esta planta nativa, un porcentaje importante de agrícultores ha adquirido bienes materiales e incluso ha conseguido dar a sus hijos estudios superiores. No obstante, su cultivo también ha impuesto costos no mensurables en términos económicos a estas mismas familias y al ecosistema de la provincia. Este libro da una mirada muy cercana a estos problemas, a sus raíces y propone recomendaciones sobre cómo minimizarlos.

Aunque la papa ha sido un cultivo básico en los Andes durante milenios, sólo en tiempos recientes presiones poblacionales han conducido a una intensificación agrícola basada en el uso de insumos externos, especialmente de agroquímicos y a la mecanización, el monocultivo y períodos de barbecho más cortos. El empleo de tecnologías en cuanto a la aplicación de plaguicidas y fertilizantes ha permitido un aumento en la producción de papa en muchos lugares, pero ha tenido a la vez impactos en la salud del ecosistema y ha expuesto a los agricultores a nuevas sustancias tóxicas. Además, esta intensificación ha contribuido a la marcada reducción de biodiversidad de papas. Así mismo, la labranza mecanizada ha fomentado la erosión física del suelo y su compactación.

En muchos sentidos, las condiciones modernas resultan en una mayor inestabilidad, tanto económica como ecológica. La dependencia de los agricultores en el uso de insumos comprados junto con fluctuaciones importantes de los precios causan que los agricultores pierdan frecuentemente dinero. Ecológicamente, hay reducciones en la fertilidad de los suelos y un aumento de problemas de plagas. Esta es la situación precaria actual de los agricultores en Carchi.

Los efectos de la perturbación ecológica en Carchi son particularmente evidentes con la presencia de la enfermedad conocida localmente como *Lancha* o *tizón tardío*, causada por el patógeno *Phytophthora infestans*. La lancha causó la hambruna en Europa en 1840 cuando el patógeno llegó a Irlanda desde su centro de origen en México. En Irlanda, el patógeno no tenía enemigos naturales y no había variedades

resistentes. Como resultado, la enfermedad se diseminó rápidamente entre las papas, y causó la muerte de más de un millón de personas por hambre y un número similar de personas se vio obligado a emigrar, lo cual representaba un 50 por ciento de la población de Irlanda en aquel entonces. A principios del siglo XX, el patógeno llegó a Sur América, donde, en lugares como Carchi, ha causado epidemias continuas. Como resultado, hoy día en Carchi, es difícil, sino imposible, cultivar la papa sin aplicaciones regulares de fungicidas.

La lancha, tanto como el gusano blanco de la papa *(Premnotrypes vorax)* representan retos especiales para los agricultores por múltiples razones: el alto riesgo de pérdida del cultivo, la naturaleza no visible del patógeno o gusano en el suelo, la falta de enemigos naturales efectivos y el número limitado de tácticas efectivas de manejo. Dada la presión demográfica y la escasez relativa de tierras, las mejoras en la producción no podrán resultar de descansos más largos entre cultivos o de la expansión de la frontera agrícola, sino de un manejo más intensivo de tierras ya en producción. Los agricultores necesitan adoptar sistemas de producción que aumenten la cosecha por área y que a la vez incrementen la fertilidad de sus campos. El futuro no sólo puede depender de un mayor uso de insumos químicos, sino más bien de un manejo más holístico del agroecosistema. Este manejo holístico requiere una nueva conciencia sobre el entorno y nuevos conocimientos, que combinen la sabiduría tradicional con el conocimiento científico moderno.

Actualmente, los procesos de liberalización y ajuste estructural de la economía del país han resultado en fuertes reducciones en los servicios públicos de extensión e investigación. Tales cambios han delegado mayor responsabilidad a las comunidades rurales. Como resultado, los procesos actuales de innovación agrícola demandan más participación y liderazgo por parte de los agricultores y nuevas formas de organización entre comunidades, extensionistas e investigadores para mejorar el intercambio de experiencias y fortalecer la capacidad local.

Formulación de políticas de regulación de plaguicidas: ¿proceso racional o proceso politizado?

Los plaguicidas siguen siendo una preocupación central de la agricultura moderna. A principios de 1991, el Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuaria estuvo trabajando en un proyecto de reforma a la Ley de Pesticidas. Entre otras cosas; el proyecto contemplaba la prohibición de uso de ciertos productos químicos, como el insecticida carbofurán, un carbamato ampliamente utilizado por los agricultores de papa para controlar el gusano blanco y por productores de banano para controlar nemátodos. Debido a su toxicidad humana, la EPA (Agencia de Protección del Medio Ambiente) de los Estados Unidos (U.S. EPA, 1988) controla la formulación líquida de carbofurán y restringe su uso solamente a aplicadores con licencia y a un número limitado de cultivos. Organizaciones no Gubernamentales (ONGs) ambientalistas mantuvieron en audiencias públicas y en la prensa que los productores de papa hacían

un uso excesivo de carbofurán, lo cual causaba contaminación ambiental y solicitarón su prohibición.

Los gremios agrícolas y la industria de plaguicidas, por su parte, tomaron posiciones opuestas. Plantearon que el carbofurán es un componente esencial en el sistema de producción actual. Debido a la falta de substitutos, mantuvieron que su prohibición tendría consecuencias adversas en los rendimientos y a su vez, en los ingresos de los agricultores. Además, como consecuencia, los precios para los consumidores podrían subir sustancialmente. Los precios altos perjudicarían más a los pobres rurales de la Sierra, donde la papa es el alimento básico. Merece notar que, quizás debido a la falta de organización entre los actores del sector de la salud, los argumentos de impactos en la salud humana no estuvieron presentes en el debate. El uso de carbofurán no fue regulado en 1991, y en 2002 sigue siendo utilizado en la producción de la papa.

Este debate resalta las brechas en los conocimientos sobre los impactos de los plaguicidas y en el análisis de las políticas agrícolas, ambientales y de salud pública. La producción agrícola, calidad ambiental y salud humana están íntimamente conectadas. Tanto en países industrializados como en países en vías de desarrollo, los plaguicidas y fertilizantes inorgánicos son ampliamente reconocidos por su contribución al aumento de la productividad agrícola, pero su uso está frecuentemente ligado a contaminación ambiental y efectos adversos en la salud del trabajador agrícola y de los consumidores. Hay pocas tecnologías que mejoran todos los aspectos económicos, ambientales y de salud humana que preocupan al público. El uso de la gran mayoría de tecnologías implica una relación de intercambio entre estas diversas preocupaciones sociales. Por lo tanto, el análisis de políticas debe enfocarse a cuantificar todos los impactos importantes para la sociedad y así ayudar a los dirigentes gubernamentales a tomar decisiones informadas.

El debate actual: intereses y resultados

El debate no ha desaparecido y los intereses económicos siguen siendo importantes. El valor de las importaciones de plaguicidas a nivel nacional se ha incrementado desde $37 millones a más de $100 millones durante la década posterior a este debate. La papa continúa siendo un eje importante de la economía rural de la Sierra: una hectárea de papa en Carchi requiere alrededor de 160 jornales y con 15.000 hectáreas sembradas en la provincia, esto implica 2.000.000 de jornales, una fuente importante de empleo e ingresos para las familias rurales. Los agricultores de nuestro estudio (ver capítulo 1) invierten como promedio $200 en plaguicidas por hectárea, lo cual extrapolado al nivel de la provincia, implica una inversión de más de $3.000.000 en plaguicidas, sólo en el rubro papa. Por lo tanto, propiciar un nuevo debate con implicaciones económicas tan importantes para ciertos sectores puede fomentar un conflicto de intereses. No obstante, la situación actual es alarmante y demanda la atención del público en general.

Este libro presenta resultados y análisis de una serie de investigaciones realizadas sobre los impactos del uso de plaguicidas en el cultivo de papa en Carchi. Nuestras investigaciones encontraron altos costos en la salud de las familias dedicadas a este cultivo. Los costos provienen de varias fuentes de exposición a plaguicidas de alta toxicidad. Además presentamos análisis de políticas que pueden lograr reducciones importantes en los niveles de esta exposición. Más allá, con la mira puesta en los intereses económicos y las preocupaciones reales sobre los costos de un cambio de políticas, identificamos soluciones donde ambos lados pueden ganar en contraste al típico caso de ganar-perder.

¿Por qué Carchi? Porque para el Ecuador el sistema de producción de la papa en esta zona representa quizás un caso extremo del uso de plaguicidas. Los datos utilizados en las investigaciones provienen de esta provincia y las metodologías de análisis empleadas limitan también nuestras conclusiones a Carchi. Investigaciones parecidas realizadas en las demás provincias productoras de papa, pueden resultar en conclusiones distintas. No obstante creemos que la presión demográfica, económica y ecológica que confrontan los papicultores de la provincia simplemente han llegado a esa provincia antes que a las demás provincias productoras de papa. Entonces, el lector puede tomar los resultados de Carchi como una advertencia de lo que puede pasar a futuro. El reto es prestar atención a lo que está sucediendo en esta provincia y prevenir que esto suceda en otras zonas del Ecuador.

La agricultura sostenible: tecnologías nuevas e investigación interdisciplinaria

Los enfoques centrales de este libro son el manejo integrado de plagas (MIP) y la forma de disminuir los riesgos debido a la exposición a plaguicidas. La promoción de nuevas tecnologías implica una nueva concienciación por parte de los productores y sus familias sobre la necesidad de llevar a cabo acciones sobre el desarrollo de conocimientos y nuevas capacidades para la toma de decisiones. El resultado de un proceso de capacitación exitoso en esta área es una persona cuya capacidad de análisis es creciente. Este proceso demanda llevar el conocimiento y el pensamiento a la práctica. Sobre todo, las capacitaciones más efectivas son vivenciales y se desarrollan en el campo. Sin embargo, una respuesta efectiva a la compleja problemática de plaguicidas en Carchi no sólo se limita al nivel de finca.

Este libro apunta a la necesidad de una visión holística a este respecto. Los problemas de una agricultura sostenible obligan a los investigadores y políticos a expandir su visión del sistema agropecuario. Antes de la introducción del paradigma de la investigación en sistemas agropecuarios, el enfoque del análisis solía limitarse al nivel de un solo cultivo o del ganado. No obstante, la investigación en sistemas exige una contemplación del entorno de la finca; donde se dan importantes interdependencias entre las varias actividades y los objetivos de la familia. Además, los efectos más allá de la finca, como la contaminación del medio ambiente,

tradicionalmente han sido llamados "externalidades" y supuestamente quedaron fuera de la toma de decisiones del agricultor. Los criterios de sostenibilidad exigen la "internalización" de las "externalidades" y demandan una mayor atención a los factores ajenos a la comunidad que influyen en el entorno de la finca, como son los mercados y las políticas.

Al introducir nuevos planteamientos el criterio de sostenibilidad también implica una nueva manera de dirigir la investigación. Los problemas múltiples requieren una integración de habilidades y conocimientos que típicamente no se encuentran en una sola institución, como se puede apreciar en la lista de afiliaciones de los autores, el lector puede encontrar toda una gama de instituciones y disciplinas.

Dejamos ahora el reto a los lectores de este libro de tomar las lecciones aquí presentadas y de trabajar en conjunto con otras personas e instituciones para lograr los objetivos que al final todos deseamos: un país cada vez más productivo, pero a la vez más saludable.

Capítulo 1

EL USO DE PLAGUICIDAS EN LA PRODUCCIÓN DE PAPA EN CARCHI

Charles Crissman, Patricio Espinosa y Víctor Hugo Barrera

Introducción

En este capítulo se presenta una introducción sobre el uso de plaguicidas en el cultivo de papa en el Carchi. También se incluye información sobre las principales plagas y enfermedades del cultivo y sobre las tecnologías utilizadas o disponibles para controlarlas. Finalmente, se presenta un análisis de la eficiencia económica del uso de plaguicidas por parte de los agricultores.

La información proviene de publicaciones anteriores, datos secundarios y de dos actividades de recolección de datos primarios. Los datos primarios fueron recogidos en dos encuestas, una realizada durante 1990-1992 (Crissman et al., 1998) y otra a fines de la misma década (Barrera, Norton y Ortiz, 1999). Ambas encuestas tenían un enfoque en tecnologías de producción y en especial en el control de plagas y enfermedades. Con excepción de las variedades más sembradas, los resultados de las encuestas demuestran muy pocos cambios durante la década de 1990 e indican estabilidad en las tecnologías utilizadas.

La papa en el Ecuador

La papa es un cultivo tradicional de la Sierra del Ecuador y sigue siendo un componente importante en la canasta básica de los ecuatorianos. Las zonas de producción se ubican casi exclusivamente en los valles interandinos, en su mayoría sobre los 3.000 m de altitud. El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) define tres regiones diferentes de producción de papa: el norte, el centro y el sur. La provincia de Carchi constituye actualmente la zona de producción de papa más importante del país (Tabla 1.1), con agricultores especializados que cultivan casi el 35 por ciento de la producción nacional en solamente el 25 por ciento de la superficie (Servicio Estadístico Agropecuario Nacional, 1995). Las condiciones agroecológicas

favorables, el acceso a los mercados importantes por buenas carreteras, su posición fronteriza y el creciente poder económico entre los pequeños y medianos agricultores de la provincia de Carchi son las razones más importantes para esta concentración de producción de papa. Herrera, Carpio y Chávez (1999) ofrecen en su informe una excelente visión del sector de la papa en el actualidad.

Tabla 1.1 Porcentaje de producción total de papa en varias provincias y en diferentes años

Provincia*	1940	1954	1974	1984	1994
Cotopaxi	39	23,8	27,8	10,5	1,2
Pichincha	22	19,2	11,5	11,9	8,6
Tungurahua	11	14,9	15,3	11,4	17,8
Chimborazo	10	18,4	22,1	20,7	13,0
Carchi	6	12,2	13,1	18,4	34,5

* Nota: Azuay, Bolívar, Cañar, Imbabura y Loja tienen producción mínima.
Fuentes: Crissman y Uquillas, 1989; Herrera, Carpio y Chávez, 1999.

Tecnología de producción y plagas de la papa

La papa es un miembro de la familia vegetal *Solanaceae* que también incluye al tomate, el pimiento, el tabaco y la berenjena. El tubérculo de la papa es la porción agrandada de un tallo subterráneo. Aunque la planta puede reproducirse sexualmente por vía de semillas que se encuentran en pequeños frutos en forma de tomates, la papa fue domesticada por selección clonal mediante la replantación de pequeños tubérculos a manera de semilla. Para el agricultor autosuficiente, de 10 a 20 por ciento de la producción debe ser guardada para su utilización posterior como semilla. Debido a que el material de siembra es caro, voluminoso y perecible, la obtención de una buena semilla constituye con frecuencia una de las principales restricciones productivas. Por esta razón, el uso de semilla contaminada por varias generaciones hace que se transmitan numerosas enfermedades. De la semilla plantada brotan tallos a partir de los ojos en el tubérculo. El aporque, es decir el cubrir parcialmente los tallos que emergen, constituye una práctica de cultivo que aumenta el número de tallos que permanecen debajo del suelo, para así producir más tubérculos. El follaje produce energía que se transfiere a los tubérculos, los mismos que actúan como un sumidero energético. Después de varios meses, el follaje se marchita de forma natural. Los tubérculos maduros pueden permanecer en el suelo sin ser cosechados durante un período prolongado, dependiendo de la variedad y de las condiciones del suelo y de las plagas (Pumisacho y Sherwood, 2002). El Ecuador está en el centro del origen genético de la papa y, por lo tanto, goza de una amplia gama de variedades. Así

mismo, las plagas y enfermedades de papa han co-evolucionado con el cultivo y también se presentan en un amplio espectro.

Cambios en la tecnología de producción

Las entidades de crédito agrícola en Ecuador diferencian tres clases de tecnologías de producción de la papa: tradicional, semi-tecnificada y altamente tecnificada. Esta división se basa en el número y la cantidad de insumos aplicados. En el pasado estas distinciones también englobaban la división entre los grandes propietarios de haciendas y los pequeños agricultores. Actualmente, en Carchi esta distinción ya no es válida y casi todos los productores se clasifican en la categoría de semi-tecnificados.

En Carchi, la papa constituye un cultivo de alto costo y alto valor comercial, que se sustenta en gran medida en el uso de insumos adquiridos. En los sistemas tradicionales la papa fue un cultivo de subsistencia de bajo rendimiento. Fue cultivada con un mínimo de preparación del suelo, con pocos insumos externos y siguiendo largas rotaciones. Al comenzar la década de 1950, hubo un rápido aumento de la superficie dedicada a la producción de papa. Esto correspondió al aumento del número de extrabajadores de haciendas que adquirieron tierra y comenzaron a cultivarla como consecuencia del parcelamiento de las haciendas durante la reforma agraria. Las nuevas tecnologías generalmente llegaron primero a las grandes unidades de producción, donde los trabajadores y pequeños agricultores adquirieron conocimientos sobre ellas y eventualmente las adoptaron en sus pequeñas unidades de producción (Barsky, 1984).

En los últimos años de la década de 1940 se dio la introducción de agroquímicos en Carchi. Los fertilizantes químicos proporcionaron notables incrementos en el rendimiento y permitieron rotaciones más cortas. Aproximadamente al mismo tiempo se introdujeron los primeros plaguicidas-fungicidas inorgánicos e insecticidas organoclorados (Barsky, 1984). En la última parte de la década de 1960, las primeras variedades mejoradas de papa estarían disponibles. Anteriormente, la mayoría de agricultores cultivaban variedades nativas de papa andígena, caracterizadas por sus bajos rendimientos y largos ciclos de crecimiento de siete a ocho meses. Las variedades mejoradas fueron del tipo *tuberosum* o híbridos *tuberosum/andígena* que podían ser cosechadas en un período de seis meses o menos. Estas nuevas variedades eran de rendimientos más altos y ofrecían una mejor resistencia a algunas plagas y enfermedades (Pumisacho y Sherwood, 2002). Estas variedades reemplazaron a las variedades nativas tradicionales solamente desde mediados de la década de 1980. Hoy en día, las variedades nativas son cultivadas solamente de forma ocasional en pequeñas parcelas para el consumo familiar. En búsqueda de mayores rendimientos y resistencia genética a las principles plagas y enfermedades, los agricultores siempre mostraron una apertura a la introducción de nuevas variedades. Durante las últimas décadas hubo una renovación total de las variedades más frecuentemente sembradas

(Herrera, Carpio y Chávez, 1999; Barrera, Norton y Ortiz, 1999; Crissman y Uquillas, 1989).

En la década de 1970 se introdujeron por primera vez al Ecuador semillas producidas bajo condiciones controladas, para asegurar una baja incidencia de plagas y enfermedades. La importancia de la semilla para la producción de papa se ilustra en la costumbre de los productores de medir el rendimiento en términos de producción por unidad de semilla sembrada y no por unidad de superficie. En el Ecuador, los agricultores típicamente guardan pequeños tubérculos que tienen el tamaño de un huevo de gallina, provenientes de la cosecha anterior para plantarlas como "semilla" para el siguiente cultivo. La producción de semilla certificada o mejorada de alguna forma no está bien organizada en el Ecuador y la semilla mejorada no se encuentra disponible de manera generalizada en Carchi (Barrera, Norton y Ortiz, 1999; Crissman y Uquillas, 1989).

Plagas y enfermedades principales de la papa en el Ecuador y su control

Un estudio nacional sobre los productores de papa en el Ecuador encontró que el hongo de tizón tardío *(Phytophthora infestans)* y la larva del gorgojo de los Andes (*Premnotrypes vorax)* constituían las plagas más importantes (Uquillas et al., 1990). Estos dos problemas están muy difundidos, el daño es severo y su control es costoso. El estudio de Barrera, Norton y Ortiz (1999) reafirmó estas conclusiones.

Tizón tardío

El tizón tardío o la lancha de la papa, fue la enfermedad que causó la hambruna de papa en Irlanda y actualmente es la enfermedad más seria que se registra en Carchi y al nivel mundial. Los agricultores de Carchi ponen en práctica dos tipos de control: la aplicación de fungicidas y la utilización de variedades con resistencia a la enfermedad. El hongo se desarrolla bien en condiciones frescas y húmedas como aquellas encontradas en Carchi, ataca y destruye el follaje de la planta.

Una vez infectada la planta no existe curación, de forma que el control se basa en la prevención. Los fungicidas menos costosos son los de contacto. Cuando son usados con agentes adherentes permanecen efectivos durante aproximadamente una semana, a menos que sean lavados por la lluvia. Los agricultores tienen así un incentivo para aplicar los fungicidas profilácticamente, como se recomienda en las instrucciones de la mayoría de paquetes de fungicidas; especialmente cuando los campos están distantes de las viviendas de los agricultores y el monitoreo diario no es práctico. Debido al cultivo continuo en la zona, siempre existen esporas como inóculo. Así, el monitoreo y los mecanismos para evitar la infección utilizados en otras regiones no son efectivos.

El control depende también del uso de variedades resistentes. Los factores dominantes que determinan la selección de las variedades son las características

comerciales deseables y la resistencia a la lancha (Fonseca et al., 1996). Anteriormente no existía germoplasma con una resistencia genética durable; el hongo, tarde o temprano, superaba la resistencia y las variedades se hicieron susceptibles. Las variedades susceptibles en Carchi podían requerir hasta 15 curaciones durante el ciclo del cultivo. Actualmente el INIAP y el CIP cuentan con germoplasma con resistencia durable que está en introducción (Andrade, Cuesta y Oyarzun, 1999; Fonseca et al., 1996). Con esta introducción, se espera una amplia adopción y una reducción de las numerosas curaciones hasta sólo dos o tres durante un ciclo.

El gusano blanco y otras plagas

El gusano blanco de los Andes es un huésped específico de la papa y sus larvas se alimentan únicamente de los tubérculos. El gorgojo daña a los tubérculos por la perforación de túneles. En campos severamente infestados en el Ecuador y Perú, el 80 por ciento del cultivo puede destruirse (Unda, Barrera y Gallegos, 1999; Ortiz et al., 1996). Los agricultores ponen en práctica tres tipos de control para esta plaga; el control químico, la rotación de cultivos y la siembra de semilla no infestada. El gorgojo adulto no puede volar y es difícil de ver. Después de la rotación de los cultivos que no son hospederos, los adultos se trasladan al nuevo campo de papa desde los campos aledaños y ovipositan sus huevos en la base de las plantas. El carbofurán, que es el insecticida más usado, es el más efectivo cuando se lo usa para atacar a la plaga en este momento de su ciclo de vida. Sin embargo, debido a que la mayoría de los agricultores no conoce el ciclo de vida del gusano blanco, dirige el control solo a las larvas que son las que causan daño y que, por su color blanco son fácilmente visibles en el suelo. En el intento de matar las larvas existentes se utilizan químicos hasta saturar el suelo.

La presencia de muchos tubérculos pequeños o dañados que no han sido removidos del suelo después de la cosecha permite que las poblaciones del gorgojo continúen incrementándose durante el siguiente cultivo de papa. De esta forma, los daños se incrementan con cada ciclo de monocultivo de papa a pesar de que se realizan mayores aplicaciones de insecticidas. Esto obliga a ejercer el segundo tipo de control, que es la rotación de cultivos, no hospedantes de la zona como los pastos. La mayoría de agricultores nunca hace más de dos ciclos consecutivos de papa.

El tercer tipo de control es sembrar semilla no infestada, utilizando solamente tubérculos que no se encuentren dañados. Sin embargo, aún cuando los tubérculos pudieran estar dañados, pocas larvas permanecen dentro. Al ser sensibles a las perturbaciones, la mayoría de larvas dejan el tubérculo cuando éste es manipulado. A pesar de ser ineficaz para controlar el gusano blanco; el sembrar semillas no dañadas constituye una práctica efectiva para reducir la presencia de otras plagas y enfermedades en los tubérculos.

El INIAP ha desarrollado nuevas tecnologías de manejo integrado del gusano blanco (Unda, Barrera y Gallegos, 1999) y algunas de éstas están en proceso de introducción en Carchi. La más importante de ellas, según la experiencia presentada en el capítulo 9, es el uso de trampas y plantas cebo antes de la emergencia del cultivo.

Las trampas consisten en una rama de papa con insecticida (se recomienda el uso de profenofos) cubierta con un cartón. Durante la noche, los adultos entran al campo a comer las hojas y mueren en la trampa. Así se rompe el ciclo de vida en el momento más propicio. Las tecnologías de manejo integrado buscan reducir el uso de insecticida y el daño económico causado por la plaga.

Además del gusano blanco, existe una variedad de insectos masticadores y chupadores del follaje que pueden causar daño; de los cuales el más notable es el minador de hoja *(Lyriomiza sp.)*. Las infestaciones en las etapas tempranas del crecimiento vegetativo pueden afectar el desarrollo del follaje de manera suficiente para retardar el crecimiento de la planta y reducir los rendimientos. El control se hace con la aplicación de insecticidas de contacto. Existe una fuerte tendencia entre los agricultores carchenses a mantener un cultivo cosméticamente atractivo. Por esta razón los insectos que perjudican al follaje son monitoreados de cerca. En Carchi la presencia de la pulguilla *(Epitrix spp.)* y la polilla guatemalteca *(Tecia solanivora)* es menor (Barrera, Norton y Ortiz, 1999).

Producción de papa en Carchi

La información sobre la producción de papa y el uso de plaguicidas en Carchi presentada aquí proviene de dos actividades. Primero, se realizó una recolección de datos en 320 parcelas de papa de una muestra de 40 agricultores en los alrededores de San Gabriel, desde abril de 1990 hasta diciembre de 1992 (Crissman et al., 1998). Segundo, hubo una encuesta de cien agricultores de los cantones Tulcán, Huaca, Montúfar y Espejo (Barrera, Norton y Ortiz, 1999).

El sistema de producción

La producción de papa en Carchi es una actividad netamente comercial. Los agricultores venden la gran mayoría de su producción en mercados de Ecuador y Colombia. La finca característica de un productor de papa en Carchi tiene seis hectáreas, de las cuales la mitad es sembrada con papa en varias parcelas separadas (Barrera, Norton y Ortiz, 1999). La vivienda puede o no estar adyacente a una de las parcelas. Aunque la mayoría de campos están delimitados por varias señales topográficas tales como (caminos, acequias, setos, etc.) el tamaño de la parcela de papa es variable, ya que los agricultores siembran diferentes cultivos en una sola parcela y frecuentemente dejan porciones en barbecho. Los diferentes cultivos se siembran en momentos diversos de acuerdo con la realización de las cosechas. La porción del campo cubierto con cultivos o pastizales aumenta o disminuye según las condiciones del mercado. En Carchi, el cambio mínimo estacional de precipitación y temperatura permite la producción durante todo el año. Las heladas, sequías y caídas de granizo constituyen los principales riesgos climáticos.

Las papas y los pastizales dominan el sistema de producción. Otros cultivos que entran en menor escala son: trigo, maíz, fréjol, haba, cebada, arveja, oca y melloco. La papa y los otros cultivos (con excepción del maíz) típicamente ocupan una parcela

durante seis meses. El maíz puede tomar hasta 11 meses para completar su ciclo de cultivo. En las entrevistas, los agricultores reportaron que la rotación típica se inicia con papa sembrada por dos o tres ciclos en un terreno previamente ocupado por pastizales. Después de la papa, otro cultivo puede ser sembrado por un solo ciclo para aprovechar el fertilizante residual. Según los agricultores de la muestra, el campo se deja como pasto durante aproximadamente dos años y se completa así un ciclo de tres a cuatro años.

El sistema ganadero

El ganado se inserta en el sistema de producción al utilizar los pastizales disponibles durante el barbecho en el ciclo de cultivos. La excepción son los agricultores que tienen hatos ganaderos de leche de alta calidad y razas mejoradas, quienes siembran papas para renovar los pastizales.

Entre los pequeños agricultores, el ganado sirve para múltiples propósitos. Típicamente, ellos poseen animales de baja calidad y de sangre mezclada, cuyo uso principal es producir leche para el consumo del hogar y para la venta. En un estudio realizado sobre productores de leche en Carchi, Carrillo (1989) reportó un promedio de 8,3 litros por día por vaca. Este estudio incluyó a los hatos de mayor calidad de las haciendas. El rendimiento de los hatos de los pequeños productores en Carchi probablemente se acerca más al promedio nacional de 4,5 litros por día. Los precios de la leche son controlados y la venta diaria de leche proporciona un ingreso monetario estable.

Algunos agricultores también compran ganado joven para ponerlo en los pastizales para la venta futura. La venta de animales generalmente se realiza después de un período normal de crecimiento, aunque en algunas instancias se realiza después de unas pocas semanas, si los precios del mercado son favorables. La venta de animales también corresponde a la necesidad de contar con dinero para la producción de cultivos.

Costos de producción de la papa

El monitoreo económico proporciona un panorama detallado de la tecnología y la economía de la producción de papa. La producción de papa, tal como la practican los agricultores de la muestra de Crissman et al., (1998) es en general una actividad rentable pero riesgosa y de alto costo (Tabla 1.2). El promedio esconde la considerable variación de los retornos. Siete de los 40 agricultores de la muestra perdieron dinero en la producción de papa durante 1990. El alto costo de esta actividad se aprecia cuando se toma en cuenta que los costos variables totales por hectárea son aproximadamente iguales al ingreso anual de un trabajador agrícola.

Los agricultores de la muestra de Crissman et al., (1998) obtuvieron rendimientos que promediaron más de 21 t/ha En el estudio de Barrera, Norton y Ortiz (1999), los agricultores reportaron un promedio de rendimiento de 16 t/ha. Los niveles de

Tabla 1.2 Costos de producción de papa por hectárea y por ciclo de cultivo (1990-1992)

Categoría	No. de Parcelas	Cantidad	Costo ($/ha)	Porcentaje del costo total
Costos variables				
Trabajo:				
Trabajo por jornales	320	157 jorn[1]	288	18,7
Trabajo por contratos	103		55	3,6
Trabajo de cosecha	270		45	2,9
Total trabajo			388	25,3
Total semilla	320	1.716 kg	148	9,7
Fertilizantes			302	19,6
Nitrógeno, a.i.[2]	320	138 kg		
Fósforo, a.i.	320	327 kg		
Potasio, a.i.	317	163 kg		
Fertilizantes foliares	207		11	0,8
Total fertilizantes			313	20,4
Plaguicidas:				
Fungicidas	320		128	8,3
Insecticidas foliares	314		26	1,7
Insecticidas para el suelo	268		34	2,2
Total Plaguicidas			188	12,2
Suministros y servicios:				
Tracción (bueyes y tractor)	153		17	1,2
Bomba de fumigación	320		10	0,7
Suministros para cosecha	320		53	3,5
Acarreo	319		105	6,9
Total suministros/serv.			185	12,2
Total costos variables			1.222	79,8
Costos fijos				
Intereses			232	15,2
Arriendos			77	5,0
Total costos fijos			309	20,1
Costos totales			**1.531**	**100 %**

Retornos: Rendimiento promedio = 21,3 toneladas métricas. Ingresos totales = $1.941. Ingreso neto = $410. La tasa de cambio aumentó desde 890 sucres por dólar en enero 1991 a 1.700 sucres por dólar, en diciembre 1992. Se aplica un promedio de 1.300 sucres por dólar para la conversión.

[1] jorn. = jornales (días de trabajo).

[2] a.i. = ingrediente activo.

Fuente: Crissman et al., 1998

fertilización entre las dos encuestas son casi idénticos; la diferencia entre rendimientos se debe a la prolongada sequía antes de la segunda encuesta. Sea 21 t/ha o 16 t/ha, estos niveles de rendimientos exceden el promedio nacional, así como los promedios de los países en desarrollo en general.

El cultivo de papa demanda mano de obra intensiva y así constituye una fuente principal de oportunidades de trabajo rural. Los contratos de trabajo y la mano de obra por jornales constituyeron más del 65 por ciento de los costos totales de mano de obra en el estudio. La mano de obra familiar fue valorada en jornales. Los costos de mano de obra constituyeron más del 25 por ciento de los costos variables y es el componente individual más grande. El gasto en rubros varía muy poco entre los resultados de las dos encuestas. En 1990-1992, el gasto anual en plaguicidas fue de $188; mientras que en 1999 este gasto ascendió a $202. En el caso de fertilizantes, no existe mucha diferencia en cuanto a cantidad y costos en ambas encuestas. Finalmente, el gasto en semilla se redujo, desde $148 en 1990-1992, a $128 en 1999.

El trabajo en este contexto es en su mayor parte una actividad masculina. Los costos de mano de obra femenina representaron solamente el 10 por ciento del total. Esto es consistente con las observaciones sobre la participación femenina mínima en la agricultura comercial en los Andes en general (Deere y León, 1982). La Tabla 1.3 muestra la división de mano de obra por tarea y género. Las mujeres participan principalmente en las tareas manuales finas de siembra y clasificación de la cosecha. Muy rara vez las mujeres participan en las fumigaciones con plaguicidas. De las 2.250 aplicaciones de plaguicidas registradas solamente cuatro involucraron a mujeres.

Tabla 1.3 Días de trabajo por género y actividad en la producción de papa (1990-1992) (por hectárea y ciclo de cultivo)

Actividad	Hombres	Mujeres	Total
Preparación del suelo	17,1	0,1	17,2
Siembra	9,2	6,5	15,7
Manejo (excepto plaguicidas)	47,9	2,9	50,8
Aplicaciones de plaguicidas	20,2	< 0,0	20,2
Cosecha	38,3	14,5	52,8
Total	**132,7**	**24,0**	**156,7**

Fuente: Crissman et al., 1998

Plaguicidas y su uso

Los insecticidas y fungicidas son los únicos plaguicidas utilizados. Aunque los herbicidas constituyen la categoría que tiene el crecimiento más acelerado en términos de importaciones de plaguicidas en el Ecuador, los agricultores de Carchi

efectúan todo el deshierbe manualmente. Los nematicidas usados en muchas zonas de papa en todo el mundo, no son utilizados en Carchi porque los nemátodos no constituyen un problema significativo. Como se muestra en la Tabla 1.4, los gastos por plaguicidas en la producción de papa fueron significativamente mayores que aquellos para otros cultivos. Los fungicidas e insecticidas se usaron en el ciento por ciento de las parcelas de papa. Entre los otros cultivos, solamente la arveja recibe siempre aplicaciones de plaguicidas. Dado que la superficie de papa constituyó casi el 70 por ciento de la superficie total sembrada, cerca del 90 por ciento de los gastos totales de plaguicidas entre los agricultores de la muestra fueron para la producción de papa.

Tabla 1.4 Costos de plaguicidas[1] por hectárea

Cultivo	Fungicidas	Insecticidas	Total
Papa	128	60	188
Trigo	48	4	52
Haba	33	19	52
Cebada	46	1	47
Arveja	23	10	33
Maíz y Fréjol	15	14	29
Maíz	12	14	26
Melloco[2]	-[3]	10	10
Oca[2]	-[3]	-[3]	-[3]

1 Los costos se expresan en dolares.
2 El melloco y la oca son cultivos de tubérculos andinos.
3 No se aplicaron plaguicidas.

Fuente: Crissman et al., 1998

Plaguicidas usados en la producción de papa

En la encuesta de 1990-1992, los agricultores de la muestra utilizaron 38 formulaciones diferentes de fungicidas comerciales. En la encuesta de 1999, se reportaron 21 formulaciones. Entre los fungicidas utilizados existen 24 ingredientes activos. Típicamente, varios ingredientes activos se mezclaban en una sola formulación. A pesar de la gama de productos utilizados, solamente nueve ingredientes activos diferentes fueron utilizados en más de 10 parcelas (Tabla 1.5). La clase mundialmente popular de los fungicidas de contacto, los ditiocarbamatos, también es común entre los agricultores de Carchi. El mancozeb dominó la selección al contribuir con más del 80 por ciento de todos los ingredientes activos fúngicos aplicados. Numerosos ingredientes activos de tipo sistémico también están presentes en la mezcla. Como clase, los fungicidas sistémicos son mucho más potentes y se utilizan en dosis mucho menores. Los fungicidas sistémicos casi siempre se mezclan

con fungicidas de contacto. Por ejemplo, el cymoxanil es un fungicida sistémico que se formula con el mancozeb. Aunque el cymoxanil se ubicó en un distante quinto puesto en términos de la cantidad total de ingredientes activos, fue utilizado en el 56

Tabla 1.5 Plaguicidas usados en la producción de papa (1990-1992, muestra de 40 agricultores)

Ingrediente activo	Cantidad total aplicada (kg)	No. total de aplicaciones	No. total de parcelas tratadas
Funguicidas:			
Mancozeb[1]	3.110,67	1.801	304
Compuestos de azufre	333,14	286	99
Propineb[1]	142,02	146	53
Maneb[1]	115,11	181	65
Cymoxanil[2]	64,93	635	178
Compuestos de cobre	29,21	94	29
Fentinacetato	11,34	86	36
Ferbam[1]	9,55	73	28
Chlorothalonil	6,75	6	6
Fosetil-Aluminio	4,74	11	6
Metiram[1]	3,92	7	6
Oxicarboxin[2]	1,95	2	2
Propiocanazol[2]	1,39	26	13
Captan	1,16	7	5
Tiofanato-metílico	1,15	12	5
PCNB	0,75	1	1
Dinocap	0,59	5	3
Tridemorph[2]	0,30	2	1
Zineb[1]	0,25	3	2
Carbendazim[2]	0,25	1	1
Carboxin[2]	0,15	1	1
Ofurace[2]	0,02	1	1
Metalaxyl[2]	0,00	1	1
Insecticidas:			
Carbofurán	224,77	687	265
Metamidofos[3]	206,00	999	265
Profenofos[3]	20,99	117	62
Fonofos[3]	9,77	28	16
Malathion[3]	9,72	14	9
Dimetoato[3]	5,40	19	11
Lambda Cihalotrina	0,78	148	64
Diazinon[3]	0,72	3	1
Foratoc	0,71	10	6
Parathion-metílico	0,49	4	1
Deltametrina	0,46	92	42
Monocrotofos[3]	0,32	2	2
Fosfamidon	0,32	1	1
Cypermetrina	0,31	7	4
Acephate	0,19	7	2
Cyflutrin	0,12	10	6
Formothion	0,08	1	1
Fenitrothion[3]	0,08	1	1
Alfametrina	0,05	3	2

1 Fungicidas ditiocarbamatos.
2 Fungicidas sistémicos.
3 Insecticidas organofosforados.

Fuente Crissman et al., 1998

por ciento de las parcelas. Los compuestos de azufre se utilizaron por primera vez hace más de 180 años y su uso continúa todavía hoy en día (Cremlyn, 1991). Ninguno de los fungicidas inorgánicos fue usado en cantidades que causen preocupación.

Los agricultores de la muestra emplearon tres de los cuatro grupos principales de insecticidas e hicieron uso de 28 productos comerciales diferentes (16 en la encuesta de 1999). Aunque los insecticidas organoclorados pueden encontrarse en el Ecuador, inesperadamente los agricultores de la muestra no los utilizaron. El grupo de los carbamatos estaba representado solamente por el carbofurán, pero éste constituyó uno de los dos insecticidas individuales utilizado en gran cantidad; se usa exclusivamente para el control del gusano blanco. El carbofurán se utilizó en su forma líquida, la cual es restringida en América del Norte. Otros 18 ingredientes activos diferentes de los grupos de los organofosfatados y piretroides se emplearon para controlar las plagas del follaje, aunque solamente cuatro de ellos fueron usados en más del 10 por ciento de las parcelas. En esto, el organofosfatado metamidofos (también restringido en Norteamérica) fue el favorito más claro. El carbofurán y el metamidofos constituyeron el 47 por ciento y el 43 por ciento, respectivamente, de todos los ingredientes activos de los insecticidas aplicados. Las cuatro "trinas" (lambda cihalotrina, deltametrina, cypermetrina y alfametrina) son piretroides sintéticos notables por su toxicidad aguda y sus correspondientes bajas dosificaciones de aplicación.

Patrones de uso de plaguicidas en la papa

La mayoría de insecticidas y fungicidas viene en forma líquida o de polvos mojables y se aplican mezclados en agua con una bomba de mochila. Solamente dos productos se aplican de forma granulada o en polvo. Dados los costos asociados con la fumigación, los agricultores combinan varios productos juntos en mezclas conocidas localmente como “cockteles” y se aplican juntos en una sola fumigación. En las 320 parcelas de papa de la muestra, los agricultores efectuaron 2.250 aplicaciones de plaguicidas que contenían 5.533 productos. Así, como promedio, cada parcela recibió más de siete aplicaciones con 2,46 insecticidas o fungicidas en cada aplicación. La encuesta de Barrera, Norton y Ortiz (1999) también notó un promedio de siete aplicaciones, con un máximo de quince. Los fertilizantes foliares también se aplican con la bomba de mochila y cuando se los añade a los plaguicidas, algunos agricultores registran hasta siete productos en una sola mezcla. En muchas ocasiones se mezclan diferentes productos comerciales que contienen los mismos o diferentes ingredientes activos para el mismo tipo de control.

En cuanto a los fungicidas, todas las parcelas recibieron, por lo menos, tres aplicaciones y la mayoría recibió seis aplicaciones. Como promedio, las plantas emergieron después de tres semanas y la primera aplicación se realizó aproximadamente tres semanas después de eso. Las siguientes aplicaciones se realizaron cada 10 a 20 días. A pesar de la regularidad de las fumigaciones, existió un rango considerable de tres a

54 días entre aplicaciones. Este amplio rango indica que los agricultores ajustan su cronograma de fumigaciones según su percepción de los riesgos climáticos. Los intervalos más cortos representan ocasiones en que las condiciones eran húmedas en general o cuando una lluvia pudiera haber lavado la aplicación previa. Los intervalos más grandes representan períodos de clima seco que limitan el crecimiento de hongos.

El carbofurán y los insecticidas foliares mostraron un uso menos intenso y una variación mucho más grande que los fungicidas. Como se discutió anteriormente, el uso del carbofurán por parte de los agricultores depende en gran medida del número de veces en que se cultivó papa previamente en un campo dado. Cincuenta y dos parcelas no recibieron aplicación alguna de carbofurán, mientras que a una parcela se lo aplicó diez veces. La variación del momento de aplicación también fue significativa. Algunos agricultores se acostumbraron a fumigar al momento de la siembra. Otros agricultores esperaron hasta detectar los primeros signos de daño, lo cual explica que las primeras y segundas fumigaciones se produjeran después de los 100 días posteriores a la siembra.

La eficiencia en el uso de plaguicidas

Una meta común entre gobiernos, gremios y ONGs es mejorar la productividad de la producción agrícola y, con esos fines, han promovido políticas y financiado proyectos. Entre esos esfuerzos hay numerosos programas con fines de fomentar cambios tecnológicos o mejorar el uso de insumos entre los agricultores. Un resultado es que hay investigadores preocupados de medir los cambios en la productividad agrícola. En los últimos años han aumentado los estudios sobre la productividad de los plaguicidas. La mayoría de estudios han encontrado, en la jerga de economistas, que la productividad marginal de los plaguicidas excede a sus costos marginales. En otras palabras, hay ingresos extras de más de un dólar por cada dólar gastado en plaguicidas. Contrariamente a la creencia generalizada, estos resultados implican que los plaguicidas son altamente productivos y que los agricultores posiblemente los están subutilizando.

La investigación económica sobre la productividad de los plaguicidas ha revelado problemas analíticos sobre cómo agregar distintos insumos y sobre la estructura matemática de la ecuación de estimación. La agregación de insumos dentro de clases generales es especialmente difícil con los plaguicidas debido a las grandes variaciones en su calidad. Como se indicó en la Tabla 1.5, la cantidad total aplicada no es un buen indicador de eficiencia. La combinación simple oscurecería el efecto de los plaguicidas altamente concentrados, tal como los piretroides que requieren dosis bajas de aplicación, si se los añadiese a materiales que requieren dosificaciones de aplicación mucho más altas. La agregación de insumos con grandes diferencias de calidad puede abordarse al utilizar métodos hedónicos. Aquí la suposición básica de métodos hedónicos es que los precios del mercado reflejan diferencias de calidad

encontrados en los diferentes insumos. La regresión hedónica permite la agregación de diferentes plaguicidas; además genera un precio implícito que permite crear una variable homogénea que mida el plaguicida en unidades estándares de eficiencia (Antle, 1988).

Con los datos del estudio de caso de San Gabriel, Crissman, Cole y Carpio (1994) investigaron la productividad de los plaguicidas. Al mantener separadas tres clases de plaguicidas, se agregaron clases individuales y se utilizaron técnicas hedónicas. Entonces las cantidades de las 38 formulaciones de fungicidas están agrupadas en una sola variable con pesos de agrupación según su calidad relativa a las demás. Los 28 insecticidas fueron agrupados de una manera similar. Debido a que el carbofurán sólo se utiliza para controlar el gusano blanco, éste se mantuvo por separado. Se especificó una ecuación de estimación que incluyó mano de obra de aplicación, los fertilizantes N, P y K, la variedad de papa, la altitud de la parcela, los costos de los plaguicidas, las cantidades de los insecticidas foliares y la cantidad de carbofurán y fungicidas.

Con esta especificación, se probaron cuatro formas matemáticas de estimación. Varios tipos de pruebas determinaron que la especificación cuadrática explicaba de mejor manera los datos en comparación con otros modelos (Cobb-Douglas, exponencial y logística) (Tabla 1.6). Con los coeficientes de estimación, se puede calcular las elasticidades de producción, las cuales indican cómo incrementaría la producción con un aumento en el uso del insumo. Productores eficientes operan donde las elasticidades de insumos son iguales a sus porciones de costos.

Tabla 1.6 Elasticidades estimadas de producción de papa

	Forma Funcional			
Insumo	**Cobb-Douglas**	**Cuadrática**	**Exponencial**	**Logística**
Fungicidas	0,0827	0,1148	0,0000	0,0000
Insecticidas foliares	0,0217	0,0268	0,0017	0,0010
Insecticidas del suelo	0,0501	-0,0038	0,0557	0,0595

Nota: Las formas exponenciales y logísticas fueron especificadas con una restricción de reducción de daños, como lo sugieren Lichtenberg y Zilberman.

Fuente: Crissman, Cole y Carpio, 1994.

En comparación con otros resultados reportados en estudios anteriores, la productividad marginal de los plaguicidas en Carchi es más modesta. Las elasticidades estimadas son aproximadamente iguales a su porción del costo agregado del 12% e indican un uso eficiente de estos insumos. Las estimaciones de productividad marginal confirman las observaciones de campo. Los fungicidas son esenciales para obtener una cosecha y su productividad marginal es correspondientemente alta. Los

agricultores de Carchi, sin embargo, no tienen un buen conocimiento del ciclo de vida del gorgojo de los Andes y, como resultado, los insecticidas destinados para su control con frecuencia son aplicados inadecuadamente. En contraste, se hace un mejor uso de los insecticidas de follaje al controlar la pulgilla y otros insectos de follaje y se evitan así daños a la planta. Contrariamente a la opinión generalizada en el Ecuador, no hay nada en estas estimaciones que indique que los agricultores estén sobreutilizando los plaguicidas. Es notorio que en las bases de datos no hubo fracasos en los cultivos en las parcelas de papa, mientras que sí hubo fracasos registrados para otros cultivos. Dada la considerable inversión para el establecimiento del cultivo, los agricultores de Carchi utilizan plaguicidas para evitar el fracaso de los cultivos, para aumentar los rendimientos y para limitar los daños causados por las plagas y enfermedades.

Resumen y conclusiones

En este capítulo se presenta información sobre el uso de plaguicidas en el cultivo de papa en Carchi. El sistema agrícola es representativo del sistema papa-pastizales encontrado en esta franja altitudinal desde Colombia hasta Bolivia. Las prácticas de producción de papa, sin embargo, probablemente tienden hacia lo comercial y lo tecnificado en comparación con los promedios andinos.

Los agricultores de papa en Carchi utilizan un conjunto amplio de insumos comprados para lograr un rendimiento por encima del promedio de los Andes. Una amplia variedad de plaguicidas se aplica con frecuencia. Los datos indican que el uso de plaguicidas en Carchi está concentrado en el cultivo de papa. Aunque no se encontraron plaguicidas prohibidos o contrabandeados, varios productos notablemente peligrosos son comúnmente utilizados. Estos productos son aplicados con bombas de mochila en condiciones que permiten una amplia posibilidad de exposición. Consistentemente con otros informes, la participación mínima de las mujeres en la producción es notoria, especialmente en lo relacionado con las aplicaciones de plaguicidas.

Una evaluación econométrica de la eficiencia del uso de plaguicidas en la producción registra una contribución positiva del gasto en plaguicidas a los ingresos de los agricultores y una distribución eficiente entre los gastos totales. Ésta demuestra que los agricultores de Carchi sí hacen un uso racional de plaguicidas desde un estrecho punto de vista de eficiencia de producción. Este resultado va en contra de quienes dicen que los agricultores hacen un uso irracional de estos productos. Se presenta este resultado para que el lector pueda entender de dónde vienen estos argumentos a favor del uso de plaguicidas. Son argumentos con fundamentos basados solamente en la producción. Esto supone una optimización económica de la producción por agricultores únicamente preocupados por sus ingresos. Vale la pena resaltar que, en este resultado, se ignoran los impactos adversos tanto ambientales como de salud. Con los demás artículos del presente libro, se presentan investigaciones que demuestran que estos impactos no deben ser ignorados.

Bibliografía

Andrade, H.; Cuesta, X.; y Oyarzun, P. 1999. "Breeding in Ecuador: Facing Increasing Late Blight Severity". En Crissman L. y Lizárraga C. (Eds.) *Late Blight: A Threat to Global Food Security* Vol. 1. Proceedings of the Globbal Initiative on Late Blight Conference March 16-19, 1999, Quito, Ecuador.(pp. 38-40) .

Antle, J.M. 1988. Pesticide Policy, Production Risk, and Producer Welfare. Washington D.C.: Resources for the Future.(pp.134).

Barrera, V.H.; Norton, G. y Ortiz,O. 1999. "Manejo de las principles plagas y enfermedades de la papa por los agricultores en la provincia del Carchi", Ecuador. Blacksburg Va.: Virginia Tech. IPM-CRSP.

Barsky, O. 1984. Acumulación campesina en el Ecuador: Los productores de papa del Carchi. Colección de Investigaciones, No. 1. Quito, Ecuador: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, (pp.136).

Cremlyn, R.J. 1991. Agrochemicals: Preparation and Mode of Action. Chichester, England: John Wiley and Sons.

Crissman, C.C.; Espinosa ,P.; Ducrot, C.; Cole D.C. y F. Carpio. "The Case Study Site: Physical, Health and Potato Farming Systems in Carchi Province" Chapter 5 in C.C. Crissman; J.M. Antle, and S.M. Capalbo.(Eds.) Quantifying Tradeoffs in the Environment, Health and Sustainable Agriculture: Pesticide Use in the Andes (Boston: Kluwer Academic Press) 1998.(pp. 85-120).

Crissman, C.C.; Cole, D.C.; and Carpio, F.. "Pesticide Use and Farm Worker Health in Ecuadorian Potato Production" American Journal of Agricultural Economics. Vol. 76 No. 3 (August 1994): 593-597.

Crissman C.C. y J. Uquillas. 1989. Seed Potato Systems in Ecuador: A Case Study. Lima: CIP. (pp.70).

Deere, C.D. and M. León. Peasant production, proletarianization, and the sexual division of laborin the Andes." En Women and Development: The Sexual Division of Labor, Ed. Lourdes Benería,(pp. 65-93). New York: Praeger Publishers, 1982.

Fonseca, C.; R. Labarta; A. Mendoza; J. Landeo y T.S. Walker. Impacto económico de la variedad Chanchán-INIAA, de alto rendimiento y resistente al Tizón Tardío en el Perú. En T.S. Walker y C.C. Crissman (Eds). Estudios de casos del impacto económico de la tecnología relacionada con el CIP en el Perú. Lima: CIP.(pp. 1-15).

Herrera, M., H. Carpio y G. Chávez. Estudio sobre el subsector de la papa en el Ecuador. Quito: INIAP-PNRT. (pp.140).

Ortiz; O. J. Alcázar;W. Catalán; W. Villano; V. Cerna; H. Fano y T.S. Walker. 1996. "Impacto económico de las prácticas de MIP para el Gorgojo de los Andes en el Perú". En T.S. Walker y C.C. Crissman (Eds). Estudios de casos del impacto económico de la tecnología relacionada con el CIP en el Perú. Lima: CIP.(pp. 15-21).

Pumisacho, M., y Sherwood, S. (eds.). 2002. El Cultivo de papa en Ecuador. INIAP-CIP, Quito, Ecuador (pp. 320).

Servicio Estadístico Agropecuario Nacional (SEAN). 1995. "Encuesta de superficie y producción por muestreos de áreas. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos" - MAG, Quito.

Unda, J.; Barrera, V.H. y P. Gallegos. 1999. "Estudio de adopción e impacto económico del manejo integrado del gusano blanco (Premnotrypes vorax) en comunidades campesinas de la provincia de Chimborazo". En V.H. Barrera y C.C. Crissman (Eds). Estudios de caso del impacto económico de la tecnología generado por el INIAP en el rubro papa. Quito: INIAP. (pp. 33-69).

Capítulo 2

CONOCIMIENTOS, ACTITUDES Y PRÁCTICAS DE MANEJO DE PLAGUICIDAS DE LAS FAMILIAS PRODUCTORAS DE PAPA

Patricio Espinosa, Charles Crissman, Verónica Mera-Orcés, Myriam Paredes y Lilián Basantes

Introducción

Actualmente Carchi es la zona papera más importante en el país. La orientación de la producción es altamente comercial, enviada al mercado por productores especializados en papa. Como se describe en el capítulo anterior, los productores, al aprovechar las bondades del agroecosistema, logran un impresionante grado de productividad con un intenso uso de insumos, especialmente agroquímicos.

El uso de los insumos químicos comenzó en la década de 1940 con la introducción de fertilizantes inorgánicos. Luego, la tecnología de producción se intensificó aún más con la incorporación de plaguicidas. Múltiples estudios destacan la dependencia total del cultivo de la papa en esos productos. La pregunta que surge en Carchi no es si usar o no esos productos, sino cuánto y cómo usarlos. Esto ocurre después de décadas de utilización y conocimiento por parte de las familias carchenses y debido a que no hay sustitutos ampliamente aceptados a estos insumos.

En este capítulo se presentan algunos aspectos relativos a los conocimientos, las actitudes y las prácticas de los agricultores en el manejo de los plaguicidas en la provincia de Carchi. La información proviene de cuatro actividades de investigación realizadas durante 1999 y 2000 en cuatro comunidades.

Dos actividades constituyeron encuestas formales dirigidas a las personas que dijeron tener una mayor responsabilidad en el manejo de las parcelas, así como a las que dijeron tener mayor responsabilidad en el manejo del hogar; ésto en Carchi mayormente corresponde al agricultor y a su esposa, respectivamente. Una encuesta proviene de la disciplina de epidemiología humana y es diseñada para establecer los conocimientos, actitudes y prácticas (CAP) sobre la presencia de plaguicidas en su entorno. La encuesta CAP tenía varios propósitos: uno de ellos era establecer una

línea base y el otro era identificar los senderos potenciales de exposición para facilitar el diseño de intervenciones y romper el ciclo de exposición. La segunda encuesta proviene de las disciplinas de economía agrícola y sociología rural y estuvo diseñada primero para establecer el estatus socioeconómico y agrícola de los hogares participantes y segundo para identificar las tareas segregadas por género en el hogar.

El tercer y cuarto estudios fueron de carácter antropológico y utilizaron métodos de observación-participante, con una submuestra de las familias en tres comunidades (Mera-Orcés, 2000; Paredes, 2001). Estos estudios validaron algunos puntos de las encuestas, pero también mostraron diferencias. Además, dichos estudios profundizaron temas sociales, de salud y estrategias productivas, agrícolas y económicas de los hogares. Es importante remarcar que la encuesta CAP obtiene respuestas inmediatas que reflejan lo que piensa la persona encuestada y no necesariamente reflejan las prácticas que en verdad se realizan. Consecuentemente, estos dos estudios identificaron varias inconsistencias. Consideramos que el análisis de las diferencias aporta un conocimiento más integral de lo que ocurre en torno a la producción de papa y también nos da pautas, como investigadores, para evaluar las ventajas y desventajas de las metodologías aplicadas en la investigación agrícola y la necesidad de complementarlas.

Las comunidades en estudio se encuentran ubicadas en los cuatro cantones con mayor producción de papa en Carchi: San Francisco (cantón Espejo), Santa Martha de Cuba (cantón Tulcán), San José de Huaca (cantón Huaca) y San Pedro de Piartal (cantón Montúfar). En San José de Huaca se empleó únicamente la encuesta CAP. En las demás comunidades, las 60 familias participantes en el proyecto EcoSalud formaron la muestra en los cuatro estudios. Entre esas familias existen 332 individuos. Se dispone de información reportada de todos los miembros de la familia. El número de encuestados varía, consecuentemente, entre las respuestas reportadas en las secciones siguientes.

La encuesta al agricultor

Según la metodología de la encuesta, se hacen las preguntas de producción a las personas que contestan ser quienes tienen responsabilidad directa en el manejo de las parcelas. Como la producción de papa en este contexto tiene un estatus masculino (Mera-Orcés, 2000), son los hombres del hogar quienes asumieron el liderazgo de esas respuestas. Para complementar la información, posteriormente se realizaron encuestas a las personas que dijeron asumir roles domésticos, es decir, a las mujeres del hogar. Reconocemos que la realidad es más compleja y dinámica y que los roles determinados por género también son dinámicos y varían según la historia y el ciclo de vida familiar, acceso a capital y otras diferencias individuales. El estudio se realizó en los dos espacios, productivo y doméstico, a fin de facilitar la investigación y de entender la estructura de valores que determina el uso de recursos a nivel de finca.

Breve caracterización de los productores de papa

Las familias participantes viven en casas que disponen de luz y agua entubada. Las actividades de los miembros de los hogares participantes en las tres comunidades son principalmente: producción agrícola, jornales agrícolas, artesanía, quehaceres domésticos y tareas estudiantiles. Más del 60% de los ingresos familiares se originan por la venta de productos agropecuarios. El trabajo como jornalero agrícola contribuye al ingreso familiar entre un 12% y 22%. Los productos no agropecuarios proveen menos del 10%. Esto permite determinar que estas familias son netamente agrícolas. Más del 60% de los padres de familia encuestados han completado la educación primaria y más del 20% la educación secundaria.

Las familias paperas de estas comunidades producen papa en pequeña y mediana escala. Como promedio, siembran 4,9 TM (108 quintales) durante todo un año, en aproximadamente unas tres hectáreas. Esto no significa que toda la producción sea financiada por el agricultor, ya que son muy comunes las siembras "al partir" (cofinanciadas con otro productor).

Paredes (2001) utilizó una muestra de familias colaboradoras del proyecto EcoSalud para describir las estrategias agrícolas entre las mismas y las tendencias en el uso de pesticidas (Ver tabla 2.1). Las estrategias fueron identificadas por las familias y tienen cierta relación con la riqueza de las mismas. Las familias más ricas muestran una tendencia a extensificar y toman más riesgo con el cultivo de la papa. Los agricultores en este grupo fueron denominados *Arriesgados.* Esas familias hacen mucho más uso de jornaleros, hacen altas inversiones de capital y aplican mayores cantidades de plaguicidas que los otros grupos. Las familias intermedias muestran tendencias para cultivar en la modalidad "al partir". Los agricultores en este grupo fueron denominados *Intermedios*. Estas familias trabajan principalmente con jornaleros y contribuyen también su mano de obra familiar, la cual es contabilizada por los partidarios. Sus inversiones de capital tienden a ser altas, al igual que el uso de plaguicidas. Otras familias que tienden a ser las más pobres de la muestra entran en arreglos de compadrazgo para reducir el capital invertido y los riesgos y tienden a usar menos plaguicidas que los otros grupos. Los agricultores en este grupo fueron denominados *Seguros*. El tipo de mano de obra, el uso de capital, el uso de plaguicidas y la disposición para asumir riesgos en sus estrategias agrícolas fueron las características fundamentales de dicha clasificación.

Según casi la totalidad de los agricultores encuestados (95%), actualmente es imprescindible utilizar plaguicidas para producir papa. En igual forma, la mayoría de agricultores (98%) considera que antes sí era posible producir papa sin plaguicidas. El 89% de los agricultores considera que era factible producir de esta forma porque había menos problema de plagas que ahora. Este resultado también se corroboró en los estudios etnográficos. En la práctica, el estudio de Crissman *et al.* (1998) demuestra que, aunque todos los agricultores de la muestra utilizan plaguicidas, hay gran variación en el número de aplicaciones. Una de las razones mencionadas de esta variación es que, para aplicar, los agricultores consideran las variaciones ecológicas (clima y suelos) y otra razón mencionada es la variación entre las estrategias agrícolas

que usan las familias (mayor o menor inversión de capital y tipo de mano de obra) (Paredes, 2001).

Tabla 2.1 Caracterización de los estilos agrícolas de los pequeños productores de Carchi

Caracte-rística	Arriesgados	Intermedios	Seguros	Jornaleros
Descripción general	Toman riesgos. Comúnmente consiguieron su capital inicial en actividades fuera de la finca (por ej. como comerciantes). Son relativamente ricos.	Producen en la modalidad "al partir" en grandes áreas. Algunos Intermedios son jornaleros a tiempo parcial o tienen actividades fuera de la finca.	Agricultores a tiempo completo. Aseguran la reproducción de la finca al usar mano de obra familiar, cuidan la fertilidad de la tierra y mantienen redes sociales complejas.	Son empleados por cualquiera de los otros grupos. Algunos solían producir "al partir", pero han perdido su capital con la producción o quedaron endeudados.
Auto identificacion y valores sociales	Se identifican como "puros paperos". Sus percepciones de rique-za se basan en gran-des inversiones de capital y un estilo extensivo de agricul-tura. Su objetivo princi-pal es educar sus hijos para que dejen de ser "campesinos".	Se identifican como personas que "trabajan fuerte" y perciben que producir "al partir" es su estrategia central para conseguir riqueza y para dejar de trabajar como jornaleros.	Se identifican como "agricultores campesinos". Sus estrategias se basan en valores de "unión familiar" y en la impor-tancia de mantener sus redes sociales. El objetivo central es asegurar la continuidad de la finca.	Se identifican como pobres y/o explotados. Su objetivo principal fue asegurarse trabajo para sobrevivir y para apoyar a su familia.
Uso de mano de obra	Principalmente usan mano de obra pagada, la cual se define por relaciones de mercado.	Usan mano de obra familiar en las parcelas individuales. En parcelas "al partir" predomina la mano de obra pagada.	Principalmente usan mano de obra familiar. Contratan familiares o amigos sólo cuando hay alta demanda, por ej. durante la cosecha.	Venden su mano de obra. Las oportunidades de encontrar trabajo dependen de las decisiones de los agricultores.
Capital	Altas inversiones en producción. A veces producen "al partir" con los ***Intermedios*** y contribuyen con el capital. Usualmente hacen préstamos.	En parcelas individuales hacen inversiones pequeñas. "Al partir" hacen inversiones altas financiadas por sus partidarios (muchas veces ***Arriesgados)***	Tratan de hacer inversiones mínimas de capital "para arriesgar menos". Obtienen capital a través de préstamos informales y/o reciben créditos de sus amigos.	Tienen poco o ningún capital.
Uso de plaguicidas	Alto uso de plaguicidas. Pocos aplican plaguicidas ellos mismos. Perciben que "los fuertes desarrollan resistencia a los plaguicidas" y esto se demuestra por la poca responsabilidad que sienten por la salud de los jornaleros.	En sus parcelas individuales tratan de bajar el uso de plaguicidas y aplican ellos mismos. En parcelas "al partir" siguen patrones similares de aplicación que los Arriesgados y contratan jornaleros.	Tienden a bajar el uso de plaguicidas para bajar los costos de producción. Aplican plaguicidas ellos mismos y por esta razón sienten más directamente los efectos crónicos de aplicar plaguicidas.	No tienen ninguna influencia sobre la cantidad, calidad o la frecuencia de las aplicaciones de plaguicidas. La aplicacion de plaguicidas sin mayor protección es una muestra de fortaleza entre los jornaleros.

Fuente Paredes (2001). La caracterizacón se hizo con agricultores de tres comunidades que participaron en el proyecto EcoSalud. Los resultados fueron corregidos después con miembros de la comunidad y transferencistas de INIAP.

Principales problemas que afectan a la papa

Al igual que en los estudios revisados en el primer capítulo, la muestra de familias de la encuesta CAP considera que las plagas y enfermedades son el principal problema que afecta la producción de papa en Carchi. Con un puntaje muy cercano, los precios bajos de este tubérculo ocupan un segundo lugar. En un tercer lugar se ubican los altos costos de producción (igualmente con un puntaje alto). Estos tres problemas se ubican en un primer bloque de importancia. En un segundo bloque se indican dos factores climáticos: sequías y heladas, conjuntamente con la falta de mano de obra. Al analizar la ubicación de estos problemas en cada comunidad, hay diferencias en los puntajes, pero éstas no son mayores y se han mantenido los dos bloques de importancia.

Como se ha indicado en el capítulo anterior, el gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) constituye la principal plaga. En todas las comunidades, con excepción de San José de Huaca, ocupa el primer lugar. En Huaca, el minador (*Lyriomiza cuadrato*) ocupa el primer lugar, seguido por el gusano blanco, también con un nivel alto de importancia.

Principales métodos de control de plagas y conocimientos sobre éstos

Furadán (carbofurán)

En todas las comunidades, el producto más utilizado para el control del gusano blanco es el Furadán (carbofurán). En el capítulo 4 se amplía la información sobre este ingrediente activo. La mayoría de agricultores reporta realizar mezclas, en las cuales casi siempre se encuentra este plaguicida. Una mezcla que sobresale es Furadán más Curacrón (profenofos).

Los productos para controlar el gusano blanco, en su mayoría, se escogieron por propia experiencia. Siguen en importancia la recomendación del vendedor del almacén. En la comunidad de San Francisco destaca la influencia de paperos más grandes, que contratan a los agricultores como jornaleros, quienes dijeron haber aprendido allí sobre los productos.

Curacrón (profenofos)

Considerando todas las comunidades, el producto más utilizado para controlar el minador es el Curacrón (profenofos). En Santa Martha de Cuba, en cambio destaca el Evisect (thiocyclam-hidrogenoxalato). A diferencia del control del gusano blanco, la mayoría de productores no reportó realizar mezclas de productos, para controlar el minador.

La elección de productos para el control del minador sigue el mismo patrón indicado para los productos empleados para el control del gusano blanco.

Monitor (metamidofos)

Para el control de la pulguilla, el Monitor (metamidofos) es el producto más utilizado en todas las comunidades. En el capítulo 4 se amplía la información sobre metamidofos. La excepción es Santa Martha de Cuba, donde Karate (lambda cihalotrina) es el más utilizado. Ningún agricultor reportó realizar mezclas de productos para controlar la pulguilla.

La experiencia propia se consideró la principal fuente de información para conocer los productos para controlar la pulguilla. Como se anotó antes en la comunidad de San Francisco, ocupa el primer lugar la fuente de información originada en paperos más grandes que contratan a los agricultores como mano de obra.

Métodos no químicos de control de insectos

El conocimiento de métodos de control de plagas que no sean químicos es muy bajo. Es así como en Santa Martha de Cuba sólo un 8% de los productores conoce la utilización de trampas para el gusano blanco, una tecnología desarrollada e introducida por el INIAP. Esto mejora para el caso del minador, donde un 16% reporta conocer las trampas. La pregunta fue formulada sobre el conocimiento de estas prácticas y no implica su utilización.

En el caso de la encuesta en San Pedro de Piartal, ningún agricultor reporta conocer métodos que no sean químicos para el control de plagas. Paredes (2001) reporta que dos agricultores de su muestra, participantes de un proyecto de INIAP/CIP, estuvieron usando trampas para el gusano blanco.

En la comunidad de San Francisco se reporta, aunque en porcentajes muy bajos, el uso de métodos no químicos para el control del gusano blanco. Estos incluyen trampas (5%) y el uso de ají molido (3%). La excepción a lo indicado anteriormente es la comunidad de San José de Huaca, donde casi la tercera parte de la muestra reporta conocer trampas para el gusano blanco y para el minador.

Principales enfermedades y productos utilizados para su control

La lancha (*Phythophthora infestans*) es la principal enfermedad que afecta a la papa en las cuatro comunidades. Con una menor gravedad, se menciona a la Ceniza (*Oidio sp*), Lanosa (*Rosellina sp.*) y Roya (*Puccinia pitteriana*).

Los agricultores reportan conocer 36 productos para la lancha, con 93 posibilidades de mezclas. Dentro de éstos, destacan los siguientes: Curzate (cymoxanil + mancozeb), Dithane (mancozeb), Fitoraz (propineb + cymoxanil), Curatane, Manzate (mancozeb) y Ridomil (metalaxyl + mancozeb). Las mezclas son numerosas y muy variadas e individualmente alcanzan frecuencias y porcentajes bajos. Destaca, entre todas, la mezcla de Curzate + Dithane. En el capítulo 4 se

amplía la información sobre mancozeb. La totalidad de los agricultores no conoce otro método que no sea el químico para el control de la lancha.

Compra y almacenamiento de los plaguicidas

Lugares de compra

Pese a que existen almacenes de plaguicidas en cada una de las comunidades, los agricultores prefieren adquirirlos en los almacenes de los centros poblados más grandes y más cercanos. Es así como los agricultores de San Francisco compran en El Ángel y los agricultores de San Pedro de Piartal, en San Gabriel. En el caso de Santa Martha de Cuba los agricultores compran en Julio Andrade y San Gabriel y los de San José de Huaca compran en Julio Andrade y Huaca.

¿Cómo se solicitan los plaguicidas en los almacenes?

En las comunidades de Santa Martha de Cuba y San José de Huaca, el mayor porcentaje de los agricultores (85%-100%) solicita la venta de los plaguicidas por su nombre comercial. En la comunidad de San Francisco, aunque el nombre comercial es la principal forma de comprar los plaguicidas, otras alternativas como: "remedio para determinada plaga" o "determinada curación" adquieren más importancia. Ningún agricultor en estas comunidades solicita el producto por el ingrediente activo. Este resultado no es sorprendente, dado que las casas comerciales promocionan los plaguicidas por su nombre comercial e incluso sus nombres están pintados en cientos de paredes en la provincia.

Advertencias sobre precauciones o peligrosidad del plaguicida

En las cuatro comunidades, una gran mayoría de los agricultores (75-90%) reportó que nunca recibe, por parte del vendedor de plaguicidas, advertencias sobre las precauciones o peligrosidad del producto. En este punto es necesario reconocer que los agricultores también admitieron no solicitar al vendedor este tipo de información.

Compra de plaguicidas y alimentos

En las encuestas, la mayoría de agricultores (64%) indica que nunca acostumbra a comprar plaguicidas y alimentos el mismo día. En reuniones posteriores, principalmente con grupos de mujeres, se manifestó que este porcentaje en la realidad podría ser más bajo. Los esposos aprovechan los días de feria para comprar simultáneamente insumos de producción y alimentos para la casa. En lo que sí estuvieron de acuerdo las señoras era en señalar que nunca se colocan plaguicidas y alimentos en la misma funda, pero sí comparten la misma unidad de transporte.

Tiempo de almacenamiento de los plaguicidas

Pese a que la mayor parte de los agricultores de todas las comunidades (82%) almacena los plaguicidas, lo hace por períodos cortos (media 18 días y moda 8 días). Otros estudios llegan a conclusiones similares (Mera-Orcés, 2000). La situación económica de los productores no les permite adquirir un *stock* de plaguicidas para enfrentar la inflación. Por lo general, los productos que compran los utilizan inmediatamente, y almacenan sobrantes relativamente pequeños. Sin embargo, si bien el plaguicida se encuentra en su recipiente original, éste no se encuentra apropiadamente cerrado.

Lugar de almacenamiento de los plaguicidas y la bomba de fumigar

El mayor porcentaje de los agricultores (60%) indicó que almacena los plaguicidas en lugares o cuartos aparte de la casa de vivienda. En visitas posteriores, el equipo de campo pudo apreciar la cercanía e incluso el contacto directo de esos cuartos con sitios como la cocina o el comedor y en varios casos los plaguicidas fueron almacenados en el cuyero (Paredes, 2001). Se pudo apreciar también que no siempre la bomba de fumigar se almacena en el mismo sitio que los plaguicidas. Los agricultores mantienen precauciones contra el posible robo de los plaguicidas. Cuando ellos no están presentes, mantienen con llave los cuartos donde están los plaguicidas o guardan los plaguicidas en sitios no muy alejados de la vivienda, donde puedan mantener la vigilancia.

Con la bomba de fumigar no se toma tantas precauciones, ya que la lógica de los productores es que, si se roban una bomba, es relativamente fácil ubicarla, pero si se roban los plaguicidas, es imposible localizarlos (Mera-Orcés, 2000). Dejar sin llave el cuarto donde están los plaguicidas cuando los padres están presentes en la casa, ha hecho que ocurran accidentes de intoxicación de los niños (Mera-Orcés, 2000).

Aplicación de los plaguicidas

Personas que mezclan los plaguicidas

La mezcla de los plaguicidas antes de su aplicación es una labor realizada casi en la totalidad de los casos (93%) por el propio productor. Esta labor usualmente no es confiada a los jornaleros por desconfianza a que éstos puedan cometer errores que afecten al cultivo o que se pueda presentar algún robo.

Cuando se realizan estas mezclas no se toman precauciones. El 86% no usa guantes, el 92% no usa máscara, el 97% no usa gafas y el 35% no usa una camisa de manga larga. La única precaución que toma la mayoría de aplicadores es utilizar un palo en lugar de las manos para realizar la mezcla. Esta situación no impide que, durante la mezcla, se mojen las manos y las muñecas. Se confirmó esa repuesta con

el ensayo de exposición reportado en el capítulo 4. Se pudo observar en una ocasión que el palo con el que se realizó la mezcla se convirtió en un objeto de juego para un niño. En el estudio de Mera-Orcés, en San Pedro de Piartal, se indica que hace algunos años los agricultores solían mezclar los plaguicidas con sus propias manos, pero esta práctica ha sido abandonada, mientras que Paredes (2001) observó que en dos ocasiones en Santa Martha de Cuba, los jornaleros utilizaron las manos. Reuniones posteriores realizadas con grupos de mujeres confirmaron que existen algunos agricultores que aún continúan mezclando los productos con las manos. La mezcla se realiza casi siempre (89%) en la propia parcela que se va a fumigar. Paredes anota que, cuando el nivel de las mezclas de plaguicidas está bajo en el tanque, los trabajadores deben introducir sus cabezas en el mismo para alcanzarla. No siempre existe una acequia en la parcela, por lo que deben traer el agua sobre caballos desde la acequia más cercana. Paredes observó enjuagar los recipientes en la corriente e incluso arrojar un cuarto de litro de la mezcla sobrante.

Personas que aplican los plaguicidas

Como ocurrió con las mezclas, la mayoría de veces es el propio productor quien realiza las aplicaciones de los plaguicidas (89%). En algunas ocasiones, es ayudado por jornaleros (28%) o familiares (13%). Mera-Orcés (2000) indica que los productores que han logrado acumulación de capital pueden contratar jornaleros para las fumigaciones. Comúnmente en estos casos, según Paredes, el partidario o un familiar de confianza acompaña a los jornaleros. Esta labor es considerada por los agricultores peligrosa, pero necesaria, para asegurar la producción y la fuerte inversión realizada. En observaciones de campo posteriores a la encuesta, se pudo conversar con algunos agricultores pudientes que, pese a tener la posibilidad de contratar jornaleros, aplican los plaguicidas ellos mismos, lo cual demuestra que el tipo de mano de obra usado en las fumigaciones no tiene una relación directa con el acceso al capital. Los agricultores que aplican pesticidas dijeron que *"así podemos marcar el paso"* y lograr que esta actividad sea realizada más eficientemente (menos tiempo y apropiada distribución y uso del producto).

Precauciones tomadas para aplicar los plaguicidas

En la Tabla 2.2 se indican las precauciones que los productores realizan cuando aplican los plaguicidas. Aunque el uso de botas sí brinda protección, su uso no debe ser considerado como una precaución específica para plaguicidas, ya que existe la costumbre de usarlas siempre que el productor trabaja en la parcela. Entre aquellos que contestaron que utilizan un poncho impermeable, se refiere generalmente a la utilización de chompas de cuero. Los que reportan el uso de máscaras se refieren frecuentemente a una vieja camiseta amarrada para cubrir la boca y nariz. Esta tabla muestra claramente que los agricultores no usan ropa protectora adecuada. Paredes

da algunas explicaciones al respecto: un informante respondió que en la zona no existe la costumbre de usar ropa protectora, "*se aplica así no más*". Otros informantes lo justifican con los precios altos de esta ropa, la ausencia de oferta en los almacenes de la región y la supuesta incomodidad que representa su uso por el calor.

Según reporta Mera-Orcés, los vendedores de las tiendas de agroquímicos en San Gabriel dijeron no vender artículos de protección y reconocieron que, si un agricultor los requiere, éste o ésta tienen que ir a tiendas en alguna ciudad grande. Una opinión fue que: *"En el almacén se tiene lo que se sabe con seguridad que se va a vender. Los pesticidas son buen negocio, pero nadie va a comprar las cosas de protección aquí."* Además, en los últimos años se han suspendido los cursos y charlas sobre recomendaciones técnicas relacionadas con el uso de pesticidas, que anteriormente dictaban las compañías de agroquímicos. La explicación que dan en las comercializadoras es que ya se sabe que los pesticidas son un negocio seguro y casi no se necesita invertir en extensión y propaganda.

Los porcentajes de la Tabla 2.2 podrían estar inflados, ya que, cuando se presentaron estos resultados a las comunidades, se manifestó que no se ha observado personas fumigando con guantes, máscara o ropa de protección. Los estudios de caso de Mera-Orcés y Paredes confirman esta conclusión.

Producto de esta falta de precauciones, un alto porcentaje de productores reporta que cuando fumiga se moja la cara (84%), se moja las manos (87%), se moja las piernas (86%), se moja los pies (78%) y se moja la espalda (73%). Este resultado también está confirmado con el estudio de exposición, presentado en el capítulo 4.

Tabla 2.2 Precauciones utilizadas para la aplicación de plaguicidas

Precauciones utilizadas	Porcentaje
Usa botas de caucho	99
Usa un plástico en la espalda	38
Usa poncho impermeable	26
Usa pantalón impermeable	26
Usa guantes	12
Usa máscara	8
Usa gafas protectoras	2

Las extremidades inferiores y los pies se mojan principalmente cuando las plantas están altas y es época lluviosa, debido a que entra agua a las botas que se escurre desde las piernas. El mojarse la espalda ocurre principalmente cuando la bomba no se encuentra en buenas condiciones. Los agujeros de las bombas metálicas sólo son tapados con jabón.

Higiene cuando se toma alimentos en la parcela

Con excepción de la comunidad de San Francisco, donde los productores y jornaleros trabajan un solo jornal (de 6 ó 7 de la mañana a 1 ó 2 de la tarde), toman café con pan que las mujeres les llevan a media mañana y luego almuerzan en sus casas; en las demás comunidades, el almuerzo tiene lugar en las parcelas donde se trabaja. Las esposas, madres, hermanas o hijas generalmente llevan la comida a los agricultores en sus parcelas. En las encuestas se preguntó si antes de ingerir los alimentos y después de haber aplicado plaguicidas se lavaban las manos. La mayoría de agricultores (87%) respondió que siempre lo hacían, esto, sin embargo, no resulta ser verdadero. Observaciones de campo, testimonios de muchas mujeres preocupadas por sus maridos y estudios como el de Mera-Orcés demuestran lo contrario. Entre las causas, se pueden considerar las siguientes: (1) no se considera a esto una causa importante de contaminación con plaguicidas; (2) no se dispone de agua corriente en la parcela; (3) descuido y (4) no están dispuestos a esperar más tiempo antes de comer. Paredes observa que el lavado de las manos corresponde a un rápido enjuague en la acequia o en la fuente más cercana.

Fumigación cuando existe la presencia de mucho viento

Para analizar otra fuente potencial de contaminación con plaguicidas, se consultó a los productores qué hacían cuando estaban fumigando si había mucho viento. Un 48% de la muestra indicó que cambiaba la dirección de la fumigación a un sentido contrario al viento. Un 31% continuaba fumigando, al igual que lo hacía antes de que se presentase el viento. Un 12%, algunas veces paraba de fumigar y un 7% siempre paraba de fumigar. Durante las aplicaciones observadas por Paredes, los agricultores aplicaron a favor y en contra del viento.

Destino de los envases de plaguicidas utilizados

Más de la mitad de los productores deja las fundas y los frascos en la propia parcela donde los utilizó. Son relativamente pocos los productores que tienen la precaución de enterrarlos o quemarlos. Afortunadamente, la práctica de arrojar estos envases a los ríos o acequias se ha ido perdiendo (1% y 3%). Otra práctica es arrojarlos en zanjas o dejarlos ocultos debajo de piedras. Dada la cantidad de productos aplicados, el resultado real es de miles y miles de recipientes dispersos en el campo. El reconocimiento de esta práctica contribuye a la creencia de que las vertientes están contaminadas.

Estado de las bombas de fumigar

Las bombas utilizadas en la zona tienen un promedio cercano a los 10 años de edad. Esto hace pensar que mucho de este equipo ha cumplido ya su vida útil y

necesita renovación. Los agricultores manifiestan su precaución por un buen mantenimiento de las mismas, principalmente por su alto costo. Es común que un primer lavado de la bomba se realice en la parcela y un segundo se realice en la casa. En este último sitio se utiliza la piedra de lavar, donde también se lava la ropa y la vajilla.

Cuando sobra producto en la bomba, este es aplicado en otros tubérculos andinos, como la oca o el melloco. Se han observado casos en que los sobrantes se aplican en los alrededores de la casa o se guarda la bomba con el sobrante. Paredes describe el caso de un niño de tres años que se intoxicó de gravedad al probar con la lengua la boquilla de una bomba que se dejó sin lavar en la bodega.

Conocimientos sobre la aplicación de plaguicidas

Capacitación sobre el manejo de plaguicidas

Sólo una quinta parte de los productores en las cuatro comunidades ha recibido alguna capacitación sobre el manejo de plaguicidas. La comunidad que más ha recibido capacitación es San Pedro de Piartal, en parte porque es la comunidad con el más alto grado de organización, gracias a la presencia de un proyecto internacional de ayuda a los niños.

Las capacitaciones incluyeron los siguientes temas: medidas de protección (66%), aspectos técnicos (63%) y peligrosidad y efectos en la salud (46%). La sumatoria de los porcentajes individuales es de más de 100, ya que una capacitación pudo incluir más de dos temas.

En orden de importancia, las instituciones que ofrecieron esa capacitación fueron: casas comerciales (60%), INIAP (43%) y MAG (20%). Un agricultor pudo mencionar más de una institución.

Lectura de la información contenida en las etiquetas

La mayoría de los agricultores (64%) indica que siempre acostumbra a leer las etiquetas de los envases, 21% las lee de vez en cuando y el 15%, nunca. Consultados sobre qué información buscan encontrar en la etiqueta, se indican las siguientes opciones en orden de importancia: advertencias (75%), dosis (70%), compatibilidad (50%), qué plaga o enfermedad controla (30%), cuál es el ingrediente activo (25%). Sólo un 16% busca el tiempo de caducidad. Un productor pudo responder más de una opción, por lo que los porcentajes individuales suman más de cien. Paredes, en sus observaciones de campo, constató la aplicación de un producto cuyo tiempo de expiración había pasado.

Conocimiento sobre la compatibilidad entre plaguicidas

El 74% de los agricultores considera que no se pueden mezclar plaguicidas indiscriminadamente. El 18% considera que sí es posible hacerlo y el 8% no lo sabe. Entre los agricultores que consideran que no se puede mezclar cualquier pesticida, el 74% considera que los productos no actúan bien y el 26%, que la mezcla se vuelve tóxica.

Como ocurrió antes con la selección de los plaguicidas, la decisión sobre qué productos sí se pueden mezclar y cuáles no, se establece, en primer lugar, por experiencia propia (52%). Sigue la lectura de etiquetas (33%), por preguntas al vendedor (18%), por preguntas a un vecino (9%) y explicaciones de un técnico (6%).

Conocimiento de las dosis y sobre qué productos se mezclan

El mayor porcentaje de los productores en todas las comunidades determina la dosis (58%) y los plaguicidas que va a mezclar (60%), con base en su propia experiencia. Luego siguen, en orden de importancia, las indicaciones del producto, del vendedor, de un vecino y asesoramiento de un técnico. La falta de reconocimiento de los ingredientes activos genera que se hagan mezclas que duplican estos elementos. Por ejemplo, para controlar la lancha se usa comúnmente Curzate (cymoxinil y mancozeb) más Dithane (mancozeb). Por consiguiente, los agricultores doblan la dosis de Mancozeb en el cóctel.

Además de mezclar productos comerciales con los mismos ingredientes activos, en las cuatro comunidades, los agricultores tienen la creencia generalizada de que es mejor aplicar cantidades mayores de estos insumos que las indicadas por los fabricantes, principalmente en épocas lluviosas. Sólo un 39% de los agricultores indican que siempre respetan la dosis indicada en las etiquetas del producto. Un factor que hace que este porcentaje no sea inferior es el alto costo de estos insumos.

Determinación de la peligrosidad de un plaguicida

Es necesario destacar que, en todas las comunidades, un alto porcentaje de agricultores determina la peligrosidad de un plaguicida, principalmente mediante el olor del mismo (61%). El determinar su peligrosidad a través de la información que viene en los envases (26%) y los colores de las etiquetas (17%) son menos importantes. Un porcentaje importante de agricultores (alrededor del 70%) no conoce lo que significan los colores en las etiquetas de los pesticidas. Entre todos los colores, el más conocido es el rojo cuyo significado fue acertado por el 29% de los agricultores. Los demás colores tuvieron un bajo porcentaje de acierto: verde (9,8%) azul (8%) y amarillo (7%). Estos resultados discrepan con lo expresado por los agricultores, que dicen “leer con frecuencia la etiqueta del envase”. Si más de la mitad siempre lee la etiqueta, incluso las advertencias, resulta que pocos relacionan esto con

la peligrosidad. Se ha encontrado una gran coincidencia de los resultados de la encuesta con las narrativas del estudio etnográfico de Mera-Orcés. Este estudio encontró la creencia de que "las enfermedades principalmente se transmiten por vía aérea". Esta creencia sugiere que el efecto tóxico de los plaguicidas puede ser minimizado si se evita olerlos o inhalarlos porque los plaguicidas enferman, ya que entran al cuerpo por la nariz o la boca.

Contaminación por plaguicidas

Situaciones que pueden ocasionar una contaminación con plaguicidas

A cada persona encuestada se le indicaron algunas situaciones por las cuales podría contaminarse con plaguicidas. Se les solicitó que, de acuerdo a su criterio, señalaran si esa opción le podía contaminar mucho, poco o nada. Se le dio también la oportunidad de contestar que no sabe. Se consideró separadamente la etapa de mezcla de pesticidas respecto a la de fumigación.

En la etapa de mezcla de productos se dieron dos opciones para la contaminación: (1) mojarse las manos o puños y (2) oler el producto. En la Tabla 2.3 se indican los resultados a esta pregunta. Se ilustra que los productores consideran que se pueden contaminar un poco más al oler la mezcla que al mojarse con ella las manos o los puños. Comparada con la exposición dérmica, la exposición por inhalación bajo condiciones de campo tiene poco efecto, como se explica en el capítulo 4.

Tabla 2.3 Calificación de las opciones de contaminación durante la mezcla de plaguicidas

Opción	Contamina mucho	Contamina poco	No contamina
Oler el producto	76%	21%	3%
Mojarse las manos	74%	24%	2%

La fumigación presentó más opciones de contaminación, como se detalla en la Tabla 2.3 Los resultados de esta tabla tienen relación con aspectos indicados anteriormente. Se dijo que los agricultores no acostumbran a lavarse las manos y comen en la misma parcela fumigada. Una de las explicaciones podría ser que los productores consideran que estas prácticas no son mayores fuentes de contaminación. Por otro lado, el porcentaje más alto de productores cambia de dirección o para de fumigar cuando existe mucho viento. Esto se explica por la importancia que se da al hecho de que el viento sople a la cara al fumigar.

Paredes, en sus observaciones de campo, notó una opción de contaminación con plaguicidas no considerada en las encuestas: los fumigadores van conversando entre sí mientras realizan esta actividad y se mojan uno al otro de manera accidental.

Tabla 2.4 Calificación por hombres de las opciones de contaminación durante la fumigación

Opción	Contamina mucho	Contamina poco	No contamina	No sabe
Que el viento le dé en la cara al fumigar	79,3	18,4	1,7	0,6
Comer cuando está fumigando	78,2	16,1	3,4	2,3
Quedarse con la misma ropa con que fumigó	75,3	21,3	2,3	1,1
Mojarse las manos cuando fumiga	70,7	27,0	1,7	0,6
Fumar mientras fumiga	70,7	18,4	2,9	8,0
Mojarse la espalda cuando fumiga	70,1	27,0	1,7	1,1
Tocarse los ojos cuando fumiga	66,1	28,2	0,6	5,2
Tocarse la boca cuando fumiga	64,9	31,6	0,6	2,9
Tocarse la nariz cuando fumiga	64,9	30,5	0,6	4,0
Tocarse los ojos sin lavarse las manos	63,2	31,0	1,7	7,0
Tocarse la boca sin lavarse las manos	62,1	34,5	1,1	2,3
Fumar sin lavarse las manos	58,6	28,7	3,4	9,2
Sonarse sin lavarse las manos	58,0	36,8	1,7	3,4
Comer en otro lado sin lavarse las manos	56,3	35,6	4,0	4,0
Comer en la misma parcela	51,7	37,4	5,7	5,2
Pasar por una parcela fumigada	40,8	42,0	13,8	3,4

Síntomas experimentados por las personas que se han intoxicado con plaguicidas

De acuerdo a la revisión de literatura, se identificaron 23 síntomas y signos que corresponden a personas que se han intoxicado con plaguicidas. En una prueba para determinar sus conocimientos, cada uno de estos síntomas fue nombrado a los agricultores encuestados, solicitando que indicaran si ellos consideraban que esto correspondía o no a una intoxicación por plaguicidas y las razones de por qué lo afirmaban. En esta segunda pregunta, relativa al por qué lo afirmaban, se dieron tres alternativas: este síntoma fue experimentado por él mismo, este signo lo vio personalmente en otra persona y otras personas le comunicaron sobre estos síntomas.

En todas las comunidades los síntomas o signos más reconocidos en una intoxicación por plaguicidas fueron: mareo, dolor de cabeza, vómito, debilidad muscular, temblores, visión borrosa, náusea y lagrimeo. Es preocupante que, entre las

personas que reconocen estos síntomas o signos, el mayor porcentaje indica haberlos experimentado él mismo. En las cuatro comunidades, el 31% de los productores reportó haber sentido hasta siete síntomas. Contradictoriamente, cuando se les pregunta si alguna vez se han intoxicado con plaguicidas, ellos responden negativamente. Esto podría tener dos explicaciones: primero, el productor considera como una intoxicación con plaguicidas sólo aquellos casos graves, en los cuales se debe llevar a la persona de urgencia a un hospital y segundo, en la zona existe la creencia popular de que sólo las personas débiles se intoxican con plaguicidas, situación que induce a no admitir la intoxicación entre los hombres. Nos extraña que la tasa de conocimiento por comunicación sea baja (entre 7 a 21% según el síntoma). Esto puede indicar que los síntomas son tan comunes que no merecen una conversación entre familiares, amigos o vecinos. Otra posible interpretación es, como se indicó antes, que la susceptibilidad a intoxicaciones es un signo de debilidad del individuo y entonces, no es un tema discutido. Los estudios de Mera-Orcés y Paredes coinciden en resaltar la creencia en la región de que sólo las personas débiles se intoxican con plaguicidas *"esto no le sucede a los fuertes"*. Paredes reporta afirmaciones de ciertas familias y de jornaleros jóvenes en el sentido de que las personas tienen que ir acostumbrándose a los plaguicidas. Al comienzo pueden sentir mareos, pero después se van volviendo resistentes.

Otro aspecto que llama la atención es el bajo reconocimiento de la irritación de la piel como síntoma de intoxicación por plaguicidas (28%). Por observaciones y estudios previos, se reconoce que la dermatitis es común en la zona. Los productores probablemente no asocian este síntona con los plaguicidas o no lo quieren admitir al momento de la entrevista. En el estudio de Paredes, los agricultores que aplicaban plaguicidas presentaron más síntomas de dermatitis y una vez que recibieron capacitación, había mayor tendencia a relacionarla con el uso de plagucidas.

Atención a personas que se han intoxicado con plaguicidas

En las cuatro comunidades, la mayor parte de productores (61%) coincidió en indicar que lo primero que harían cuando una persona se intoxicara con plaguicidas, sería llevarla a un médico particular. La segunda opción sería llevarla a un hospital (20%), la tercera sería darle remedios caseros y, si no mejorara, llevarla a un hospital (16%) y la cuarta sería darle sólo remedios caseros (4%).

Conocimientos y percepciones de las mujeres

En las cuatro comunidades, siempre son las mujeres las que tienen la responsabilidad en el manejo del hogar. Esta responsabilidad se reparte entre mujeres adultas, adolescentes y niñas. Como se dijo anteriormente, la producción de papa tiene un estatus masculino; como la literatura reporta, esto ocurre con la mayoría de cultivos de orientación comercial en el mundo. Esto determina que, aunque las

mujeres trabajen directamente en el cultivo de la papa e incluso a veces controlen la producción total, difícilmente responden inicialmente que su rol social y doméstico es de "productoras de papa". No obstante, es importante añadir que, aunque la mujer tiene un rol integral en las diferentes etapas de producción, su presencia ocupacional en aplicaciones de pesticidas es limitada. En el estudio realizado entre 1990-1992 en las cercanías de San Gabriel, Crissman et al. (1998) registraron 2.250 eventos de aplicación de plaguicidas donde las mujeres fueron involucradas en apenas cuatro de ellos. Este aspecto necesita mayor investigación en comunidades donde se contrata un mayor porcentaje de mujeres jornaleras y donde la mujer del Carchi puede estar asumiendo un mayor control de la producción.

Capacitación sobre el manejo de los plaguicidas

Solo un 11,5% de las mujeres ha recibido capacitación sobre plaguicidas. Entre ellas, la mayoría reportó que algunos de los temas incluidos fueron peligrosidad y efectos en salud (66%), medidas de protección (47%) y aspectos técnicos (34%). En orden de importancia, las instituciones que ofrecieron esta capacitación fueron: casas comerciales (60%), INIAP (10%) y el MAG (10%).

Determinación de la peligrosidad de un plaguicida

Las mujeres, a diferencia de sus esposos, dieron como la primera opción para poder determinar la peligrosidad de un plaguicida el leer las etiquetas del producto (43%). La segunda opción, aunque con un porcentaje también alto, es el olor del producto (42%). Opciones con menor importancia son: información del marido (19%), información de un vecino (15%), demostraciones (7%), color de las etiquetas (3%) y por indicación de un técnico (2%). La sumatoria de los porcentajes da más de cien, ya que una señora puede contestar más de una opción.

Un porcentaje importante de mujeres (alrededor del 80%) no conoce lo que significan los colores en las etiquetas de los pesticidas. Entre todos los colores, el más conocido es el rojo, cuyo significado fue acertado por el 10% de las señoras. Los demás colores tuvieron un bajo porcentaje de acierto, verde (2,9%), azul (1,1%) y amarillo (1,7%).

Situaciones que pueden ocasionar una contaminación con plaguicidas

En la Tabla 2.5 se presentan los porcentajes sobre los criterios de contaminación. Al igual que los hombres, comparativamente, las mujeres, dan una posición de menor importancia para la contaminación al comer en la misma parcela fumigada. Probablemente por esta situación y por el poco tiempo que el productor está dispuesto a esperar para comer, el sitio preferido para comer es la misma parcela fumigada. Paredes reporta observaciones de agricultores que comen junto al tanque donde se mezclan los plaguicidas.

Tabla 2.5 Calificación por mujeres de las opciones de contaminación durante la fumigación

Opción	Contamina mucho	Contamina poco	No contamina	No sabe
Mojarse la espalda cuando está fumigando	71,8	23,0	0,0	5,2
Quedarse con la misma ropa que fumigó	71,3	22,4	1,1	5,2
Comer cuando está fumigando	67,8	24,7	1,7	5,7
Mojarse las manos cuando fumiga	61,5	31,6	0,6	6,3
Que el viento le dé en la cara cuando fumiga	61,5	29,9	1,7	6,9
Fumar mientras fumiga	58,6	24,7	3,4	13,2
Tocarse los ojos cuando fumiga	51,7	39,7	1,7	6,9
Comer en otro lado sin lavarse las manos	47,1	41,4	5,7	5,7
Tocarse los ojos sin lavarse las manos	45,4	45,4	1,7	7,5
Comer en la misma parcela fumigada	44,8	42,5	4,6	8,0
Tocarse la boca cuando fumiga	40,8	51,7	1,7	5,7
Tocarse la nariz cuando fumiga	35,1	54,0	4,0	6,9
Fumar sin lavarse las manos	32,2	50,0	5,7	12,1
Tocarse la boca sin lavarse las manos	28,7	60,3	3,4	7,5
Sonarse sin lavarse las manos	25,9	62,1	4,6	7,5
Pasar por una parcela fumigada	12,6	59,2	17,8	10,3

Síntomas experimentados por las personas que se han intoxicado con plaguicidas

Al igual que a los hombres, se dio a conocer a las mujeres 23 síntomas y signos que corresponden a personas que se han intoxicado con pesticidas, y se les solicitó que indicaran si ellas consideraban que esto correspondía o no a una intoxicación por pesticidas y por qué lo afirmaban. En contraste con los hombres, el mayor porcentaje de señoras sabía de estos síntomas por haberlos visto en otras personas en su comunidad.

Los síntomas o signos más reconocidos en una intoxicación por plaguicidas en las mujeres fueron: dolor de cabeza, mareo, debilidad muscular, vómito, náusea, temblores, lagrimeo, irritación de la piel y visión borrosa. Estos signos coinciden con los identificados por los hombres, pero un porcentaje mayor de mujeres correctamente reconoció los síntomas. La principal diferencia es que las mujeres dan

una mayor importancia a la irritación de la piel (dermatitis) que los hombres. Esto se debe a que ellas lo han podido comprobar con sus mismos esposos y no tienen problema en admitirlo. De forma consistente con su limitada participación en actividades de aplicación, las mujeres reportan una tasa muy inferior a los hombres en la experimentación de signos de intoxicación. Es interesante anotar que las mujeres recuerdan haber visto los signos en otras personas con mayor frecuencia, en comparación con los hombres; quizás esa otra persona sea su propio marido. Finalmente, las mujeres son evidentemente más comunicativas que los hombres para reportar con mayor frecuencia que otras personas les han informado sobre intoxicaciones.

Atención a personas que se han intoxicado con plaguicidas

Las respuestas de las mujeres indicaron, a diferencia de las respuestas de los hombres, que lo primero que harían con una persona que se ha intoxicado con plaguicidas sería darle remedios caseros y, si esto no funcionara la llevarían al médico (45%). La segunda opción para la mujer sería llevarla a un hospital (37%), la tercera sería darle sólo remedios caseros (8%) y la última, llevarla a un médico particular (3%). La diferencia de respuestas entre hombres y mujeres puede estar relacionada con el mayor conocimiento que estas últimas tienen sobre la utilización de remedios caseros.

En concordancia con lo expresado en el capítulo 5, el remedio casero más utilizado es la leche en combinación con otros productos para provocar el vómito. En un segundo plano de importancia entre los remedios caseros está el uso de hierbas medicinales y un baño de agua tibia.

Conocimiento de casos de personas que se han intoxicado en la comunidad

Un 60% de las mujeres ha tenido conocimiento de por lo menos una persona que se ha enfermado por intoxicación con pesticidas. De ellas, un 40% conoce dos casos y un 20% más de dos casos.

Las mujeres reportan más casos que los hombres, situación que está de acuerdo con la creencia de que las intoxicaciones están asociadas con la debilidad y la necesidad de ocultarlo por orgullo. Paredes ratifica esta afirmación e incluso, señala que la mejor manera de conocer esta situación es preguntando a los niños y no a los mayores.

Disponibilidad de un espacio diferente para producir papa para el consumo doméstico

Solamente un 10% de las señoras indica disponer de un espacio diferente a las parcelas comerciales para producir papa para el consumo doméstico. En contraste con otras zonas, en el Carchi la producción ocurre durante todo el año y existe menos

razón para tener su propia fuente de producción entre quienes tienen este espacio tipo huerta casera, en la mayoría de casos (61%). Este está ubicado junto a la vivienda. Otros separan unos surcos (huachos) en la parcela comercial (16,7%) o destinan un espacio de terreno no ubicado junto a la casa. En estas huertas, en un 52% de casos siempre se usan las mismas variedades de papa que en las parcelas comerciales. En un 28% de casos se usan de vez en cuando las mismas variedades y en un 19% nunca se usan las mismas variedades. En las huertas lo interesante es que el 70% utiliza una menor cantidad de pesticidas con relación a las parcelas comerciales. La razón para ello es la preocupación de esas personas por obtener un producto más saludable.

Fuentes de agua para la familia

En la Tabla 2.6 se indican las fuentes de agua para los distintos usos. Agua entubada es la que se capta de un ojo de agua y se lleva a un pequeño tanque, donde puede o no ser tratada y después es llevada por tubería a los hogares.

Tabla 2.6 Fuente de agua para los distintos usos

FUENTE	Consumo humano	Lavado de ropa	Animales menores	Animales mayores
Agua potable	7,5	6,9	6,9	1,1
Agua entubada	83,3	74,7	58,6	20,1
Pozo	1,1	0,0	0,6	2,9
Acequia	3,5	8,6	16,7	47,1

En la Tabla 2.7 se indica la apreciación de las amas de casa respecto al contenido de residuos de pesticidas de sus diferentes fuentes de agua. Se distingue la creencia, generalizada en las comunidades, de que los pozos, aunque no son usados actualmente, tienen un menor contenido de plaguicidas, así como el agua entubada y la potable. Aparentemente, la lixiviación no es reconocida como un fenómeno físico real y presente en sus suelos. La percepción de que las acequias están contaminadas es consistente con el reconocimiento de la práctica de enjuagar las bombas y los envases de plaguicidas en las acequias.

Tabla 2.7 Apreciación del contenido de plaguicidas en las diferentes fuentes de agua

Fuente	Siempre contiene	De vez en cuando contiene	Nunca contiene
Agua potable	1,7	1,7	96,6
Agua entubada	6,3	29,9	63,8
Pozo	1,1	1,7	97,1
Acequia	19,0	25,3	55,7

Normas de higiene al llegar a la casa después de una fumigación

Se consultó a las amas de casa sobre qué es lo primero que hacen al llegar a la casa las personas que han fumigado. El mayor porcentaje (77%) indica que esas personas se bañan inmediatamente. El porcentaje restante se limita a lavarse las manos y a bañarse parcialmente.

En visitas posteriores a los hogares por parte de Mera-Orcés y Paredes y por testimonios en reuniones con grupos de mujeres, se pudo comprobar que los datos anteriores no corresponden con la práctica. Esto puede deberse a la tendencia de no reconocer que se está haciendo algo indebido. La comunidad en la que se encontró más respuestas no verdaderas es San Francisco. Por testimonios de mujeres de esta comunidad, se conoce que lo primero que el productor quiere hacer al llegar a la casa es almorzar y a veces lo hace tal como llega. Esto puede explicarse por la costumbre en esta comunidad de trabajar una larga jornada antes del almuerzo. En todas las comunidades, una dificultad para tomar un baño es la falta de ducha y de agua caliente.

Lavado de la ropa de las personas que han fumigado

Un 57% contestó que la ropa se guarda aparte para lavarla después separadamente. Sigue en importancia la opción de lavar la ropa enseguida y por separado (23%). La opción de guardar y lavar la ropa de la fumigación junto con la demás ropa de la casa fue señalada en un 20% de los casos.

El estudio de Mera-Orcés señala: "Muchas informantes dicen que generalmente no mezclan la ropa de fumigar con la otra ropa. Sin embargo, ellas admiten que algunas veces, cuando lavan grandes cantidades de ropa, la mezclan en el mismo recipiente. De acuerdo a varias mujeres, esto ahorra tiempo y dinero. Ellas piensan que esto puede ser riesgoso, pero esperan que el plaguicida se vaya con el agua corriente. Una informante dijo que, cuando lava la ropa de fumigar, las manos se le ponen secas y le arden y que dentro de las uñas permanece el olor a plaguicida. Este olor está presente también en la piedra de lavar. No es una práctica generalizada que las mujeres utilicen guantes para lavar".

Un 35% de las amas de casa reportó que sus esposos utilizaban más de una vez la misma ropa con la que fumigaron antes de lavarla. Este porcentaje puede ser mayor, ya que se ha podido observar esa ropa colgada en un clavo de la pared, junto a la bomba de fumigar o a los plaguicidas. Las esposas dicen: *deben acabar de ensuciar la ropa para lavarla*. No hacen distinción entre la ropa de fumigar y la ropa de trabajo. Además, algunos agricultores usan en las aplicaciones chompas de cuero y otros usan chompas de *jean.* Las primeras nunca se lavan y las segundas, solo muy de vez en cuando. Observaciones de campo reportaron que estas chompas terminan saturadas de pesticida y así se las guarda (Mera-Orcés, 2000).

Plaguicidas utilizados dentro de la casa

Entre los productos utilizados dentro de la casa, el 52% es para fumigación dentro del hogar, y el 31%, para aplicación a animales domésticos. Entre los principales productos utilizados se menciona raticidas (29%), Nevugon (27%) y Furadán (13%). Entre los pesticidas utilizados en campo y también usados en la casa, se menciona también a Monitor, Clerat, Orthene y Rector, con menor porcentaje.

Percepciones sobre el uso de pesticidas y sobre salud

Según reporta Mera-Orcés, la gente acepta que su forma de vida tiene muchas contradicciones. Por un lado, están inmersos en una economía de mercado que los obliga a mantener niveles competitivos de producción y a utilizar cantidades importantes de plaguicidas. Además, reconocen que la producción intensiva de papa está relacionada con un sinnúmero de plagas y enfermedades. La vulnerabilidad percibida genera discursos contradictorios e ideas particulares de riesgo entre los campesinos y las campesinas. Los discursos sobre el riesgo tienen, básicamente, cuatro dimensiones complejas que surgen de una forma interrelacionada. Esas dimensiones son: (1) la esperanza de un progreso económico, (2) creencias de salud, (3) identidad de género e (4) identidad social. Los plaguicidas han sido incorporados en las prácticas hogareñas cotidianas. Incluso se podría decir que los agricultores tienen "un pacto con los plaguicidas", lo que implica que, en este contexto, para tener éxito social y económico uno debe convivir con plaguicidas, aunque la salud de uno mismo y de la familia esté amenazada. Este pacto puede quedar disuelto en el momento que el agricultor consigue capitalizar su inversión. Entonces, él o ella puede contratar jornaleros para la aplicación de pesticidas, en lugar de aplicarlos ellos/ellas mismos/as. Se han observado, sin embargo, casos de agricultores que, pese a haber logrado la capitalización, continúan aplicando plaguicidas como una manera de mantener un mejor control de las aplicaciones. Estas diferencias pueden ser explicadas, según Paredes, por grupos sociales que aplican racionalidades distintas en la producción. Los agricultores que tienden a tomar más riesgos (*arriesgados*) y que se identifican como "paperos puros" tienden a percibir "riqueza", como una función de la cantidad de insumos que compran y de la contratación de mano de obra (muchas veces a expensas de préstamos bancarios). Los productores que producen al partir (*intermedios*) tienen percepciones similares a este grupo. En cambio, los productores que utilizan mano de obra familiar (*seguros*) y se identifican como "agricultores campesinos", tienden a buscar la reducción de costos y aplican pesticidas ellos mismos. Los agricultores de este grupo perciben que la cantidad de insumos no es una función de la "riqueza" que poseen, pero más bien un "gasto inevitable". Estas identidades sociales explican, según Paredes, un uso diferente de plaguicidas entre los agricultores, a pesar de poseer niveles de capitalización similares. De cualquier

manera, los peones y los agricultores que usan mano de obra familiar son los grupos poblacionales que, sin escapatoria, están más expuestos al peligro de los plaguicidas.

Conclusiones

Los plaguicidas son parte del entorno de producción y del hogar en la provincia de Carchi. Han estado presentes durante décadas y han sido utilizados por todos. Su peligrosidad es reconocida, pero, según la percepción de la gente, es el precio que se debe pagar para sacar provecho a su inversión y/o para obtener el reconocimiento de ser un buen "papero". Aunque hay variación entre géneros, grupos sociales y edades, los moradores demuestran muy poco conocimiento sobre la naturaleza de los productos, posibles senderos de exposición y modos de acción de las intoxicaciones. Un resultado especialmente sorprendente es el poco conocimiento del significado de los colores de las etiquetas.

Los estudios con encuestas y los estudios antropológicos coinciden en indicar que la intoxicación por plaguicidas es aceptada por la gente como un costo de la producción agrícola; además, una gran mayoría considera que la intoxicación solo afecta a las personas débiles. Por estas razones, los problemas en este sentido generalmente se ocultan o no se reconocen.

Los agricultores no toman precauciones con el manejo de los plaguicidas porque tienden a minimizar los riesgos y porque prefieren mantener la imagen de ser personas fuertes. Ellos explican el no uso de ropa de protección por ser muy caras e incómodas y la situación real es que el equipo de protección se puede adquirir en las tiendas de la localidad.

Llama la atención que un buen número de los síntomas y signos de intoxicación con plaguicidas son reconocidos por los productores. Esto ocurre porque ellos mismos los han experimentado o por lo que han visto en miembros de su familia y colegas. Pese a esta situación, el reconocimiento de que alguna vez se han intoxicado es bajo. Esto se debe a no querer reconocerlo, para no ser considerados personas débiles, o porque ellos consideran como intoxicación sólo los casos graves que merecen hospitalización.

Nuestra experiencia en esta investigación destaca la utilidad de complementar encuestas formales y cuantitativas con observaciones cualitativas y estudios de caso. Es comprensible que, en una encuesta realizada por personas nuevas en la comunidad, algunos aspectos sean contestados de acuerdo a lo que se considera que debería hacerse y no a lo que en realidad se realiza. El uso armónico de metodologías cuantitativas y cualitativas no solamente permite la verificación de los datos (generados por cada una), sino que permiten abrir nuevas preguntas de investigación y caminos para redireccionar, tanto la investigación como la intervención. Por lo tanto, consideramos que las encuestas CAP, combinadas con estudios de caso, ofrecen una buena orientación para las labores de intervención y capacitación y son una opción válida para conocer la situación de partida y detectar cambios generados por la acción de un proyecto.

Bibliografía

Crissman, C.C., P. Espinosa, C. Ducrot, D.C. Cole and F. Carpio. "The Case Study Site: Physical, Health and Potato Farming Systems in Carchi Province" Chapter 5 in C.C. Crissman, J.M. Antle, and S.M. Capalbo.(eds.) *Quantifying Tradeoffs in the Environment, Health and Sustainable Agriculture: Pesticide Use in the Andes* (Boston: Kluwer Academic Press), 1998. pp. 85-120.

Mera-Orcés V. *Agroecosystems Management, Social Practices And Health: A Case Study on Pesticide Use and Gender in the Ecuadorian Highlands.* A Technical Report to the IDRC. Canadian-CGIAR Ecosystem Approaches to Human Health Training Awards with a Particular Focus on Gender. June, 2000. 39 p.g.

Paredes, M. 2001. *We are like the fingers of the same hand. Peasant's differentiation at the interface with technology and project intervention. A case study in Carchi, Ecuador.* M.Sc. thesis, Wageningen University. 160 pp.

Capítulo 3

PLAGUICIDAS EN EL MEDIO AMBIENTE

Jetse Stoorvogel, Raúl Jaramillo, Ramiro Merino y Sarian Kosten

Introducción

Los plaguicidas juegan un papel clave en la agricultura moderna para el control de plagas que amenazan nuestros cultivos. En muchos casos, los niveles de productividad y rentabilidad de un cultivo sólo se pueden alcanzar mediante la aplicación de plaguicidas. Sin embargo, frecuentemente el uso indebido de estos plaguicidas implica una amenaza para los agricultores que los aplican, para los consumidores de los productos agrícolas y para el medio ambiente.

En este capítulo trataremos sobre el transporte y el destino ambiental de los plaguicidas y sus posibles impactos adversos. Enfocaremos nuestra investigación a encontrar respuestas a las siguientes interrogantes: ¿cómo se mueven los plaguicidas a través del suelo?, ¿qué posibilidades existen de que los plaguicidas lleguen a contaminar fuentes de agua subterránea y superficial?, ¿qué plaguicidas presentarían un mayor riesgo ambiental?, ¿cómo afectan las propiedades de absorción y de degradación de un plaguicida en cuanto a su lixiviación y movilidad en el suelo?, ¿cuáles son los niveles actuales de los plaguicidas en el medio ambiente? y ¿presentarían estos niveles un riesgo para el medio ambiente? Adicionalmente, discutiremos las implicaciones de las políticas estatales en el manejo adecuado de los plaguicidas y en los posibles mecanismos para evaluar y minimizar los riesgos que conlleva su uso. Este estudio se llevó a cabo en la provincia de Carchi, Ecuador, con la asociación de cultivos papa-pasto. Como se ha demostrado en el capítulo 1, en la actualidad, la producción de papa en esta zona depende en gran medida de la utilización de apreciables cantidades de plaguicidas.

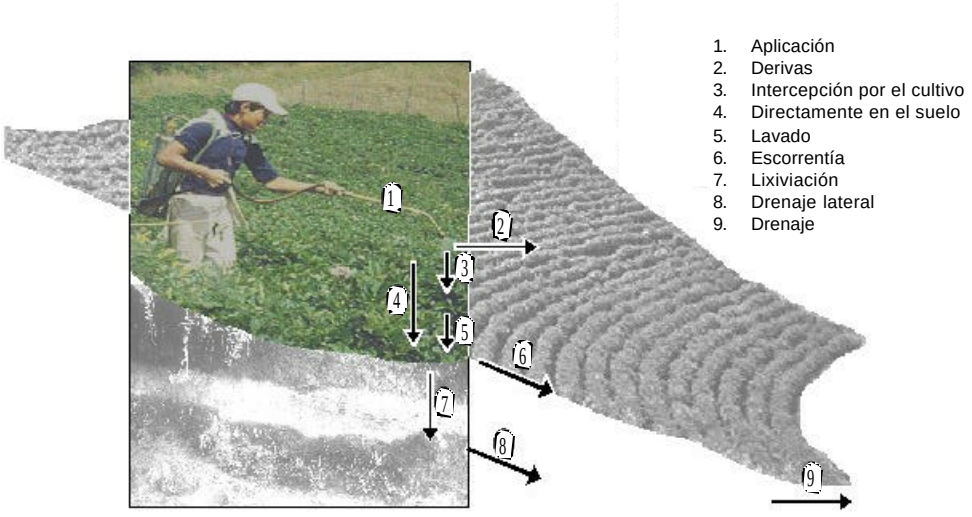
Es importante que los riesgos asociados con el uso de plaguicidas sean estimados y evaluados minuciosamente, para juzgar si son aceptables para la sociedad, o si se requiere intervenciones en forma de políticas estatales para evitar impactos adversos. Las intervenciones en la política agrícola para proteger el medio ambiente pueden ser implementadas por medio de regulaciones basadas en valores máximos permitidos en cuanto a la cantidad de plaguicidas presentes en el medio ambiente, que el sector agrícola debe cumplir. Estos valores máximos tienen como fundamento investigaciones que permiten determinar el nivel de concentraciones que pueden ser

toleradas por los organismos y por el medio ambiente, sin que éstas causen riesgos mayores. Con el fin de que estas regulaciones sean formuladas y cumplidas a cabalidad, es indispensable contar con instituciones estatales eficientes que se dediquen a estos propósitos. Las funciones de estas instituciones incluyen generar la información científica para establecer los valores máximos permitidos al tomar en cuenta los niveles de riesgo que deban ser tolerados, monitorear las concentraciones ambientales, identificar los orígenes o fuentes que infringen las regulaciones, y asesorar, educar y sensibilizar a todos los sectores involucrados. En muchos países en vías de desarrollo, dicha estructura no está disponible, por lo que se deben considerar intervenciones en forma de políticas estatales menos ambiciosas. Un elemento clave para que este tipo de intervención política sea efectiva es el de disponer de la capacidad tecnológica para identificar, a través de la investigación, qué plaguicidas están asociados con un alto riesgo. Si ciertos plaguicidas de alto riesgo son registrados después de efectuar un análisis de costo-beneficio, adicionalmente se debe definir cuáles serían los valores de concentración máxima permitidos en el medio ambiente (suelo, agua y atmósfera) que podrían ser tolerados para tener impactos aceptables para la sociedad.

Rutas de transporte de plaguicidas en el medio ambiente

Este capítulo se centra en el transporte y el destino ambiental de los plaguicidas después de su aplicación. Antes de discutir en mayor detalle los procesos y los riesgos, primero haremos una revisión general de las diferentes rutas o procesos de movimiento y transporte de los plaguicidas a través del ambiente, con énfasis en el suelo. Una visión general de estas rutas se presenta en la Figura 3.1.

Figura 3.1 Rutas de transporte de los plaguicidas en el medio ambiente



Mientras se aplica el plaguicida (1), se produce deriva del producto por el viento (2). En la agricultura a pequeña escala, en los países tropicales, los aspersores de mochila son frecuentemente usados para la aplicación. Estos aspersores aplican los plaguicidas relativamente cerca del follaje del cultivo. Como resultado, se espera que el efecto de deriva sea mucho más reducido que en la agricultura a gran escala, basada en el uso de aspersores accionados por tractor o por aspersiones realizadas por vía aérea.

Después de la aplicación de plaguicidas, parte del producto se deposita en el follaje del cultivo (3) y el resto cae a través de éste hacia el suelo (4). Cabe mencionar que, en algunos casos, se busca a propósito la intercepción y la retención del plaguicida en el follaje (por ejemplo, en la aplicación de fungicidas) o, al contrario, se prefiere una aplicación directamente a la superficie del suelo (para el caso de algunos insecticidas y nematicidas). Posteriormente, los plaguicidas en el follaje pueden ser acarreados o lavados hacia el suelo por la lluvia (5). Cuando los plaguicidas llegan a la superficie del suelo, éstos pueden ser transportados por el agua al infiltrarse al subsuelo; a este tipo de transporte vertical se lo denomina lixiviación (6). Además, los plaguicidas pueden ser acarreados lateralmente por escorrentía superficial (7). Es de importancia mencionar que, especialmente en áreas montañosas, el agua que se infiltra en el suelo no se mueve verticalmente hacia la capa freática, sino que se produce un flujo lateral (8) hacia localidades más bajas o valles donde el agua lixiviada llega a aguas superficiales por afloramientos en forma de pequeñas fuentes o vertientes. Finalmente, la escorrentía superficial puede infiltrarse en otras partes o puede entrar a contaminar directamente *in situ* las aguas superficiales (9).

Una parte del plaguicida depositado en el follaje o en el suelo puede volatilizarse directamente después de su aplicación y ser transportado por el viento. Simultáneamente, durante cada uno de los procesos de transporte, el plaguicida puede degradarse en otros productos de transformación secundarios. Una fracción de los plaguicidas depositados en las hojas y en el suelo estará sujeta a degradación fotoquímica por acción de la luz solar. La fracción que finalmente llega al suelo depende de las características fisicoquímicas de los plaguicidas y de cuán persistentes son, del momento de la aplicación (si existe o no un follaje cerrado), de la forma de aplicación (el equipo de aspersión y de la adición de otros productos químicos a la formulación o a la mezcla) y de las condiciones meteorológicas reinantes. Ya en el interior del suelo, parte de los plaguicidas se biodegradarán como resultado de la actividad biótica de los microorganismos (principalmente bacterias y hongos). La degradación puede ocurrir en condiciones aeróbicas y anaeróbicas; en general, una mayor degradación ocurre en los estratos superficiales del suelo, donde existe mayor abundancia de microorganismos. Además, también existe degradación a través de la actividad abiótica (por interacción con arcillas y óxidos metálicos presentes en el suelo). Debe destacarse que la degradación de plaguicidas no implica necesariamente formación de productos de transformación secundarios inocuos; en algunos casos, los productos de las reacciones de degradación son tanto o más tóxicos y persistentes que el principio activo original.

Se debe resaltar que, en la Figura 3.1, únicamente se han incluido los principales procesos de transporte y que, de hecho, más procesos ocurren en la naturaleza (para una descripción más detallada, ver Leistra et al., 2000). A continuación, examinaremos cuáles son las importancias relativas de cada uno de los diferentes procesos de transporte. En general, en la zona de estudio, se puede asumir que alrededor del 50% de la cantidad de plaguicidas aplicados al follaje llega a la superficie del suelo. A pesar de las pendientes escarpadas, la escorrentía superficial en la zona de estudio es limitada debido a la alta capacidad de infiltración del suelo y a las intensidades relativamente bajas de la precipitación. Es decir, que en general se puede tratar de simplificar el proceso y asumir que un 50% de la cantidad inicial aplicada de los plaguicidas podría estar disponible para infiltrarse en el suelo. Los suelos de la zona se han originado de cenizas volcánicas y contienen interiormente en el subsuelo capas cementadas poco permeables por lo cual se espera un drenaje lateral subterráneo sobre la superficie de estas capas hacia las posiciones más bajas de las cuencas hidrográficas. Allí el agua emerge a la superficie en pequeñas fuentes o vertientes y puede entrar en acequias y ríos. De esta manera, si los plaguicidas logran infiltrarse desde la superficie del suelo hasta las capas impermeables del subsuelo, podrán ser transferidos al agua subterránea y, en ciertos casos, también podrán llegar a contaminar el agua superficial.

En general, existen dos clases de contaminación que el uso de agroquímicos puede originar. La primera es la contaminación "puntual", originada por derrames accidentales durante el transporte de envases y recipientes, o en la preparación, el manejo y la eliminación de las mezclas aplicadas. Ejemplos de contaminación puntual en Carchi pueden ser la eliminación de fundas y recipientes de plaguicidas en acequias y ríos, el lavado de bombas de aspersión en ríos e, incluso, la formación de embalses en los canales de riego para mezclar ahí los productos antes de su aplicación. La segunda es la denominada contaminación "no puntual", que se produce como resultado de la presencia de residuos de plaguicidas después de las aplicaciones convencionales sobre el cultivo (Yaron, 1989; Triegel y Lei Guo, 1994). Ejemplos de contaminación no puntual son los producidos por lixiviación, escorrentía y deposición en suelo, agua o follaje y también de plaguicidas volatilizados a la atmósfera que han sido transportados por el viento.

En el esquema anterior, la aplicación de plaguicidas sobre un cultivo puede describirse como una forma de contaminación no puntual. Sin embargo, se debe destacar que la contaminación detectada en Carchi se encuentra más frecuentemente asociada con una contaminación puntual que se presenta cuando restos de plaguicidas o sus envases son arrojados directamente en los arroyos o los equipos utilizados en su aplicación se limpian dentro de éstos. En muchos casos, la contaminación puntual presenta riesgos ambientales mucho más graves, ya que está asociada con concentraciones muy elevadas, pero momentáneas, en los afluentes. Al contrario, la contaminación no puntual a menudo resulta en una contaminación relativamente baja pero caracterizada por un nivel más constante en cuanto a concentración y duración.

Dado el hecho de que la contaminación puntual está relacionada con incidentes o eventos imprevisibles, ésta es extremadamente difícil de estudiar y modelar. En la zona de estudio, los problemas causados por la contaminación puntual podrán ser disminuidos únicamente mediante la educación ambiental de la comunidad y de los diferentes sectores involucrados. Creemos que la protección del medio ambiente se verá reforzada mediante la capacitación apropiada de los agricultores en cuanto al manejo de los plaguicidas y sus desechos. En este capítulo, nos enfocaremos más en la contaminación de origen "no puntual".

Modelaje del movimiento de plaguicidas en suelos

Los procesos de movimiento de plaguicidas en el medio ambiente son, en sí mismos, extremamente complejos y se ven afectados por una gran cantidad de factores. Como resultado, el movimiento de plaguicidas sólo puede ser dilucidado y cuantificado después de múltiples y complicadas mediciones, seguidas de experimentación intensiva, que debe ser complementada a través del uso de complejos modelos matemáticos de simulación. Ejemplos de estos modelos son LEACHM (Wagenet y Hutson, 1989) y, más recientemente, PEARL (Tiktak et al., 2000). Estos modelos permiten que simulemos el movimiento del plaguicida a través del suelo (lixiviación). A pesar de la simplificación del sistema al asumir un flujo en una sola dimensión, los modelos requieren ser alimentados con una cantidad enorme de datos relacionados con las condiciones de clima y suelo, así como con información del comportamiento de los plaguicidas bajo condiciones locales. Recientemente, se han desarrollado nuevos modelos que permiten simular el movimiento de plaguicidas en dos y tres dimensiones (por ejemplo, el Hydrus 2-d; Simunek et al., 1996), pero lamentablemente sus requisitos intensivos de datos limitan su aplicación en muchos estudios.

Casi todos los modelos matemáticos de simulación son desarrollados para ser aplicados al nivel de parcela. Su aplicación a nivel regional involucra una variedad de problemas complejos (comparables con los problemas descritos por Hansen y Jones, 2000). El problema principal es que, desde el punto de vista práctico, es difícil obtener los datos requeridos para todas las parcelas dentro de una región. Por lo tanto, los datos disponibles son agregados, y como consecuencia, los resultados no representan la variabilidad individual que se encuentra en el campo.

Los modelos de simulación matemáticos requieren ser alimentados con gran cantidad de información, por lo que es muy útil que se desarrollen herramientas que recopilen esta información. Los modelos, junto con las bases de datos, permitirán una evaluación rápida para identificar el tipo y la magnitud del riesgo para el medio ambiente que podría causar un plaguicida al ser utilizado. Para lograr esto, se han desarrollado bases de datos generales, que recopilan las propiedades de comportamiento ambiental específicas de muchos plaguicidas (por ejemplo, Wauchope et al., 1992). Las bases de datos generales suministran información acerca

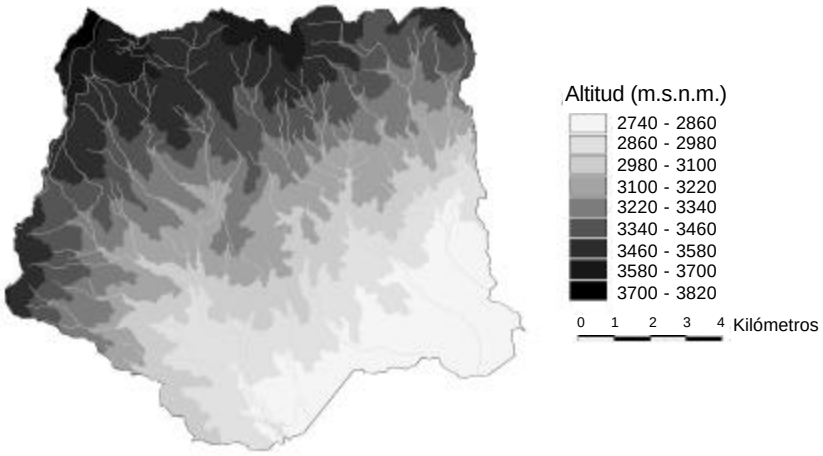
del tiempo de vida media de los plaguicidas (tiempo necesario para degradar el 50% de un ingrediente activo). En estas bases también se puede encontrar el parámetro Koc, el cual es un coeficiente de partición que indica la relación entre la concentración de plaguicida en la solución del suelo y la concentración de plaguicida adsorbido a las partículas del suelo normalizado para su contenido de carbón orgánico. Por otro lado, como ya mencionamos, se han desarrollado modelos de simulación simples (Di y Aylmore, 1997), que toman en cuenta los principales procesos de transporte y degradación. Adicionalmente, se pueden usar datos generales al asumir, por ejemplo, que, en general, alrededor del 50% del plaguicida aplicado llegará al suelo.

No obstante, se debe indicar que las estimaciones por simulación son únicamente válidas y cercanas a la realidad cuando la variabilidad en las condiciones físicas está bien descrita, es decir, cuando la calidad de la información alimentada al modelo es buena y detallada. Para los estudios que hemos efectuado en Carchi, hemos tomado en cuenta una descripción detallada de la variabilidad de suelos, para después proceder a evaluar cuáles plaguicidas podrían producir un alto riesgo de lixiviación e impactar adversamente en los recursos naturales.

Variabilidad de suelos

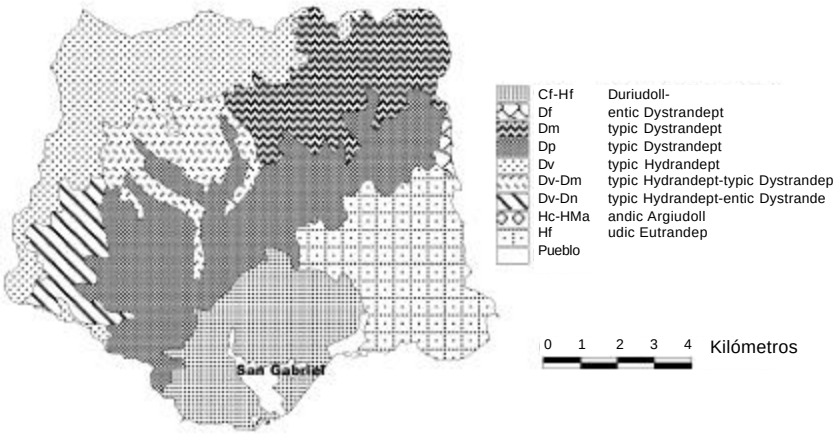
Las elevaciones de los Andes, por ser una zona de origen tectónico, presentan diferencias extremas en topografía (Figura 3.2). Grandes diferencias en altitud coinciden con pendientes pronunciadas, así como también se presentan valles relativamente planos en las partes bajas. Los suelos en el área de estudio son suelos jóvenes, derivados de cenizas volcánicas y de material piroclástico (pómez); en su mayoría se los clasifica como "Andepts" (Soil Survey Staff, 1992). En su formación, los suelos tienen poca variación. Las erupciones volcánicas pasadas han depositado cenizas en casi toda el área. La topografía, la edad de los depósitos de ceniza volcánica y el clima son los factores más importantes que determinan, hoy en día, las diferencias entre suelos.

Figura 3.2 Diferencias topográficas en Carchi en la zona de estudio



La variación en suelos se puede relacionar primordialmente con la capa superficial del suelo, el denominado "horizonte A". La información base sobre la variabilidad del suelo presente en el área se encontraba descrita en una exploración de suelos a escala 1:50.000, realizada por el Ministerio de Agricultura y Ganaderia la cual se representa en la Figura 3.3 (MAG-ORSTOM, 1980). Lamentablemente, los resultados de esta exploración de suelos contenía muy poca información cuantitativa del suelo y no permitía predecir la variación, especialmente del espesor del horizonte A, que ocurre al interior de las grandes unidades de tipo taxonómico que se definen.

Figura 3.3 Variación en tipos de suelos en Carchi



Con el objetivo de mejorar esta descripción general y cualitativa, Meyles y Kooistra (1997) colectaron información detallada y cuantitativa de las propiedades físicas y químicas del suelo. Gracias a este trabajo, se demostró que a pesar de la apariencia relativamente homogénea de los horizontes del suelo, éstos eran más bien heterogéneos en las propiedades de ambas características. Estas investigaciones lograron identificar un grupo de propiedades asociadas con ciertos tipos de horizontes del suelo, lo que permitió aumentar la utilidad de la descripción original. Simultáneamente, Van Soest (1998) demostró que se presenta una gran variabilidad en los espesores de los diferentes horizontes y desarrolló una metodología para poder predecir el espesor del horizonte A, en función de la posición de un campo dentro de las unidades definidas en el mapa del MAG-ORSTOM.

Debido a las propiedades que produce el material de origen volcánico en el suelo (Shoji et al., 1993) y al clima relativamente húmedo presente, los suelos en la zona papera del Carchi presentan una alta capacidad de retención de agua y una tasa de infiltración elevada. Esto implica que la erosión hídrica es un proceso relativamente

poco importante, más aún al considerar la baja intensidad de la precipitación. De mucha mayor importancia es la erosión por labranza (Veen, 1999), la cual resulta de una aradura intensiva de los campos de papa en pendientes. Con el tiempo, la aradura provoca una pérdida completa del suelo superficial de las partes más elevadas de muchos campos y una subsiguiente acumulación de los sedimentos arrastrados en las partes inferiores.

Evaluación de los plaguicidas de mayor riesgo ambiental

Es relativamente frustrante el percibir lo complejo del problema, la plétora de diferentes procesos que intervienen, la variabilidad del manejo del cultivo y los posibles efectos en los recursos naturales. Sin embargo, en muchos de los casos los problemas complejos pueden ser simplificados significativamente y una metodología relativamente simple puede ser utilizada como un procedimiento de evaluación rápida para identificar los problemas ambientales que son más factibles de presentarse. Para el área del Carchi, se efectuó un análisis preliminar exploratorio y se emplearon datos generales de suelos y clima. De manera complementaria, se emplearon bases de datos universales para las propiedades de los plaguicidas, información con la cual se alimentó a un modelo simple para estudiar la lixiviación del plaguicida.

Como ya se mencionó, la base para este estudio fue la exploración del suelo a escala 1:50.000, realizada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG-ORSTOM, 1980). Esta exploración, junto con la información cuantitativa proporcionada por Meyles y Kooistra (1997) suministra una fuente de datos muy valiosa sobre la variación del suelo.

La movilidad de un plaguicida en el ambiente depende de sus propiedades físico químicas y de un sinnúmero de condiciones ambientales. En cuanto a la movilidad en el suelo, la solubilidad del plaguicida en agua es una característica en extremo importante. En general, mientras más soluble en agua, más móvil será el plaguicida en el suelo. Para simplificar, se puede decir que el Koc mide la afinidad con la cual los plaguicidas se absorben al carbón orgánico presente en el suelo. Mientras más alto es el valor de Koc más fuerte es la tendencia del plaguicida a fijarse al suelo. Un valor alto de Koc permite predecir que el movimiento del plaguicida a través del suelo se verá retardado por su gran atracción al suelo y que será menor la cantidad de plaguicida disponible para estar disuelto en el agua de percolación. Los plaguicidas varían en cómo se fijan por absorción a las partículas del suelo. De hecho, si las interacciones que permiten la absorción son grandes, el plaguicida podrá ser transportado junto a las partículas de suelo lateralmente. Debido a las características de la zona de estudio, el transporte de plaguicidas, tanto por flujo de tierra como por flujo sub-superficial, deben ser tomados en cuenta para llegar a comprender el destino ambiental de los plaguicidas utilizados.

Otro parámetro importante para predecir el transporte y el destino ambiental de un plaguicida es el tiempo de vida media. Si el tiempo de vida media de un plaguicida

es largo, indica que éste es persistente. Si un plaguicida tiene una vida media larga, existe un alto riesgo asociado a su uso, ya que estará disponible para ejercer su efecto tóxico durante un mayor lapso y podrá tener mayores probabilidades de ser transportado si sus otras propiedades físico químicas y de comportamiento lo permiten. Una vida media corta indica que un plaguicida se degradará rápidamente.

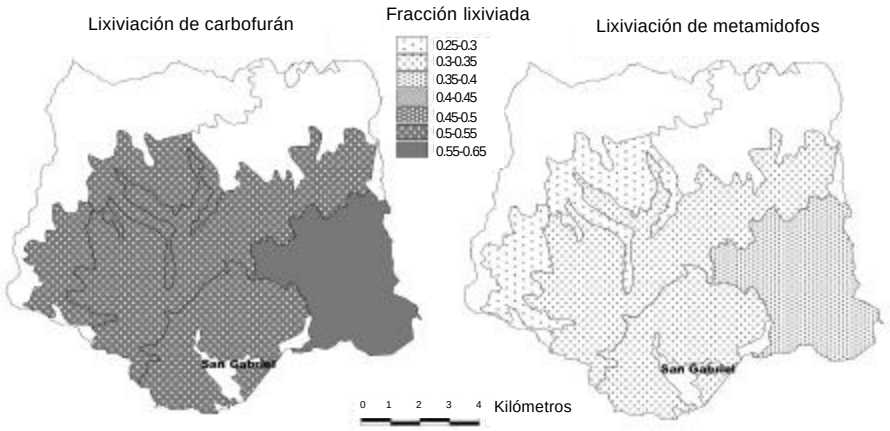
Para muchos plaguicidas, se encuentran disponibles bases de datos generales para el tiempo de vida media y los valores de Koc (Tabla 3.1). Di y Aylmore (1997) describen un procedimiento de evaluación fácil para estudiar percolación al utilizar un modelo simple que requiere sólo información limitada. Mediante el uso de este modelo, se analizó el área de estudio para ubicar los puntos de alto riesgo de lixiviación de plaguicidas. Para esto, se utilizó la base de datos del suelo descrita por Meyles y Kooistra (1997) y la base de datos de USDA-NRCSs para características de comportamiento de plaguicidas. Se efectuaron las estimaciones para los fungicidas y los insecticidas de uso más común en la zona (ver capítulo 1). El objetivo de este ejercicio de simulación era determinar el riesgo existente para que los plaguicidas lixiviaran por debajo de 1 metro de la superficie del suelo. En este procedimiento de investigación simple, solamente se consideró un flujo uni-dimensional (vertical) que atraviesa el perfil del suelo.

Tabla 3.1. Propiedades importantes de los plaguicidas comúnmente aplicados en el cultivo de la papa

Plaguicida	Vida media (días)	Koc (mL/g)	Solubilidad en agua (mg/L)	Toxicidad humana a largo plazo (mg/L)	Toxicidad para peces a largo plazo (mg/L)	Toxicidad para peces a corto plazo (mg/L)
Carbofurán	50	22	351	40	18	387
Cymoxanil	5	391	800	91	1,53	600
Fonofos	40	870	17	10	3,5	3045
Mancozeb	70	2000	6	6	3,17	6335
Maneb	70	2000	6	6	0,0019	3,86
Metamidofos	6	5	1000000	7	165	826
Profenofos	8	2000	28	0,35	2,9665	5933

Los resultados para los dos plaguicidas que potencialmente presentan un mayor riesgo de lixiviación (carbofurán y metamidofos) en la zona de estudio se incluyen en la Figura 3.4. El plaguicida que lixivia se expresa como la fracción de los plaguicidas aplicados que pasarán a través del perfil del suelo. Debido a los procesos incluidos en el análisis, esta fracción es independiente de la cantidad total de plaguicida aplicada, puesto que las concentraciones están por debajo del punto de saturación del suelo. Los otros plaguicidas utilizados en la zona poseen tiempos cortos de vida media y/o valores altos de Koc y consecuentemente, presentan un riesgo mínimo de lixiviación.

Figura 3.4 Lixiviación de carbofurán y metamidofos en Carchi



Los procedimientos de investigación de impacto ambiental nos indican que ciertos plaguicidas tienen un riesgo de lixiviación mucho más alto con respecto a otros. Además, los resultados de nuestro estudio preliminar indican que las condiciones ambientales en áreas específicas incrementan considerablemente los riesgos de que ocurra la lixiviación de plaguicidas. Específicamente, en los estudios de modelaje, el carbofurán presentó un riesgo muy alto para lixiviarse en mayor magnitud en los suelos asociados a las partes bajas. Además, debemos tomar en cuenta que el carbofurán es utilizado por los agricultores con frecuencia y en gran cantidad en la zona de estudio y, por último, que este plaguicida y uno de sus productos de degradación principales (3-hidroxicarbofurán) son muy tóxicos. El resto del estudio, por consiguiente, se centrará en el carbofurán.

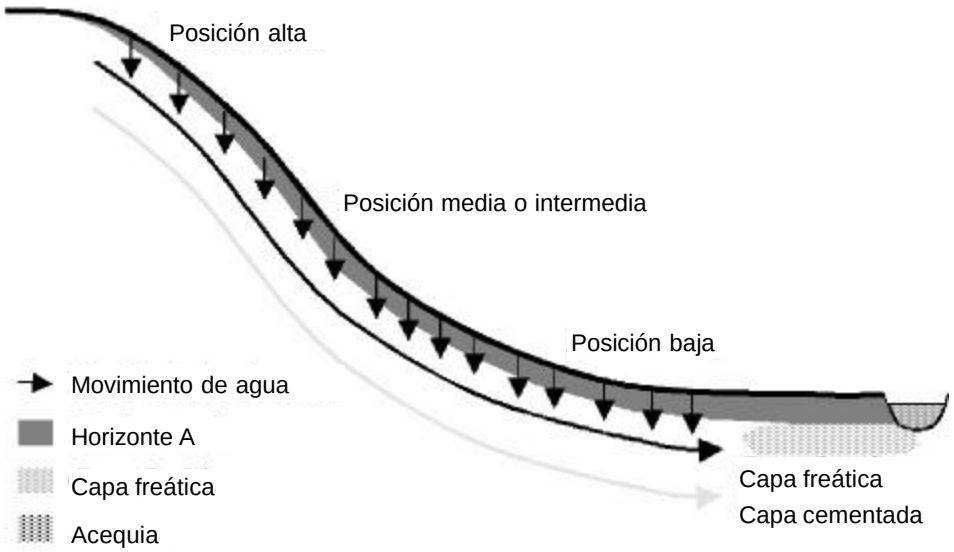
El carbofurán en el área del Carchi

El Carbofurán es un plaguicida del grupo de los metil carbamatos (2,3-dihidro-2-2-dimetil-7-benzofuranil-N-metilcarbamato). Es un insecticida y nematicida de acción sistémica y de contacto muy efectivo que actúa contra un rango amplio de plagas agrícolas. A pesar de ser menos persistente que la mayoría de los plaguicidas organoclorados, el carbofurán es más tóxico para los animales y es muy soluble en el agua. En el Ecuador, el carbofurán es empleado extensivamente para el control del gusano blanco *(Premnotrypes vorax)*, una de las más importantes plagas de la papa en la región andina.

La metodología de simulación utilizada en el presente estudio demostró claramente que la lixiviación de carbofurán podía ocurrir en la zona de estudio. No

obstante, debemos percatarnos de que este estudio se basó en la utilización de datos generales del suelo, en información del comportamiento de los plaguicidas obtenida de bases de datos recopilados en zonas de clima temperado y en un modelo de lixiviación muy simple. Para poder determinar qué tambien se ajustan los resultados teóricos obtenidos a través del modelaje en relación con lo que ocurre realmente en la naturaleza, es necesario verificar si estas predicciones se cumplen. Por lo tanto, es importante realizar chequeos específicos de campo. El estudio de validación se efectuó en varias micro-cuencas hidrográficas seleccionadas como representativas de la zona en estudio y se describe en el trabajo efectuado por Jaramillo (2000). Este trabajo consistió en colectar agua de percolación en la zona no saturada (solución de suelo), agua subterránea en las zonas bajas y agua superficial en las pequeñas vertientes. Este estudio fue efectuado durante la primera semana de septiembre y la primera semana de noviembre de 1999, tal como se representa en la Figura 3.5. La concentración del carbofurán fue cuantificada usando un método basado en la técnica de ELISA (Carbofurán RaPID assay, Strategic Diagnostic Inc).

Figura 3.5 Posiciones de toma de muestras de agua (alta, intermedia y baja)



Los resultados se presentan en la Tabla 3.2. Los datos muestran claramente que las concentraciones disminuyen a medida que la solución del suelo fluye a través de las cuencas hacia las vertientes. Esto puede atribuirse a la degradación del carbofurán durante su transporte, y también a la dilución con el flujo sub-superficial proveniente de los campos sin cultivos de papas, en los cuales el carbofurán no se ha aplicado. Adicionalmente, se observó una marcada diferencia entre las unidades del suelo

cuando analizamos el carbofurán en la solución de suelo (una diferencia que se observa también en la simulación). Sin embargo, si comparamos las concentraciones de carbofurán en el agua superficial de vertientes, las diferencias están ausentes casi por completo. Es posible que el flujo de carbofurán hacia las vertientes sea compensado, por ejemplo, con un menor porcentaje de área cubierta con papa en las regiones con mayor valor de carbofurán lixiviado, es decir, mayor dilución de una mayor contaminación.

Tabla 3.2 Concentración de carbofurán detectada en aguas de suelos

Unidad de suelo	Carbofurán en solución de suelo	Carbofurán en agua subterránea	Carbofurán en agua superficial (vertientes)
	ppb (mg/L)	ppb (mg/L)	ppb (mg/L)
Dp	1.38	0,375	0,356
Cf	2,15	-	0,402
Hf	7,58	0,477	0,358

Los resultados indican que puede existir un flujo relativamente constante de carbofurán hacia el agua superficial que depende de la frecuencia de aplicación del mismo en los cultivos y de las condiciones meteorológicas, pero siempre y cuando el origen de la contaminación sea no puntual. Por el contrario, la contaminación puntual y la ausencia de precipitaciones podrían ser las causas de las grandes variaciones temporales en la concentración de carbofurán que encontró Kosten (2001) en fuentes de agua superficial de Carchi. En este estudio, se presentaron concentraciones altas de carbofurán en noviembre de 2000, un período seco, con descargas de agua extremadamente bajas en los ríos. Las concentraciones de carbofurán encontradas (Tabla 3.3) podrían ser explicadas si tomamos en cuenta el flujo permanente de agua subterránea contaminada, el factor de dilución bajo debido a la ausencia de precipitaciones, junto con las grandes cantidades del insecticida aplicado en esta época.

La hipótesis anterior se fortaleció con los resultados de simulación obtenidos con el uso de un modelo hidrológico simple (Kosten, 2001), el cual considera al río como un "canal de reacciones", que recibe descargas instantáneas, que luego se transportan y dispersan axialmente debido al movimiento del agua. Cuando las características hidrológicas del canal, tales como la velocidad del flujo y el coeficiente de dispersión, se conocen o pueden ser estimados y se considera una cierta cantidad de descarga de carbofurán, el modelo puede calcular las concentraciones en los ríos en todo tiempo y lugar. Con este modelo, los efectos del lavado de bombas de aspersión pueden ser estimados como un ejemplo de contaminación puntual. Los resultados mostraron

que este tipo de prácticas puede, en realidad, causar picos de contaminación, los cuales no son fáciles de detectar mediante campañas de monitoreo de plaguicidas en agua, debido al tiempo efímero en que estas concentraciones se mantienen.

Tabla 3.3 Concentración de carbofurán detectada en aguas superficiales

Lugar de muestreo	Altitud [msnm]	Coordenadas en UTM E - N (Zona 18N)	Concentraciones de carbofurán en ppb (mg/L)		
			Sept. 2000	Nov. 2000	Feb. 2001
Quebrada Palus	2945	0182942 - 0068590	<0,1	0,54	<0,1
Quebrada Palus	2895	0183673 - 0067692	<0,1	>5	<0,1
Río Huaquer	3240	0179239 - 0067385	<0,1	0,12	<0,1
Río Huaquer	2970	0180746 - 0066197	0,13	<0,1	0,1
Río Huaquer	2775	0183781 - 0062014	<0,1	>5	<0,1
Quebrada Chitán	2890	0187124 - 0069889	<0,1	<0,1	<0,1
Quebrada Chitán	2770	0188696 - 0068601	<0,1	0,40	0,11
Aceq. San Vicente	3425	0177767 - 0071328	<0,1	>5	1,5
Aceq. San Vicente	3415	0174373 - 0068024	<0,1	2,29	<0,1
Aceq. San Vicente	3150	0172562 - 0066126	<0,1	1,04	<0,1
Río Cariyacu	3145	0173504 - 0074709	0,12	1,87	<0,1
Río Cariyacu	3075	0172229 - 0074230	0,15	>5	<0,1
Quebrada Chimba	3225	0168784 - 0075168	<0,1	>5	<0,1
Quebrada Chimba	3005	0169463 - 0071666	0,17	2,80	<0,1

Debido a que las concentraciones de carbofurán fueron altas en varios ríos de Carchi durante noviembre de 2000, es improbable que sólo la contaminación puntual (lavado de bombas, etc.) sea la responsable de la polución. Las concentraciones de carbofurán en las aguas superficiales son el producto de contaminación no puntual, tal como la descarga continua de agua subterránea contaminada, y de contaminación puntual, como la eliminación de recipientes y el lavado de los equipos de fumigación en fuentes de agua corriente.

Se puede concluir que nuestra metodología de evaluación de impactos negativos fue capaz de detectar muy bien las diferencias entre las unidades de suelo al nivel de finca. Sin embargo, se puede cuestionar la importancia de estos resultados, ya que están ausentes en las concentraciones de carbofurán encontradas en el agua subterránea y superficial.

Por último, se debe notar que las concentraciones detectadas de carbofurán en agua se encuentran muy por debajo de los niveles de toxicidad indicados en la Tabla 3.1 para humanos. Aunque estos valores bajos podrían representar un riesgo para los ecosistemas acuáticos, las observaciones de campo realizadas por Kosten (2001) no

mostraron efectos perceptibles sobre las comunidades de invertebrados acuáticos evaluadas de la zona, pero es importante mencionar que las concentraciones encontradas exceden la DL50 para muchos macroinvertebrados bénticos mencionados en la literatura (por ejemplo, Baily et al., 1995; Matthiessen et al., 1995 Pantani, et al., 1997).

Persistencia y absorción del carbofurán en Carchi

De los resultados anteriores, se ha confirmado la utilidad de las bases de datos de suelos generadas, así como de las bases de datos de las propiedades de los plaguicidas para efectuar una estimación preliminar de cuáles serían los plaguicidas de alto riesgo en la zona. Sin embargo, se debe tomar en consideración que la mayoría de las bases de datos se alimentan con resultados experimentales obtenidos en países desarrollados de clima templado. Muy pocas bases de datos contienen información de regiones tropicales o, peor aún, de suelos de origen volcánico, como los presentes en nuestra zona de estudio. Además, las condiciones climáticas y las características específicas del suelo pueden tener una marcada influencia en el comportamiento ambiental del plaguicida. Las bases del USDA-NRCS WIN-PST señalan para el carbofurán un tiempo de vida media en el suelo de 50 días y un Koc de 22 ml/g.

Para determinar en qué extensión las bases de datos generales pueden ser utilizadas para estudiar el comportamiento y el destino ambiental del carbofurán en los suelos de la zona de estudio, era fundamental verificar si los valores de Koc y vida media registrados eran similares a los que presentan nuestros suelos. Con este objetivo, se realizaron investigaciones pormenorizadas de ambas propiedades, utilizando la técnica de radiotrazadores que, al momento, constituye la mejor tecnología disponible. Además, se aprovechó esta oportunidad para estudiar con mayor profundidad las interacciones entre carbofurán y los suelos bajo las condiciones del Carchi.

Para la determinación de los parámetros de absorción y Koc de carbofurán en los suelos de la zona de estudio, se tomaron muestras de suelo de los nueve horizontes identificados en el trabajo de Meyles y Kooistra (1997). Los suelos se secaron al aire a temperatura ambiente, y se tamizaron a 2 mm. Las isotermas de absorción se determinaron mediante un método estandarizado de equilibración en lote. La absorción se midió a varias concentraciones de carbofurán utilizando Cloruro de Calcio 0,01M como electrolito base. Para cada concentración y tiempo de equilibración, tres repeticiones de 2 g de muestra de suelo se equilibraron a 24 ºC con 10 ml de solución que contenía el plaguicida marcado con un radiotrazador (14C carbofurán marcado a nivel del anillo) en un agitador durante 2, 4 y 24 horas. Al final de cada período de contacto, la suspensión fue centrifugada y la concentración de carbofurán se determinó en una alícuota del sobrenadante al utilizar centelleo líquido. Mediante este procedimiento se encontraron valores de Koc en los horizontes funcionales en un rango entre 19,76 y 5,28, con un promedio de 13,2 ml/g (Merino,

2001). Dos de los nueve suelos presentan un Koc anómalo, debido a que el contenido de materia orgánica es en extremo bajo, mientras que su contenido de arcilla es alto, fenómeno que ha sido descrito por Green y Karickhoff (1990). En los suelos estudiados, se determinó que la absorción era independiente de la concentración de carbofurán, lo que confirma observaciones anteriores en las cuales la lixiviación se podía expresar como una fracción de la aplicación total de carbofurán.

Para la determinación de la persistencia y la vida media del carbofurán, se insertaron cuidadosamente en el suelo cilindros de PVC de diámetro interno de 110 mm y 400 mm de alto, de tal manera que solamente 50 mm sobresalieran de la superficie. El suelo en los cilindros se preequilibró durante un período de 30 días antes de la aplicación del plaguicida. Las superficies de las columnas de suelo fueron tratadas con carbofurán marcado con C14. Después de la aplicación del plaguicida, de modo secuencial, grupos de tres cilindros se removieron a los 7, 14, 28, 56 y 98 días. Cada uno de los cilindros, fue dividido en siete secciones transversales de 50 mm; el suelo contenido en cada una de las secciones se secó a temperatura ambiente y fue completamente homogenizado. En cada uno de los períodos de muestreo se determinó la cantidad de residuos extraíbles, no-extraíbles (ligados) y totales presentes en el suelo. Al utilizar un método analítico para determinar carbofurán y sus principales productos de degradación, desarrollado por Merino y Castro (1999), se determinó la concentración remanente de carbofurán y de sus productos de transformación secundarios. Estos resultados indicaron una vida media de aproximadamente 14 días para el carbofurán y la presencia de residuos de 3-cetocarbofurán, carbofuránfenol y de 3- hidroxicarbofurán (Merino, 2001).

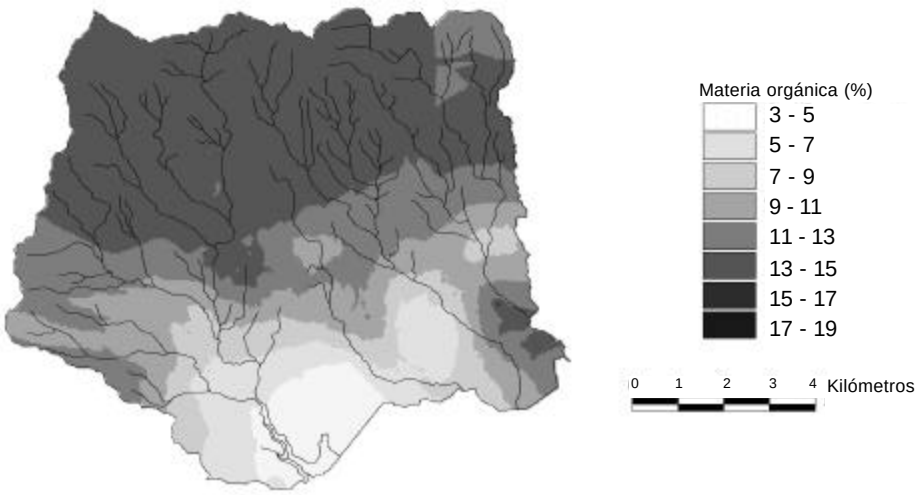
Es importante resaltar que los valores experimentalmente obtenidos del Koc y de la vida media son diferentes a los valores encontrados en la base de datos de la USDA-NRCS WIN-PST. Si analizamos las diferencias entre los valores de la base de datos y los experimentales, encontramos que el valor promedio de Koc experimental es 1,7 veces menor, mientras que el valor de vida media experimental es 3,6 veces menor. De manera sorprendente, una vez efectuada la simulación al utilizar los valores experimentales, los resultados indican que la fracción de plaguicida lixiviado no es muy diferente a la que se determinó en los valores de las bases de datos. La explicación de esta aparente incongruencia es que el valor experimental más bajo del Koc que debería resultar en mayor lixiviación se ve compensado por un valor de vida media experimental más bajo, lo cual indicaría que existe una menor cantidad de plaguicida disponible para ser lixiviado. Todo esto nos conduce a pensar que se deben tener en cuenta ciertas precauciones al utilizar los resultados de simulación de modelos simples, en los cuales se han introducido valores de bases de datos de comportamiento de plaguicidas obtenidos en otras latitudes. Indiscutiblemente, estos modelos y las bases de datos pueden ser de utilidad para una estimación preliminar, pero su empleo únicamente mecánico podría dar lugar a subestimar o sobreestimar los riesgos ambientales del uso de un plaguicida bajo condiciones locales.

Análisis mecanístico de la lixiviación de carbofurán

En el ejercicio anterior de estimación de riesgo de lixiviación mediante simulación, efectuamos un número de simplificaciones. Empleamos una exploración general del suelo y un perfil representativo de cada una de las grandes unidades de suelo. En segundo lugar, empleamos un modelo simple para describir los extremadamente complejos procesos de la lixiviación del plaguicida. Finalmente, utilizamos el Koc y la vida media de la base de datos del USDA-NRCS WIN-PST.

El INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador) frecuentemente muestrea campos de agricultores para realizar medidas de la fertilidad del suelo y dar recomendaciones de fertilización. López (2000) tomó los resultados de estos análisis y los utilizó en conjunto con técnicas geoestadísticas para crear un mapa de la materia orgánica para el área de Carchi (Figura 3.6). Este mapa ilustra claramente la gran variación en los contenidos de materia orgánica dentro de las grandes unidades presentadas en la Figura 3.3. Van Soest (1998) creó un mapa similar para la profundidad del suelo al utilizar exploraciones de campo de las que se derivaron relaciones entre la topografía y la acumulación de un perfil. Estas relaciones se aplicaron a un modelo de elevación digital, lo cual resultó en información detallada del suelo.

Figura 3.6 Variación de la materia orgánica en Carchi

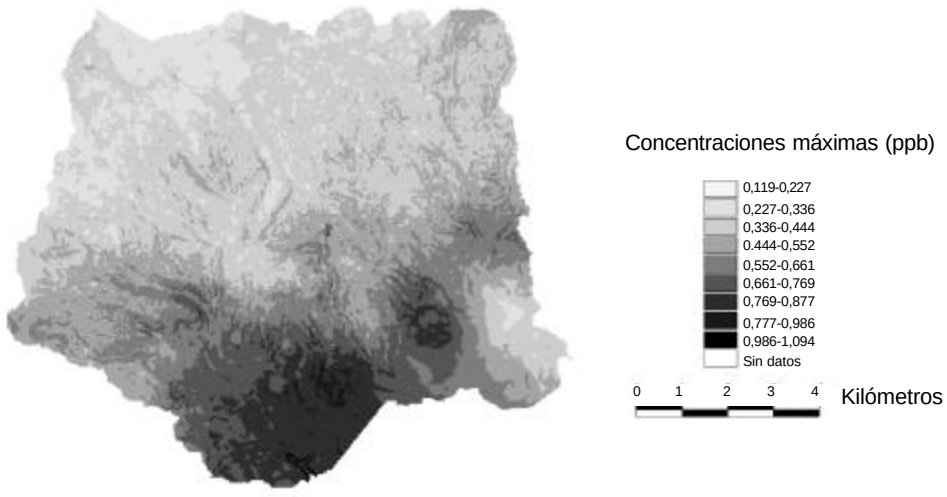


Con el fin de profundizar aún más en el conocimiento de los intrincados procesos que afectan a la lixiviación de carbofurán en la zona de estudio y para identificar zonas de mayor riesgo, empleamos la información mencionada anteriormente para efectuar un análisis de simulación utilizando el modelo PEARL de mayor

complejidad y de reciente generación (Tiktak et al., 2000). Una encuesta intensiva efectuada por el CIP en 1991 indicó que la aplicación promedio de carbofurán en la zona de estudio fue de 1,3 kg/ha (Crissman et al., 1998). La base de datos del USDA-NRCS WIN-PST indica que, como promedio, un 55% del carbofurán aplicado alcanza finalmente la superficie del suelo. Al tomar en cuenta la información anterior, nosotros simulamos una lixiviación del plaguicida con una aplicación de carbofurán de 0,72 kg/ha.

La Figura 3.7 muestra los resultados obtenidos en la simulación en cuanto a las máximas concentraciones que podrían ser encontradas bajo la zona de enraizamiento. Tal como se esperaba, las concentraciones a esta profundidad son menores a los valores observados dentro de la zona de enraizamiento. En cuanto a la validación del modelo, es difícil, de todos modos, interpretar si los valores de lixiviación de carbofurán obtenidos a través de modelaje corresponden a la realidad, ya que las fechas de siembra y aplicación del carbofurán en los campos no se conocen con exactitud. Sin embargo, es digno de mencionarse que las concentraciones de carbofurán observadas mediante monitoreo en campo y la simulada con PEARL se encuentran en el mismo orden de magnitud. Esta gran similitud es una clara indicación de que el modelo PEARL y la información experimental que se ha introducido reflejan muy de cerca los fenómenos y procesos que realmente están ocurriendo en la zona.

Figura 3.7 Concentración máxima de carbofurán bajo el área de enraizamiento



Regulaciones políticas y discusión

Para la mayoría de plaguicidas, existen valores umbrales de concentración en agua bien documentados en términos de los niveles de tolerancia basados en estudios

toxicológicos efectuados en organismos acuáticos (ver, además, la Tabla 3.1). Sin embargo, estos valores de umbral no son suficientes como regulaciones medio ambientales. Las concentraciones encontradas en condiciones de campo se encuentran sujetas a una gran variación en el espacio y en el tiempo. El efectuar mediciones que reflejen exactamente lo que ocurre en la naturaleza es muy costoso, difícil de ejecutar y los protocolos que definen el número de muestras por tomar y los lapsos de tiempo entre muestreos a menudo son difíciles de determinar. En la mayor parte de los casos estas decisiones deben ser evaluadas caso por caso tomando en cuenta los objetivos de cada estudio. Para superar las dificultades operacionales, el énfasis ha cambiado hacia la definición de valores proximales más conservadores.

En Europa, los residuos de plaguicidas se encuentran con frecuencia en los cuerpos de agua subterránea (Leistra y Boesten, 1989). Para mejorar la calidad de estos recursos y evitar que la situación se agrave aún más, la Unión Europea introdujo una directiva de registro (91/414/EEC) que impone límites a la persistencia de los plaguicidas en el suelo, de manera que la vida media sea menor a tres meses y que las concentraciones de plaguicidas en el agua sea inferior a 0,1 mg L-1. Para el 2003, todos los países de la Unión Europea deben implementar estos criterios en sus procedimientos de registro, tanto para los plaguicidas ya presentes en el mercado como para los nuevos que se traten de registrar en el futuro.

En muchos países en vías de desarrollo, las facilidades de investigación existentes no permiten la realización de estos procedimientos de evaluación relativamente complicados. Estos países deberán basarse, por el momento, en las bases de datos generales que existen con relación a las propiedades de los plaguicidas. Adicionalmente, en estos países se requerirán adaptaciones simplificadas de los métodos más rigurosos empleados en los estudios de investigación de transporte y destino ambiental (Wagenet et al., 1998). Un argumento que a menudo se menciona en los círculos estatales encargados del registro y la regulación de plaguicidas es que las compañías que producen o comercializan los agroquímicos deben producir estudios de impacto medio ambiental específicos para las condiciones del país en los cuales piensan registrar sus productos.

Como se demuestra en esta investigación, la variabilidad del suelo en la zona de estudio tiene una gran influencia en el riesgo de lixiviación de plaguicidas. Idealmente, la aceptación y el registro de plaguicidas debe ser específico para cada tipo de suelo. De todos modos, esto implicaría la existencia de un sistema de regulación que controlaría las aplicaciones de plaguicidas de acuerdo a las normas. Desde el punto de vista práctico, en la mayoría de los casos esto no es posible y los plaguicidas son tolerados de acuerdo a decisiones generales fijas. Dado el hecho de que los estudios de impacto ambiental son relativamente costosos y complejos de ejecutar, los procedimientos simples de evaluación pueden ser herramientas en extremo útiles. Únicamente los plaguicidas que presenten un alto potencial de peligro deben ser estudiados con mucho mayor detalle y prolijidad para determinar su comportamiento y destino ambiental.

Este estudio es uno de los más completos de su clase efectuados en Ecuador y en la región andina. Sin embargo, en esta clase de trabajos de investigación complejos y multidisciplinarios, al analizar los resultados afloran inquietudes. Nuestro trabajo indica que las diferencias relativas en concentraciones del carbofurán entre los tipos del suelo se pueden predecir al usar modelos de simulación. Sin embargo, aunque los niveles reales encontrados en el campo y los simulados con el modelo PEARL están en el mismo orden de magnitud, siguen siendo numéricamente diferentes. Aunque no todos los caminos individuales del transporte del plaguicida han sido estudiados, tenemos la suficiente seguridad para afirmar que los más importantes han sido tomados en cuenta. Entre los factores más importantes que podrían contribuir a las diferencias encontradas, quisiéramos resaltar que existe variación en las condiciones del suelo dentro de los campos, como resultado de la erosión por labranza, problema que es agudizado por las altas pendientes. Esto resulta en un aumento significativo de riesgos de lixiviación en las partes de los campos en donde el suelo ha perdido gran parte de su materia orgánica, componente que es de crucial importancia para adsorber, retener y, en muchos casos, impedir la migración de un plaguicida. Además, es importante mencionar que es justamente en estos estratos superficiales ricos en materia orgánica donde, por lo general, existe la mayor cantidad de microorganismos responsables de la degradación biológica de los plaguicidas. Por lo tanto, la erosión por labranza puede resultar en un aumento en los riesgos ambientales originados por el incremento de la velocidad de transporte del plaguicida hacia capas más profundas del suelo hasta alcanzar las capas cementadas de poca permeabilidad. Posteriormente, el plaguicida es transportado lateralmente en el sentido de la pendiente hasta llegar a las fuentes de agua localizadas en sitios bajos. De esta manera, las malas prácticas de manejo agrícola que permiten la erosión en las parcelas ubicadas en lugares altos estarían produciendo un movimiento acelerado del plaguicida hacia localidades más bajas.

Muchos plaguicidas, y en particular el carbofurán y sus productos de transformación, tienden a lixiviarse y a contaminar el agua subterránea. Los efectos nocivos a largo plazo sobre el ambiente y las poblaciones que viven río abajo siguen siendo desconocidos. Es por todas estas razones que el uso de plaguicidas, a pesar de sus efectos positivos en la producción agrícola, debe ser motivo de preocupación continua.

Bibliografía

Baily, H.C, Clark, S.L., Davis, J. & Wilborg, L., 1995, The effects of toxic contaminants in *water of the San Francisco Bay and Delta*, Report to Bay/Delta Oversight Council, Sacramento, CA, USA.

Crissman C.C., Espinosa P., Ducrot C.E.H., Cole D.C. and Carpio F., 1998. *The case study Site: Physical, health and potato farming systems in Carchi province*. En: Crissman C.C., Antle J.M. and Capalbo S.M. (eds). 1998. Economic, environmental and health tradeoffs in agriculture: Pesticides and the sustainability of Andean potato production. Kluwer, Boston, pp 85-120.

Di, H.J., and Aylmore, L.A.G., 1997. *Modeling the probabilities of groundwater contamination by pesticides,* Soil Sci. Soc. of Am. J., 61: 17-23.

Green, R.E., and Karickhoff S.W., 1990. *Sorption estimates for modeling.* En: Cheng, *H.H., Ed.,* Pesticides in the Soil Environment, Madison, WI: Soil Science Society of America, Inc., pp. 79-101.

Hansen, J.W., and Jones, J.W., 2000. *Scaling-up crop models for climate variability applications.* Agricultural Systems 65: 43-72.

Jaramillo, R., 2000. *Carbofurán leaching to ground and surface water in the potato-pasture system in Carchi, Ecuador. Msc.* Thesis, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands.

Kosten, S., 2001. *Impact of carbofurán on the aquatic ecosystem in Carchi, Ecuador: effects on benthic macroinvertebrates,* Centro Internacional de la Papa, Quito, Ecuador.

Leistra, M. and Boesten J., 1989. *Pesticide contamination of groundwater in Western Europe.* Agriculure, Ecosystems and Environment 26: 269-389.

Leistra, M., van der Linden, A.M.A., Boesten, J.J.T.I., Tiktak, A., and van den Berg, F., 2000. *PEARL model for pesticide behaviour and emissions in soil-plant systems; Description of the processes*. RIVM report 711401009/Alterra-rapport 013. National Institute of Public Health and the Environment, Bilthoven, Alterra, Green World Research, Wageningen, The Netherlands.

López, R.M., 2000. *Patrones espaciales en fertilidad del suelo dentro del área de San Gabriel - Carchi - Ecuador.* MSc thesis, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands.

MAG-ORSTOM, 1980. *Mapas de suelos por regionalización: Mapas de Tufiño y San Gabriel, 1:50,000, 2nd rev.* Programa Nacional de Regionalización Agraria, Quito, Ecuador.

Matthiesen, P., Sheahan, D., Harrison, R., Kirby, M., Rycorft, R., Turnbell, A., Volkner, C. y Williams, R., 1995. U*se of Gammarus pulex bioassay to measure the effect of transient carbofurán runoff from farmland,* en: Ecotoxicology and environmental safety, 30:111-119.

Merino, R.H., y Castro R.C., 1999. *Método analítico para carbofurán y sus principales productos de degradación en suelos mediante extracción con ultrasonido y determinación por CG/NPD.* Unidad de Toxicología Ambiental, División de Medio Ambiente, Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica.

Merino, R.H., 2001. Informe técnico del contrato de investigación *"Destino Ambiental del plaguicida carbofurán en suelos de la Provincia del Carchi"*. Unidad de Toxicología Ambiental, División de Medio Ambiente, Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica.

Meyles, E., and Kooistra, L., 1997. *A novel method to describe spatial soil variability: a case study for a potato-pasture area in the northern Andes of Ecuador*. MSc Thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands.

Pantani,C., Pannunzio, G., De Cristofaro, M., Novelli, A.A. y Salvatori, M., 1997. *Comparative acute toxicity of some pesticides, metals, and surfactants to Gammarus italicuso Goedm. and Echinogammarus tibaldii.* Pink and Stock, Journal Bull. Environ. Contam. Toxicol, 59(6):963-967.

Shoji, S., Nanzyo M. and Dahlgren R. 1993. *Volcanic ash soils: genesis, properties and utilization.* Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.

Simunek, J., Sejna, M. and van Genuchten, M. Th., 1996. *The HYDRUS-2D Software package for simulating water flow and solute transport in two-Dimensional variably saturated media, version 1.* U.S. Salinity Laboratory, USDA, Riverside, USA.

Soil Survey Staff, 1992. *Keys to Soil Taxonomy,* 5th edition, SMSS Technical Monograph No 19, Pocahontas Press Inc, Blacksburg, Virgina.

Tiktak, A,. van den Berg, F., Boesten, J.J.T.I, van Kraalingen, D., Leistra, M., and van der Linden, 2000. *Manual of FOCUS PEARL version 1.1.1*. RIVM report 711401008, Alterra report 28. RIVM, Bilthoven, The Netherlands.

Triegel, E.K. and Lei, Guo. 1994. *Overview of the fate of pesticides in the environment, water balance; Runoff vs. Leaching*. En Honeycutt R.C. and Schabacker D.J. (eds.). Mechanisms of pesticide movement into ground water. Lewis, Boca Raton. pp 1-13.

Van Soest, F., 1998. *A method for downscaling soil information from regional to catena level*. MSc Thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands.

Veen, M., 1999. *Land use and its effects upon soil development: a study in the potato production area around San Gabriel, Carchi.* MSc thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands.

Wagenet, R.J., Bouma, J., and J.L. Hutson, 1998. *Conceptual and methodological aspects of assessing pesticide environmental impact in developing areas.* En: Crissman, C.C., Antle, J.M. , and Capalbo, S.M. Economic, environmental and health tradeoffs in agriculture: pesticides and the sustainability of Andean potato production. Kluwer Academic Publishers, Massachussetts, USA: 41-63.

Wagenet, R.J., and Hutson, J.L., 1989. *Leaching estimation and chemistry model: a process-based model of water and solute movement, transformations, plant uptake and chemical reactions in the unsaturated zone.* Continuum Water Resources Institute, Cornell University, Ithaca.

Wauchope, R.D., Butler, T.M., Hornsby, A.G., Augusteijn-Beckers, P.W.M., and Burt, J.P., 1992. *The SCS/ARS/CES pesticide properties database: Selected values for environmental decision making*. Rev. Environ. Contam. Toxicol., 123, 1-164.

Yaron B. 1989. *General principles of pesticide movement to groundwater.* Agriculture, Ecosystems and Environment, 26:275-297.

Capítulo 4

PRESENCIA DE PLAGUICIDAS EN EL TRABAJO AGRÍCOLA, EN LOS PRODUCTOS DE CONSUMO Y EN EL HOGAR

Ramiro Merino y Donald Cole

Introducción

En nuestra vida diaria estamos expuestos a una gran variedad de productos químicos, tanto naturales como artificiales. En el caso de los plaguicidas, la exposición no está limitada al medio laboral, sino también a la exposición a través de ingestión, tanto de alimentos como de agua en el hogar, además de la exposición ambiental. El poder conocer a qué concentraciones de estos productos estamos siendo expuestos a diario y los diferentes senderos de exposición es la clave que nos permitirá determinar el riesgo potencial al cual nos estamos exponiendo. De allí la importancia de conocer, en lo posible, todas o la mayor parte de las fuentes de exposición y su magnitud, para poder establecer acertadamente el riesgo para nuestra salud.

Iniciaremos este capítulo con una breve revisión de la literatura sobre medición de exposición humana a plaguicidas. Compartiremos los resultados de nuestras investigaciones sobre los senderos de exposición a plaguicidas en el ámbito ocupacional y dentro del hogar, efectuadas en una área piloto dedicada al cultivo de papa en la provincia de Carchi, Ecuador. Concluiremos identificando de una manera cualitativa y cuantitativa, las prácticas que contribuyen a aumentar los riesgos de exposición durante el trabajo agrícola y en el interior de las casas (ver capítulo 2). Señalaremos las posibles prácticas que permitirían una drástica reducción de la exposición a plaguicidas y finalmente, enunciaremos otras líneas de investigación que creemos deben ser estudiadas en el futuro para reducir la exposición a plaguicidas y para proteger al medio ambiente en esta área piloto.

Métodos para estudiar la exposición a plaguicidas en seres humanos

Un producto químico puede ser absorbido por el individuo a través de la piel (vía dérmica), las membranas alveolares del pulmón (vía respiratoria), las membranas

conjuntivas de los ojos o las membranas intestinales (vía gastrointestinal), por citar algunos ejemplos.

Por vía dérmica

La manera tradicional de medir la exposición a través de la piel ha sido mediante la colocación de parches de material absorbente en diferentes partes del cuerpo de un individuo que va a ser expuesto (USEPA, 1986). Después del período de exposición, se retiran los parches en cuya superficie se han depositado los residuos de plaguicida. En cuanto a los parches, se pueden usar de varios tipos de materiales, los más comunes son los de gasa (algodón hidrófilo). Los parches se pueden colocar tanto sobre la ropa como bajo la misma, según se desee monitorear la exposición externa o interna, al tomar en cuenta la protección brindada por la ropa de trabajo. Uno de los problemas con la técnica de los parches es que se debe asumir que la cantidad de plaguicida depositada en ellos es representativa de toda el área del cuerpo a la que éstos representan. Otro problema que ha surgido en experimentos con parches para medir exposición dérmica y para determinar metabolitos en orina, es que, al tratar de encontrar una correlación entre exposición dérmica y cantidad de metabolitos excretados en la orina, el coeficiente de correlación fue muy bajo. También se ha ideado una técnica para determinar la exposición en antebrazo utilizando unos cubremangas "gaunlets" de tela, que son ubicados en estas zonas del cuerpo antes de la exposición y luego son retirados con los residuos que se han depositado.

Además de la colocación de parches en el cuerpo, el modo más común de estudiar la exposición dérmica a través de las manos y muñecas es mediante el proceso de su lavado en un solvente que extraiga el plaguicida. Está por demás decir que el solvente no debe ser tóxico. Otra técnica para medir la exposición en manos y muñecas es aquella en la cual el trabajador utiliza durante su faena guantes de algodón, los que simulan la exposición a la que se someterían las manos bajo condiciones reales.

Inmediatamente después de terminar la exposición, los parches, cobertores de antebrazos, líquido de lavado de manos o los guantes deben ser preservados a temperaturas bajas para evitar al máximo la degradación del plaguicida, hasta ser enviados a un laboratorio para determinar la cantidad de plaguicida acumulada durante la exposición. En cuanto a la medición de exposición por vía de enjuague o lavado de manos, recientemente se ha encontrado que se podría estar subestimando la exposición por este camino. Se encontró que la remoción del plaguicida es parcial, si el plaguicida es absorbido por la piel y por ende no se disuelve en el solvente (Fenske, et al., 1998).

Otra técnica que ha surgido posteriormente para estudiar la exposición dérmica es la de utilizar, en lugar de la aplicación del plaguicida, un colorante fluorescente no tóxico, que puede ser identificado en la ropa y en el cuerpo del trabajador agrícola al ser irradiado por luz de una determinada longitud de onda (Fenske et al., 1986a y 1986b). De esta manera, al utilizar un computador e imágenes de vídeo, se pueden

identificar los sitios del cuerpo que han sido mayormente expuestos, así como determinar los efectos de los hábitos de trabajo e incluso problemas presentados con el equipo de protección. Esta técnica es extremadamente elegante y didáctica. Además brinda gran cantidad de información que incluso puede servir para que el propio trabajador vea cómo sus hábitos de trabajo inciden en su exposición y en la de la gente que lo rodea. Las debilidades de la técnica son que la información obtenida es difícil de cuantificar. Además, se ha encontrado que el poder de penetración del plaguicida y del colorante fluorescente a través del tejido de la ropa es diferente.

Por vía respiratoria

La exposición por vía respiratoria se puede cuantificar al utilizar bombas portátiles de succión individuales, las cuales poseen un aditamento que se coloca mediante una pinza a la altura de la nariz y que permite recolectar partículas de polvo que contienen el ingrediente activo que es sujeto de estudio. Generalmente, el aditamento es un filtro ubicado en el interior de un porta filtros, o un cartucho que contiene un material absorbente capaz de atrapar al plaguicida. Los filtros y/o cartuchos se conservan a bajas temperaturas y posteriormente se envían a un laboratorio donde el plaguicida es desorbido y analizado para determinar la cantidad atrapada durante la jornada de trabajo. Aunque la vía respiratoria podría ser importante para trabajadores que laboran en lugares cerrados, como plantas formuladoras de plaguicidas e invernaderos, varios estudios han demostrado que es menos importante para aquellos que laboran en campo abierto (Hussain et al., 1990; Wolfe et al., 1967).

Por vía gastrointestinal

Por esta vía de entrada o ruta de exposición, usualmente se miden los residuos en los alimentos y el agua (Spear, 1991). Por ejemplo, estudios efectuados en la canasta básica familiar en el Ecuador han podido determinar que en muestras de tomate recolectadas en cuatro provincias, incluida la del Carchi, los residuos del plaguicida metamidofos se encontraban ocho veces sobre el Límite Máximo de Residuos (LMR) especificado por la Comisión del Codex Alimentarius de la División FAO/OMS, Roma, Italia (Fernández y López, 1986). Esta vía de exposición a través del consumo de alimentos y bebidas como el agua, se estima usualmente al efectuar encuestas sobre la dieta de la población en estudio y determinar los residuos de plaguicidas en los alimentos que conforman la canasta básica, para luego proceder a estimar la cantidad de plaguicida ingerida a diario (Bolaños et al., 1985).

Determinación de exposición interna

Además de las técnicas anteriores, existe la posibilidad de monitorear los plaguicidas y sus metabolitos presentes en el organismo del individuo en tejidos

biológicos como sangre, o en líquidos biológicos, como orina y aún en sudor. Sin embargo, en ocasiones se presentan dificultades desde el punto de vista analítico, como la posibilidad de efectuar el análisis de los plaguicidas o sus metabolitos por estar presentes en concentraciones muy bajas, por problemas en el aislamiento y la extracción o por interferencias propias de las matrices. Una prueba importante ha sido la determinación de residuos de alquilfosfatos, formados por el metabolismo de los plaguicidas organofosforados. Se han encontrado residuos de alquilfosfatos en la orina de trabajadores expuestos en plantaciones donde se aplicaron estos plaguicidas (Weisskopf et al., 1988 y 1989) y en excreciones de aves silvestres expuestas a plaguicidas al ingresar a campos previamente tratados.

En ocasiones, el individuo expuesto a un producto químico genera una respuesta metabólica por la cual puede aparecer un aducto del ADN u otra molécula, como por ejemplo una proteína (Farmer, 1997). Los aductos de ADN se forman por un enlace covalente entre el ADN y un producto genotóxico que podría ser el causante de una futura mutación. En el caso de plaguicidas, estas investigaciones están en la fase de desarrollo, pero es interesante mencionar que ya se ha podido determinar la formación de un aducto entre etilentiourea (ETU) y hemoglobina en trabajadores expuestos a Mancozeb (Pastorelli et al., 1995).

Proyectos de investigación sobre exposición

La creciente preocupación internacional en cuanto a exposición a plaguicidas ha hecho que científicos y agricultores se comprometan a la ejecución de investigaciones y a la utilización de la mejor tecnología disponible en la actualidad. Con el fin de efectuar un diagnóstico serio y profundo de la situación actual del cultivo de papa dentro del ámbito del trabajo agrícola y en el hogar en un área seleccionada de la provincia del Carchi, procedimos a compartir métodos y resultados de estos estudios de exposición en el campo ocupacional agrícola. Además, presentamos resultados de contaminación en productos de alto consumo en la dieta diaria, como papas y agua. Finalmente, seguimos la pista de la forma en que los plaguicidas ingresaban a las casas, en el caso específico de carbofurán o, en general, de cómo al utilizar el método del trazador fluorescente podriamos visualizar cómo cualquier producto químico aplicado en el campo puede depositarse en el trabajador o más aún, ver cómo este producto químico puede movilizarse y terminar en el interior de la casa del agricultor y poner en riesgo también a su familia.

Selección de plaguicidas

Debido a la extensa gama de plaguicidas utilizada en la agricultura, los análisis de exposición deben ser ejecutados escogiendo aquellos que potencialmente presenten los mayores riesgos debido a su toxicidad o a su alta frecuencia de aplicación, entre otras características. De la extensa lista de productos utilizados en la zona de estudio

en la provincia de Carchi, se debía escoger algunos plaguicidas importantes y factibles de monitorear desde el punto de vista analítico. De las encuestas efectuadas, se logró determinar que los plaguicidas de mayor uso eran los fungicidas de la familia de los etilen bisditio carbamatos (EBDC´s); entre ellos, mancozeb, que era el de mayor frecuencia y cantidad de uso (ver capítulo 1). Luego, seguía el insecticida carbofurán, que es un metilcarbamato y finalmente, el organofosforado metamidofos. A continuación se enuncian algunas de las consideraciones técnicas y metodológicas que se tomaron en cuenta para escoger a los plaguicidas que serán estudiados en profundidad.

Mancozeb

Las formulaciones de EBDC´s, bajo ciertas circunstancias de almacenamiento, pueden contener al producto de degradación etilentiourea (ETU), el cual es mutagénico, oncogénico, teratogénico y goitrogénico (ver capítulo 6). Además, este producto también se forma al degradarse los EBDC´s en el medio ambiente o durante la cocción de alimentos que hayan estado contaminados con EBDC´s. En la literatura se encontró un trabajo de exposición por vía dérmica e inhalación. Se examinó a trabajadores que desempeñaban tareas como aplicadores y mezcladores-cargadores y que fumigaban varios cultivos, entre ellos papas, utilizando aviones y por vía terrestre (Mumma et al., 1985). En general, los trabajadores estaban más expuestos a través de los antebrazos. En este estudio también se analizó ETU en los parches y en la orina de los trabajadores y se encontró su presencia en un número muy reducido de muestras y en concentraciones muy bajas. Lamentablemente, la determinación analítica de ETU, tanto en muestras provenientes de estudios de exposición, como en alimentos y muestras ambientales, es difícil y constituye un reto incluso en países desarrollados.

Carbofurán

El carbofurán de marcas comerciales: Furadán, Curater y Gusarán fue introducido en el mercado internacional en 1967. Desde el punto de vista ambiental, se ha demostrado que es un contaminante tanto del agua superficial como subterránea. No obstante, es un efectivo insecticida sistémico y de contacto de acción rápida de amplio uso a nivel mundial para controlar gran variedad de plagas. Posee también acción acaricida y nematicida. En investigaciones efectuadas en Ecuador en 1975 y 1976 al utilizar varios plaguicidas, Merino y Vázquez (1980) encontraron que el control más eficiente del gusano blanco de la papa se produce al usar Furadán en formulación granular, cuyo ingrediente activo es carbofurán.

El carbofurán posee una dosis letal media (LD50) por vía oral de 11 mg/kg de peso; por lo tanto, debe ser manejado con precaución. Por el contrario, su LD50 por vía dérmica es bastante baja. El límite de exposición en aire es de 0,1 mg/m^3

(NIOSH, 1998). Es un plaguicida de categoría toxicológica Ib, considerado altamente peligroso de acuerdo a la clasificación de la Organización Mundial de la Salud. Además, uno de los metabolitos que se forman por su degradación es el 3-hidroxicarbofurán, compuesto que se ha encontrado que tiene una toxicidad casi igual a la del producto original.

Es importante mencionar que en la zona de estudio se utilizan formulaciones líquidas de carbofurán en lugar de las granuladas, lo cual incrementa los riesgos de exposición de los trabajadores agrícolas, aunque los autores anteriormente mencionados recomiendan utilizar la formulación granulada (Merino y Vázquez, 1980). En un estudio realizado en Canadá (Hussain et al., 1990), se encontró que, durante la preparación de la dilución y/o durante la aplicación, el 99,8 % de la exposición fue por vía dérmica y el 87 % de la exposición total, se dio en las manos y muñecas. Por otro lado, los mismos investigadores determinaron que sólo el 0,2 % del valor total de exposición podría darse a través de inhalación. De esto se desprende que, en el caso de carbofurán, la mayor ruta de exposición del trabajador agrícola es a través de la piel y las manos y muñecas son las áreas que más contribuyen a la exposición.

Metamidofos

El metamidofos (O,S-dimetil fosforoamidotioato), de marcas comerciales Monitor y Tamarón, es un plaguicida organofosforado efectivo para un gran número de plagas. Fue sintetizado en 1964 y posteriormente se comercializó como insecticida y acaricida de efecto de contacto y sistémico. Está disponible en el mercado local como concentrado emulsificable a una concentración de 600 g de ingrediente activo por litro. El metamidofos es altamente soluble en agua y tiene una presión de vapor de $3,7 \times 10^{-4}$ mm Hg a 30ºC. Desde el punto de vista ambiental, su descomposición tanto en suelo como en agua, es rápida. Su alta presión de vapor hace que se volatilice rápidamente, lo cual puede causar problemas de deriva. Este es un factor que se debe tomar en cuenta, ya que muchas áreas que deben ser tratadas están sobre los 3.000 msnm.

Pruebas toxicológicas efectuadas con animales de laboratorio indican que es altamente tóxico para los mamíferos. La dosis letal LD50 por vía de exposición oral en ratas es de 7,5 mg/kg, mientras que la dosis letal LD50 por vía de exposición dérmica en conejos es de 50 mg/kg (NIOSH, 1983). Posee una alta toxicidad por vía dérmica, por ingestión e inhalación; ha sido designado un plaguicida de categoría toxicológica Ib, considerado altamente peligroso de acuerdo a la clasificación de la Organización Mundial de la Salud. En la revisión de literatura se pudo ubicar un estudio de exposición en trabajadores agrícolas (Lonsway et al., 1997). En este trabajo se cuantificó la exposición por vía aérea (inhalación) al utilizar bombas individuales y cartuchos de carbón como material absorbente y la exposición dérmica al usar parches de gasa y guantes de algodón. Es importante mencionar que la mayor fuente de exposición fue por vía dérmica y la exposición por inhalación fue casi mínima.

Exposición ocupacional durante labores agrícolas

Al ser la exposición ocupacional una de las más importantes en la mayoría de estudios de exposición a plaguicidas, se iniciaron los estudios de exposición durante el trabajo del agricultor en el campo, mientras éste se dedicaba al cultivo de papa. Durante 1991 y 1992, se efectuó un proyecto piloto con diez participantes para determinar la exposición dérmica. El proyecto tenía como objetivo afinar las técnicas y determinar las zonas del cuerpo donde ocurría la mayor acumulación de plaguicidas. Además, sirvió para identificar qué labores de campo incidían más para el aumento de la exposición. Las más importantes resultaron ser las tareas de mezcla y aplicación. Posteriormente, durante parte de 1992 y 1993, se puso en marcha un estudio de deposición dérmica modelo, tanto para el país como para la región de Latinoamérica.

Métodos

Trabajadores agrícolas voluntarios

Todos los trabajadores agrícolas voluntarios escogidos tenían amplia experiencia en las tareas que iban a ejecutar en el estudio. Fueron informados de los objetivos y alcances del proyecto y de cómo iba a ser utilizada la información generada en beneficio de la población en estudio. De manera previa al estudio de exposición, se efectuó una evaluación de salud y se escogió a los que presentaban en general buenas condiciones de salud. El examen médico sirvió también para recolectar información sobre la presencia de condiciones médicas adversas que no permitieran la participación del individuo como voluntario, tales como signos y síntomas de reciente envenenamiento con plaguicidas, problemas cardíacos, enfermedades pulmonares, problemas hepáticos, asma, glaucoma y problemas neuromusculares.

Se les informó a los voluntarios sobre los síntomas y signos de enfermedad producidos por los plaguicidas carbofurán y metamidofos, que inhiben la enzima colinesterasa. De acuerdo a procedimientos estándar y regulaciones internacionales que involucran a seres humanos, se procuró en todo momento velar por el bienestar del individuo, mantener intacta su dignidad y su derecho a estar informado sobre los alcances y riesgos durante los ensayos, y se procuró que los riesgos fueran mínimos. Como parte de esta vigilancia, se hizo una determinación de la actividad de colinesterasa eritrocitaria en relación a la hemoglobina (McConnell et al., 1992). Antes de que los individuos fueran expuestos (pre-exposición), se determinaron los valores de colinesterasa para corroborar que los voluntarios no estuvieran recuperándose de una reciente exposición a plaguicidas que producen la inhibición de esta enzima.

Durante la ejecución de los estudios de exposición, un supervisor médico estaba preparado para identificar el aparecimiento de síntomas relacionados con exposición

riesgosa. Si un voluntario presentaba signos y síntomas de intoxicación, el supervisor podría verificarlo con la inmediata determinación de la inhibición de la enzima colinesterasa, después de lo cual se procedería con el tratamiento médico necesario, si fuese el caso. También el supervisor se encargó de observar y registrar otros signos y síntomas, como son irritación de la piel, conjuntivitis e irritación del tracto respiratorio, que podrían estar relacionados con la exposición a los plaguicidas en estudio. La frecuencia, severidad y naturaleza de estos síntomas fueron documentadas y se hizo una determinación de colinesterasa después de la exposición (post-exposición).

Factores de campo y ambientales

Las parcelas en donde se efectuaron los estudios estuvieron libres de residuos de plaguicidas que producen la inhibición de la enzima colinesterasa. Se seleccionaron las parcelas y las condiciones meteorológicas reinantes durante la aplicación para disminuir al máximo el riesgo de presencia de lluvia que afectaría las dosis de exposición. Se observaron las condiciones ambientales, incluidos viento, temperatura y humedad y el estado del cultivo de papa, así como la presencia de plantas bajas o altas.

Se revisó el equipo de aplicación de plaguicidas. Las bombas (capacidad de 20 litros) estuvieron en buenas condiciones mecánicas y calibradas, para permitir una aplicación precisa de la cantidad de pesticida en el área que sería tratada. Se tomó la precaución de escoger, como voluntarios, a trabajadores agrícolas con amplia experiencia en la aplicación de plaguicidas, para así asegurar que la medida del plaguicida concentrado y la preparación de la dilución fueran correctas, y correspondieran a las prácticas agrícolas locales comúnmente utilizadas.

Se hicieron cinco mezclas de plaguicida (un tanque de 200 L, cada una) y diez fumigaciones (dos horas, cada una) y se utilizaron carbofurán (480 g/L) y metamidofos (600g/L). Se utilizaron 0,5 L del concentrado emulsificable de cada uno, si los plaguicidas eran aplicados conjuntamente, o 1 L del concentrado, si uno de estos plaguicidas era aplicado individualmente. Las concentraciones que se utilizaron eran las de mayor frecuencia de uso en la zona de estudio. Antes de los trabajos de exposición, se tomó la precaución de analizar las formulaciones comerciales de carbofurán y metamidofos con las cuales se iba a trabajar, para determinar si el ingrediente activo estaba en la concentración declarada por el fabricante.

Medición de deposición de plaguicidas en parches

Los parches de gasa forrados por su cara posterior y márgenes frontales con papel aluminio grueso y celulosa, las mangas de tela y los recipientes para la recolección de los enjuagues de mano fueron suministrados por el laboratorio analítico después de demostrarse que estaban libres de contaminación de plaguicidas. Para asegurar aún más que no existiera contaminación previa de los parches y mangas antes de la

aplicación del plaguicida, se solicitó que los voluntarios se colocaran sobre la ropa cobertores limpios de material desechable (Tyveks), sobre los cuales se ubicaron los par-ches y las mangas. La colocación de los parches, las mangas y la toma de las muestras de enjuagues de manos se la ejecutó en lugares "limpios", alejados de los sitios donde se almacenaron o se prepararon las diluciones de las formulaciones.

Métodos analíticos

Al tomar en cuenta la importancia del estudio al nivel nacional, regional e internacional se requería contar con métodos analíticos que permitieran tener plena confianza en la calidad de los resultados generados en el laboratorio. Los métodos analíticos para los análisis de carbofurán y metamidofos fueron desarrollados y optimizados utilizando carbofurán y metamidofos marcados con carbono 14. Posteriormente, con la información anterior, se desarrolló un método para el análisis de carbofurán por cromatografía líquida de alta presión (HPLC/UV) y un método para el análisis de metamidofos al usar cromatografía de gases (CG/NPD). Las muestras colectadas en el campo se transportaron a 4 °C y después se mantuvieron a - 20 °C, hasta ser analizadas. Las recuperaciones de ambos plaguicidas fueron superiores al 90 % y los coeficientes de variación fueron menores al 5%, en comparación con métodos que utilizaron plaguicidas marcados con trazadores isotópicos (para más detalles metodológicos y técnicos ver informe técnico de Merino, 2001).

Cuantificación de la exposición, modelos de exposición y factores importantes

Después de la determinación de las concentraciones en los parches, las mangas y los enjuagues, se extrapoló la deposición dérmica y se utilizaron procedimientos recomendados por la Agencia de Protección del Ambiente de los Estados Unidos (USEPA, 1986). Se efectuaron análisis estadísticos de correlación entre factores ambientales y la deposición dérmica y análisis de regresión para calcular efectos de la deposición dérmica con relación a la inhibición de colinesterasa.

Resultados

Hubo una variación amplia en la cantidad de deposición de plaguicidas entre los voluntarios (ver Tabla 4.1). Las cantidades de metamidofos eran del mismo orden de los de paration encontrados por Spear y sus colaboradores (1977). La labor o tarea que resultó en más exposición fue la de aplicación del plaguicida, seguida por la de mezcla o preparación de la dilución, probablemente debido al tiempo empleado para estas tareas. En el caso de la aplicación el tiempo fue de 2 horas frente a 5 ó 10 minutos en el caso de la preparación de la mezcla.

Tabla 4.1 Deposición total de plaguicidas (mg/kg peso corporal) por concentración y tarea (media (SD), rango, (n))

Plaguicidas y concentraciones	Tarea		
	Mezcla	**Aplicación a suelo**	**Aplicación a la planta**
Metamidofos 1,5 g/L	0,08 (0,09) 0,02 -0,10 (n=5)	4,59 (3,14) 2,61-9,28 (n=4)	13,77 (13,41) 6,50-41,03 (n=6)
Carbofurán 1,2 g/L 0,21	(0,15) 0,02 -0,39 (n=4)	- (n=0)	9,36 (14,04) 0,79-39,23 (n=7)
2,4 g/L	0,26 - (n=1)	- - (n=0)	1,73 (1,61) 0,52-3,57 (n=6)

Interpretación de los resultados

En la Tabla 4.2 se presenta la deposición del plaguicida en cada área específica, expresada como una fracción del área total del cuerpo. Los voluntarios que prepararon las diluciones de los plaguicidas (mezcla) tuvieron una mayor exposición en manos y muñecas. La eliminación de la exposición a través de las manos y de las muñecas reduciría la exposición total a casi la mitad. Los aplicadores que utilizaron las bombas de mochila tuvieron una mayor exposición a través de la espalda. Esta exposición puede variar considerablemente con la pendiente del terreno, que hace variar el nivel del líquido de la bomba, sobre todo cuando ésta se encuentra recién cargada. Cuando las plantas de papa estaban altas, la exposición del aplicador en el área de las piernas también era alta, mientras que, cuando la aplicación se efectuaba en plantas bajas o al suelo, la exposición disminuía considerablemente. Si el trabajador agrícola, durante la tarea de aplicación, estuviese en posibilidades de tomar medidas de protección efectivas tanto en la espalda como en las piernas, la exposición se vería reducida en un porcentaje cercano al 60 %.

Durante la tarea de aplicación del plaguicida, la temperatura ambiental fue correlacionada con la cantidad de plaguicida depositada por hora y con el tamaño de la planta de papa. La cantidad de plaguicida depositada en los parches permitió predecir que existe una relación con la inhibición de la enzima colinesterasa medida inmediatamente después de la aplicación. Esto indica claramente que parte del plaguicida depositado en la piel fue absorbido durante la aplicación y llegó a ejercer su acción tóxica a nivel del sitio activo de la enzima. Esta observación adquiere mayor relevancia y consistencia al mencionar que, durante el proyecto piloto, se pudo

constatar la intoxicación de un joven voluntario durante la aplicación de metamidofos mediante la observación de síntomas y signos acompañados por la determinación de la colinesterasa postaplicación. Esta observación también es consistente con otro estudio de exposición a plaguicidas organofosforados efectuado en Filipinas, donde se pudo determinar la presencia de metabolitos de plaguicidas organofosforados en la orina de los aplicadores después de la fumigación (Castaneda, 1993).

Tabla 4.2 Fracción de deposición total (%) por área y tarea (media (SD))

	Tarea		
Area del cuerpo	**Mezcla**	**Aplicación al suelo**	**Aplicación a la planta**
Cabeza	0,9 (1,3)	9,9 (3,7)	7,3 (5,0)
Manos-muñecas	48,9 (19,2)	0,5 (0,2)	3,1 (4,3)
Brazos-cuello	30,1 (19,8)	10,3 (4,6)	7,5 (8,8)
Pecho	3,4 (6,2)	1,8 (1,1)	2,6 (3,4)
Espalda	1,5 (1,6)	52,3 (21,2)	37,2 (28,3)
Piernas	12,3 (12,4)	14,7 (12,5)	12,7 (11,7)
Muslos	2,8 (3,9)	10,5 (14,2)	29,6 (29,0)

Productos comestibles de consumo básico

En la zona en estudio, debido a la dieta, hay un producto importante de consumo que podría estar vinculado como vehículo de ingestión y exposición a plaguicidas: las papas. A éste producto se suma la ingestión de agua contaminada por plaguicidas.

Determinación de carbofurán en papas

Una fuente de exposición a plaguicidas podría ser a través del consumo de una gran cantidad de papas en la dieta y que los residuos de plaguicidas presentes en éstas contribuyan a potenciar aún más los efectos neurotóxicos (ver capítulo 6). Por lo tanto, se decidió efectuar un estudio de los residuos de carbofurán en papas de la zona. El objetivo era efectuar un *'screening'* o tamizado rápido de sus niveles de concentración por ELISA. Si se encontraban muestras positivas y niveles altos, se confirmarían los resultados al utilizar métodos más sofisticados y costosos, como cromatografía líquida de alta presión o cromatografía de gases. El razonamiento que impulsó a la ejecución de este estudio, además de la presencia de efectos neurotóxicos en las familias agrícolas, fue que la exposición a residuos de plaguicidas presentes en alimentos, depende de dos factores importantes: 1) la cantidad de alimento consumido, y 2) de la cantidad de residuos de plaguicidas que se encuentra en ese alimento (Schmitt y Nelson, 1982). Los análisis de papas se efectuaron en dos etapas separadas durante un lapso de un año.

Métodos analíticos

Los análisis se efectuaron por la técnica de ELISA, al utilizar "Kits" para carbofurán de Strategic Diagnostics Inc. La técnica de ELISA es altamente sensible, permite detectar carbofurán a niveles extremadamente bajos (mg/L o mg/kg) y además presenta una alta selectividad. El método por utilizar debía funcionar en rangos cercanos a 0,1 mg/kg (100 mg/kg), que es el límite máximo de residuos (LMR) especificado para carbofurán en papa por la Comisión del Codex Alimentarius, de la División FAO/OMS, Roma, Italia.

En investigaciones efectuadas en Estados Unidos, al utilizar plaguicidas marcados con radioisótopos, específicamente con la aplicación 14C-carbofurán en papas, se demostró que el residuo presente en mayor porcentaje era carbofurán en su forma original; el residuo era seguido por su metabolito 3-hidroxicarbofurán en mucha menor proporción y por otros metabolitos en concentraciones muy bajas. La hidrolólisis ácida de los residuos conjugados produjo ocho metabolitos, incluido 3-hidroxicarbofurán en cantidades bastante bajas. De los metabolitos formados, sólo dos no pudieron ser identificados. La máxima cantidad de residuos ligados encontrados fue de 13,5% determinados al décimo día de aplicación. De lo anterior se puede inferir, que la utilización del método de ELISA para determinar los residuos de carbofurán en papa es apropiado, ya que es el producto original (carbofurán) el que está presente en mayor cantidad y que sólo se forman pequeñas cantidades de 3-hidroxicarbofurán (metabolito que también presenta propiedades tóxicas). El resto de metabolitos está presente en concentraciones extremadamente bajas y de algunos de ellos se conoce que no presentan toxicidad comparable a la del carbofurán y 3-hidroxicarbofurán.

Al no haber encontrado en la literatura científica una aplicación de ELISA para la determinación de carbofurán en papa, se tuvo que desarrollar y probar un método nuevo. Los análisis se efectuaron en papas previamente peladas y homogenizadas con metanol. Se utilizó metanol y se tomó en cuenta que este solvente es capaz de extraer no solo los residuos de carbofurán sino sus metabolitos polares no conjugados y conjugados (Sonobe et al., 1983). Para probar el método se fortificaron con carbofurán tres muestras de papa libres de residuos de plaguicidas, a un nivel de 80 mg/kg, valor cercano al LMR. Los análisis de las muestras arrojaron un promedio de 76,13 ± 3,40 mg/kg y con una desviación estándar relativa de 4,47 %, resultados que demuestran que la aplicación del método de ELISA desarrollado para carbofurán en papa funcionaba bien, incluso en el rango más crítico, es decir, cerca del LMR.

Primera etapa de recolección de muestras de papa

Para la primera parte del estudio se tomaron 17 muestras de papas cosechadas entre septiembre y noviembre de 1999, pertenecientes a diferentes productores de las comunidades de San Francisco, Santa Martha de Cuba y San Pedro de Piartal. Estas

papas correspondían a las distintas variedades que se cultivan en la zona (Super Chola, Fripapa, Gabriela, Capiro, Parda, Roja, Uva, Violeta, Ormus y de algunos clones). Además, se obtuvo información sobre la frecuencia y el tipo de plaguicidas utilizados para su cultivo. Se analizaron papas sin corteza ya que los moradores de la zona usualmente consumen las papas en esta forma. De la totalidad de las muestras sin corteza, ninguna presentó residuos de carbofurán cuantificables. Los resultados encontrados indicaron que la presencia de carbofurán estaba bajo el límite de cuantificación del método utilizado, que era de 2,0 mg/kg, lo que nos indica que la concentración de carbofurán estaba por debajo de la concentración especificada en el LMR.

Segunda etapa de recolección de muestras de papa

Exactamente un año después, al pensar que la corteza potencialmente estaba más expuesta al carbofurán presente en el suelo, se decidió hacer los análisis, incluida la cáscara (escenario del peor de los casos). Con estos fines, durante los meses de agosto, septiembre y octubre del 2000, se tomaron un total de 51 muestras de papas de diferentes variedades. Para mayor seguridad y para tener mayor confiabilidad en los resultados, se incluyó entre el lote de muestras un control de papas deliberadamente fortificado con carbofurán, para poder determinar la idoneidad del laboratorio de residuos de plaguicidas que desconocía la presencia del control fortificado

Los análisis se efectuaron al utilizar el mismo método de ELISA y los resultados indicaron que la presencia de carbofurán era baja, pero superior a las encontradas anteriormente en las papas sin corteza. De la totalidad de las muestras con corteza, el 31,37 % presentó residuos cuantificables. En 16 muestras, los residuos estaban sobre el límite de detección del método, que era de 2,0 mg/kg y en un rango entre 2,1 y 22 mg/kg. Esto nos indica que las concentraciones en las muestras estaban aún por debajo del LMR. Exactamente los valores estaban en el rango de 47,62 y 4,55 veces menos que el valor especificado en el LMR. Además, durante este estudio se pudo determinar la calidad de los datos analíticos generados por el laboratorio, ya que el personal fue capaz de detectar las muestras de papas que habían sido fortificadas con carbofurán.

Interpretación de los resultados de los análisis de papa

Se encontraron mayores concentraciones de carbofurán en papas analizadas con corteza, lo cual podría indicar que en la corteza estaría la mayor cantidad de residuos. No obstante, esta hipótesis aunque tiene cierta lógica y se ha probado con otros cultivos y plaguicidas, se debería evaluar en otro estudio y analizar por separado la papa pelada y las cortezas. Además, en el mismo estudio se podría ver la contribución del proceso de cocción en la reducción o la eliminación de residuos de carbofurán.

De los resultados de los análisis se desprende que, en las muestras de papa representativas de las comunidades en estudio, la concentración de carbofurán en papa está por debajo del LMR, lo cual indica que, en relación al carbofurán, no existen problemas para su consumo. Esto también quiere decir que se debe descartar la hipótesis de que el consumo de gran cantidad de papas en la dieta posiblemente contaminadas con altos residuos de carbofurán podría ser una causa para explicar los acentuados problemas de neurotoxicidad encontrados en algunos individuos en la zona (ver capítulo 6). No obstante, hay que tomar en cuenta que los análisis que se efectuaron eran específicos para carbofurán, por ende, sólo se puede hacer esta aseveración con relación a este plaguicida y no generalizarla a otros que también presentan problemas de neurotoxicidad, que se están utilizando en la zona y que podrían estar presentes en las papas.

Determinación de carbofurán en agua

Las propiedades que contribuyen al transporte y el movimiento de carbofurán desde su punto de aplicación hacia fuentes de agua son su solubilidad en este medio, seguida por sus propiedades de comportamiento ambiental en los suelos de la zona así como su vida media y su absorción relativamente baja en los suelos (ver capítulo 4). El objetivo preliminar de este estudio era efectuar un *"screening"* o tamizado rápido de los niveles de concentración de carbofurán en agua por ELISA y, si se encontraban muestras positivas y niveles altos, confirmar los resultados de este método mediante la utilización de otros más sofisticados y costosos, como cromatografía líquida de alta presión o cromatografía de gases. Se utilizaron los mismos *"kits"* para carbofurán de Strategic Diagnostics Inc. El rango usual de trabajo del método para agua va de 0,06 a 5 mg/L y puede extenderse por dilución de las muestras.

Toma de muestras de agua

Para este estudio preliminar se escogió la localidad de San Francisco, donde había preocupación por parte de sus habitantes debido a la posible contaminación de agua por actividades agrícolas. Los agricultores indicaban que, en los días anteriores se había aplicado carbofurán en varios lotes de papa localizados en la zona alta de esta localidad. Los agricultores estaban preocupados por pérdidas económicas, ya que en el mismo día y los días posteriores a las aplicaciones, se presentaron lluvias que "lavaron el plaguicida de las plantas". Estas intensas lluvias pudieron contribuir al movimiento de carbofurán desde su sitio de aplicación hasta las fuentes de agua.

Se tomaron siete (7) muestras de agua durante noviembre de 1999 de acequias, quebradas, vertientes, río y agua entubada de consumo en el hogar. Las muestras fueron preservadas a 4 ºC hasta ser analizadas al día siguiente por ELISA.

Resultados

Los resultados de los análisis de carbofurán por ELISA se presentan en la Tabla 4.3. Además, un litro de la muestra que presentó mayor concentración de carbofurán 3,2 mg/L (Quebrada de San Francisco) fue procesado mediante el uso de la extracción en fase sólida en un disco de octadecil (-C18). El extracto se concentró hasta 500 ml y una alícuota se inyectó en un cromatógrafo de gases equipado con un detector específico sensible a nitrógeno y fósforo (NPD), bajo condiciones cromatográficas en las cuales ni el carbofurán ni sus metabolitos importantes sufren degradación térmica. En el cromatograma, se observó un pico con un tiempo de retención idéntico al de carbofurán. A continuación, se inyectó un estándar analítico de carbofurán y se pudo determinar que tanto el pico presente en la muestra, como el estándar, tenían el mismo tiempo de retención. Posteriormente, para tener aún más certeza, se co-inyectó la muestra con el estándar y se obtuvo un solo pico simétrico y con el mismo tiempo de retención que el estándar analítico. Por lo tanto, al utilizar dos métodos analíticos basados en principios completamente diferentes como son ELISA y CG (NPD), se pudo confirmar a ciencia cierta la presencia de carbofurán en esta muestra.

Tabla 4.3 Presencia de carbofurán en diferentes fuentes de agua

Ubicación	Concentración mg/L	Norma EC [1] 0,1 mg/L	Norma US [2] 40 mg/L
Acequia, S.F. Alto	0,2	2 veces sobre	200 veces bajo
Agua entubada, S. F. Alto	0,1	en el límite	12,5 veces bajo
Quebrada del “Lirio”, S.F. Alto	0,2	2 veces sobre	200 veces bajo
Quebrada de San Francisco	3,2	32 veces sobre	12,5 veces bajo
Vertiente “La chorrera”, sup.	0,1	en el límite	400 veces bajo
Vertiente “La chorrera”, inf	0,2	2 veces sobre	200 veces bajo
Río Cariacu, S. F. Bajo	0,3	3 veves sobre	133 veces bajo

1. Máxima concentración admisible de un plaguicida para agua de consumo humano en la comunidad Europea EC.
2. Meta máxima de contaminación con carbofurán para agua de consumo humano establecido por la EPA, US.

Interpretación de resultados de los análisis de carbofurán en agua

Si bien es cierto que las concentraciones encontradas en agua en este estudio preliminar fueron menores a las encontradas en papa, es importante mencionar que el muestreo de agua sólo se efectuó en un único día y todas las muestras resultaron positivas. Para comparar resultados y obtener conclusiones, en este trabajo usaremos

los estándares de la EPA, ya que para llegar a ellos se toman en cuenta criterios toxicológicos para cada uno de los plaguicidas individualmente. Los estándares de la Comunidad Europea para agua de consumo humano fijan el límite de 0,1 mg/L en general para todos los plaguicidas, independientemente de su toxicidad (Barceló, 1993), por lo cual su aplicación no discrimina entre productos altamente tóxicos y poco tóxicos.

En relación a valores de concentración de carbofurán en agua encontrados en otros países podemos indicar que, en el trabajo NAWQA efectuado por el USGS en Estados Unidos en 20 unidades estudiadas entre 1992 a 1995, se encontraron concentraciones de carbofurán en agua superficial de hasta aproximadamente 10 mg/L, mientras que, en el agua subterránea proveniente de pozos se encontraron valores de hasta casi 4 mg/L; en la Cuenca de Albemarle-Pamlico, que formaba parte del estudio, se encontraron valores menores a 1 mg/L en agua superficial (Spruill et al.,1998).

Uno de los problemas que existe en el monitoreo de agua para determinar la presencia de plaguicidas es que muchas veces las concentraciones de estos productos químicos y sus productos de transformación en el agua pueden variar dramáticamente de acuerdo a lo que se denomina "eventos". Ejemplos de algunos de estos eventos en nuestro escenario de trabajo serían: 1) que después de la aplicación ocurra una fuerte lluvia que arrastre al plaguicida hacia las fuentes de agua como acequias, quebradas y ríos; 2) que después de la aplicación de la dilución o de la mezcla se lave la bomba o el equipo y se viertan los residuos del lavado en la fuente de agua; 3) que los restos o remanentes de la dilución o mezcla se viertan a la fuente de agua, y 4) que, por accidente, se viertan los recipientes que contienen el plaguicida concentrado en el agua. En todos estos casos, el plaguicida va a ser transportado aguas abajo. Dependiendo de su concentración o "dosis de exposición", podrían ocurrir problemas para la salud del ser humano, de los animales domésticos y de los organismos acuáticos que consumen o viven en estas fuentes de agua. Muchos de estos "eventos" pueden causar catástrofes ecológicas en las cadenas tróficas de organismos acuáticos y esto podría ser una de las razones por las cuales ciertos anfibios estarían desapareciendo (Datta et al., 1998). En estudios posteriores, habría que comparar los valores de concentración encontrados con los valores de criterios crónicos de exposición en agua dulce establecidos para la protección de la vida acuática para determinar el riesgo para la vida silvestre y no sólo para los seres humanos.

Senderos de exposición a plaguicidas en el hogar

En las pruebas de exposición en el campo, se pudo determinar que, tanto en las manos como en los antebrazos, era donde la mayor cantidad de plaguicida se había depositado. Para este estudio tomamos en consideración que, en muchas ocasiones, no era factible para los agricultores efectuar un prolijo lavado de manos después de

la aplicación de plaguicidas y que ingresaban a casa después de efectuar las aplicaciones con la misma ropa y el equipo de fumigación. Entonces, se puede pensar que residuos tóxicos adheridos a su ropa y su persona podrían contaminar la casa misma. También, como hemos visto en el capítulo 2, en algunos hogares se almacenaban los plaguicidas, botas de trabajo y la ropa de aplicación en el interior de la casa, en lugares cercanos a zonas críticas como dormitorios y sitios donde se preparan alimentos. Por lo tanto, se creyó necesario hacer un estudio para tratar de documentar estas posibilidades de contaminación y poder demostrar a los agricultores y a sus familias, con información irrefutable, cómo sus prácticas de utilización de plaguicidas podían exponerlos a ellos y a sus familiares ya no sólo durante sus labores agrícolas, sino en el interior de sus propias casas.

Pruebas piloto de detección de carbofurán en casas

Con el fin de efectur un *'screening'* o monitoreo rápido dirigido a obtener una idea de dónde estaban las zonas de mayor depósito de plaguicidas en el hogar a fin de obtener información previa para planificar estudios futuros a mayor escala, se decidió utilizar un método que ha sido probado anteriormente en Canadá. El método consiste en limpiar o remover, mediante frotis, con pequeños *'swabs'* de gasa, impregnados en isopropanol, los depósitos de polvo de las superficies de las casas que se presumen que podrían estar contaminadas con el plaguicida.

Toma de muestras del interior de las casas

Para este estudio, que se efectuó en septiembre del 2000, se escogieron dos casas: (a) una de un pequeño productor (b) y otra de un productor mediano.

La casa del pequeño productor era de un solo piso y constaba de una sala de estar a la que se ingresaba por una puerta principal que poseía una argolla metálica (muestra 1a) que daba al exterior de la casa. En la sala se mantenía a un costado un refrigerador, cuya puerta poseía una manija metálica (muestra 2a). Junto al refrigerador había un par de botas de caucho de un menor de edad (muestra 3a). En el centro de la habitación había varios sacos que contenían papas que habían sido cosechadas recientemente y que durante su cultivo habían sido tratadas con carbofurán. La habitación contigua a la sala era el comedor y, para su ingreso, había que pasar por una puerta interior que tenía una manija de la cual colgaban varias llaves (muestra 4a).

La casa del productor mediano era de mayor superficie de construcción: constaba de dos pisos y tenía varias habitaciones. A la casa se ingresaba por una puerta principal que poseía una manija metálica (muestra 1b). Una de las habitaciones principales, en el primer piso, había sido adecuada como bodega de semilla de papa y en ésta estaba almacenada gran cantidad de semilla. Para ingresar a esta bodega, se debía pasar por una puerta que poseía una manija metálica (muestra 2b). En el

segundo piso se había destinado a una habitación como bodega para almacenar los agroquímicos. Para ingresar a ésta, se debía pasar por una puerta que poseía una manija metálica (muestra 3b).

Las gasas utilizadas para efectuar los frotis de las posibles superficies contaminadas con carbofurán fueron transportadas y luego almacenadas a temperaturas de 4 y -20 ºC, respectivamente, hasta ser analizadas. Para este tipo de muestras se prefiere efectuar los análisis a la mayor brevedad posible, para evitar problemas de degradación del plaguicida.

Métodos analíticos

Las gasas son extraídas con isopropanol; el solvente es filtrado, centrifugado y concentrado para posteriormente determinar la concentración utilizando 'Kits' para carbofurán de Strategic Diagnostics Inc. Como ya se mencionó, esta técnica es altamente sensible y selectiva, y permite detectar niveles extremadamente bajos (ng/gasa).

Resultados

Los resultados presentados en las Tablas 4.4 y 4.5 indican que todas las muestras tomadas dentro de ambas casas son positivas para carbofurán.

Tabla 4.4 Presencia de carbofurán en caso de un pequeño productor de papa

Muestra Código	Hogar productor pequeño Descripción	Carbofurán (ng) [1]
1a	Argollla puerta de ingreso a casa	0,44
2a	Manija puerta del refrigerador	0,08
3a	Botas de caucho de menor edad	0,05
4a	Manija de puerta de ingreso a cocina	0,10

1. Nanogramos de carbofurán en frotis de gasa.

Tabla 4.5 Presencia de carbofurán en caso de un mediano productor de papa

Muestra Código	Hogar productor mediano Descripción	Carbofurán (ng) [1]
1b	Manija puerta de ingreso a casa	0,44
2b	Manija puerta de bodega de semilla	0,70
3b	Manija puerta de bodega de agroquímicos	1,00

1. Nanogramos de carbofurán en frotis de gasa.

Las cantidades de carbofurán encontradas son bastante bajas, pero debe tomarse en cuenta que, durante la época en que se tomaron estas muestras, no se habían efectuado aplicaciones de carbofurán, lo cual indica que la presencia de este plaguicida se debe a aplicaciones efectuadas hace algún tiempo. Por consiguiente, las cantidades depositadas inmediatamente después de las aplicaciones podrían ser muy superiores. En el caso de la casa del pequeño productor, salta a la vista que alguien ingresó a la casa con las manos contaminadas, ya que es en la puerta de ingreso a la casa donde se encuentra la mayor cantidad de carbofurán. Fue probablemente la puerta de la cocina la segunda superficie que fue contaminada por la persona, las cantidades restantes encontradas en estas muestras son en extremo bajas. En el caso del mediano productor, la mayor contaminación se encontró en la puerta de la bodega de agroquímicos, lo cual puede indicar que los plagucidas fueron manejados sin guantes.

Senderos mostrados por trazadores fluorescentes

Con el fin de obtener una herramienta didáctica que permitiera al agricultor y su familia visualizar cómo sus prácticas en el manejo de plaguicidas podrían exponerles, se solicitó, a finales del año 2000, la colaboración de la Corporación para el Desarrollo de la Producción y el Medio Ambiente Laboral (IFA) para efectuar un estudio utilizando la técnica del trazador fluorescente.

Básicamente, los objetivos de este estudio eran tres: 1) corroborar la información de exposición dérmica obtenida en los estudios efectuados durante 1992 y 1993 al usar parches, mangas y lavado de manos; 2) verificar por un método alterno si la información preliminar obtenida en septiembre del 2000, al monitorear mediante *'swabs'* en el interior de las casas, coincidía con los resultados de la técnica del trazador fluorescente y, 3) obtener una herramienta pedagógica que constituyera una prueba fehaciente para demostrar que la falta de precauciones en el manejo de los plaguicidas estaba exponiendo al agricultor y su familia.

Métodos analíticos

Para este estudio se utilizó el trazador fluorescente 4-metil, 7-dietilamino cumarina. Este producto no presenta toxicidad aguda, no ha demostrado indicios de ser mutagénico en bacterias y tampoco produce irritación en la piel. Se seleccionó a tres agricultores y a sus respectivas familias, que constituían una muestra representativa de la zona. Los agricultores pertenecían a las comunidades de San Francisco, San Pedro de Piartal y Santa Martha de Cuba. Se tomó en cuenta la variable distancia entre la casa del agricultor y el lote o parcela de trabajo, factor considerado importante para determinar los hábitos de trabajo de los agricultores y su comportamiento para manejar sustancias tóxicas y sus residuos en las cercanías de su casa y en su hogar. El indicador fluorescente se mezcló con agua en dos de los casos

y, en un tercero, se añadió a la dilución de plaguicida que el agricultor iba a aplicar. Las aplicaciones se efectuaron con bombas de mochila de 20 L. Además, se determinó colinesterasa eritrocitaria tanto en el agricultor como en los miembros de su familia (Harari, 2000).

Interpretación de los resultados del estudio con trazadores fluorescentes

En cuanto a la exposición del agricultor, las zonas del cuerpo que presentaron mayor exposición fueron las manos, antebrazo, nariz, boca, quijada, cuello y piernas. Uno de los agricultores fue acompañado al sitio de aplicación por su hija menor de edad, la cual, después de la aplicación, mostró tener manchas de colorante fluorescente en el rostro.

Con relación a la contaminación de áreas cercanas a la casa del agricultor, se pudo identificar las manchas de trazador fluorescente en la piedra de lavado de la ropa, en el patio de la casa y en la vegetación contigua. Esta contaminación se produjo cuando el agricultor, según su costumbre, procedió a lavar la bomba de fumigación en la piedra de lavar ropa de su casa. En uno de los casos, al ingresar el agricultor a su casa, contaminó la mesa y el piso del comedor donde claramente se ven las manchas del colorante fluorescente.

Es importante mencionar que, en uno de los hogares, tres personas no directamente ligadas a la utilización de plaguicidas, incluidos un menor de edad, presentaron inhibición de la enzima acetilcolinesterasa. La exposición podría provenir de la contaminación del hogar. Esta aseveración cobra mayor fuerza al indicar que fue en este mismo hogar donde, en septiembre del 2000, se pudo determinar, con la técnica de los *swabs,* contaminación de varias superficies internas de la casa con carbofurán.

Conclusiones

Desde la década de los sesenta, varios trabajos de investigación permitieron identificar claramente que la mayor ruta de exposición de trabajadores agrícolas a plaguicidas era a través de la piel, seguida por la de inhalación (Simpson y Beck, 1965 y Wolfe et al., 1967). Es en extremo preocupante encontrar que varias décadas después, por desconocimiento y pobreza extrema, no se tomen las más elementales precauciones para evitar la exposición a plaguicidas altamente tóxicos.

La utilización de formulaciones granuladas de carbofurán o de formulaciones de liberación lenta podría disminuir grandemente la exposición de los trabajadores a este plaguicida, con la ventaja de que las de liberación lenta podrían retardar el movimiento lateral de este plaguicida y ayudar a proteger las fuentes de agua superficiales. Para esto, se requiere realizar investigación, a fin de determinar el comportamiento y la eficiencia de estas formulaciones bajo las condiciones del país. El Ecuador cuenta con la tecnología y el personal técnico para efectuar estas

investigaciones; lo único que se requiere es la decisión, los medios económicos y las facilidades.

Los resultados de los análisis de papas de la zona en estudio son tranquilizadores. El carbofurán está presente en concentraciones bajas que no podrían estar perjudicando a la salud de los consumidores. No obstante, parece ser que una buena práctica culinaria debería ser la de consumir papas sin corteza. Aunque no hay pruebas definitivas de que la corteza esté contribuyendo a una mayor concentración de carbofurán en la dieta, de hecho, las concentraciones fueron más altas cuando se analizaron papas sin pelar.

Aunque el número de muestras de agua analizadas fue muy reducido y que los niveles de carbofurán fueron bajos, sí preocupa que en las siete muestras se haya detectado carbofurán. Además, hay que recordar que en una de las muestras se confirmaron los resultados de ELISA por GC (NPD), lo cual nos indica que no se trata de un falso positivo. Al tomar en cuenta las parcelas de papa con altas pendientes que existen en la zona, podría ocurrir que los plaguicidas sean arrastrados en condiciones de fuertes lluvias desde su punto de aplicación y que terminen en las aguas superficiales y se produzcan así eventos que podrían perjudicar a la salud de humanos, animales domésticos y organismos acuáticos.

Debido a que se ha encontrado carbofurán con bastante frecuencia en los Estados Unidos, tanto en agua superficial como subterránea, el US National Pesticide Survey (un programa nacional de monitoreo de plaguicidas) incluye, además del carbofurán, a sus metabolitos 3-hidroxicarbofurán, carbofurán fenol y a 3-cetocarbofuránfenol. Esto indicaría que, en las próximas campañas de monitoreo, si la presencia de carbofurán es muy frecuente, también se debería tratar de incluir en el análisis a estos productos de transformación, para los cuales el método de ELISA utilizado no es sensible. Además, aunque sólo se identificó carbofurán en agua por GC (NPD), en este cromatograma están presentes otros picos que podrían corresponder a otros plaguicidas. De allí la importancia de que, en las próximas campañas de monitoreo de agua, se incluya a otros plaguicidas además del carbofurán y sus productos de degradación.

Se debe continuar con los muestreos de agua y, si es posible, obtener muestras compuestas sucesivas que coincidan con épocas de aplicación de plaguicidas y con la temporada lluviosa (bajo el peor de los escenarios). Si en las próximas campañas de monitoreo se encuentra gran cantidad de plaguicidas y en concentraciones altas, valdría la pena sensibilizar a los agricultores para que usen zonas de amortiguamiento *buffer*, que eviten que las fuentes de agua sean contaminadas con plaguicidas debido a escorrentía (movimiento lateral).

En cuanto a la presencia de carbofurán en el interior del hogar, el haberlo detectado con los frotis de gasa en todas las muestras es un claro indicativo de que la contaminación en el interior del hogar puede estar extendida por varios lugares. Estas observaciones preliminares refuerzan las observaciones y los datos cualitativos y cuantitativos que se obtuvieron en todos nuestros trabajos de exposición, que indican

que las manos son claramente la ruta por la cual los agricultores de la zona se contaminan más; pero ahora, con certeza, conocemos que por esta ruta también están ingresando los plaguicidas al hogar. Esta información es muy valiosa, ya que nos permitirá educar al agricultor con suficientes fundamentos para que se dé cuenta de que prácticas como el uso de guantes y un buen lavado de manos, podrían estar protegiéndolo no sólo a él, sino también a los miembros de su familia. La información presentada con relación a frotis de gasas es considerada preliminar debido al reducido número de muestras, pero se están planificando estudios de mayor envergadura que nos permitirán obtener mayor información.

De lo que se puede observar, el manejar los plaguicidas con el cuidado y con el respeto que se merecen debido a la alta toxicidad que algunos presentan, junto con buenas prácticas de higiene personal, así como la utilización de equipos de aplicación en buen estado y ropa de protección, podrían marcar una gran diferencia en un futuro inmediato. El conocimiento cualitativo y cuantitativo que hemos generado en cuanto a senderos de exposición y a la clarísima e innegable relación que hemos encontrado entre los hábitos de trabajo, y su asociación con la exposición familiar a plaguicidas deben ser el catalizador que ayude a sensibilizar y motivar a las autoridades, las comunidades de la zona y los agricultores para fomentar los cambios que permitan un trabajo y una vida más segura para todos.

Finalmente, quisiéramos compartir con el lector el siguiente razonamiento: "Si pensamos que el hogar es un refugio donde la familia se debería sentir segura y protegida, no es justo que gente humilde y trabajadora se vea amenazada por enemigos invisibles a los cuales hemos contribuido a desenmascarar".

Más aún, se están tomando las medidas correctivas necesarias que, en un futuro cercano, se espera marquen una gran diferencia entre la situación previa y posterior a este esfuerzo científico multidisciplinario e internacional.

Bibliografía

Barceló, D. 1993. "Official methods of analysis of priority pesticides in water using gas chromatographic techniques". En: *Environmental Analysis, Techniques, Applications and Quality Assurance.* Barceló, D. (ed). Elsevier Science Publishers, Amsterdam, The Netherlands. 149 - 180.

Bolaños, M. 1985. "Determinacion de Residuos de Pesticidas en Alimentos." En: *Memoria del Seminario sobre las Nuevas Regulaciones para el Uso y Manejo de Plaguicidas.* Quito, Ecuador, 1985.

Castaneda, C.P. 1993. "Field Exposure Studies During Application of Organophosphate Formulations Using Knapsack Sprayers in the Philippines". En: *Impact of Pesticide Use on Health in Developing Countries.* Forget, G., Goodman, T. and De Villiers, A. (eds.) Proceedings of a symposium held in Ottawa 17 - 20 Sept. 1990. Ottawa: International Development Research Centre (IDRC). 62-69.

Cole, D.C., Carpio, F., Julian, J.A., and León, N. 1998. "Health Impacts of Pesticide Use in Carchi Farm Populations". En: Economic, Environmental, and Health Tradeoffs in Agriculture: Pesticides and the Sustainability of Andean Potato Production. Crissman, C.C., Antle, J.M, and Capalbo, S.M (eds). Kluwer Academic Publishers, Boston, Massachusetts, U.S. 210-230.

Crissman, C.C., Espinosa, P., Ducrot, C.E.H., Cole, D.C. and Carpio, F. 1998. "The Case Study Site: Physical, Health, and Potato Farming Systems in Carchi Province". En: Economic, Environmental, and Health Tradeoffs in Agriculture: Pesticides and the Sustainability of Andean Potato Production. Crissman, C.C., Antle, J.M, and Capalbo, S.M (eds). Kluwer Academic Publishers, Bosto, Massachusetts. U.S. 85-120.

Datta, S., Hansen, L., McConnel, L., Baker, J., LeNoir, J and Seiber, J.N. 1998. Pesticides and PCB Conataminants in Fish and Tadpoles from the Kaweah River Basin, California. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 60, 829 - 836.

Farmer, P.B. 1997. Drug and Pesticide Metabolism and Toxicology of Agro-Industrial Chemicals. Pestic. Sci. 49, 300 - 302.

Fernández, A. y López, B.E. 1986. "Estudio de la Contaminación por Plaguicidas en Alimentos Básicos Constituyentes de la Dieta Media Ecuatoriana." Tesis de Grado para la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central de Ecuador, Quito, Ecuador.

Fenske, R., Leffingwell J., Spear R. 1986a. *A Video Imaging Technique for Assessing Dermal Exposure I. Instrument Design and Testing.* American Industrial Hygiene Association. 47, 764 - 770

Fenske, R., Wong, S., Leffingwell J., Spear R. 1986b. *A Video Imaging Technique for Assessing Dermal Exposure II. Fluorescent Tracer Testing.* American Industrial Hygiene Association, Vol. 47, pp. 771-775, USA,

Fenske, R.A., Schulter, C., Lu, E. and Allen, H. 1998. *Incomplete Removal of the Pesticide Captan from Skin by Standard Handwash Exposure Assessment Procedures.* Bull. Environ. Contam. Toxicol. 61, 194 - 201.

Fest, Ch. and Schmidt, K.J. 1983. "Organophosphorus Insecticides". En: *Chemistry of Pesticides.* Büchel, K.H. (ed). John Wiley & Sons, Inc. U.S .Traducido al inglés por Holmwood, G. 48 -125.

Harari, Raúl y Albuja, Gonzalo (2000). Informe de Trabajo para el Centro Internacional de la Papa (CIP) sobre el *Uso del trazador Fluorescente para identificar exposición a plaguicidas en la producción de papas en el Carchi.* Quito, Ecuador: IFA,

Hussain, M., Yoshida, K., Atiemo, M. and Johnston, D. 1990. *Occupational Exposure of Grain Farmers to Carbofurán.* Arch. Environ. Contam. Toxicol. 19, 197-204.

Kikta, E.J. 1986. *Liquid Chromatographic Determination of Carbofurán in Technical and Formulated Products:* Collaborative Study. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 69, 5, 915-918.

Lonsway, J.A., Byers, M.E., Dowla, HI.A., Panemangalore, M and Antonious, G.F. 1997. *Dermal and Respiratory Exposure of Mixers/Sprayers to Acephate, Methamidophos, and Endosulfan During Tobacco Production.* Bull. Enviro. Contamin. Toxicol. 59, 179-186.

McConnell, R., Cedillo, L., Keifer, M. and Palomo, M.R. 1992. *Monitoring Organophosphate Insecticide-Exposed Workers for Cholinesterase Depression: New Technology for Office or Field Use.* J of Occupational Medicine 34, 34-37.

Merino, G. y Vázquez, V. 1980. *Eficacia de varios insecticidas en el control del gusano blanco de la papa*, Premnotripes vorax (Hust). Turrialba 30, 2, 183 - 187.

Mumma, R.O., Brandes, G.A., and Gordon, C.F. 1985. "Exposure of Applicators and Mixer-Loaders During the Application of Mancozeb by Airplanes, Airblast Sprayers, and Compressed- Air Backpack Sprayers". En: *Dermal Exposure Related to Pesticide Use*. Honeycutt, R.C., Zweig, G., Ragsdale, N.N. (eds). American Chemical Society. Washington, D.C. U.S. 201 - 219.

NIOSH. 1983. *Registry of Toxic Effects of Chemical Substances.* Vol.3, p.127.

NIOSH. 1998. *Organo-nitrogen Pesticides: Method 5601.NIOSH Manual of Analytical Methods, Fourth Edition.*

Pastorelli, R., Allevi, R., Romagnano, S., Meli, G., Fanelli, R. and Airoldi, L. 1995. *Gas chromatography-mass spectrometry determination of ethylenethiourea hemoglobin adducts: a possible indicator of exposure to ethylenebis(dithiocarbamate) pesticides*. Arch. Toxicol. 69, 306 - 311.

Schmitt, R.D. and Nelson, M.J. 1982. Methodology for Estimating the Dietary Intake of Pesticide Residue. En: *Pesticide Residues and Exposure. Plimmer, J.R.* (ed). American Chemical Society. Washington, D.C. U.S. 9 - 14.

Simpson, G.R., and Beck, A. 1965. Exposure to parathion.. Arch. Environ. Health. 11, 784 - 786.

Spear, R.C., Popendort, W.J., Leffingwell, J.T., Milby, T.H., Davies, J.E., and Spencer, W.F. 1977. "Fieldworkers' response to weathered residues of parathion". J of Occupational Medicine.19,6, 406 - 410.

Spear, R. 1991. "Recognized and Possible Exposure to Pesticides". En: *Handbook of Pesticide Toxicology* . Hayes, W.J. and Laws. E. R. (eds). Academic Press. U.S. I. 245 - 274.

Spruill, T.B., Harned, D.A., Ruhl, P.M., Eimers, J.L., McMahon, G., Smith, K.E., Galeone, D.R., and Woodside, M.D. 1998. *Water Quality in the Albemarle-Pamlico Drainage Basin, North Carolina and Virginia*, 1992 - 1995: U.S. Geological Survey Circular 1157. <URL: http://water.usgs.gov/pubs/circ1157>.

USA Environmental Protection Agency, Office of Pesticide Programs, Hazard Evaluation Division, Exposure Assessment Branch (USEPA) 1986. *Pesticide Assessment Guidelines. Subdivision U. Applicator Exposure Monitoring.* Washington; National Technical Information Service. PB87-133286. October 1986. 126 pp.

Weisskopf, C.P , Seiber, J.N., Maizlish, N. and Schenker, M. 1988. *Personnel exposure to Diazinon in a supervised pest eradication program.* Arch. Environ. Contam. Toxicol. 17, 201-212.

Weisskopf, C.P and Seiber, J.N. 1989. "New approaches to analysis of organophosphate metabolites in the urine of field workers". En: *Biological Monitoring for Pesticide Exposure.* Wang, R.G.M., Franklin, C.A., Honeycutt, R.C. and Reinert, J.C. (eds). American Chemical Society. Washington, D.C. U.S. 206-214.

Wolfe, H.R., Durham, .R., Armstrong, J.F. (1967). Exposure of workers to pesticides. *Arch Environ Health* 14:622-633

Capítulo 5

INTOXICACIONES POR PLAGUICIDAS INCIDENCIA E IMPACTO ECONÓMICO

Donald Cole y Verónica Mera-Orcés

Introducción

Los plaguicidas, la economía, la salud humana y el medio ambiente han estado íntimamente relacionados desde que los plaguicidas se empezaron a utilizar hace ya varios siglos. No obstante, cuestiones económicas, de productividad y comercio han dominado las discusiones sobre el uso de plaguicidas en la agricultura. En los últimos años, sin embargo, ha existido una creciente preocupación sobre las externalidades negativas causadas por el uso de plaguicidas en la agricultura (Pimental y Lehman, 1992). Entre estas externalidades, los costos asociados con el impacto sobre la salud humana pueden ser particularmente importantes en el mundo en desarrollo, en vista de que se piensa que la mayoría de envenenamientos con pesticidas se producen en estas regiones (WHO, 1990). La oportunidad de documentar los costos de envenenamiento por exposición a plaguicidas, asociados con su uso regular en la agricultura, surgió por el interés de la Fundación Rockefeller y de los Centros Internacionales de Investigación Agrícola de evaluar la sostenibilidad del uso de pesticidas entre los productores agrícolas. El trabajo en las Filipinas (Rola y Pingali, 1993) fue seguido por un proyecto realizado en colaboración con el Centro Internacional de la Papa en Ecuador, que combinó la investigación sobre producción agrícola, la contaminación ambiental y los impactos sobre la salud humana (Crissman et al., 1998). Los trabajos antes mencionados se realizaron en la provincia norteña del Carchi, escogida por el equipo de investigación agrícola debido al importante número de productores de papa que presenta. Según el sistema pasivo de información sobre enfermedades existente, Carchi presentó la más alta incidencia de envenenamiento con plaguicidas al nivel provincial en 1988, de 21/100.000 (Carpio, 1989).

Durante la última década, en Carchi, se realizaron una serie de investigaciones enfocadas a intoxicaciones por plaguicidas. Estos trabajos se centraron en el cantón Montúfar, que posee una población rural dispersa dedicada en su mayoría a la producción de papa, granos y ganado de leche y que se sitúa en los alrededores de un

pequeño pueblo, San Gabriel, con una población estimada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en 29.204 habitantes en 1991. El 34 % de la fuerza laboral adulta estaba constituido por pequeños productores agrícolas, con un 17% adicional de mano de obra asalariada (Breilh et al., 1990). En 1982, el alfabetismo se estimó en un 86% y el número promedio de años de escolaridad se situó en cinco.

En el presente capítulo se relatan los métodos y resultados más importantes obtenidos en el estudio de intoxicaciones con asistencia médica y sin asistencia médica en un grupo de papicultores, sus familias y demás trabajadores (Crissman et al., 1994). Los trabajos han incluido la vigilancia activa de intoxicaciones (Crissman et al., 1994); el seguimiento de casos mediante la determinación de los impactos económicos (Cole et al., 2000) y el análisis de los informes oficiales de salud (Mera-Orcés, 2000). Finalmente, se analizan las implicaciones de estos trabajos, se presenta una estimación del perfil de intoxicaciones en la zona y se propone un posible papel que el sector salud podría asumir.

Intoxicaciones registradas en el grupo de papicultores y sus familias

Métodos

El equipo de investigación de economía agrícola seleccionó al azar a los papicultores colaboradores al utilizar el registro predial municipal de dos microcuencas y se obtuvieron colaboradores de entre los productores activos (ver capítulo). El equipo de salud llevó a cabo un censo entre las distintas personas aptas para realizar trabajos agrícolas, incluyendo a los miembros de las familias y varios tipos de trabajadores contratados. Además, se empleó un cuestionario para inquirir sobre envenenamientos previos con plaguicidas, el año en que éstos tuvieron lugar y si se recibió atención médica debido a la intoxicación.

Resultados

Treinta y nueve de los 174 (22,4%) miembros de las fincas reportaron haber sufrido una intoxicación por plaguicidas al menos una vez en su vida. Durante el período de dos años (1991-1992), los entrevistados reportaron 45 intoxicaciones (aproximadamente 22%). No obstante, únicamente en dos casos se acudió a los servicios médicos, es decir, un 9% (2/22) del total.

Vigilancia activa de las intoxicaciones reportadas

Métodos

En primera instancia, se establecieron acuerdos formales con el Ministerio de Salud Pública (MSP) y el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) para

facilitar la cooperación y el intercambio de recursos. Posteriormente, se identificó a profesionales de la salud en consultorios privados, en el hospital de San Gabriel y en los distintos centros y puestos de salud. Además, se desarrolló un formulario de informe de casos sobre la base de protocolos internacionales (WHO, 1987) y de otras jurisdicciones, incluidas aquellas de California y Nicaragua (Cole et al., 1988). Este formulario incluía secciones sobre servicios de salud, identificación del paciente, historial de exposiciones, síntomas y signos, pruebas de laboratorio, duración de la hospitalización (de ser aplicable) y estado al momento de ser dados de alta. Se definió un caso como el de una persona que poseía un historial reciente de exposición a plaguicidas, con síntomas y signos clínicos consistentes con el envenenamiento por plaguicidas. La validez de tal definición de caso depende en mayor grado de una adecuada información proporcionada a los profesionales de la salud que aplican la definición, antes que de sistemas basados en los hospitales que poseen un acceso más extenso a laboratorios y a opciones para el tratamiento (McConnell et al., 1993). Al igual que en otros estudios ecuatorianos, el personal de salud señaló la necesidad de contar con capacitación para el reconocimiento, diagnóstico y tratamiento de envenenamientos con plaguicidas (Shenk y Ward, 1990), por lo que se realizó un taller en mayo de 1991 (antes de iniciar la vigilancia, en junio de 1991), para cubrir dichos temas y revisar el uso del formulario de informe de casos. Más del 75% del personal invitado asistió. Además, el médico de campo que vivía en la ciudad principal, San Gabriel, visitó semanalmente cada sitio de levantamiento de información para revisar el manejo y el registro de los envenenamientos con plaguicidas por los profesionales de salud. Los 50 casos reportados representan el común denominador para la descripción de las características de los casos de envenenamiento.

Resultados

De los 50 casos de estudio formalmente durante el año (ver Tabla 5.1), se reportó una mediana de cuatro casos cada mes, con un mínimo de dos y un máximo de 10. Este último número se registró durante el mes inmediatamente posterior a la realización de un segundo taller, lo que demuestra la importancia de la motivación de los profesionales de la salud. Cuatro casos adicionales conocidos fueron tratados por los profesionales de la salud, sin que éstos realizaran los respectivos informes por escrito, no obstante, muchos más podrían haber ocurrido, dado el amplio rango de tiempo transcurrido entre el primer y el último registro y el uso relativamente constante de plaguicidas en esta zona (ver capítulo 1).

El reporte de los plaguicidas utilizados reflejó patrones de uso conocidos para el personal agrícola del proyecto; las mezclas resultaron más comunes que los productos solos. Los productos de uso frecuente registrados fueron: carbofurán (n=29), metamidofos (n=11) y mancozeb (n=15). Incluidos los casos en que se reportó el uso de metomil (n=1) y de parathiones (n=2), más del 80% de los envenenamientos reportados sucedió con inhibidores de colinesterasa de la categoría

I de peligrosidad de la OMS (IPCS, 1992). Los cuadros clínicos reflejaron el tipo de plaguicidas usados: síntomas colinérgicos nerviosos y gastrointestinales en aquellas personas expuestas a carbamatos y organofosfatos. Manifestaciones clínicas severas de tales envenenamientos ocurrieron en aquellas personas que eventualmente fallecieron (n=5). Los síntomas cutáneos fueron más comunes en las personas expuestas a fungicidas (10 casos/15 informes de fungicidas). Cuarenta y ocho de los casos presentaron tres o más síntomas y signos y 37 presentaron cinco o más síntomas. Apenas un reducido porcentaje de síntomas y signos fue inconsistente con los efectos de los plaguicidas reportados; no obstante, la eliminación de estos síntomas y/o signos no provocó la exclusión de los casos.

Tabla 5.1 Casos de intoxicación con plaguicidas en vigilancia activa e incidencia anual (100.000) estandarizado por edad y género (Montúfar, junio 1991 a mayo 1992)

Grupo de edad	Masculino		Femenino		Total	
	Caso	por 100,00	Caso	por 100,00	Caso	por 100,00
0-11	5	105	3	64	8	85
12-17[a]	10	445	3	134	13	289
16-45[b]	20	428	2	38	22	222
46-65	6	320	0		6	156
66+	0		1	120	1	64
Total[c]	41	287	9	60	50	171

Estimados de población del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
Intervalos de confianza de incidencia por 100,00.

a M 210-820	F 30-390	T 150-490
b M 260-660	F 0-140	T 140-340
c M 210-390	F 30-110	T 130-230

Fuente: Crissman et al., 1994.

El registro de un número mayor de hombres económicamente activos expuestos a intoxicación por plaguicidas (n=33), resultante de su actividad laboral, podría reflejar la naturaleza de la división del trabajo -basada en el género- en el cantón, pues los hombres son los responsables de la aplicación de plaguicidas. El escaso equipo de protección personal se limitaba a botas (n=23), un plástico sobre la espalda (n=12), guantes (n=2) o un poncho (n=1), lo que dejaba a la mayoría sin una protección adecuada. A pesar de que solamente el 13% de los días de trabajo por hectárea en las fincas involucradas en el componente agrícola del proyecto se dedicaban a la aplicación de plaguicidas, 28 de 33 casos reportaron la aplicación de plaguicidas como la tarea de trabajo realizada justo antes del envenenamiento. El envenenamiento accidental fue más común en los niños (todos, con excepción de uno de los nueve casos de accidentes), mientras que la ingestión intencional de plaguicidas fue más común en adultos jóvenes (seis de ocho casos, 16-20 años de edad).

La gravedad de esta situación se ve reflejada en el hecho de que dos tercios de los casos intencionales y accidentales requirieron de hospitalización *versus* una cuarta parte de los casos ocupacionales. Cinco de siete casos intencionales fallecieron, mientras que se registró el deceso de apenas un caso accidental y ningún caso ocupacional. La tasa de mortalidad resultante relacionada con plaguicidas fue de 20,5/100.000 o de 17,1 muertes por suicidio/100.000. Después del tratamiento, aproximadamente la mitad de todos los casos accidentales y ocupacionales dados de alta continuaban manifestando síntomas y signos de envenenamiento.

Impactos económicos

La información sobre los impactos económicos que provocan las enfermedades asociadas con el uso de plaguicidas podría permitir la justificación económica para el establecimiento de programas de vigilancia y prevención de envenenamientos en zonas identificadas como prioritarias (Mills, 1985).

En la presente investigación se han empleado varios enfoques usados en otros estudios para estimar el impacto económico de las enfermedades asociadas con el envenenamiento con plaguicidas en las regiones en desarrollo. Entre los estudios realizados se encuentran estudios de investigadores costarricenses del Programa de Plaguicidas de la Universidad Nacional de Costa Rica y del Instituto Nacional de Seguros sobre intoxicaciones ocupacionales con plaguicidas y costos médicos (Wesseling et al., 1993). En este estudio se estimaron los costos implicados en la incapacidad temporal y en los tratamientos médicos de jornaleros, con extrapolaciones para pequeños productores sobre la base de los perfiles de uso de plaguicidas (Jansen et al., 1998). A éstos se suman estudios realizados por investigadores mexicanos, en los que, mediante la ejecución de entrevistas a productores agrícolas y personal médico, se arribó a estimados sobre el número de casos de envenenamiento, costos de tratamiento, transporte y número de días laborales perdidos (Alvarado et al., 1998). De forma similar, investigadores nicaragüenses estimaron los costos directos de la atención a la salud y los costos indirectos del tiempo fuera del trabajo incurridos por causa de envenenamientos agudos (Castillo y Apple, 1990). A continuación se resumen los métodos empleados en el estudio realizado en Ecuador.

Métodos

Desde noviembre de 1991 en adelante, el médico de campo visitó los hogares o sitios de trabajo de los pacientes intoxicados identificados en la vigilancia activa, después de dos a cuatro semanas de sucedidos los episodios de envenenamiento. Se inquirió sobre los días de trabajo que los pacientes habían perdido (de ser aplicable) y sobre los gastos en que ellos, sus familias o su empleador, habían incurrido por causa del episodio de envenenamiento. Por cuanto estas averiguaciones caían fuera de la atención clínica usual, se les informó a los pacientes que cualquier información

proporcionada sería mantenida de forma estrictamente confidencial y que solamente serviría para propósitos investigativos, por lo que tenían completa libertad de rehusarse a responder. Los problemas que se presentaron en el seguimiento fueron, con mayor frecuencia, de tipo logístico, debido a la identificación poco exacta por parte del profesional de salud o por dificultades de movilización, particularmente de los jornaleros agrícolas. Ninguna persona contactada se rehusó a proporcionar la información y se completaron 29 seguimientos de casos entre el 1 de noviembre de 1991 y el 31 de mayo de 1992.

Para la estimación de costos, éstos se convirtieron a dólares estadounidenses, según el cambio de 1.200 sucres=1 US$ vigente al momento del estudio. Los costos de tratamiento del servicio público de salud responden a 38 casos del hospital de San Gabriel y a dos observados en los centros de salud del MSP en el transcurso del año. Se estimó que el costo promedio diario de hospitalización alcanzó los USD $21,42 y el costo promedio de consulta externa se sitúo en USD $4,28 (comunicación personal con el Director vigente del Hospital de San Gabriel). Los costos del IESS se limitaron a las consultas externas de tres casos. Los costos asociados con la atención privada fueron obtenidos de 22 de los 29 casos para los que se realizaron visitas de seguimiento, los que incluían a siete casos sobre los que informaron médicos privados. Los días de trabajo y las pérdidas de jornales se basaron en 23 de los 29 casos a los que se dio seguimiento (los casos no registrados incluyen a cuatro niños no trabajadores). Para aquellas personas que no proporcionaron información sobre la pérdida de jornales, se realizaron estimados sobre la base del número de días y del jornal mínimo diario por trabajador de USD $1,50 en ese tiempo, una subestimación potencial para los dueños de fincas y para trabajadores más calificados. Debido a la asimetría de las distribuciones de los costos, se citan los valores totales y las medianas antes que las medias.

Resultados

Entre estos 15 casos que requirieron de hospitalización, el tiempo de hospitalización promedio fue de dos días y el total de días de hospitalización fue de 33 días, lo que resultó en un costo estimado de US$707. De forma similar, para aquellas personas que no se hicieron atender por médicos privados y que no fueron hospitalizadas (n=28), los costos de consulta externa pueden estimarse en US$120. El monto total de US$827 proporciona un estimado global de los costos anuales generales de la atención pública y del seguro social, excluidos los costos cantonales.

Entre los costos directos privados del tratamiento externo reportado en los casos a los que se dio seguimiento, la mayoría de los costos se atribuyeron a las medicinas, seguidas por el transporte y los costos de la consulta (Tabla 5.2). Veintitrés jóvenes y adultos perdieron 98 días de trabajo, lo que resultó en una pérdida estimada global de jornales/ingresos de aproximadamente US$232 (Tabla 5.3).

Tabla 5.2 Atención privada a la salud y costos relacionados (en US$) reportados en casos de envenenamiento con plaguicidas identificados con vigilancia activa (Montúfar, noviembre 1991 a mayo 1992

	Medicinas	Consultas	Transporte	Otros	Total
Casos	21	10	16	6	22
Rango	(0-46,25)	(0-25,00)	(0-13,33)	(0-15,00)	(0-59,58)
Mediana	5,83	0	0,83	0	8,33
Total	257,24	72,25	89,5	37,67	456,65

Basado en 29 casos visitados en el seguimiento.
Fuente: Cole et al. (2000)

Tabla 5.3 Días reportados e ingresos pérdidos en casos de envenenamiento con plaguicidas en el trabajo, identificados con vigilancia activa (Montúfar, noviembre 1991 a mayo 1992)

Ocupación	Número de casos	Días perdidos		Jornales/Ingresos	
		Mediana	Total	Perdidos (US$)	
				Mediana	Total
Agricultura	21				
Trabajadores					
Temporales	6	3	33,5	7,50	76.87
Regulares	5	2	14	6,25	34.58
Miembros de familia	3	5	14	7,50	15.00
Propietarios	7	3	21,5	10,42	77.91
No agrícola	1	-	15		25.00
Desconocido	1		1		2.50
Totales	23	4,5	98	8,33	231.87

Basado en 29 casos visitados en el seguimiento.
Fuente: Cole et al., 2000.

Al combinar el costo promedio de la atención privada con las pérdidas de jornales/ingresos, el costo privado promedio sería de aproximadamente US$17/caso. Esto significó más de 11 veces el jornal agrícola diario de la población agrícola.

Análisis de los informes oficiales de salud

Métodos

Esta investigación fue llevada a cabo en el Hospital Estatal de San Gabriel, principal centro médico de la zona, y en la Intendencia Política de Montúfar[1]. En el Hospital de San Gabriel se hicieron dos tipos de estudio a partir de los informes médicos y de las estadísticas oficiales: primero, un análisis cuantitativo general sobre los datos de hospitalizaciones registradas durante 1999; segundo, un análisis de contenido de los informes sobre intoxicación con plaguicidas y sobre las principales causas de muerte en los años 1997, 1998 y 1999. En la Intendencia Política de Montúfar se hizo una revisión cuantitativa de los datos de muertes violentas e inesperadas registradas en 1997, 1998 y 1999. Además, se hizo un análisis de contenido de las descripciones contenidas en los reportes de muertes atribuidas a la exposición a plaguicidas. Los análisis de contenido de las narrativas de los informes médicos y policiales generaron interpretaciones médicas y sociales sobre las circunstancias de la intoxicación.

Resultados

Infraestructura y servicios de salud

San Pedro de Piartal es una comunidad que cuenta con una buena infraestructura de salud, especialmente si se compara con otras comunidades de la provincia y del país. Esto se debe a que líderes locales de un proyecto externo[2] han desarrollado un pequeño centro de salud que cuenta con medicinas básicas y ofrece atención médica y dental (para lo cual hay un médico y un dentista que van un día a la semana a la comunidad). A pesar de estas facilidades, la gente de la comunidad de San Pedro de Piartal usualmente va al Hospital Estatal de San Gabriel[3] en casos de emergencia o consultas cortas. Según la doctora del proyecto, trabajar como médica profesional en la comunidad tiene muchas complicaciones. La falta de posibilidades técnicas para realizar exámenes detallados hace que las enfermedades no puedan ser determinadas

1 La Intendencia Política de Montúfar es la institución en el cantón a cargo de realizar las investigaciones y el registro sobre las muertes violentas o inesperadas.

2 Proyecto financiado por el CCF "Christian Children's Fund".

3 Algunos informantes consideraron que los hospitales de Ibarra, Tulcán o Quito son una alternativa cuando necesitan tratamientos largos, pero no en casos de emergencias. En 1998, la gente de la zona también contaba con las facilidades proporcionadas por el Seguro Campesino. Actualmente este centro ha permanecido cerrado durante un largo período debido a varias huelgas nacionales de salud. Esta información sobre los centros de salud alternativos se ha realizado para recalcar que mucha información sobre salud de la zona está dispersa en otros centros médicos del país.

de manera inmediata y cuando se pide a los pacientes que se realicen exámenes, generalmente éstos/as no se los hacen; lo que deja a la enfermedad sin seguimiento.

Informes médicos en el Hospital Estatal de San Gabriel

En el Hospital Estatal de San Gabriel existe un buen registro de las hospitalizaciones, pero no hay un registro claro de las consultas cortas. Por esta razón, para este estudio se contó sólo con los datos de hospitalizaciones. La falta de información sobre las consultas es el resultado de la dificultad de implementar un registro sistemático. La Tabla 5.4 describe las principales razones de hospitalización y el número de casos registrados durante 1999 en el hospital de San Gabriel.

En 1999 la mayoría de hospitalizaciones se dió por razones obstétricas (63%), de las cuales el 74% fueron parto, el 4% esterilizaciones, y el 22% varios problemas obstétricos o abortos. De estos datos se puede desprender que, de cada tres nacidos vivos, uno es muerto debido a pérdidas, abortos o a algún problema obstétrico. A pesar de que estas cifras parecen ser muy altas, según la información publicada por el INEC (1998), los problemas obstétricos son la principal causa de hospitalización por enfermedad para las mujeres[4]. Sin embargo, el número de abortos representa una tasa del 5,5%[5], mientras que la tasa para el país es de 3,5% (INEC, 1998). Esta alta tasa de abortos podría estar relacionada con el uso intensivo de plaguicidas en la zona, pero también podría estar asociada con patrones de nutrición, comportamiento sexual, etc. Para determinar la relación entre una tasa alta de abortos y el uso de plaguicidas, se necesitaría un estudio detallado, en el que se cuente con casos donde la presencia de factores haya sido controlada.

La tabla 5.4 ilustra cómo algunas enfermedades ocurren con mayor frecuencia en un género que en otro; por ejemplo, el número de hospitalizaciones por trauma múltiple y otros problemas accidentales u ocupacionales y por intoxicaciones duplican la cantidad para el caso de hombres que para mujeres. Los informes médicos relacionan el trauma múltiple con (1) accidentes de tránsito, (2) alcohol y (3) violencia. Por otro lado, los informes médicos indican que la causa de hospitalización por trauma en mujeres, en primer lugar, se debe a violencia doméstica; en segundo lugar, por accidentes de tránsito[6].

4 Los partos son la principal causa de hospitalización femenina en el país, aunque no se los considera como una enfermedad.

5 Esta tasa fue calculada sobre la base de la tasa del INEC (1998), que es calculada por 10.000 habitantes.

6 En 1999, más hombres adultos sufrieron de hernia que las mujeres adultas; este dato puede ser considerado en futuros estudios, porque podría estar relacionado con el fuerte esfuerzo físico requerido en la producción de papa, especialmente durante las cosechas, cuando se requiere cargar los quintales de papa. Paralelamente, las quemaduras son riesgos ocupacionales que son más comunes entre las mujeres, seguramente con relación al trabajo doméstico, especialmente al cocinar.

Tabla 5.4 Causas de hospitalización en el Hospital de San Gabriel en 1999

Causa	Hombres	Mujeres	Total
Parto normal	-	577	577
Cesárea	-	59	59
Problemas obstétricos	-	75	75
Parto de un niño muerto o pérdida	-	31	31
Aborto	-	83	83
Salpintomía	-	30	30
Intoxicación	40	15	55
Trauma (accidente/violencia/ocupacional)	57	27	84
Enfermedad del sistema digestivo	84	99	183
Enfermedad del sistema respiratorio	30	27	57
Enfermedad cerebro-vascular	4	4	8
Enfermedad cardiovascular	14	11	25
Desorden metabólico	5	11	16
Enfermedad del sistema nervioso	6	11	17
Enfermedad del sistema urinario	7	17	24
Enfermedad del sistema reproductivo	2	20	22
Otras causas	10	8	18
Total	**259**	**1105**	**1364**

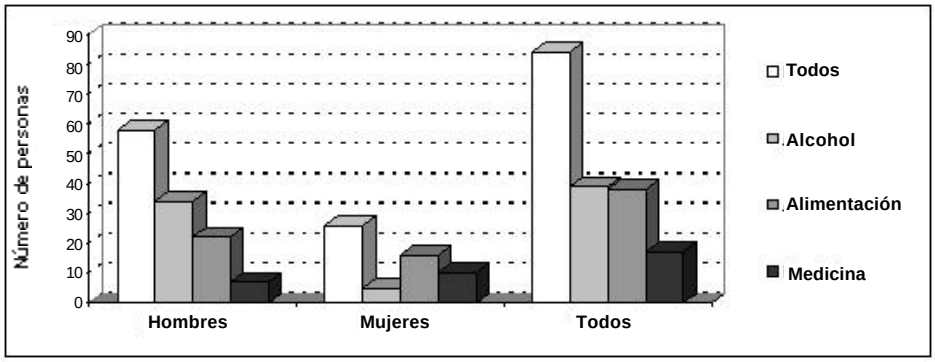
Fuente: Mera-Orcés, 2000.

Entre el accidente y la depresión: datos y narrativas relacionados con intoxicaciones por plaguicidas

En 1999, hubo 509 hospitalizaciones por enfermedad en el Hospital de San Gabriel, de las cuales 55 fueron intoxicaciones. Esto implica que la intoxicación representa el 11% de las hospitalizaciones por enfermedad registradas en este hospital. Según los informes médicos, hubo cuatro fuentes principales de intoxicación: plaguicidas, alcohol, medicinas y alimentos. En el hospital de San Gabriel existe un registro de hospitalizaciones por intoxicación aguda, pero no hay un registro específico de consultas externas. Según los doctores y enfermeras, cada día se atiende, en consulta externa, a por lo menos una persona por problemas relacionados con plaguicidas, especialmente problemas vinculados con exposiciones crónicas. La figura 5.1 describe la distribución por género de las principales causas de hospitalización por intoxicación aguda registradas en el hospital de San Gabriel, desde 1997 hasta 1999. Esta figura indica que, en los años 1997, 1998 y 1999, las intoxicaciones agudas con plaguicidas fueron la principal causa de intoxicación en los

dos géneros. Según estos datos, el porcentaje de intoxicación con plaguicidas en la población masculina representa un 48% de los casos, mientras que las intoxicaciones alcohólicas son la segunda causa de intoxicación. Para las mujeres, las intoxicaciones alcohólicas son mucho menos importantes (9%). Las intoxicaciones alimentarias constituyen una categoría poco clara, ya que podría haber múltiples causas. La disentería y otras enfermedades relacionadas a las intoxicaciones alimentarias no están incluidas en esta categoría, porque esas enfermedades se registran separadamente. Los datos de la figura 5.1 incluyen intoxicaciones alimentarias que no presentaron síntomas entéricos; los que podrían incluir casos no determinados de envenenamiento con plaguicidas. Debido a que en el hospital no hay forma de realizar estudios con mayor profundidad, esos casos son registrados como intoxicación alimentarias. Las intoxicaciones medicamentosas se relacionan con una automedicación inapropiada y, en algunas mujeres, con intentos de suicidio, como fue descrito en los informes médicos.

Figura 5.1 Causas de intoxicación (según género) registradas en el Hospital de San Gabriel de 1997 a 1999



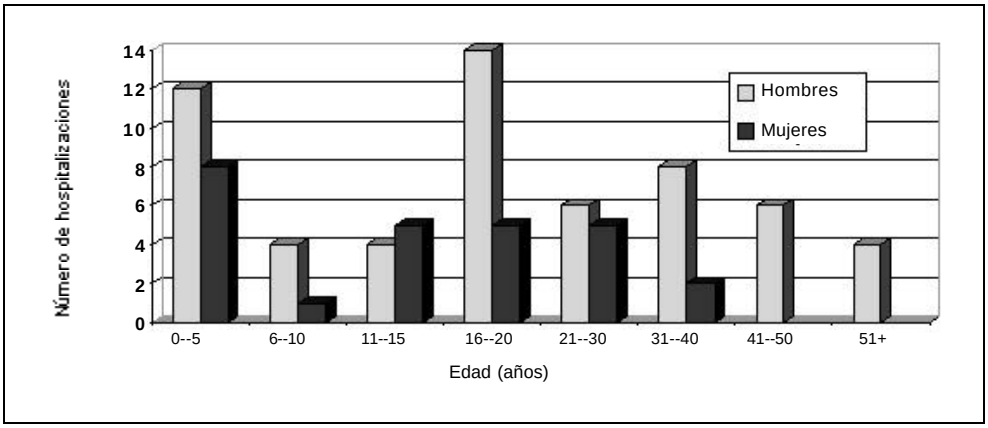
Fuente: Mera-Orcés, 2000

Los informes médicos no siempre diferencian claramente entre la exposición crónica a plaguicidas, el envenenamiento accidental y el intento de suicidio. Además, para la familia del paciente es difícil hablar sobre el 'posible suicidio' del familiar. Sin embargo, el fuerte olor a plaguicidas en el cuerpo del paciente, junto con alguna sintomatología, ya reconocida por el personal médico, permite detectar el envenenamiento. Adicionalmente, se podría decir que fue posible encontrar ciertos patrones comunes en las historias que los doctores apuntan en los informes médicos oficiales, especialmente dos tipos de casos: (1) que el paciente llegó al hospital en mal estado físico después de haber trabajado con plaguicidas o haber estado haciendo actividades cerca de éstos y (2) que el paciente había inhalado accidentalmente el plaguicida o que accidentalmente había ingerido comida contaminada. Sin embargo, cuando la intoxicación de un niño es descrita, generalmente se relata que el niño o niña por accidente comió, inhaló o lamió el pesticida, el envase o la bomba de fumi-

gar. Otra observación recurrente fue que el paciente llegó al hospital en mal estado físico después de la ingestión intencional de pesticida. En este caso fue común encontrar una historia personal de una posible depresión emocional del/la paciente.

La figura 5.2 describe las frecuencias, por género y edad, de las hospitalizaciones por intoxicación con plaguicidas. Esta figura muestra que hay dos rangos de edad con más cantidad de casos: el rango de 0 a 5 años (24% del total de casos de intoxicación) y de 16 a 20 años (22% del total de casos de intoxicación). Los informes médicos indican que las intoxicaciones con plaguicidas en niños estuvieron relacionadas principalmente con prácticas inadecuadas de almacenamiento en el hogar. En el segundo grupo, que es una población adolescente, el número de varones duplica al de mujeres. Los informes médicos relacionan estos casos con intento de suicidio y pocos se relacionaron con envenenamiento accidental. Solamente en el grupo de edad de 11-15 años se encontró una mayor cantidad de mujeres que de hombres. Curiosamente, no se encontró ningún caso de intoxicación con plaguicidas en mujeres mayores de 41 años de edad. La información presentada en la figura 5.2 ilustra que los niños y adolescentes de los dos géneros son el primer grupo que es sujeto de hospitalización por intoxicación aguda con plaguicidas.

Figura 5.2 Número de hospitalizaciones por intoxicación con plaguicidas (según edad y género) desde 1997 hasta 1999 en el Hospital de San Gabriel



Fuente: Mera-Orcés, 2000.

Las narrativas de los registros médicos del hospital indican que, para los adolescentes (hombres y mujeres), el intento de suicidio tiene tres causas principales: (1) problemas familiares y violencia doméstica, (2) desilusiones de amor y (3) conflictos sociales con amistades (en el colegio o en la comunidad). Los intentos de suicidio de los hombres adultos estuvieron relacionados principalmente con problemas económicos y depresión, mientras que el intento de suicidio de mujeres adultas fue atribuido a problemas familiares, violencia doméstica y también depresión.

Formas de relatar las historias médicas y creencias locales de salud

Se encontró una similitud contextual entre los informes médicos con las ideas locales vinculadas a enfermedades y problemas causados por plaguicidas. Por ejemplo, los doctores también escriben que la inhalación de plaguicidas es la principal causa de enfermedad: "el paciente se enfermó después de haber inhalado plaguicidas". Los informes médicos también incluyen descripciones de algunos aspectos de la vida del paciente, de acuerdo a interpretaciones personales (del médico). Entonces, se encontró que un mismo informe puede tener varias versiones e interpretaciones del mismo caso[7]. Esto refleja la relatividad de dichas interpretaciones. Además, la construcción social de las ideas de enfermedad y sus causas en la zona también tiene una dimensión cultural, ya que algunas creencias relacionadas a problemas de salud por plaguicidas son compartidas por doctores, pacientes y por la familia del paciente. Esta concordancia entre las opiniones de los médicos y de los agricultores fue expresada en la idea de que la principal causa de envenenamiento con plaguicidas es por vía aérea en las inhalaciones (siempre y cuando no sea la ingestión del plaguicida).

Primeros auxilios en el hogar en casos de envenenamiento con plaguicidas

Los informantes de la comunidad dijeron que es común dar a los intoxicados leche con sal, agua con jabón o agua sucia, todo esto con el fin de provocar el vómito. Se usa leche a pesar de que algunos envases de los plaguicidas más tóxicos dicen que, en caso de intoxicación, "no se debe beber leche, pero se debe tratar de provocar el vómito usando agua tibia, y dar a la persona atención médica". Algunos informantes dijeron que la mejor forma de ayudar a una persona intoxicada es darle el líquido que se produce de la comida de los cerdos. Dicen que "para hacer vomitar a alguien que no vomita fácilmente, hay que darle algo realmente asqueroso". Este comentario demuestra que cuando un objeto es incorporado en un cierto contexto social, se incorpora según la realidad cultural y física concreta de dicha sociedad. En este contexto, el líquido que más fácilmente podría generar vómito (sin enfermar más al intoxicado), en realidad podría ser el líquido remanente de la comida de los cerdos.

Otras familias comentaron que no usan ningún tipo de tratamiento doméstico en casos de intoxicación, sino que prefieren llevar a la persona enferma al hospital.

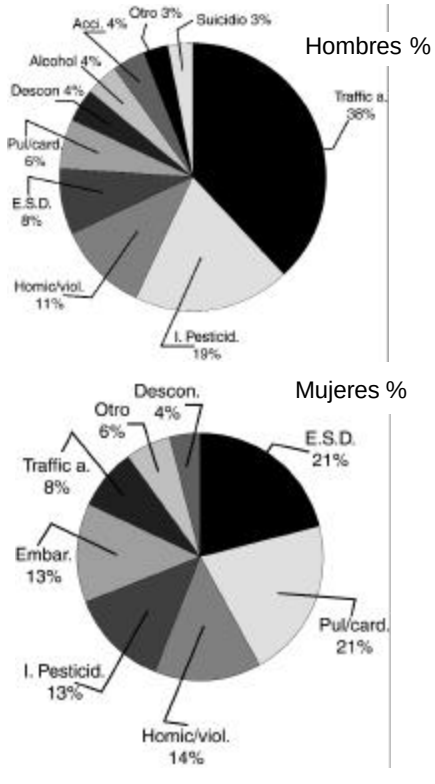
Adicionalmente, se observó que cuando un perro es envenenado sus dueños le dan los mismos líquidos descritos anteriormente, pero luego le inyectan antibióticos. Esto refleja la confianza que los agricultores de la zona tienen en la medicina occidental que se simboliza en la idea de que los antibióticos pueden curar cualquier tipo de enfermedades, incluso las intoxicaciones con plaguicidas.

7 Esto se debe a que varios profesionales atienden a los pacientes, según los turnos de trabajo y en los informes se apunta un comentario cada vez que se hace un chequeo al paciente.

Datos oficiales sobre muertes causadas por el uso de plaguicidas

En la zona existen dos lugares donde se registran las muertes causadas por plaguicidas: el Hospital de San Gabriel (donde se registran las muertes después de la hospitalización) y la Intendencia Política de Montúfar (donde se registran las muertes accidentales). Al sumar los datos (desde 1977 hasta 1999), los accidentes de tránsito son la principal causa de muerte en la zona. Según los funcionarios de la Intendencia Política, la mayoría de estos accidentes estuvieron relacionados con consumo de alcohol. La segunda causa de muerte es la intoxicación con plaguicidas. Los datos que se presentan en la figura 5.3 representan a gente que ha muerto de manera inesperada; sin embargo, no incluyen los datos de la gente que muere gradualmente por cáncer o por otros efectos secundarios derivados de la exposición a plaguicidas. Según los funcionarios de la Intendencia Política, las muertes registradas por intoxicación con plaguicidas se deben, en primer lugar, al consumo voluntario de plaguicidas; en segundo lugar, a la ingestión accidental o contacto durante actividades ocupacionales.

Figura 5.3 Causas de muerte en hombres y mujeres registradas en 1997 hasta 1999 en el Hospital de San Gabriel y en la Intendencia Política de Montúfar



Significado de los códigos

Traffic a.	Accidente de tránsito
I.Pesticid	Intoxicación con plaguicidas
E.S.D.	Enfermedades del sistema digestivo
Homic/viol.	Homicidio o violencia
Pul/card.	Problemas pulmonares y cardíacos
Embar.	Problemas de embarazo
Descon.	Causas desconocidas
Otros.	Otra enfermedad
Alcohol I.	Intoxicación alcohólica
Acci.	Accidente
Suicidio.	Suicidio no relacionado con plaguicidas

Fuente: Mera-Orcés, 2000.

La Figura 5.3 ilustra las diferencias por género de las causas de muerte. Las principales causas de muerte entre las mujeres son problemas o enfermedades del sistema digestivo (estos datos incluyen diferentes tipos de cáncer en mujeres mayores, pero también enfermedades diarréicas en niñas infantes). Sin embargo, si se consideran las cifras de mujeres entre 10 y 50 años, las principales causas de muerte son problemas relacionados con el embarazo (34%); intoxicaciones con plaguicidas (27%) y accidentes de tránsito (13%).

Las causas de muerte entre los hombres de edades comprendidas entre los 10 y 50 años de edad siguen los mismos patrones generales ilustrados en la figura 5.3 (que muestra los datos de la población total). En este rango de edad los accidentes de tránsito aumentan en un 42% (38% en la población masculina total); las intoxicaciones por plaguicidas, a un 25% (19% en la población masculina total); los homicidios aumentan a un 17% (11% en la población masculina total).

Análisis

Dentro del contexto social y de salud, el perfil de envenenamiento por plaguicidas registrado en este cantón andino es comparable a aquel observado virtualmente en las distintas regiones agrícolas del mundo en desarrollo que han instituido programas de vigilancia activa (Cole et al., 1988). Son usuales las aplicaciones múltiples de cócteles como las reportadas en Sri Lanka a inicios de la década de 1980 (Jeyaratnam, 1982); el uso limitado de equipos efectivos de protección personal, como sucede en Indonesia (Kishi, 1995) y las altas tasas de mortalidad por suicidio con plaguicidas, como las que se producen en las poblaciones agrícolas en el ámbito mundial (Boedeker, 1991).

El riesgo y la incertidumbre son parte de la cotidianidad entre los agricultores y agricultoras. En este medio, los plaguicidas han sido incorporados como uno más de los elementos que conforman esta forma de vida (ver capítulo 2). La producción de papas atañe e involucra a todos los miembros del hogar; por lo tanto, los plaguicidas no sólo generan riesgos ocupacionales a las personas que directamente los aplican en el campo, sino que afectan potencialmente a toda la familia. Los datos muestran que los plaguicidas son una fuente importante de accidentes o son utilizados para cometer suicidios. Los estudios presentados en este texto demuestran que los niños y niñas (de 0 a 5 años de edad), junto con los adolescentes, son los grupos generacionales que presentan más casos de intoxicaciones agudas y que han sido hospitalizados por dicha razón (aunque las tasas poblacionales podrían ser inferiores). Los plaguicidas, por consiguiente, están intrínsicamente ligados a la vida rural (y ya son parte, de alguna manera, de las actividades domésticas).

Los costos estimados de los servicios de salud en Montúfar pueden compararse con aquellos reportados en Nicaragua (Castillo et al., 1990). Estos investigadores calcularon un costo medio por caso de US$11,90, similar en magnitud al observado en el presente estudio (particularmente dadas las medias antes que las medianas

reportadas). Los costos indirectos asociados con envenenamientos (alimentación, transporte, medicinas y reemplazos en el trabajo) se estimaron en US$10,36, similares a aquellos observados en el presente estudio. En los censos de hogares rurales realizados en Ecuador, los gastos personales de salud durante la última parte de la década de 1970, en las regiones serranas, ocuparon entre el 5,1 % y el 7,7 % del total de gastos de los hogares de los agricultores. Las drogas, medicinas y vitaminas vendidas sin prescripción médica constituyeron entre el 75% y el 80% de estos gastos, mientras que las visitas externas conformaron un 10% adicional (Immink, 1984). Los envenenamientos con plaguicidas podrían contribuir a estos últimos gastos.

Las personas con casos de envenenamiento ocupacional en Nicaragua estuvieron ausentes de su trabajo por esta causa durante un promedio de siete días. Con jornales diarios más bajos que los estimados en el presente estudio (US$0,75/día para jornaleros agrícolas), esto resultaba en una pérdida promedio de jornales de US$4,07 por caso (Castillo et al., 1990). También se documentó el tiempo invertido por los miembros de las familias para el cuidado de las enfermedades en los casos de envenenamiento, en un promedio de 14,7 horas por caso. En otras jurisdicciones se han hecho estimados de costos combinados. El estimado de Jansen y colaboradores fue de entre US$ 75 y US$ 100 como costos totales para el sistema de salud, la empresa y los trabajadores involucrados (Jansen et al., 1998). La inclusión de los costos de las empresas, jornales diarios relativamente más altos y envenenamientos más graves registrados en el sistema de vigilancia pasiva, probablemente contribuye a generar estimados más altos de los costos. Al seguir un enfoque diferente, en Yucatán los investigadores estimaron que los casos de envenenamiento cuestan el equivalente al 1,9% del valor del producto agrícola bruto del área cultivada (Alvarado et al., 1998). En el componente de producción agrícola del programa de investigación en el Carchi se estimaron los costos promedio de trabajo en US$420/hectárea de papa, lo que equivale a ingresos promedio brutos de US$ 2.097/ha, con una renta neta de US$437/ha; la mayoría de las fincas son de un tamaño menor a 10 hectáreas (Crissman et al., 1998). Aunque los costos de los cuidados de la salud personal y de las pérdidas de jornales anteriormente mencionados pueden no parecer importantes, el promedio enmascara el hecho de que siete de los 40 agricultores colaboradores perdieron dinero durante el período del estudio (1990-1992).

Sin embargo, nuestros estimados relacionados con envenenamientos (Grieshop, 1987) producidos por exposición a plaguicidas, así como los estimados obtenidos por otros investigadores, probablemente están subvalorados debido a una gama de razones. Primero, no se ha valorado el costo de los decesos producidos por exposición a plaguicidas que se registran en el cantón. La pérdida estimada de ganancias que se podrían haber obtenido durante la vida laboral por causa de la muerte constituye un costo adicional importante. Segundo, en muchos casos los médicos del hospital no logran determinar y documentar la causa real de la intoxicación. En tercer lugar, otros costos probablemente han sido subestimados, tal como ha sido argumentado en relación con las consecuencias sociales de lesiones y

enfermedades en otros sitios (Dembe, 1999). Estos podrían incluir el tiempo destinado por los padres para atender a los niños envenenados, los gastos de los funerales de los fallecidos y el tiempo perdido de las personas en luto. En cuarto lugar, no todas las personas con casos de envenenamiento buscan ser atendidas, como se ha indicado en el capítulo 2. Muchas pueden no conocer los síntomas del envenenamiento por plaguicidas. En un estudio que contó con datos de vigilancia activa, se encontró que un 44% de los casos de envenenamiento no buscó ser atendido en las zonas rurales de Nicaragua (Keifer, 1989). En nuestro estudio transversal, los miembros de los hogares y los empleados de 40 fincas reportaron haber buscado cuidados clínicos para solamente el 9% de los episodios de envenenamiento. Como se puede notar en la figura 5.4, existe toda una pirámide de intoxicaciones, aunque ésta tampoco incluye los efectos sub-clínicos.

Cuadro 5.1 Intoxicaciones infantiles con plaguicidas: historias seleccionadas en una comunidad

"Cuando estaba en 6to. grado, mi mejor amiga encontró en casa una funda vacía de plaguicidas. Cuando ella puso agua en la bolsa, su contenido se volvió blanco lechoso, entonces ella pensó que era alguna bebida en polvo; dado que tenía sed, ella lo bebió. Más tarde sus padres la encontraron muerta."

"Algunos meses atrás, un niño de diez años de edad del pueblo, al regresar de la escuela, su madre le mandó a que deje el almuerzo a su padre, quien estaba aplicando plaguicidas en el campo. El chico regresó a casa con una bolsa de plaguicidas; debido a que el líquido que sobraba lucía como Coca-Cola, él se lo tomó porque tenía sed. Cuando su madre lo encontró, el ya había muerto".

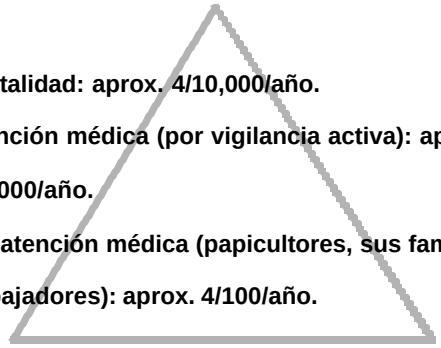
"Cuando Federico tenía tres años de edad, él estaba jugando en el patio trasero de una casa vieja. El día anterior, mi hermana Nancy había dejado la bomba en el patio y no la lavó. Federico estaba jugando en el patio durante horas; cuando entró a la casa, él estaba pálido, empezó a llorar y le salía espuma de la boca. Le di leche con agua; como quería que vomitara le di un pedazo de cebolla, pero él no respondía. Entonces mi mamá le llevó al hospital, pero él vomitó en el camino. El doctor dijo que él sobrevivió gracias a la leche, pero Federico debió permanecer internado en el hospital por dos días. Cuando él regresó a casa, no hablaba mucho, lucía asustado y lloraba si lo topábamos. El no reconocía a nadie, sólo a mi mamá."

"Justamente esta semana Marco [de tres años] estaba al frente de la bomba que todavía tenía alguna presión y el pesticida le roció en la cara. Como él no entendía [el peligro], se quedó ahí y fue completamente bañado con el químico. Entonces mi tío Marcelo vino y le lavó con agua y le pidió que se enjuagara la boca."

"Cuando yo tenía 11 años [hace dos años], estabámos aplicando Furadán con mi hermano en un terreno sembrado con Capiro [una variedad de papa]. Yo era más bajito que las plantas, porque las plantas de esa variedad se pueden hacer muy altas; entonces yo estaba aplicando el pesticida al nivel de mi cabeza, con lo que mucho del pesticida me regresaba y mojaba la cara y la boca. De pronto, mi hermano menor me dijo que se sentía mareado, yo le dije que continuara como hombre. Después de aplicar en dos guachos más, él empezó a vomitar y mi padre le envió a casa y le dijo que avisara a mamá de llevarlo al hospital. Cuando fuimos a visitarle en el hospital, él ya había recibido dos litros de suero y el doctor dijo que le dejémos dormirse, si no, él podría morir. Yo me sentía mareado también, pero se me pasó después de unas horas."

"Una vez mi hermana Nancy vino a casa pálida y dijo que pensaba que se había envenenado. Me acuerdo que los ingenieros de una compañía de agroquímicos nos hablaron de eso; entonces yo le lavé con mucho jabón en la espalda y brazos y lavé su cara. Ella dijo que se sentía mareada, y yo le ayudé a vomitar. Después de eso, ella se volvió más resistente a los plaguicidas y ahora ella hasta puede aplicar plaguicidas en papá."

Figura 5.4 Pirámide de intoxicaciones con plaguicidas en la población rural



Fuente: Steve Sherwood y Donald Cole (1999).

Con el fin de desarrollar estrategias que ayuden a reducir los riegos a la salud humana generados por los plaguicidas, es necesario entender las actividades agrícolas y el uso de plaguicidas, conjuntamente con las complejas dinámicas del hogar (ver capítulo 2). Es importante tomar en cuenta que junto con la persona que aplica los plaguicidas en el campo, están otros hombres, mujeres, niños y niñas que también tienen contacto con los plaguicidas y que están expuestos a sufrir intoxicaciones (ocasionadas voluntaria o involuntariamente, como lo demuestran los datos). Además, los programas dirigidos a reducir los riesgos de salud por el uso inadecuado de plaguicidas deberían considerar las dimensiones sociológicas que fueron descritas en los estudios aquí presentados. Estas dimensiones, que, como una tela de araña, integran los plaguicidas en las dinámicas sociales de la comunidad, son las creencias de salud, identidad de género, identidad social y la esperanza de un progreso económico por medio de la producción de papa. Por otra parte, una conciencia del impacto de las intoxicaciones en el sector rural podría motivar el involucramiento del sector de la salud en las decisiones sobre políticas relacionadas con el uso de plaguicidas y la prevención de envenenamientos.

Bibliografía

Alvarado J, Drucker A, González R, Crowder B, Rubio O. Economic valuation of the health impact of agrochemical use in Yucatán, México [Valoración económica del impacto sobre la salud del uso de agroquímicos en Yucatán, México]. Book of Abstracts from the International Conference on Pesticide Use in Developing Countries: Impact on Health and Environment [Libro de Resúmenes de la Conferencia Internacional sobre Uso de Plaguicidas en los Países en Desarrollo: Impactos sobre la Salud y el Ambiente]. Febrero 23-28, 1998, San José, Costa Rica:164.

Bóedeker W. Suicidal pesticide poisoning [Envenenamientos suicidas con plaguicidas]. World Health Forum, 1991,12:208-9.

Breilh J et al. (Centro de Estudios y Asesoría en Salud, CEAS). Deterioro de la Vida. Un instrumento para análisis de prioridades regionales en lo social y la salud. Quito; Corporación Editora Nacional, Biblioteca de Ciencias Sociales, Volumen 28, 1990.

Carpio F. La prevención sanitaria de la intoxicación crónica por plaguicidas. En: Memorias del Seminario Nacional sobre Plaguicidas. Quito, Ecuador, Fundación Natura-/AFEME/ Ministerio de Salud, 1989:25-42.

Castillo C, Appel J. Estimación de los costos económicos causados por las intoxicaciones laborales agudas con plaguicidas en el occidente de Nicaragua. Documento no publicado. Managua: Programa de Uso Seguro y Racional de Plaguicidas, CARE Nicaragua, 1990.

Cole DC, McConnell R, Murray DL, Pacheco Anton F.. Pesticide illness surveillance: the Nicarguan experience [Vigilancia de enfermedades por plaguicidas: la experiencia de Nicaragua]. Pan American Health Organization Bulletin 1988, 22(2):119-132.

Cole DC, Carpio F, Leon N. Estimating the burden of illness from pesticide poisonings in Ecuador. Pan American Journal of Public Health [Revista Pan-Americana de Salud Publica] 2000; 8(3, September):196-201.

Crissman CC, Cole DC, Carpio F. Pesticide use and farm worker health in Ecuadorian potato production [Uso de plaguicidas y salud de los trabajadores agrícolas en la producción de papa en el Ecuador]. American Journal of Agricultural Economics, 1994, 76:593-597.

Crissman CC, Antle JM, Capalbo SM, (eds.) Economic, Environmental, and Health Tradeoffs in Agriculture: Pesticides and the Sustainability of Andean Potato Production [Pros y Contras Económicos, Ambientales y de la Salud en la Agricultura: Plaguicidas y Sostenibilidad de la Producción de Papa en los Andes]. Dordrecht/Boston/Londres, Kluwer Academic Publishers, 1998.

Dembe AE. The social consequences of occupational injuries and illnesses [Las consecuencias sociales de lesiones y enfermedades ocupacionales]. Documento invitado para la conferencia Functional, Economic and Social Outcomes of Occupational Injuries and Illnesses: Integrating Social, Economic and Health Services Research [Resultados Funcionales, Económicos y Sociales de Lesiones y Enfermedades Ocupacionales: Integrando la Investigación Social, Económica y de Servicios de Salud]. Junio13-15, 1999 Denver, Colorado. National Institute for Occupational Safety and Health:69-97.

Grieshop JI, Winter DM. Agricultural pesticide accidents and prevention in Ecuador [Accidentes con plaguicidas agrícolas y su prevención en el Ecuador]. Accident, Analysis & Prevention 1987, 21(4):394-398.

INEC (1998). Camas y Egresos. En: Anuario de Estadísticas Hospitalarias. Quito, Ecuador.

International Programme on Chemical Safety [Programa Internacional sobre Seguridad Química]. The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification 1992-1993 [Clasificación de plaguicidas por niveles de riesgo recomendada por la OMS, y directrices para la clasificación 1992-1993]. Ginebra, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Organización Internacional del Trabajo, Organización Mundial de la Salud, 1992 (WHO/IPCS/92.14).

Jansen H, Uytewaal E, Stoorvogel JJ. Health costs and pesticide use in the Atlantic zone of Costa Rica [Costos para la salud y uso de plaguicidas en la zona atlántica de Costa Rica]. Book of Abstracts from the International Conference on Pesticide Use in Developing Countries: Impact on Health and Environment [Libro de Resúmenes de la Conferencia Internacional sobre Uso de Plaguicidas en los Países en Desarrollo: Impactos sobre la Salud y el Ambiente]. Febrero 23-28, 1998, San José, Costa Rica:166.

Jeyaratnam J, De Alwis Seneviratne RS, Copplestone JF. Survey of pesticide poisoning in Sri Lanka [Censo sobre envenenamientos con plaguicidas en Sri Lanka]. Bulletin of the World Health Organization 1982, 60(4):615-619.

Keifer M. Self-reported pesticide poisonings in León, Nicaragua: report of a survey [Envenenamientos auto reportados en León, Nicaragua: informe de un censo]. Tesis MPH . Seatttle,WA, Universidad de Washington, 1989.

Kishi M, Hirschhorn N, Djajadisastra M, et al. Relationship of pesticide spraying to signs and symptoms in Indonesian farmers [Relación de la fumigación de plaguicidas con los signos y síntomas en productores de Indonesia]. Scandanavian Journal of Work Environment and Health, 1995, 21(2):124-133.

McConnell R, Hruska AJ. An epidemic of pesticide poisoning in Nicaragua: implications for prevention in developing countries [Una epidemia de envenenamientos con plaguicidas en Nicaragua: implicaciones para la prevención en países en desarrollo]. American Journal of Public Health, 1993, 83(11):1559-1562.

Mera-Orcés V. Agroecosystems management, social practices and health: A Case Study on Pesticide Use and Gender in the Ecuadorian Highlands. A Technical Report to the IDRC. Canadian-CGIAR Ecosystem Approaches to Human Health Training Awards with a Particular Focus on Gender. June, 2000. 39 pg.

Mills A. Economic evaluation of health programmes: application of the principles in developing countries [Evaluación económica de los programas de salud: aplicación de los principios en los países en desarrollo]. World Health Statistics Quarterley. 1985, 38(4):368-382.

Pimental, D. y Lehman, H. (eds) 1992. The pesticide question: Environment, economics, and ethics [La cuestión de los plaguicidas: Ambiente, economía y ética]. New York, Chapman Hill.

Rola AC, Pingali PL. Pesticides, rice productivity, and farmers' health. An economic assessment [Plaguicidas, productividad de arroz y salud de los productores. Una evaluación económica]. Manila, Filipinas, International Rice Research Institute y Washington, DC, World Resources Institute, 1993.

Shenk M, Ward CR. Environmental assessment of U.S.A.I.D./Ecuador non-traditional agricultural exports project, Phase II [Evaluación ambiental del proyecto de exportaciones agrícolas no tradicionales, Fase II, de U.S.A.I.D./Ecuador]. Documento no publicado. Maryland, Consortium for International Crop Protection (Proyecto 518-0019, 518-T-058), 1990.

Wesseling C, Castillo L, Elinder CG.Pesticide poisonings in Costa Rica [Envenenamientos con plaguicidas en Costa Rica]. Scandinavian Journal of Work Environment and Health, 1993, 19:227-235.

World Health Organization (WHO), European Regional Office [Oficina Regional Europea, Organización Mundial de la Salud]. Organophosphorus pesticides: an epidemiologic study [Plaguicidas organofosforados: un estudio epidemiológico]. Copenhagen: Oficina Regional Europea de la OMS, 1987 (Environmental health series, no. 22).

World Health Organization (WHO), Public health impact of pesticides used in agriculture. Report of the WHO/UNEP Working Group on Public Health Impact of Pesticides Used in Agriculture [Impacto de los plaguicidas usados en la agricultura sobre la salud pública. Informe del Grupo de Trabajo sobre Impactos de los Plaguicidas Usados en la Agricultura sobre la Salud Pública de la OMS/UNEP]. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1990.

Capítulo 6

EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN NERVIOSA PERIFÉRICA Y NEUROCONDUCTUAL DE LOS AGRICULTORES EXPUESTOS A PLAGUICIDAS

Donald Cole, Fernando Carpio, Jim Julian y Ninfa León

Resumen

Se llevó a cabo un estudio transversal en la Sierra del Ecuador para explorar los efectos que la exposición crónica a plaguicidas tiene sobre el sistema nervioso. Los participantes fueron 144 agricultores expuestos durante las labores agrícolas, 30 mujeres miembros/as de fincas con poca exposición directa y 72 residentes del poblado local no expuestos. Los participantes fueron agrupados por edad, género y educación. Los agricultores expuestos durante sus labores experimentaron más síntomas de los nervios periféricos, como por ejemplo efectos en brazos y piernas. En exámenes médicos, presentaron más problemas de coordinación, reflejos anormales, reducción de la fuerza muscular y falta de sensibilidad a la vibración en los pies.

En un sub-grupo de 170 (con un nivel mínimo de educación y edad) se determinó que los miembros de hogares agrícolas, tanto las mujeres con poca exposición directa como hombres expuestos durante su trabajo, en comparación con el grupo de referencia (no expuestos), experimentaron más problemas neuroconductuales, por ejemplo, dificultades de memoria, de concentración y de manipulación de cosas pequeñas. Las capacidades viso-espaciales resultaron ser las más afectadas. Entre uno y dos tercios de los miembros de hogares agrícolas (dependiendo de la prueba) muestran problemas neuroconductuales significativos. Estos problemas pueden causar dificultades en el cumplimiento de las tareas diarias de los agricultores.

Introducción

En los países en vías de desarrollo, el amplio uso de insecticidas agrícolas con mínimas precauciones para reducir su exposición ha sido una preocupación de toxicólogos familiarizados con sus efectos adversos (Jeyaratnam, 1985; Forget, 1991). Si bien los envenenamientos agudos dieron el impulso inicial a esta preocupación, ésta se extendió debido a los efectos neurotóxicos adversos registrados –es decir, a los daños que los insecticidas causan al sistema nervioso. Uno de los primeros incidentes de neuropatía (nervios en brazos y pies) ocasionada por la exposición a plaguicidas se produjo en países en vías de desarrollo, donde trabajadores se expusieron a un insecticida organofosforado - el leptofos - y desarrollaron una neuropatía periférica crónica (Xintaras et al., 1979). Posteriormente, estudios de caso han documentado casos de neuropatía periférica después de envenenamientos con clorpirifos (Lotti et al., 1986; Kaplan et al., 1993; McConnell et al., 1998) y metamidofos (Senanayake, 1985; Torres y Delgado, 1998). Otros investigadores que buscaban detectar secuelas subclínicas de envenenamientos pasados encontraron umbrales vibrotáctiles en trabajadores agrícolas nicaragüenses que previamente habían sido envenenados con metamidofos y otros compuestos organofosforados (McConnell et al., 1994) y en trabajadores bananeros de Costa Rica que previamente habían sido envenenados con insecticidas/nematicidas organofosforados o de n-metil carbamato (carbofurán) (Wesseling et al., 1998).

A pesar de que los primeros casos indicaban claramente la existencia de problemas psiquiátricos en aquellas personas con exposición crónica, particularmente a los compuestos organofosforados (Gerchon y Shaw, 1961) y que el trabajo subsiguiente ha documentado secuelas en el sistema nervioso central por la ocurrencia de episodios de intoxicación aguda, ha sido difícil documentar los efectos neuroconductuales que tienen lugar en las personas expuestas de manera consistente. En países en desarrollo, como el Ecuador, las exposiciones generalmente son más altas debido al uso limitado de equipos de protección personal mientras se manejan productos tóxicos. Puede esperarse que las evaluaciones de la función neuroconductual demuestren con mayor facilidad los impactos en dichas situaciones de exposición (Johnson et al., 1990).

El vacío existente en el estudio de efectos neurotóxicos a largo plazo ocasionados por el uso consistente de plaguicidas agrícolas fue suplido por la Fundación Rockefeller y el Centro Internacional de la Papa. El cantón Montúfar, que constituyó el sitio del estudio, se ubica en la provincia norteña del Carchi, en la Sierra norte cerca de la frontera con Colombia. El alfabetismo en esta zona para 1982 se estimaba en 86%, con un promedio de escolaridad de aproximadamente quinto grado (Breilh et al., 1990). Históricamente, Carchi ha presentado la tasa provincial más alta de envenenamientos reportados con plaguicidas, con 22 casos por cada 100.000 habitantes (Carpio, 1989).

El programa de investigación estuvo constituido por tres equipos que trabajaron sobre producción agrícola, contaminación ambiental y efectos sobre la salud humana (Crissman et al., 1998). El equipo de investigación de economía agrícola seleccionó al azar una muestra de agricultores de papa, utilizando el registro predial municipal de dos microcuencas. Los agricultores colaboradores de la investigación proporcionaron información productiva mensual. Como se ha indicado en el capítulo 1, de manera general, los productores de la muestra utilizaban 38 fungicidas diferentes y 28 insecticidas diferentes con 43 distintos ingredientes activos (IA). Tres componentes predominaban: el fungicida ditiocarbamato "mancozeb" constituía más del 80% de todos los IA de los fungicidas aplicados; el carbamato "carbofurán" y el organofosfato "metamidofos" constituyeron respectivamente el 47% y el 43% de la totalidad de los IA de los insecticidas aplicados.

El presente capítulo reporta los hallazgos sobre los efectos que la exposición a estos plaguicidas ha tenido sobre el sistema nervioso de los grupos expuestos del estudio transversal. Sobre la base de la literatura, así como sobre la base del perfil de exposiciones, se desarrollaron dos hipótesis: 1) que las exposiciones múltiples a plaguicidas habrían provocado un mayor deterioro neurológico en los grupos de agricultores que en los referentes; y 2) que los envenenamientos pasados con plaguicidas habrían aumentado la probabilidad de impactos neurológicos.

Métodos

Poblaciones

El equipo de salud condujo un muestreo que incluyó a mujeres que no realizaban ningún trabajo agrícola directo (amas de casa agrícolas), mujeres que realizaban trabajo principalmente en los campos (no aplicadoras expuestas), y aquellas personas que aplicaban plaguicidas (aplicadores). Como se ha señalado en el capítulo 1, a través de investigaciones antropológicas se encontró que las mujeres no reconocen sus tareas agrícolas por razones culturales. Para lograr el mayor contraste potencial sobre las exposiciones a plaguicidas con los recursos disponibles, se seleccionó una muestra al azar de la mitad de las personas no aplicadoras expuestas y a todos los aplicadores. Se produjeron cambios entre el muestreo inicial y el final: debido al fallecimiento de agricultores (2 agricultores); migración (1 agricultor), ausencia superior a un mes de jornaleros por contrato, y renuencia de los miembros de la familia a participar en las pruebas extensivas requeridas (los dos últimos grupos constituyeron menos del 20%). Se muestrearon referentes de la población no agrícola local, con los mismos perfiles de edad, género y educación formal que los miembros de hogares agrícolas expuestos; esto es, con un emparejamiento frecuencial en una relación de 1:2. Las ocupaciones de los referentes incluyeron: amas de casa no agrícolas, estudiantes, jornaleros, trabajadores calificados, pequeños/as comerciantes y profesionales. Los participantes proporcionaron su consentimiento previo a la realización de las pruebas

y se les reembolsó por su tiempo invertido. Además, se les proporcionó información inmediata sobre los resultados importantes de los exámenes clínicos y el médico de campo hizo recomendaciones según el caso.

Exposiciones

Los grupos de exposición fueron descritos con mayor profundidad, sobre la base de diversas fuentes. Se obtuvo información sobre el uso pasado de plaguicidas, por nombre y años, y sobre el uso en horas durante el último mes, a través de un cuestionario empleado por encuestadores. El equipo de investigación agrícola proporcionó información al nivel de finca sobre las aplicaciones recientes de plaguicidas, ésta fue anotada por los agricultores en un período representativo de seis meses, usando cuadernos de registro. Las observaciones informales en la finca y el hogar y las entrevistas formales con los productores revelaron un número de prácticas que podían aumentar la exposición a plaguicidas (ver capítulo 2): la mezcla de plaguicidas con las manos y con una vara (en 36 de 40 fincas); fugas en las bombas de mochila (28/40); falta de uso de un equipo efectivo de protección personal, con excepción de botas de caucho (38/40); almacenamiento de plaguicidas dentro de la vivienda de la finca (19/40) y la eliminación de plaguicidas de forma potencialmente insegura (35/40).

El cuestionario indagó también sobre envenenamientos previos con plaguicidas, otras exposiciones durante el trabajo (solventes, metales y herramientas vibratorias), el consumo de papa en el hogar y el número de miembros de la familia. Debido a que el consumo de papa constituye una ruta potencial para la ingestión de plaguicidas y glicoalcaloides (Hopkins, 1995), se calculó un promedio estimado de ingesta individual de papa (kilogramos por persona/semana). Adicionalmente, se midió la acetilcolinesterasa de los glóbulos rojos, con ajuste a la hemoglobina, como un marcador de efectos biológicos de la exposición reciente a insecticidas anticolinesterasas, utilizando el kit 'EQM' en un método adaptado de Ellman (McConnell et al., 1992).

Pruebas neurológicas periféricas

Un cuestionario sobre síntomas, basado en esfuerzos anteriores (Freeman et al., 1985; Dyck et al., 1986), incluyó cinco ítems de preguntas sí/no referentes a las piernas: sensación de "adormecimiento", dolor por calambres, parestesias, debilidad progresiva y flacidez. En ausencia de evidencias para la ponderación y guardando consistencia con otras investigaciones sobre la cuantificación de síntomas y signos neurológicos (Potvin y Tourtellotte, 1985), se sumaron las respuestas positivas para obtener un puntaje de síntomas periféricos en una escala de cero a cinco.

El neurólogo del equipo ecuatoriano capacitó al médico de campo para realizar exámenes neurológicos de acuerdo con procedimientos estandarizados. La coordinación y el equilibrio se evaluaron empleando la prueba del dedo índice-nariz, la prueba del talón-tobillo, las pruebas de Romberg (paciente parado con ojos cerrados y brazos abiertos lateralmente) y de Mingazini (pierna hacia arriba con el paciente acostado boca abajo), y una evaluación del modo de caminar. Cada resultado anormal contribuía con un punto en una escala de signos de coordinación (rango potencial de 0 a 5). Se calificaron los reflejos de tendones profundos –que se encontró estaban afectados por plaguicidas en fumigadores de DDT en la India (Misra et al., 1984) y en agricultores de orquídeas en Hawai (Rayner et al., 1972)– de las extremidades superiores e inferiores (radialis, bíceps, rodilla y tobillo, bilateralmente). Cada reflejo anormal (aumentado o reducido) contribuía con un punto en una escala de 0-8. Se calificó la fuerza muscular en 16 sitios de las extremidades superiores e inferiores usando una escala del MRC (Medical Research Council, 1975). El número total de movimientos con fuerza reducida se sumó en una escala de 0 a 16. Las sensaciones profundas se probaron con un diapasón aplicado bilateralmente a los radios dístales y maléolos internos. Los hallazgos anormales para los cuatro sitios se sumaron para obtener un puntaje de sensaciones profundas (0-4).

La sensibilidad a vibraciones ha sido la medida cuantitativa empleada con más frecuencia, debido a que ha demostrado tener estabilidad en el tiempo (Maurissen y Chrzan, 1989), confiabilidad en pruebas repetitivas (Gerr y Letz, 1988) y sensibilidad a una variedad de efectos adversos en los nervios periféricos (Stokes et al., 1995). Se utilizó un equipo Vibraton II, con instrucciones traducidas al español, usando el método de procedimiento de límites planteado por Gerr y Letz (1988). Las pruebas se efectuaron sólo en los dedos grandes de los pies; al demostrarse efectos significativos en las extremidades inferiores, se promediaron los resultados de los dos dedos para obtener un puntaje medio de vibraciones (en micrones) (McConnell et al., 1994). Una transformación de logaritmo con base 10 normalizó adecuadamente la distribución (Gerr y Letz, 1988) y fue utilizada para propósitos de modelación.

Medidas neuroconductuales

La batería de pruebas neuroconductuales utilizada fue construida sobre la base de la Batería de Ensayos Neuroconductuales (Neurobehavioural Core Test Battery - NCTB) desarrollada y probada por la Organización Mundial de la Salud (Cassito et al., 1990). Descripciones detalladas de las pruebas y de los procedimientos de administración de las mismas pueden encontrarse en textos de referencia estándar (Lezak, 1995). La NCTB comprende: Intervalo Digital, Retención Visual de Benton, Símbolos Dígitos, Tiempo de Reacción Simple, Santa Anna, Prueba de Puntería de Persecución y el Perfil de Estados de Ánimo (Profile of Mood States - POMS). Las cinco primeras pruebas han demostrado ser sensibles a los efectos de neurotoxinas conocidas en una variedad de poblaciones expuestas (Anger et al., 1995). La prueba

de Retención Visual de Benton que usamos incluyó 15 valores y no solamente los 10 de la NCTB, con la finalidad de reducir los efectos de techo. Añadimos varias otras pruebas que demostraron ser sensibles a los efectos de intoxicaciones anteriores con metamidofos: Vigilancia Digital, Caminos A y B y Diseño de Bloques (Rosenstock et al., 1991). Incluimos también varias de las pruebas de la Escala de Inteligencia de Adultos de Weschler (Weschler Adult Intelligence Scale - WAIS-verbal) adaptadas al idioma: Información, Semejanzas y Vocabulario. Estas tres últimas pruebas habían sido adaptadas específicamente a partir de la traducción estándar latinoamericana por una psicóloga clínica ecuatoriana con conocimiento del Carchi sustituyendo palabras y frases por las más comúnmente utilizadas en la sierra ecuatoriana. Estas pruebas, adaptadas al lenguaje, fueron consideradas como variables de control relativo, abordando principalmente las capacidades que tenían poca probabilidad de ser afectadas por las exposiciones neurotóxicas (Maizlish et al., 1987).

Los procedimientos se basaron en el manual de la OMS sobre la NCTB, traducidos al español por los miembros ecuatorianos del equipo de investigación y revisados por un colaborador de la OMS radicado en Nicaragua, Matt Keifer. Los procedimientos en español no contenidos en la NCTB provinieron de las traducciones del equipo nicaragüense. Keifer, miembro del grupo de colaboración internacional de la OMS, sostuvo también sesiones de capacitación con la psicóloga clínica supervisora y los examinadores neuroconductuales (profesores de San Gabriel). Las pruebas de campo se efectuaron, en primer lugar, con pacientes de la psicóloga clínica en Quito, y en segundo lugar, con trabajadores agrícolas del Carchi que no formaban parte del grupo en estudio. Estos estudios piloto permitieron realizar ajustes en el orden y en las instrucciones de manera previa a su aplicación. El examinador neuroconductual llevó a cabo las pruebas en bloques de dos horas, sin conocer el estado de exposición del participante; se registraron sus respuestas al cuestionario o los hallazgos del examen clínico (todos realizados por separado por el médico de campo). Las pruebas de los agricultores participantes se realizaron en centros comunales ubicados cerca de las zonas agrícolas, mientras que los referentes se sometieron a las pruebas en el colegio de San Gabriel, en el centro comunal o en el edificio del Municipio, dependiendo de sus ocupaciones. El personal de campo se encargó de asegurar una luminosidad adecuada y de reducir las distracciones, con el fin de optimizar las condiciones de las pruebas, frente a las limitaciones del ambiente rural de este país en desarrollo. Al final de cada día de pruebas, el examinador neuroconductual revisaba los formularios de las pruebas neuroconductuales para asegurar que se encontrasen completos, y calculaba los puntajes de las pruebas que así lo requerían, mediante métodos estandarizados. La psicóloga clínica supervisora revisaba la codificación, recalculaba los puntajes para asegurar su consistencia y transfería los resultados finales a una hoja de resumen usada para el ingreso de datos.

Covariables

La información demográfica incluyó la edad, que constituye una determinante importante para los umbrales vibratorios (Gerr y Letz, 1994). Se sumaron las enfermedades o lesiones que podrían afectar las funciones nerviosas periféricas de las extremidades inferiores (diabetes, dolores en la espalda inferior y ciática) y centrales (como un historial de traumas en la cabeza) para obtener un puntaje de condiciones médicas concomitantes (CMC), tanto periféricas como centrales. Se obtuvo información sobre el uso de alcohol mediante un cuestionario ecuatoriano de 10 rubros del Centro de Rehabilitación Alcohólica (CRA). De manera similar a la prueba abreviada de MAST (Pokorny et al., 1972), pero adaptada a las condiciones ecuatorianas, las respuestas positivas sobre preguntas relacionadas con hábitos de bebida, tratamientos médicos y desórdenes sociales debidos al alcohol se ponderaron y se sumaron para obtener un puntaje (rango potencial de 0 a 31). Además se registró el peso (en kilogramos) y la estatura (en metros) y se calculó el Índice de Masa Corporal (IMC, en kg/m^2), en tanto que se ha demostrado que la estatura y el IMC influyen en la sensibilidad vibratoria (Gerr y Letz., 1994). De manera similar, el grado de callosidad en cada uno de los dedos grandes de los pies se calificó como mínimo, moderado o severo (con puntajes de 1, 2 ó 3, respectivamente) y se calculó un grado promedio de callosidad para ambos dedos. Finalmente, se midió la temperatura ambiental al momento del examen, en grados centígrados, puesto que la velocidad de conducción nerviosa y la sensibilidad varían con la temperatura (Fox, 1967).

Análisis

Los datos ingresados en archivos separados de FOXPRO fueron auditados y corregidos, comparándolos con los cuestionarios u hojas de datos originales. La visualización de la distribución de los datos señalaba la necesidad de agregación en puntajes más altos. Se dicotomizaron varias variables clave (envenenamientos con plaguicidas, condiciones médicas concomitantes), y se redujeron el número de niveles ordinales de los resultados de los síntomas y signos, de forma que cualquier categoría ordinal tenía por lo menos el 10% de las respuestas generales.

Se encontró que las distribuciones de un número de resultados neuroconductuales se desviaban considerablemente de la normal (por ejemplo, los efectos de techo en los tiempos del Caminos B), y se notó una creciente varianza hacia los extremos de la edad y el nivel educativo. Entonces, el equipo de investigación canadiense restringió las poblaciones a participantes con edades entre los 16 y los 65 años de edad. Así mismo, las pruebas neuroconductuales usadas fueron diseñadas principalmente para poblaciones educadas, pero una considerable proporción de la población estudiada tenía tres años o menos de educación formal, con los correspondientes puntajes muy bajos. Por ello, se decidió también incluir solamente a aquellas personas que tenían por lo menos cuatro años de educación para proseguir con el análisis.

Las pruebas individuales fueron agrupadas en dominios funcionales para los estudios neuropsicológicos de poblaciones clínicas. Agrupaciones similares fueron usadas en un análisis que empleó una batería de pruebas neuropsicológicas de tres horas con trabajadores obreros y trabajadores profesionales estadounidenses (Ryan et al., 1987). Los cuatro dominios fueron: dominio de la atención (Vigilancia Digital e Intervalo Digital); dominio viso-espacial (Diseño de Bloques y Retención Visual de Benton); dominio psicomotriz (Símbolos Dígitos y Caminos A y B); dominio motriz (Tiempos de Reacción Visual y Auditiva, Santa Anna en la mano dominante, y Puntería de Persecución). Para cada uno de los cuatro dominios, se requería una agregación de las pruebas específicas. Se desarrollaron ecuaciones de predicción de regresión lineal, basadas en la edad y la educación para cada prueba, mediante el uso de los resultados de las poblaciones referentes que habían sido restringidas por edad y educación. Se calculó, entonces un puntaje Z para cada participante, por medio de la substracción del valor de predicción de la prueba que se basaba en la edad y la educación del puntaje bruto del miembro del hogar agrícola, y la subsiguiente división de la diferencia por la desviación estándar de los referentes. Para algunas pruebas, se invirtió el signo de los puntajes Z, de forma que para todos los valores transformados los puntajes altos reflejaran un mejor desempeño. Se promediaron, entonces, los puntajes Z de aquellas pruebas relacionadas con un dominio en particular, para obtener un puntaje Z resumen para cada dominio funcional de cada participante. Finalmente, la media aritmética de estos puntajes Z resumen de dominio proporcionó un puntaje neuroconductual global.

Las diferencias en las distribuciones que potencialmente confundían las características personales con las exposiciones requerían métodos de modelación multivariada. Se incorporó el efecto grupal bajo la forma de tres variables simuladas (colocadas como contrastes con el grupo referente). Las covariables dicotómicas incluidas fueron las condiciones médicas concomitantes (periférica o central, respectivamente) y la historia de envenenamientos con plaguicidas. Las variables continuas comunes eran: edad, coeficiente de alcohol, ingestión de papas. Para efectos periféricos fueron incluidas también: estatura, puntaje de callosidad, temperatura ambiente (solamente para vibraciones) e IMC. Para efectos neuroconductuales, fueron incluidas: información, semejanzas y vocabulario. La selección de covariables en el modelo más adecuado se realizó con el procedimiento de retroalimentación basado en un valor de p inferior a 0,10. Se examinaron también todas las interacciones de primer orden entre grupos y covariables, pero se empleó una regla más estricta de inclusión de $p < 0,05$. Para los resultados de síntomas y signos periféricos se empleó una regresión logística politómica para las respuestas ordinales (Hosmer y Lemeshow, 1989). Para el umbral vibratorio y las funciones neuroconductuales se usaron regresiones lineales múltiples.

Resultados

La Tabla 6.1 resume las características personales clave de los cuatro grupos de exposición. Resulta aparente la existencia de una división del trabajo basada en el

género, al contrastar las amas de casa agrícolas (todas mujeres) con los aplicadores de plaguicidas (predominantemente varones). Esta división influyó en la estatura media, en tanto que la estatura tenía correlación con el género. Las pruebas verbales de WAIS sí mostraron diferencias, con puntajes de los grupos de hogares agrícolas consistentemente más bajos que los de los referentes. El consumo individual estimado de papa fue más alto en los agricultores; los aplicadores reportaron el consumo medio más alto, con ello se reflejan los requerimientos calóricos que demanda su trabajo físico. Las condiciones médicas concomitantes periféricas fueron más frecuentes en los aplicadores; y las centrales, en los referentes. La callosidad severa fue más común en los grupos de hogares agrícolas, esto probablemente se debe a la menor frecuencia en el uso de calzado.

Tabla 6.1 Características personales por grupo de exposición a plaguicidas

	Grupos de exposición				
Dominio/ Variable	Referentes n = 72	Amas de casa agrícolas n = 23	Expuestos: no aplicadores n = 28	Expuestos: aplicadores n = 123	Todos n = 24
Género (% femenino)	21%	100%	86%	4%	27%
Edad (años)	36,40[1] (18,06)	37,04 (18,25)	34,74 (17,16)	37,99 (16,28)	37,06 (17,03)
Educación (años)	6,1 (3,41)	6,48 (3,44)	5,71 (2,73)	5,79 (3,02)	6,00 (3,14)
Puntajes basados en el lenguaje (mediana, desviación estándar)					
Información	6,97 (3,07)	5,17 (1,67)	5,32 (2,51)	5,54 (2,47)	5,90 (2,68)
Semejanzas	7,29 (2,30)	6,65 (1,90)	6,29 (1,49)	6,33 (1,92)	6,64 (2,03)
Vocabulario	7,24 (2,67)	6,83 (2,29)	6,00 (2,31)	6,15 (2,43)	6,52 (2,52)
Estatura (cm)	160 (10)	152 (6)	150 (8)	160 (8)	158 (9)
Índice de masa corporal (kg/m^2)	24,3 (3,8)	25,1 (3,9)	24,3 (3,9)	24,2 (3,1)	24,3 (3,5)
Ingesta de papa (kg/persona)	4,27 (2,47)	5,40 (2,27)	5,94 (3,06)	6,34 (3,10)	5,61 (2,98)
Condiciones médicas neurológicas					
Centrales (% uno o más)	17%	9%	5%	8%	10%
Periféricas (% uno o más)	4%	4%	4%	16%	10%
Callosidad					
- ninguno	96%	96%	96%	84%	90%
- mínimo	67%	43%	57%	51%	55%
- moderado	28%	35%	21%	38%	33%

1 media (desviación estándar).

Entre las exposiciones más relevantes a productos no plaguicidas, los referentes reportaron mayores dificultades con el alcohol que los grupos de hogares agrícolas, no obstante, los aplicadores mostraron los puntajes más altos de la población agrícola (Tabla 6.2). La temperatura ambiental durante los exámenes fue más baja para los grupos de hogares agrícolas, lo que reflejan la mayor altitud a la que se realizaron los exámenes. Las exposiciones a metales y herramientas vibratorias fueron raras, y la exposición a solventes, aunque más comunes, fueron similares para todos los grupos. Para las medidas relacionadas con los plaguicidas, los grupos de hogares agrícolas reportaron un mayor número de envenenamientos, particularmente los aplicadores. Los productos más comúnmente implicados en estos envenenamientos fueron los compuestos organofosforados o carbamatos (27 de 36 episodios más recientes de envenenamiento, todos éstos fueron episodios previos). Los niveles de colinesterasa de glóbulos rojos con ajuste a la hemoglobina tuvieron una tendencia más baja en los grupos de hogares agrícolas, esto guarda consistencia con las exposiciones continuas de insecticidas organofosforados y carbamatos; pero la variación inter-individual fue grande, como lo reflejan los amplios márgenes de error.

Tabla 6.2 Otras exposiciones relevantes y medidas relacionadas con plaguicidas por grupo de exposición

	Grupos de exposición				
Dominio/ Variable	Referentes n = 72	Amas de casa agrícolas n = 23	Expuestos: no aplicadores n = 28	Expuestos: aplicadores n = 123	Todos n = 246
Otras exposiciones relevantes:					
Uso de alcohol (coeficiente)	9,06[1] (8,53)	3,87 (4,68)	4,68 (6,46)	8,55 (7,12)	7,82 (7,49)
Uso de solventes (años)	1,22 (1,00)	(4,89) 0,65	0,44 (3,39)	(2,09) 0,75	0,25 (3,64)
Temp. ambiental (grados C)	20,2 (2,7)	16,6 (2,6)	16,2 (1,9)	16,6 (2,3)	17,6 (2,9)
Medidas relacionadas con plaguicidas:					
Intoxicaciones por plaguicidas (uno o más)	3%	13%	7%	28%	17%
Colinesterasa de glóbulos	29,75 (3,63)	25,58 (6,31)	25,25 (5,95)	26,56 (4,06)	27,25 (4,72)

1 media (desviación estándar).

En la Tabla 6.3 se presenta un resumen sobre los datos de las exposiciones a plaguicidas de los grupos de hogares agrícolas. Existe un incremento en las medidas

individuales, bajo años pasados acumulados y horas actuales de trabajo con plaguicidas, incluidos los consumidores, las personas expuestas en las fincas y los aplicadores. Estas medidas validan la asignación de los grupos. Como un reflejo de la actividad en las fincas, la variable reciente demuestra menos variación.

Tabla 6.3 Resumen de exposiciones a plaguicidas por grupo de exposición

	Grupos de exposición		
Dominio/ Variable	Amas de casa agrícolas n = 23	Expuestos: no aplicadores n = 28	Expuestos: aplicadores n= 123
Uso general de plaguicidas:			
- Pasado (años) [2]	0,0 [1] (0)	10,26 (8,44)	15,96 (10,73)
- Reciente (no. de aplic.) [3]	27,50 (13,75)	23,60 (15,60)	24,49 (13,25)
- Actual (horas) [4]	4,52 (20,01)	42,71 (37,45)	110,50 (59,55)
Uso de ditiocarbamatos:			
- Pasado (años)	0,0 (0)	10,46 (8,34)	15,14 (9,68)
- Reciente (no. de aplic.)	12,32 (5,74)	11,08 (6,87)	12,18 (6,33)
- Actual (horas)	0,17 (0,83)	1,29 (3,09)	24,59 (28,06)
Uso de insecticidas:			
- Pasado (años)	0,0 (0)	10,89 (8,43)	16,59 (10,77)
- Reciente (no. de aplic.)	15,18 (9,89)	12,52 (10,23)	12,31 (9,27)
- Actual (horas)	0,17 (0,83)	4,00 (7,46)	29,38 (30,76)
Uso de metamidofos:			
- Pasado (años)	0,0 (0)	7,46 (5,29)	9,59 (5,86)
- Reciente (no. de aplic.)	9,41 (6,62)	6,72 (5,51)	7,65 (6,25)
- Actual (horas)	0,7 (0,83)	0,86 (1,67)	8,73 (13,20)

1 media (desviación estándar).
2 años acumulativos de uso.
3 número de aplicaciones durante los últimos seis meses.
4 número de horas usadas durante el último mes.

El patrón general de los resultados del sistema nervioso periférico muestra mayor ocurrencia de los puntajes altos en los grupos de exposición; es decir, más problemas en brazos y piernas por exposición a plaguicidas (Tabla 6.4).

Tabla 6.4 Síntomas y signos neurológicos periféricos por grupo de exposición con plaguicidas

	Grupos de exposición			
Síntoma o signo (Rango)	Referentes n = 72	Amas de casa agrícolas n = 23	Expuestos: no aplicadores n = 28	Expuestos: aplicadores n = 123
Síntomas periféricos (0,5)	0,68[1] (0,95)	0,96 (1,33)	1,64 (1,62)	1,59 (1,49)
Signos de coordinación (0,3)	0,18 (0,45)	0,13 (0,34)	0,36 (0,62)	0,68 (0,97)
Reflejos anormales de tendones profundos (0,8)	1,18 (1,61)	0,44 (1,31)	1,39 (1,97)	2,51 (2,25)
Fuerza muscular reducida (0,16)	2,43 (3,34)	3,48 (4,35)	3,75 (4,48)	2,98 (3,19)
Sensación profunda anormal (0,3)	0,42 (0,67)	0,35 (0,57)	0,64 (1,03)	0,55 (0,79)

1 media (desviación estándar).

Los umbrales vibratorios y los valores transformados, basados en el log10 , se incrementan notablemente con la edad, pero las tendencias en los grupos de exposición indican incrementos inconsistentes, con excepción de la comparación entre los aplicadores y los referentes. En estos últimos, los tamaños de las células muestreadas fueron suficientemente grandes como para proporcionar estimados medios estables. Los aplicadores tendieron a mostrar la mayor variación en los valores individuales, con las desviaciones estándar más altas en cinco de las siete categorías de edad (Cole et al., 1998). De manera similar, en los resultados neuroconductuales se pudieron apreciar amplios rangos en todas las pruebas, lo que demostraba una considerable variación interindividual. En la mayoría de las pruebas, los grupos de hogares agrícolas tendieron a ser más deficientes que el grupo referente (Cole et al., 1997).

En la Tabla 6.5 se presentan modelos de regresión para los resultados periféricos. Para los resultados ordinales, la concordancia de porcentajes varió de baja (sensación profunda anormal, 66,6%) a moderada (signos de coordinación, 75,8%). La varianza explicada para los puntajes de vibración de log10 fue moderada (R^2 = 39,7%). La edad fue una fuente importante de confusión estadística en la mayoría de modelos, lo que enfatiza la importancia de obtener grupos de edad comparables. Los efectos significativos de los grupos de exposición fueron notablemente consistentes para los aplicadores expuestos (5 de 6 resultados). El resto de factores fueron importantes

para dos resultados o menos. No se encontró ninguna interacción importante que indicara que ocurría alguna modificación de efecto.

Tabla 6.5 Resumen de predictores del modelo lineal para los resultados neurológicos periféricos

Predictores	Síntomas periféricos	Signos de coordinación	Reflejos anormales de tendones profundos	Fuerza reducida	Sensación profunda anormal	Log e (Puntaje vibratorio)
Intersección	-1,502 [1] (0,631)	0,630 (0,337)	-0,048 (0,402)	14,46 (3,75)	-0,096 (0,148)	0,913 (0,055)
Efecto de grupo:						
Amas de casa agrícolas vs. referentes[2]	ns [3]	ns	-0,821 (0,282)	ns	ns	ns
No aplicadores expuestos vs. referentes[2]	0,601 (0,183)	ns	ns	ns	ns	ns
Aplicadores expuestos vs. referentes[2]	0,309 (0,135)	0,244 (0,055)	0,984 (0,194)	ns	ns	ns
Covariables:						
Envenenamientos con plaguicidas: alguno vs. ninguno[2]	ns	ns	ns	ns	ns	0,096 (0,049)
CMC[4] : alguno vs. ninguno[2]	0,564 (0,281)	ns	ns	ns	0,398 (0,158)	ns
Edad	0,018 (0,005)	0,013 (0,003)	0,022 (0,007)	ns	0,008 (0,003)	0,016 (0,001)
Estatura	ns	ns	ns	-7,77 (2,34)	ns	ns
Temp. ambiental	0,110 (0,031)	ns	ns	ns	ns	ns
Uso de solventes	ns	ns	ns	-0,105 (0,060)	ns	ns
Coeficiente de uso de alcohol	0,024 (0,011)	0,012 (0,006)	0,030 (0,017)	ns	ns	ns
Ingesta de papa (kg/persona/semana)	ns	ns	0,078 (0,043)	0,154 (0,073)	0,045 (0,016)	ns
IMC	ns	-0,033 (0,015)	ns	ns	ns	ns
R^2 %	20,1	16,1	18,4	7,6	9,7	39,0
Error cuadrado medio	1,63	0,55	3,68	11,6	0,54	0,13

1 coeficientes de regresión estadísticamente significativos ($p < 0,10$) (error estándar).
2 codificación de contraste (+1, -1) usada para nivel A vs. nivel B.
3 ns = estadísticamente no significativo.
4 CMC = Condición Médica Concomitante (que afecta potencialmente a los nervios periféricos).

Después de la normalización y estandarización de la dirección de las pruebas, el lector podrá notar los efectos y la contribución relativa de los grupos poblacionales y de otras variables sobre las funciones neuroconductuales (Tabla 6.6). Es de notarse que la intersección para cada regresión es sustancialmente negativa, lo que indica una población agrícola con déficit general en comparación con los referentes. Si se identifica como "desempeño neurológico deficiente" a las personas que están por lo menos una desviación estándar por debajo de la media, entre uno y dos tercios de la población agrícola podrían ser considerados como afectados, dependiendo de la prueba sobre la cual se base este juicio. El desempeño de las amas de casa agrícolas fue aún más deficiente en las funciones espaciales, psicomotrices y motrices, y, por tanto, su desempeño general fue inferior al de los referentes. El desempeño del grupo de exposición general fue más negativo en las pruebas espaciales, y el desempeño de los aplicadores fue inferior al de las pruebas de atención. El género, el alcohol y las intoxicaciones anteriores con plaguicidas no tuvieron efectos sobre el puntaje global, aunque el desempeño de los varones fue más deficiente en las pruebas espaciales y aquellas personas con problemas de alcohol demostraron una atención reducida. Como se esperaba, el desempeño en las funciones del lenguaje resultó en puntajes más altos, aunque no lo suficiente como para compensar las diferencias grupales. Finalmente, a pesar de la existencia de una inconsistencia de las pruebas individuales y ningún efecto discernible sobre los resultados de los dominios, el consumo de papa continuaba siendo responsable de cierto deterioro en el rendimiento neuroconductual. Vale la pena notar los resultados negativos de pruebas de residuos de carbamatos en papas reportados en el capítulo 4. De esta prueba surge la hipótesis de que el coeficiente significativo en el consumo de papa es un indicador de otras variables no medidas en la regresión. El grado del efecto es similar a aquel observado para el uso de solventes entre la población no agrícola, pero en la dirección opuesta. Se encontró que ninguno de los términos de interacción fue significativo para los puntajes de los dominios o de las medias.

Análisis

Los agricultores expuestos crónicamente a plaguicidas en su trabajo mostraron efectos en los brazos y las piernas; especialmente los aplicadores. Nuestros hallazgos sobre los aplicadores son consistentes con los aplicadores de plaguicidas de Nueva York, quienes experimentaron mayores problemas de coordinación durante la época de fumigación y tuvieron umbrales vibratorios más altos en el pie dominante que los testigos (Stokes et al., 1995). Los cambios en los reflejos son consistentes con aquellos observados en agricultores hawaianos de orquídeas expuestos a una variedad de compuestos organofosforados (por ejemplo, parathion, diazinon, malathion, triclorfon), organoclorados (por ejemplo, DDT, lindano, clordano, dicofol) y fungicidas (por ejemplo maneb, captan, sulfato de cobre) (Rayner et al., 1972). El rol de los envenenamientos pasados con plaguicidas para la sensibilidad vibratoria es

consistente con los incrementos en los umbrales vibratorios reportados para trabajadores agrícolas envenenados anteriormente con compuestos organofosforados en general y con metamidofos en particular (McConnell et al., 1994).

Tabla 6.6 Puntajes de dominio funcional neuroconductual y puntajes globales (ajustados y normalizados con referentes[1])

Predictores	Atención	Espacial	Psicomotriz	Motriz	NC global
Intersección	-0,971 (0,2097)[2]	-2,257 (0,1879)	-2,504 (0,2857)	-1,325 (0,2089)	-1,793 (0,2119)
Grupo amas de casa vs. referentes[3]	-	-0,384 (0,1556)	-0,477 (0,1374)	-0,241 (0,0991)	-0,370 (0,0845)
Grupo expuestos I vs. referentes[3]	-	-0,306 (0,1459)	-	-	-
Grupo expuestos II vs. referentes[3]	-0,345 (0,0786)	-	-	-	-
Intoxicaciones con plaguicidas alguno vs. ninguno[3]	-	-	-	-	-
Información	-	0,133 (0,0383)	0,118 (0,0378)	-	-
Semejanzas	-	-	0,142 (0,0534)	0,140 (0,0289)	0,101 (0,0352)
Vocabulario	0,106 (0,0263)	0,0787 (0,0383)	-	-	0,0885 (0,0270)
Género masculino vs. femenino[3]	-	-0,179 (0,0762)	-	-	-
Uso de solventes	-	-	-	-	0,0279 (0,0160)
Coeficiente de alcohol	-0,0219 (0,0091)	-	-	-	-
Consumo de papa (kg/persona/semana)	-	-	-	-	-0,0273 (0,0165)
R^2 %	22,104	46,237	32,621	17,633	42,327
SEM	0,745	0,637	0,984	0,525	0,374

1 Edades de 16 a 65; por lo menos 4 años de educación; n = 170.
2 Coeficientes de regresión estadísticamente significativos (p<0,10).
3 Codificación de contraste (+1, -1) usada para (X vs. Y) .

Algunos estudios han demostrado un desempeño más deficiente de la población agrícola, independientemente de su edad y educación. También se detectaron problemas de atención (como se refleja en el desempeño de la Vigilancia Digital y el Intervalo Digital) en los trabajadores agrícolas nicaragüenses que habían sido sometidos previamente a una hospitalización por causa de intoxicación con organofosfatos, en comparación con testigos que no habían sufrido intoxicaciones (Rosenstock et al., 1991). Los mismos trabajadores mostraron desempeños más deficientes en las pruebas viso-espaciales (Prueba de Retención Visual de Benton y Diseño de Bloques), como lo hizo la población agrícola de nuestro estudio, aunque esta última mostró mayores deficiencias en las pruebas psicomotrices (Caminos A y Sustitución de Símbolos Digitales). Ejemplos de otros grupos con dificultades en las pruebas viso-espaciales incluyen a fumigadores de DDT en la India (Misra et al., 1984) y a un grupo de trabajadores agrícolas cubanos expuestos a organofosfatos y carbamatos, quienes, en los dos casos, se desempeñaron deficientemente en la prueba de Benton sobre funciones viso-espaciales y destrezas visuales. Así mismo, Maizlish y colegas (1987) encontraron un desempeño más deficiente en la Sustitución de Símbolos por Dígitos en aplicadores de diazinon, en comparación con personas no aplicadoras, pero no era estadísticamente significativo. Las pruebas de destrezas de Santa Anna y la prueba de Puntería de Persecución II, que abordan la habilidad motriz, mostraron disminuciones tanto entre los trabajadores nicaragüenses con antecedentes de intoxicación como entre la población agrícola de Carchi. Anger et al. (1993), al resumir la tasa de resultados significativos encontrados en estudios realizados en sitios de trabajo, indicaron que Santa Anna estaba entre las pruebas más sensibles a los efectos neuroconductuales adversos de las personas expuestas (62% de los estudios), con las pruebas de Benton (50%), Símbolos Dígitos (45%) e Intervalo Digital (44%) no mucho más rezagadas.

En nuestro estudio, el consumo de papa probablemente está capturando características no medidas de la población agrícola tales como un menor consumo de otros nutrientes esenciales requeridos para el funcionamiento del sistema nervioso. No obstante, también se han encontrado residuos de insecticidas en una gama de cultivos de plantas en el Ecuador debido a las aplicaciones no controladas que se realizan cerca de la cosecha (Bolaños et al., 1986). Se ha demostrado que las papas acumulan residuos de organoclorados en China (Chen y Gao, 1993), y carbamatos, tanto aldicarb (Frank et al., 1987) como carbofurán, en el Canadá; éste último por encima de los límites residuales (Neidert et al., 1994). Además, se ha documentado la neurotoxicidad del carbofurán después de su ingestión (Gupta, 1994). La papa puede también contener los glicoalcaloides tóxicos á-solanina y á-chaconina, que ocurren de forma natural, los mismos que pueden producir un cuadro de envenenamiento agudo que incluye efectos en el sistema nervioso (Hopkins, 1995). Debido a esto, podría existir una ruta de exposición crónica a diferentes toxinas.

No debe considerarse solamente la fuente sino también la temporalidad y la reversibilidad de los efectos neurotóxicos observados. La "historia natural" de la

exposición humana y de los efectos adversos para la salud no son claros. Por ejemplo, no se conoce la latencia (tiempo desde la primera exposición hasta la aparición de los efectos), las relaciones de dosis-respuesta y la duración de los efectos neuroconductuales de los carbamatos y organofosfatos. Cuando la exposición es continua, se sobreponen los efectos agudos (a corto plazo, horas a días), subagudos (de mayor duración pero todavía reversibles, semanas) y crónicos (de largo plazo y con frecuencia irreversibles, meses a años). Al guardar consistencia con los niveles más bajos de colinesterasa de glóbulos rojos con ajuste a la hemoglobina en la población agrícola, ¿Son los efectos observados una combinación de exposiciones agudas y subagudas a los plaguicidas actuales? ¿Son algunos de los efectos residuos del uso pasado de organofosfatos, carbamatos o incluso de organoclorados? La prolongada neurotoxicidad conductual ha sido relacionada recientemente con el uso estructural del clordano para el control de plagas (Kilburn et al., 1995).

Estudios transversales como el nuestro tienen un número de limitaciones inherentes (Andersson y Schilling, 1992). Aquellas personas que participan son en general más saludables que aquellas que han dejado de trabajar y se alejan. Las personas no pertenecientes a las familias agrícolas se han quedado trabajando con plaguicidas, con lo cual son menos propensos a mostrar los efectos adversos de los plaguicidas que aquellas personas que se retiraron por razones de salud. El uso de poblaciones agrícolas enteras en una comunidad agrícola estable, adicionalmente a la alta rotación de trabajadores contratados, puede explicar parcialmente este problema de subestimar los verdaderos efectos de las exposiciones. Por otro lado, los individuos cambian con el paso del tiempo, por lo que una sola medida se convierte en un elemento de juicio potencialmente deficiente sobre su exposición actual o su estado de salud. Para mejorar la consistencia en el registro de los síntomas de medición, los exámenes físicos y las evaluaciones vibratorias fueron realizados todos por el mismo médico de campo. No obstante, esta dependencia con respecto a un solo observador significó que las mediciones resultantes no fueran completamente independientes entre sí. Tampoco era posible cegar al médico en relación con el amplio estado de exposición grupal, aunque los historiales detallados de exposición a plaguicidas fueron registrados por otras personas. De ahí que la falta de independencia en las mediciones puede conducir a correlaciones artificialmente elevadas entre las exposiciones y los resultados. En contraste, la imprecisión relacionada con una sola medida en el tiempo puede provocar subestimaciones sobre las relaciones entre las exposiciones y los resultados. Todos estos factores limitan el poder obtener conclusiones sobre la base de las evidencias de nuestros hallazgos.

Desde la perspectiva de las políticas, nuestros hallazgos aportan a las discusiones sobre la prudencia necesaria en el uso de plaguicidas en los países en desarrollo, incluidos métodos para reducir la exposición de los aplicadores y de otros grupos vulnerables (Forget, 1991), utilizando plaguicidas menos tóxicos y adoptando métodos de control integrado de plagas y enfermedades (Philogène, 1985).

Bibliografía

Andersson NR, Schilling RSF. *Occupational epidemiology in developing countries [Epidemiología ocupacional en países en desarrollo].* En: Jeyaratnam, J. ed. Occupational health in developing countries. Oxford: Oxford University Press; 1992:169-210.

Anger, W.K.; Sizemore, O.J.; Glaser, J.; Grossman, S.J. *Subject factors affecting performance on ATSDR's Adult Environmental Neurobehavioural Battery [Factores de los sujetos que afectan el rendimiento en la Batería Neuroconductual Ambiental de Adultos de ATSDR]*. Abstracts of International Congress on Hazardous Wastes, Impacts on Human and Ecological Health, Junio 5-8, 1995 Atlanta, Georgia:125.

Anger, W.K.; Cassitto, M.G.; Liang, Y.X.; Amador, R.; Hooisma, J.; Chrislip, D.W.; Mergler, D.; Keifer, M.; Hörtnagl, J.; Fournier,L.; Dudek, B.; Zsögön, E. *Comparison of performance from three continents on the WHO-recommended Neurobehavioral Core Test Battery [Comparación de los rendimientos en tres continentes de la Batería de Ensayos Neuroconductuales recomendada por la OMS]*. Environmental Research 62:125-147;1993.

Bolaños M, Fernández B, López E. *Estudio de la Contaminación por Plaguicidas en Alimentos Básicos Constituyentes de la Dieta Media Ecuatoriana.* Tesis de Grado para la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central del Ecuador. Quito; 1986.

Breilh J, Granda E, Campana A, Yépez J, Páez R, Costales P (Centro de Estudios y Asesoría en Salud, CEAS) (1990). *Deterioro de la Vida. Un instrumento para análisis de prioridades regionales en lo social y la salud*. Quito; Corporación Editora Nacional, Biblioteca de Ciencias Sociales Volumen 28.

Carpio, F. *La prevención sanitaria de la intoxicación crónica por plaguicidas.* En: Memorias del Seminario Nacional Sobre Plaguicidas. Quito; Fundación Natura/AFEME/Ministerio de Salud; 1989:25-42.

Cassito, M.G.; Camerino, D.; Hänninen, H.; Anger, W.K. *International collaboration to evaluate the WHO neurobehavioural core test battery [Colaboración internacional para evaluar la batería de ensayos de muestras neuroconductuales de la OMS]*. En: Johnson, B.L.; Anger, W.K.; Durao, A.; Xintaras, C.; eds. Advances in neurobehavioural toxicology: applications in environmental and occupational health. Chelsea, MI:Lewis;1990:203-223.

Chen J, Gao J. *The Chinese total diet study in 1990. Part 1. Chemical contaminants [El estudio chino total sobre la dieta en 1990. Parte I. Contaminantes químicos]. J Assoc Off Anal Chem* 1993;76(6):1193-1205

Cole DC, Carpio F, Julian J, León N, Carbotte R, De Almeida H. *Neurobehavioural outcomes among farm and non-farm rural Ecuadorians.* Neurotoxicol & Teratol 1997;19(4):277-286.

Cole DC, Carpio F, Julian J, León N. *Assessment of peripheral nerve function in an Ecuadorean rural population exposed to pesticides.* J Toxicol Environ Health 1998;55/2:77-91.

Crissman C, Antle J, y Capalbo S (eds). *Economic, Environmental, and Health Tradeoffs in Agriculture: Pesticides and the Sustainability of Andean Potato Production [Pros y Contras Económicos, Ambientales y de la Salud en la Agricultura: Pesticidas y Sostenibilidad de la Producción de Papa en los Andes].* Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, Serie "Natural Resource Management and Policy". 1998, 281 pp.

Dyck PJ, Karnes J, O'Brien PC, Swanson CJ. *Neuropathy symptom profile in health, motor neuron disease, diabetic neuropathy and amyloidosis [Perfil de síntomas neuropáticos en la salud, en las enfermedades de neuronas motrices, en la neuropatía diabética y en la amiloidosis]*. Neurology 1986;36:1300-1308.

Forget G. *Pesticides and the Third World [Los pesticidas y el Tercer Mundo]. J Toxicol Environ Health* 1991;32:11-31.

Fox WF. *Human performance in the cold [Rendimiento humano en el frío]*. Human Factors 1967;9:203-220.

Frank R, Braun HE, Ripley BD. *Residues of insecticides, fungicides and herbicides on Ontario-grown vegetables, 1980-1985 [Residuos de insecticidas, fungicidas y herbicidas en plantas cultivadas en Ontario, 1980-1985*]. J Assoc. of Official Anal. Chem. (AOAC) Intern 1987;70:1081-6.

Freeman RW, Bleecker ML, Comstock GW, Brookmeyer RS. *Validation of self-administered questionnaire for study of peripheral neuropathy [Validación de un cuestionario autoadministrado para el estudio de neuropatías periféricas].* Am J Epidemiol 1985;121:291-300.

Gerchon, S.; Shaw, F.H. *Psychiatric sequelae of chronic exposure to organophosphorus insecticides [Secuelas psiquiátricas de la exposición crónica a insecticidas organofosforados*]. Lancet 1(7191):1371-74;1961.

Gerr FE, Letz R. *Reliability of a widely used test of peripheral cutaneous vibration sensitivity and a comparison of two testing protocols [Confiabilidad de una prueba ampliamente usada de sensibilidad vibratoria cutánea periférica y una comparación de dos procedimientos de prueba]. Br J Indust. Med* 1988;45:635-639.

Gerr FE, Letz R. *Covariates of human peripheral nerve function: II. Vibrotactile and thermal thresholds [Covariables de la función nerviosa periférica humana: II. Umbrales vibrotáctiles y térmicos]*. Neurotoxicol Teratol 1994; 16:105-112.

Gupta, RC. Carbofuran toxicity [Toxicidad del carbofurán]. J Toxicol Environ Health 1994;43:383-418.

Hopkins, J. *The glycoalkaloids: naturally of interest (but a hot potato?) [Los glicoalcaloides: naturalmente de interés (¿pero una papa caliente?].* Food & Chemical Toxicol. Apr;33(4):323-8;1995.

Hosmer DW and Lemeshow S. *Applied Logistic Regression [Regresión Logística Aplicada]*. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1989.

Jeyaratnam J. *Health problems of pesticide usage in the Third World [Problemas para la salud por el uso de pesticidas en el Tercer Mundo]. Br J Indust. Med 1985*;42:505-506.

Johnson, B.L.; Anger, W.K.; Durao, A.; Xintaras, C.; eds. *Advances in neurobehavioural toxicology: applications in environmental and occupational health [Avances en toxicología neuroconductual: aplicaciones en salud ambiental y ocupacional]*. Chelsea, MI:Lewis;1990.

Kaplan JG, Kessler J, Rosenberg N, Pack D, Schaumburg HH. *Sensory neuropathy associated with Dursban (chlorpyrifos) exposure [Neuropatía sensorial asociada con la exposición a Dursban (clorpirifos)].* Neurology 1993;43:2193-2196 y corrección en Neurology 1994;44:367.

Kilburn, K.H.; Thornton, J.G. *Protracted neurotoxicity from chlordane sprayed to kill termites [Neurotoxicidad prolongada de clordano fumigado para eliminar termitas].* Environ. Health Perspect. 103:690-694;1995.

Lezak, M.D. *Neuropsychological assessment [Evaluación neuropsicológica].* Tercera edición. New York, NY:Oxford University Press;1995.

Lotti M, Moretto A, Zoppellari R, Dainese R, Rizzuto N, Barusco G. *Inhibition of lymphocytic neuropathy target esterase predicts the development of organophosphate-induced delayed polyneuropathy [La inhibición de la esterasa linfocítica neuropática meta predice el desarrollo de polineuropatías retardadas inducidas por organofosfatos]*. Arch Toxicol 1986;59:176-179.

Maizlish, N.; Schenker, M.; Weisskopf, C.; Seiber, J.; Samuels, S. *A behavioral evaluation of pest control workers with short-term, low-level exposure to the organophosphate diazinon [Una evaluación de la conducta de trabajadores controladores de plagas y enfermedades sometidos a exposiciones cortas y de bajo nivel al organofosfato diazinon].* Am. J. Ind. Med. 12:153-172;1987.

Maurissen JPT, Chrzan GJ. *One-year reliability of vibration sensitivity thresholds in human beings [Confiabilidad de un año de los umbrales de sensibilidad vibratoria en los seres humanos]. J Neurol Sci* 1989; 90: 325-334.

McConnell, R.; Cedillo, L.; Keifer, M.; Palomo, M.R. *Monitoring organophosphate insecticide-exposed workers for cholinesterase depression: new technology for office or field use [Monitoreo de la depresión de colinesterasa en trabajadores expuestos a insecticidas organofosforados: una nueva tecnología para uso de oficina o campo]*. J. Occup. Med. 34(1):34-37;1992.

McConnell R, Keifer M, Rosenstock L. *Elevated quantitative vibrotactile threshold among workers previously poisoned with methamidophos and other organophosphate pesticides [Umbral vibrotáctil cuantitativo elevado en trabajadores anteriormente envenenados con metamidofos y otros pesticidas organofosforados]*. Am J Indust. Med 1994; 25:325-334.

McConnell R, Delgado E, Cuadra R, Torres E, Keifer M, Almendárez J, Miranda J, Lotti M, Moretto A, El-Fawal H, Wolff M, Simpson D, Lundberg I. *Organophosphate neuropathy due to methamidophos: biochemical and neurophysiologic markers [Neuropatía de organofosfatos con metamidofos: marcadores bioquímicos y neurofisiológicos]*. Resumen de la Conferencia Internacional sobre Uso de Pesticidas en los Países en Desarrollo: Impactos en la Salud y el Ambiente. Febrero 23-38, 1998. San José, Costa Rica:88-89.

Medical Research Council. *Aids to the Investigation of Peripheral Nerve Injuries [Ayudas para la Investigación sobre Lesiones de Nervios Periféricos]*. War Memorandum No. 7. Londres: Her Majesty's Stationary Office, 1943 (Reimpreso, 1975).

Misra, U.K.; Nag, D.; Krishna Murti, C.R. *A study of cognitive functions in DDT sprayers [Estudio de funciones cognitivas en fumigadores de DDT].* Ind. Health 22:199-206;1984.

Neidert, E.; Trotman, R.B.; Saschenbrecker, P.W. Levels and incidences of pesticide residues in selected agricultural food commodities available in Canada [Niveles e incidencias de residuos de pesticidas en bienes alimenticios agrícolas seleccionados disponibles en el Canadá]. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 77(1):18-24;1994.

Philogène, BJR. *Utilisation et réglementation des pesticides dans le Tiers Monde: problèmes et perspectives en Afrique [Utilización y reglamentación de los pesticidas en el Tercer Mundo: problemas y perspectivas en el Africa].* Can. J. Development Studies 1985;6:275-288

Pokorny AD, Miller BA, Kaplan HB. The brief MAST: a shortened version of the Michigan Alcoholism Screening Test [La MAST abreviada: una versión abreviada de la Prueba de Filtrado del Alcoholismo de Michigan]. Am. J. Psychiatry 129(3):342-345;1972

Potvin AR, Tourtellotte WW. *Quantitative Examination of Neurologic Functions. Volume I: Scientific Basis and Design of Instrumented Tests [Examinación Cuantitativa de Funciones Neurológicas: Bases Científicas y Diseño de Pruebas Instrumentadas].* Boca Ratón, Florida: CRC Press, Inc., 1985.

Rayner MD, Popper JS, Carvalho EW, Hurov R. Hyporeflexia in workers chronically exposed to organophosphate insecticides [Hiporeflexia en trabajadores expuestos crónicamente a insecticidas organofosforados]. *Res. Commun. Chem. Path. Pharmacol.* 1972;**4**:596-606

Rosenstock, L.; Keifer, M.; Daniell, W.; McConnell, R.; Claypoole, K. y el grupo *Pesticide Health Effects Study Group. Chronic central nervous system effects of acute organophosphate pesticide intoxication [Efectos crónicos en el sistema nervioso central de la intoxicación aguda con pesticidas organofosforados].* Lancet 338;Julio 27:223 227;1991.

Ryan, C.M.; Morrow, L.A.; Bromet,E.J.;et.al.*The assessment of neuropsychological dysfunction in the workplace: normative data from the Pittsburgh Occupational Exposure Test Battery [La evaluación de las disfunciones neuropsicológicas en los sitios de trabajo: datos normativos de la Batería de Ensayos de Muestras de Exposiciones Ocupacionales de Pittsburgh].* J. Clin. Exp. Neuropsychol. 9:665-679;1987.

Senanayake N. *Polyneuropathy following insecticide poisoning [La polineuropatía después del envenenamiento con insecticidas]. J Neurol* 1985;232:203.

Stokes L, Stark A, Marshall E, Narang A. *Neurotoxicity among pesticide applicators exposed to organophosphates [Neurotoxicidad en aplicadores de pesticidas expuestos a organofosfatos]. Occup. Environ. Med* 1995;52:648-653.

Torres E, Delgado E. *Biological monitoring in a case of chlorpyriphos acute intoxication [Monitoreo biológico en un caso de intoxicación aguda con clorpiriphfos].* Resumen de la Conferencia Internacional sobre Uso de Pesticidas en los Países en Desarrollo: Impactos en la Salud y el Ambiente. Febrero 23-38, 1998. San José, Costa Rica:208.

Wesseling C, Keifer M, Ahlbom A, McConnell R, Moon JD, Rosenstock L, Hogstedt C. *Long-term neurological effects of mild poisoning with organophosphate and n-methyl carbamate pesticides among banana workers [Efectos neurológicos a largo plazo del envenenamiento leve con pesticidas organofosforados y de n-methyl carbamatos en trabajadores bananeros].* Resumen de la Conferencia Internacional sobre Uso de Pesticidas en los Países en Desarrollo: Impactos en la Salud y el Ambiente. Febrero 23-38, 1998. San José, Costa Rica:87.

Xintaras C, Burg JR, Johnson BL, Tanaka S, Lee ST, Bender J. *Neurotoxic effects in workers exposed to leptophos (Phosvel) [Efectos neurotóxicos en trabajadores expuestos a leptofos (Phosvel)]. Arch Hyg Rada Toksikol* 1979;30:553-592 (Supl)

Capítulo 7

PLAGUICIDAS, SALUD Y PRODUCTIVIDAD DE LOS AGRICULTORES

John Antle, Donald Cole y Charles Crissman

Introducción

Los insecticidas carbofurán y metamidofos utilizados en el Carchi son neurotóxicos. En el capítulo anterior, Cole y otros señalan que los agricultores están afectados por su exposición a estos insumos peligrosos. Tenemos evidencias, como resultado de varias pruebas, de que estos efectos decrecen el rendimiento neuroconductual y cerebral en una muestra de agricultores y sus familias. ¿Qué significado tienen estos resultados? ¿Cómo podemos interpretar el efecto de los plaguicidas en la salud? En este capítulo examinamos estas preguntas bajo la óptica del impacto en la productividad del agricultor en sus tareas de cultivar la papa. Utilizamos métodos econométricos para estimar diferencias en productividad según el grado de afectación. Después aprovechamos estos resultados para simular cambios en la productividad con varios supuestos de posibles políticas que pueden influir sobre el uso de plaguicidas. Los resultados de este capítulo se han adaptado de un artículo publicado anteriormente por Antle, Cole y Crissman (1998). Como se indica en el capítulo 1, cuando se consideran solamente los efectos agronómicos, los agricultores del Carchi muestran un uso racional de plaguicidas. En este capítulo mostramos la importancia de incluir los demás efectos de los plaguicidas que pueden cambiar la perspectiva del uso de estos productos.

Un estudio elaborado por Antle y Pingali (1994) demostró que la salud de los agricultores tiene un impacto significativo en la productividad de las fincas arroceras en las Filipinas y que el uso de plaguicidas en la producción de arroz tenía a su vez un impacto significativo sobre la salud de los agricultores. En el presente capítulo, ampliamos el estudio de Antle y Pingali al utilizar datos de nuestras investigaciones en el Carchi.

El uso de insecticidas y fungicidas en el cultivo de papa en Carchi es considerado, tanto por los agricultores como por los científicos agrícolas, como importante para el control de plagas y enfermedades. La producción de papa ocurre en un clima templado de tierras altas, compatible con el uso de vestimenta de protección, tal como botas y guantes de caucho.

Este estudio de Carchi proporciona también información más amplia sobre la producción y la salud. Esta información permite estimar de forma conjunta lo que la tecnología de producción del cultivo y la salud del agricultor tienen sobre la producción.

Al igual que en el capítulo 6, utilizamos una medida de la función neuroconductual como un indicador de la salud del agricultor. Este indicador ha sido validado en la literatura de salud ocupacional y debería relacionarse cercanamente a las capacidades gerenciales y a la toma de decisiones por parte de los agricultores.

Los hallazgos de este estudio ecuatoriano son similares a aquellos del estudio filipino, a pesar de las diferencias sustanciales que existen en los tipos y cantidades de plaguicidas que son usados, en su productividad y en el ambiente físico en que se emplean. El análisis de los datos del Ecuador muestra que la salud tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la productividad, con un impacto de la salud sobre los costos de producción en el mismo rango que en el estudio filipino. Además, de manera similar al estudio filipino, el estudio ecuatoriano muestra que el uso de plaguicidas tiene un efecto significativo sobre la salud. Se utilizó un análisis de simulación, similar al realizado en el estudio arrocero filipino, para explorar los efectos que las reducciones en el uso de plaguicidas podrían tener sobre la salud y la productividad.

Los resultados del estudio presentados aquí muestran que, a pesar del papel importante que juegan los insecticidas para controlar al gusano blanco, una reducción en el uso del insecticida principal empleado para controlarlo, el carbofurán, podría incrementar la productividad y también mejorar la salud de los agricultores. Sin embargo, existe una diferencia importante entre los estudios del Ecuador y el de Filipinas. En el análisis filipino, una política que reduce el uso de todos los plaguicidas (herbicidas e insecticidas) fue menos eficiente que una reducción de solamente los insecticidas, pero ambas políticas podrían terminar en un resultado de ganar-ganar. Sin embargo, en el caso del Ecuador, en que la productividad de los plaguicidas es más alta, el resultado de ganar-ganar puede obtenerse solamente si la política apunta a los insecticidas que poseen el mayor riesgo a la salud. Cuando la política simulada reduce el uso de todos los plaguicidas, tanto fungicidas como insecticidas, emerge una contraposición entre la salud y la productividad. Así, este estudio demuestra la importancia del diseño eficiente de políticas en los casos en que la productividad de los plaguicidas es relativamente alta.

El estudio

Los datos de producción de papa y salud de los agricultores utilizados en este análisis fueron recogidos como parte de un estudio auspiciado por el Centro Internacional de la Papa sobre los efectos económicos, ambientales y sobre la salud humana, que los plaguicidas presentan. Una descripción detallada del estudio completo y de la región de Carchi puede encontrarse en el libro de Crissman, Antle

y Capalbo (1998). Los datos de producción fueron recolectados sobre la base de una encuesta a 40 fincas durante 1991-1992, realizada por empadronadores capacitados que vivían en la región y que realizaban visitas bimensuales a las fincas. Los datos fueron recogidos para parcelas individuales, se define a una parcela como un solo ciclo de cultivo en el campo de un agricultor. Se piensa que los datos sobre el uso de plaguicidas son precisos en tanto que fueron recolectados cada dos semanas para evitar el problema común de inexactitud de datos debido al olvido del agricultor. Adicionalmente, se mantuvo un proceso de control de calidad durante la recolección de datos, lo que hizo posible para los empadronadores la re-encuesta a los agricultores para validar y corregir observaciones relacionadas. La Tabla 7.1 presenta un resumen estadístico de los datos utilizados en el análisis econométrico del proceso de producción de papa que sigue. Un proceso similar de control de calidad fue seguido para los datos de salud que fueron recolectados.

A continuación se presenta un resumen de los datos correspondientes descritos en los capítulos anteriores. Aunque los agricultores de la muestra utilizan una amplia gama de productos, tal como se indica en el capítulo 1, tres tipos de productos son los dominantes. El ditiocarbamato mancozeb constituyó más del 80% del ingrediente activo total de fungicidas utilizados para controlar la lancha (tizón tardío). El carbamato carbofurán y el organofosfato metamidofos constituyeron el 47% y el 43%, respectivamente, de todos los ingredientes activos de los insecticidas aplicados. El carbofurán es usado para controlar el gusano blanco, y los organofosfatos son usados para las plagas de insectos foliares. La mayoría de los agricultores maneja varios campos, de forma que la producción de papa y el uso de plaguicidas son continuos a lo largo del año. Los plaguicidas no son usados en el ciclo de los pastizales y rara vez se emplean en otros cultivos que en ocasiones entran en la rotación, como las leguminosas. Así, la exposición del agricultor a los plaguicidas proviene casi enteramente de la producción de papas. Los insecticidas usados son neurotoxinas, es decir matan a la plaga al interferir con el funcionamiento de su sistema nervioso. Los plaguicidas son aplicados usando bombas de mochila y en ese proceso la vestimenta del aplicador frecuentemente se moja con la mezcla de la aspersión. Consecuentemente, la ruta de mayor exposición para el aplicador es por vía dérmica, especialmente a través de las manos y espalda (ver capítulo 4). Los aplicadores parecen estar conscientes de al menos, algunos riesgos asociados con el uso de plaguicidas. Sin embargo, no utilizan vestimenta de protección que prevenga la exposición de manera efectiva ni exhiben algún otro comportamiento para evitar la exposición (ver capítulo 2). Así, el uso de la vestimenta de protección en este ambiente templado es similar a aquel evidenciado en el estudio de las Filipinas.

Como se describe en el capítulo 6, para examinar los impactos sobre la salud por el uso de plaguicidas, el equipo de investigación de salud realizó una encuesta a la población de las fincas (n = 174) y a un grupo referencial con iguales edades y nivel educativo (n = 72) no expuesto a plaguicidas. Todos los participantes contestaron preguntas sobre el uso de plaguicidas y problemas médicos. Se los sometió también a un examen clínico realizado por un médico de campo, que incluyó una serie de

pruebas de las funciones del sistema nervioso y una prueba de sangre. Estas pruebas fueron orientadas a analizar aquellos efectos que, con mayor probabilidad, se asociaban con la exposición a insecticidas y fungicidas; exposición que los miembros de las fincas habían reportado sobre períodos de días a años y que fue documentada por el equipo agrícola.

Tabla 7.1 Resumen estadístico de datos de producción de papa

Variable	Media	Desviación estándar
Costo variable total (dólares/ha)	14,157	0,347
Rendimiento esperado (kg/ha)	9,868	0,136
Superficie (ha)	-0,959	0,854
Puntaje neuroconductual medio	-1,525	0,941
Cantidad de fertilizantes (kg/ha)	6,309	0,401
Trabajo de preparación del suelo (días/ha)	2,374	0,895
Trabajo para manejo del cultivo (días/ha)	3,897	0,373
Cantidad de fungicidas	11,905	1,426
Cantidad de carbofurán (kg/ha)	-0,044	1,120
Insecticidas para plagas foliares	10,415	2,237
Precio de fertilizante (kg/ha)	6,448	0,181
Jornal para preparación del suelo	7,656	0,306
Jornal para el manejo del cultivo	7,796	0,275
Precio de fungicida	-0,970	0,666
Precio de carbofurán	9,710	0,303
Precio de insecticidas foliares	-1,222	1,225

El tamaño de la muestra es de 219. Todas las variables se expresan en logaritmos naturales, con excepción del puntaje neuroconductual medio. El fertilizante es la cantidad total aplicada de N, P y K. Las cantidades y precios de los fungicidas e insecticidas para plagas foliares fueron ajustados cualitativamente al usar los procedimientos hedónicos de acuerdo con Antle et al. (1994).

Los resultados revelaron que los exámenes neuroconductuales demostraban la relación más consistente en cuanto al uso reciente de plaguicidas dentro de la población de las fincas. Las pruebas neuroconductuales fueron escogidas debido a que la literatura psiquiátrica indicaba la existencia de problemas entre aquellos con exposición crónica a compuestos organofosfatos (Gerchon y Shaw, 1961). El trabajo epidemiológico ha documentado efectos sobre el sistema nervioso central por episodios de envenenamiento agudo (Rosenstock et al., 1991) y las evaluaciones de las funciones neuroconductuales constituyen medidas sensibles de tales problemas en poblaciones no clínicas (Anger et al., 1983). En este estudio se utilizó la Batería de

Pruebas Focales Neuroconductuales, que fue evaluada en varias culturas y recomendada por la Organización Mundial de la Salud (Cassito et al., 1990). Un neuropsicólogo agrupó las pruebas individuales en subescalas funcionales. Se usó la Batería de Pruebas para evaluar un conjunto de destrezas neuroconductuales que incluyen atención, habilidades visuales y espaciales, los tiempos de reacción visual y auditiva y las destrezas motoras y psicomotrices. Se estandarizaron los resultados de las pruebas, de forma que el estatus neuroconductual estuviera en relación positiva con los puntajes de las mismas.

Esta medida neuroconductual de los impactos de los plaguicidas representa un mejoramiento significativo en comparación con el Indice de Deterioro de la Salud utilizado por Antle y Pingali. El índice de deterioro de la salud constituye una medida *ad hoc* de varios factores sobre los que se tiene la hipótesis de ser afectados por la exposición a plaguicidas, mientras que el índice neuroconductual usado aquí se deriva de una prueba estandarizada que mide solamente la parte del organismo directamente afectada por las neurotoxinas. Adicionalmente, el tamaño de la muestra usado en este estudio es casi cuatro veces más grande que en el estudio de las Filipinas. Esta medida directa elimina la mayor parte de la incertidumbre al medir los efectos sobre la salud que no se originan por el uso de plaguicidas.

Debido a las distribuciones asimétricas en los puntajes de las pruebas, restringimos la población de referencia por edad (16-65 inclusive) y educación (> 3 años) y desarrollamos ecuaciones de predicción de regresión lineal sobre la base de la edad y el nivel educativo. Estas restricciones eliminaron aproximadamente al 20% de la población (ver Cole et al., (1997), para los detalles). Un puntaje estandarizado fue, entonces, calculado para cada prueba y para cada miembro de la finca que satisfacía las restricciones de edad y educación; se restó el valor pronosticado de los participantes para la prueba del valor medido y se dividió la diferencia por el error estándar del estimado derivado de la regresión del grupo de referencia. Los puntajes fueron entonces promediados mediante pruebas en la subescala, para obtener un puntaje estandarizado de la subescala para cada función. Finalmente, la media aritmética de los puntajes estandarizados de subescala proporcionó un puntaje neuroconductual global para ser usado en el modelo.

Los puntajes neuroconductuales de la población agrícola fueron significativamente más bajos que aquellos de la población referencial no-agrícola, aun al tomar en cuenta las diferencias de edad, educación y nivel de inteligencia verbal. El puntaje medio estandarizado fue menor en casi una desviación estándar al de la población no directamente expuesta a plaguicidas y sustancialmente más bajo que aquel comúnmente observado en otras poblaciones de trabajadores expuestas a sustancias neurotóxicas en otras partes del mundo. Los mínimos medios para las diferentes funciones fueron más de tres desviaciones estándares más bajos, e indican la existencia de déficits substanciales y clínicamente importantes en las tareas cognitivas básicas. Tales niveles de disfunción se correlacionarían con dificultades considerables de realizar tareas diarias, de mantener el hogar y de tomar decisiones racionales en el

manejo de la finca, y serían comparables a los niveles encontrados en las personas neurocognitivamente minusválidas que gozan de pensiones de invalidez en países tales como Canadá y Estados Unidos. Se esperaría que la calidad de vida en el hogar y en el trabajo, así como la productividad de estos miembros de los hogares agrícolas, fueran sustancialmente reducidas.

Estimación conjunta de la función de costos y la función de producción de salud

Al seguir la lógica del modelo de Antle y Pingali, proponemos una función de costos para representar el proceso de producción. Esta función de costos se deriva de un modelo de producción de hogares, en el cual el manejo eficiente de la finca por parte del agrícultor y el trabajo físico en el campo constituyen una función de la salud del agrícultor. A partir del problema estándar de minimización de costos, obtenemos la función de costos variables por hectárea: C (y, w, z, h), en donde y es el rendimiento del cultivo, w es el vector de precios de insumos, z representa factores fijos (tamaño del campo del agricultor en el presente modelo), y h es una medida de la salud del agricultor. Esta función de costos exhibe la propiedad común de convexidad con respecto al rendimiento del cultivo y; y con respecto al vector de precios, w. Esta función es decreciente en z y h.

De acuerdo con Antle y Capalbo (1994), se asume que la salud es una función $h(e(x, b), c)$, en donde $e(x, b)$ es la exposición a los plaguicidas, x, b es una medida de conducta preventiva del agricultor (tal como el uso de implementos de protección y prácticas de manejo seguro), y C es un vector de las características personales. Existe poca variación en la conducta preventiva entre los agricultores del estudio aquí presentado, de forma que simplificamos la presentación en una función de producción de salud $h(x, c)$, en donde se asume que h se incrementa y es cóncava en x.

Utilizamos la aproximación logarítmica-lineal en la función de costos,

$$\ln C = ?_? + ?_1 \ln y + ?_2 \ln z + ?_1 \ln w_1 + \ldots + ?_n \ln w_n + ?h + ?_1 \qquad (1)$$

donde $?_1$ es el término de error.

Al aplicar el lema de Shepard, se deduce que $dC/dw_i = x_i$, donde x_i es la cantidad del insumo i que minimiza los costos. Para la función de costos logarítmica-lineal, el lema de Shephard se puede escribir como:

$$\ln(x_i) = \ln(?_i) + \ln C - \ln w_i + ?_{2i} \qquad (2)$$

donde $?_{2i}$ es el término de error.

Especificamos la función de producción de salud como:

$$h = ?_o + ?_1 c_1 + ?_2 c_2 + ?_3 \ln x_3 + ?_3 \qquad (3)$$

donde c_1 y c_2 son medidas de la inteligencia del agricultor no directamente afectadas por la exposición a plaguicidas (c_1 es una medida de la habilidad para asociar objetos similares, c_2 es una medida del conocimiento general del individuo), x_3 es la cantidad de carbofurán aplicada y $?_3$ es un término de error. Debe recordarse que la literatura toxicológica sugiere que el carbofurán es el insecticida del que se espera tener un efecto neuroconductual significativo.

El sistema de las ecuaciones (1)-(3) está identificado y puede ser estimado al usar técnicas no lineales que tomen en cuenta la endogeneidad de los costos, las cantidades de insumos y la salud. Nótese que la manera convencional de estimar un modelo logarítmico-lineal con condiciones de primer orden es estimando la ecuación de participación de los factores de costo con un término de error aditivo como $w_i x_i / C = ?_i + ?_{2i}$. La ecuación (2) equivale a estimar las ecuaciones de participación de costos en la forma de error multiplicativo $w_i\ x_i\ /C = ?i + \exp(?_{2i})$. Este modelo de error multiplicativo es atractivo porque es consistente con la especificación logarítmica-lineal y la elasticidad constante de las ecuaciones de demanda de insumos con errores aditivos y porque se ajusta bien a los datos en este caso.

El sistema de ecuaciones (1)-(3) es no lineal en los parámetros debido a los términos de $\ln(?_i)$ de la ecuación (2). Se usó el método de estimación no lineal de cuadrados mínimos en tres etapas en el Procedimiento de Modelo (PROC MODEL) del SAS v.6.10, para estimar simultáneamente el sistema de las ecuaciones (1)-(3). Este es un sistema de ocho ecuaciones: la función de costos (ecuación (1)); las seis condiciones de primer orden que corresponden al fertilizante (insumo1), trabajo de preparación del suelo (insumo 2), trabajo de manejo del cultivo (insumo 3), fungicidas (insumo 4), carbofurán (insumo 5), insecticidas para plagas foliares (insumo 6), y la función de producción de salud (ecuación (3)). Los parámetros estimados (con *t* estadísticas en los paréntesis) son:

$$\ln C = \underset{(-1,13)}{-2,294} + \underset{(6,81)}{1,397}\ln y - \underset{(-2,93)}{0,066}\ln z + \underset{(59,30)}{0,247}\ln w_1 + \underset{(16,76)}{0,016}\ln w_2 + \underset{(45,30)}{0,085}\ln w_3$$

$$+ \underset{(15,45)}{0,040}\ln w_4 + \underset{(13,52)}{0,011}\ln w_5 + \underset{(9,27)}{0,007}\ln w_6 - \underset{(-3,45)}{0,103}\, h$$

$$h = \underset{(-9,87)}{-3,074} + \underset{(2,04)}{0,046}\, c_1 + \underset{(3,46)}{0,177}\, c_2 - \underset{(-3,25)}{0,247}\ln x_5$$

Como lo explican Antle et al. (1994), es importante en la estimación de modelos de producción con plaguicidas dar cuenta del gran número de diferentes químicos que son usados por los agricultores y que exhiben grados variables de eficacia en el control de plagas. Para controlar la variabilidad de la calidad de los plaguicidas se

ajustó cualitativamente la cantidad y el precio de los fungicidas y los insecticidas para plagas del follaje utilizando el procedimiento hedónico descrito por Antle et al. (1994). Se estimó también el rendimiento esperado como función de la cantidad de semilla de papa sembrada, el tipo de suelo, la precipitación, la altitud y la superficie de la parcela.

Implicaciones

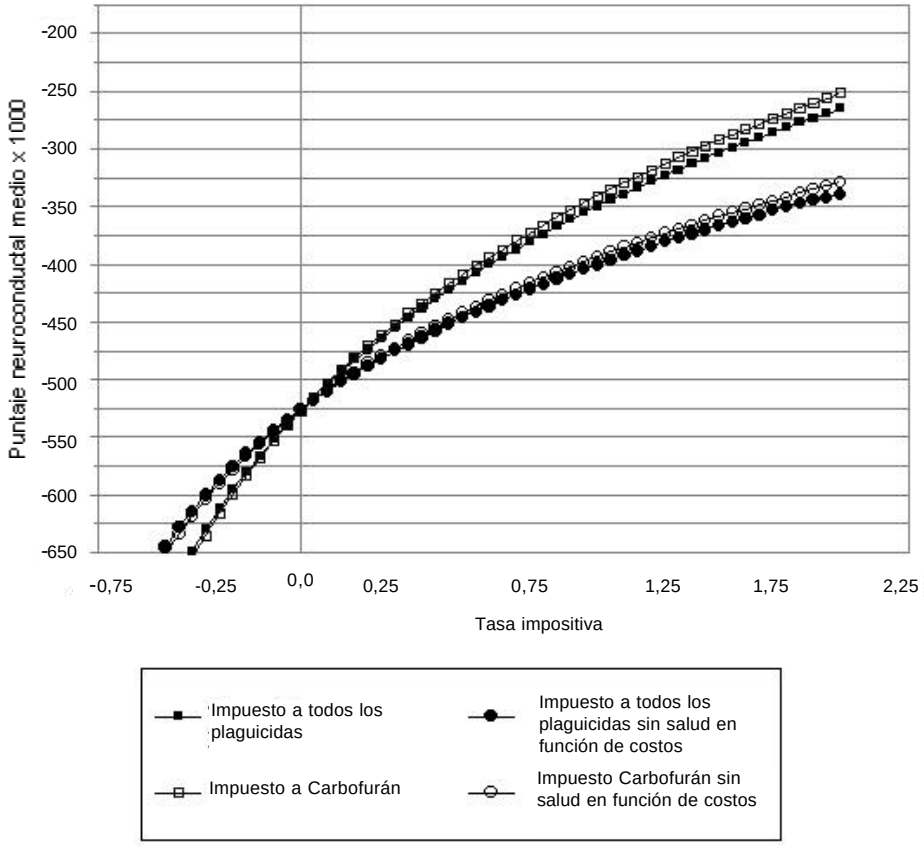
Los parámetros estimados por la función de costos son todos estadísticamente significativos. El papel esencial que juegan los plaguicidas en la producción de cultivos queda demostrado por los coeficientes positivos y significativos de las variables de los fungicidas, el carbofurán y los insecticidas foliares. La elasticidad producto de la demanda y la elasticidad del precio propio (igual a $?_i$ - 1) fluctúan desde aproximadamente -0,75 para el fertilizante hasta aproximadamente -1,0 para los insecticidas de plagas del follaje. El coeficiente de la variable neuroconductual de salud es estadísticamente significativo en todos los niveles convencionales y su signo negativo indica que los agricultores que tienen una función neuroconductual más alta obtienen menores costos de producción por hectárea y así una mayor productividad, tal como lo señalan las hipótesis. La magnitud del coeficiente indica que la elasticidad de los costos con respecto a la salud es aproximadamente de -0,15. En comparación, los estimados de la elasticidad de costos con respecto a la salud obtenidos por Antle y Pingali en el estudio de dos zonas de producción arrocera en las Filipinas fluctuaron entre -0,13 y -0,36.

Los parámetros de la función de producción de salud son altamente significativos e indican, como se esperaba, que los agricultores con puntajes más altos de inteligencia verbal (c_1 y c_2) tienen también una función neuroconductual más alta. La cantidad total de carbofurán aplicada durante la campaña tiene el efecto hipotético negativo sobre la función neuroconductual.

Al combinar la función de costos con la función de salud, observamos que, mientras la función neuroconductual de los agrícultores es mayor, se reduce el costo promedio de la producción, mientras que el mayor uso del insecticida carbofurán incrementa la producción del cultivo pero reduce la función neuroconductual. Para evaluar los efectos netos de un cambio en el uso del carbofurán, simulamos el modelo sobre un rango de precios del carbofurán (desde el 50% por debajo del precio medio observado, hasta un 200% por sobre el mismo). Para investigar los efectos de la eficiencia de algunas restricciones alternativas sobre los plaguicidas, se realizó la simulación con el impuesto gravado sobre el carbofurán solamente y con el impuesto gravado sobre todos los plaguicidas. Para investigar la importancia del efecto de salud en la función de costos, también simulamos el sistema de ecuaciones (1)-(3) y para comparar se hizo la estimación también sin la variable de salud en la función de costos (esto es, con y = 0). Los resultados de las simulaciones se presentan en las Figuras 7.1 y 7.2.

La Figura 7.1 muestra los efectos simulados del impuesto a los plaguicidas sobre la salud del agricultor, medidos por el puntaje medio neuroconductual. Como se esperaba, la salud aumenta monotónicamente en relación con la tasa del impuesto, debido a que el uso de plaguicidas está relacionado negativamente con la tasa del impuesto. La pendiente de la relación es más alta cuando el efecto de la salud sobre la productividad es tomado en cuenta. Esta figura muestra también que existe poca diferencia entre un impuesto sobre el carbofurán solamente y un impuesto gravado sobre todos los plaguicidas, en términos de los resultados de salud. Esto se debe a que hay poca sustitución entre el carbofurán y los otros insumos plaguicidas.

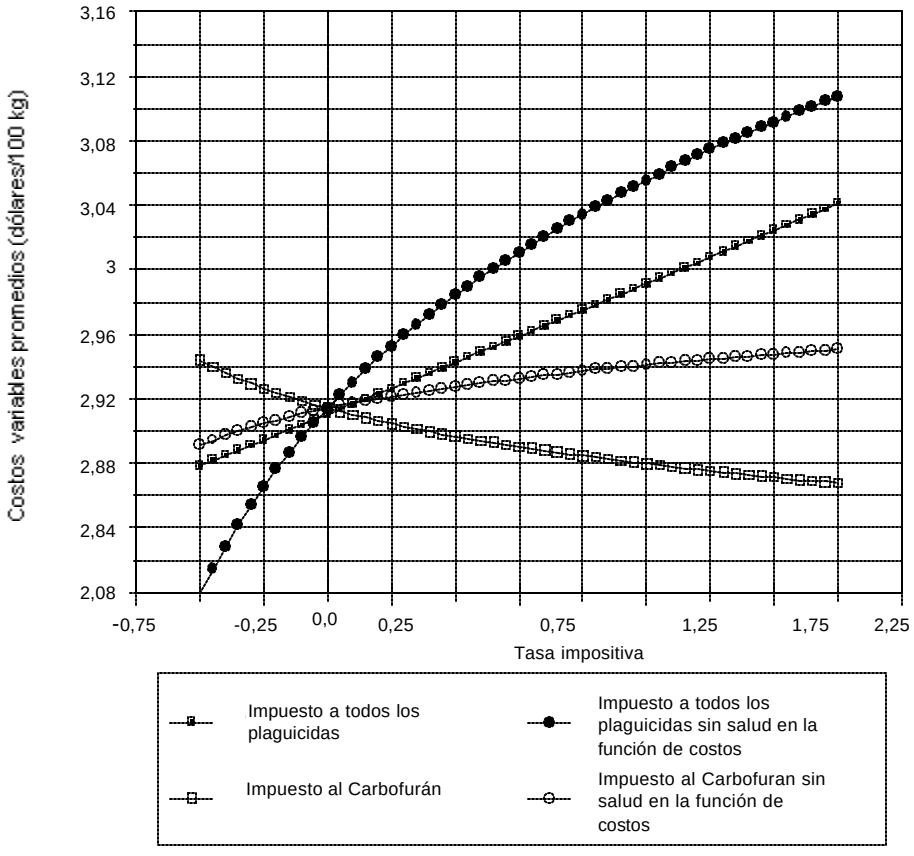
Figura 7.1 Efectos simulados del impuesto gravado a plaguicidas sobre la salud de los agricultores medidos en relación con el puntaje neuroconductual medio



La Figura 7.2 muestra el efecto que tiene el impuesto gravado a los plaguicidas sobre el promedio de costos variables de la producción. Aquí observamos que emergen varios resultados interesantes. Primero, cuando se usa una especificación

convencional de la función de costos y se excluye a la salud de dicha función, un impuesto sobre el carbofurán o un impuesto sobre todos los plaguicidas incrementa el costo variable promedio de la producción, como lo pronostica la teoría económica. En segundo lugar, cuando se incluye a la salud en la función de los costos, un impuesto gravado sobre el carbofurán solamente resulta en una relación negativa entre la tasa del impuesto y el costo promedio. Este resultado se produce porque el efecto positivo de un precio más alto de los plaguicidas es más que desplazado por el efecto reductor de los costos que provoca la salud mejorada. Este resultado es similar al hallado por Antle y Pingali, donde un impuesto sobre los plaguicidas, dedicado o enfocado en los insecticidas en la producción arrocera, incrementaría la productividad. Sin embargo, cuando se grava un impuesto sobre todos los plaguicidas, emerge una relación positiva porque el efecto del impuesto sobre el costo excede el efecto de la salud en la función de costos.

Figura 7.2 Efecto del impuesto a los plaguicidas sobre los costos variables promedio de la producción



La implicación clara de estos hallazgos sobre estas políticas es que al reducir el uso del carbofurán constituye una propuesta de ganar-ganar: los agricultores gozarían de una mejor salud y serían más productivos si se redujera el uso de carbofurán, debido a que las ganancias para la productividad por causa de una salud mejorada superan los efectos negativos de la productividad por la reducción del uso de plaguicidas. Sin embargo, una política para reducir todo el uso de plaguicidas sería menos eficiente y daría un resultado ganar-perder entre la salud y la productividad.

Para concluir, hacemos notar que se usa un impuesto a los plaguicidas en las simulaciones para ilustrar los efectos que se producirían al cambiar el uso de plaguicidas. Promovemos otro tipo de análisis de políticas en el capítulo subsiguiente, donde mostramos las bondades de políticas que enfatizan cambios de tecnologías.

Los impuestos son políticas representativas de incentivos. Además, varios tipos de políticas regulatorias están a disposición de los encargados de formular las políticas. Por ejemplo, en los Estados Unidos los plaguicidas de alto riesgo pueden ser aplicados solamente por personas capacitadas para ello. Adicionalmente, muchos países restringen la disponibilidad de ciertos plaguicidas nocivos para el medio ambiente o plaguicidas peligrosos, o incluyen en las etiquetas de los productos avisos e instrucciones sobre el uso de productos riesgosos en las fincas. Existen también opciones importantes de políticas en lo tecnológico y lo educativo, incluidos el manejo integrado de plagas y enfermedades, el desarrollo de variedades resistentes a la lancha (tizón tardío) y programas para promover el uso de vestimenta de protección. Estas políticas podrían mejorar la productividad y la salud de la población agricultora sin imponer pérdidas de productividad que pudieran asociarse al uso reducido de plaguicidas.

Las políticas comerciales y las políticas sobre las tasas de cambio relacionadas podrían también tener un impacto significativo en el uso de los plaguicidas, en la calidad ambiental, en la productividad y en la salud (Antle et al., 1996). Las políticas ecuatorianas sobre las tasas de cambio han subsidiado efectivamente la importación de plaguicidas, tales como el carbofurán, en aproximadamente un 30% (Lee y Espinosa, 1997). Debido a que este cambio de políticas equivaldría a un impuesto uniforme gravado sobre todos los tipos de plaguicidas, el análisis que aquí se presenta implica que la eliminación de este subsidio reduciría todos los tipos de plaguicidas y mejoraría la salud, aunque podría incidir sobre la productividad de manera adversa.

Bibliografía

Anger, W.K., M.G. Castillo, Y.X. Liang, R. Amador, J. Hooisma, D.W. Chrislip, D. Mergler, M. Kiefer, J. Hörtnagl, L. Fournier, B. Dudek, E. Zsögön. "Comparison of performance from three continents on the WHO-recommended eurobehavioral Core Test Battery." Environmental Research 62 (1983): 125-147.

Antle, J.M. and P. Pingali, (1994), "Pesticides, Productivity, and Farmer Health: "A Philippine Case Study", American Journal of Agricultural Economics 76 (August 1994): 418-430.

Antle, J.M. and S.M. Capalbo, "Pesticides, Productivity, and Farmer Health: Implications for Regulatory Policy and Agricultural Research," American Journal of Agricultural Economics 76 (August 1994): 598-602.

Antle, J.M., S.M. Capalbo, and C.C. Crissman, (1994). "Econometric Production Models with Endogenous Input Timing: An Application to Ecuadorian Patato Production," Journal of Agricultural and Resource Economics 19 (July 1994): 1-18.

Antle, J.M., C.C. Crissman, R.J. Wagenet, and J.L. Hutson, "Empirical Foundations of Enviroment-Trade Linkages: Implications of an Andean Study." Chapter 12 in M.E. Bredahl, N. Ballerger, J.C. Dunmore, and T.L. roe, eds. Agriculture and the Environment: Discovering the Critical Linkages. Boulder: Westview Press, 1996.

Antle, J.M., D.C. Cole, and C.C. Crissman, (1998). "Fanther evidence on perticides, productivity and farmer health: Potate production in Ecuador". Agricultural Economics: An International Journal. 2 (18): 199-208.

Cassito, M.G., D. Camerino, H. Hänninen, and W.K. Anger. "International Collaboration to Evaluate the WHO Neurobehavioural Core Test Battery." In B.L. Johnson, W.K. Anger, A. Durao, C. Xintars, eds. Advances in Neurobehavioural Toxicology: Applications in Environmental and Occupational Health. Chelsea, MI: Lewis, 1990, pp. 203-223.

Cole, D.C., F. Carpio, J. Julian, N. Leon, R. Carbotte, H. de Almeida. "Neuroligical Outcomes Among Farm and Non-Tarm Rural Ecuadorians." Neurotoxicology and Teratology 1997 19 (4) pp.277-286.

Crissman, C.C., J.M. Antle and S.M. Capalbo, eds. Economic, Environmental, and Health Tradeoffs in Agriculture. Pesticides and The Sustainability of Andean Potato Production. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1998.

Gerchon, S., and F.H. Shaw. "Psychiatric Sequelae of Chronic Exposure to Organophosphorus Insecticides. Lancet 1961: 1371-1374.

Lee, D.R., P. Espinosa. "Economic Reforms and Changing Pesticide Policies in Ecuador and Colombia." Chaper 6 in C.C. Crissman, J.M. Antle and S.M. Capalbo, eds., Economic, Environmental, and Health Tradeoffs in Agriculture. Pesticides and The Sustainability of Andean Potato Production. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1998.

Rosenstock, L., M. Keifer, W. Daniell, R. McConnell, K. Claypoole and the Pesticide Health Effects Study Group. "Chronic Central Nervous System Effects of Acute Organophosphate Pesticide Intoxication." Lancet 338 (July 1991): 223-227.

Capítulo 8

RELACIONES DE INTERCAMBIO EXISTENTES ENTRE AGRICULTURA, MEDIO AMBIENTE Y SALUD HUMANA CON EL USO DE PLAGUICIDAS

Charles Crissman, David Yanggen, John Antle, Donald Cole, Jetse Stoorvogel, Víctor Hugo Barrera, Patricio Espinosa y Walter Bowen

Introducción

El debate sobre reglamentaciones en el uso de plaguicidas mencionado en la introducción del libro ilustra las relaciones de intercambio que frecuentemente tienen lugar en los debates acerca de políticas. En estos debates, generalmente uno de los grupos percibe que se verá en desventaja como consecuencia de la aplicación de alguna política que es de interés del otro grupo. Los políticos deben buscar un balance entre las demandas opuestas de ambos grupos e idealmente buscarían complacer a ambos. En este capítulo, se presenta un análisis de políticas del uso de plaguicidas y se enfoca en las relaciones de intercambio que más preocupan a los formuladores de políticas. El análisis integrado permite la comparación de los distintos impactos de políticas que, por lo general, no se pueden comparar de una manera directa.

El propósito de este capítulo es contribuir con información al debate sobre el uso de los plaguicidas en la producción de papa en Ecuador. Al tomar como referencia el plaguicida carbofurán, se analizan las relaciones de intercambio entre la producción agrícola y dos de los principales problemas asociados con el uso de plaguicidas: lixiviación al medio ambiente y salud de los agricultores. El análisis se ha llevado a cabo mediante el uso del Modelo de Análisis de Relaciones de Intercambio (ARI). El Modelo ARI simula las decisiones de producción de los agricultores y los efectos nocivos sobre el medio ambiente y la salud humana causados por los plaguicidas.

La siguiente sección resume los distintos tipos de políticas en cuanto al uso de plaguicidas y aquellas que se han aplicado en el Ecuador en las últimas décadas. A

continuación se describe la Metodología de Análisis de Relaciones de Intercambio (Metodología ARI), que es una herramienta diseñada para apoyar el análisis de políticas. La cuarta sección presenta de manera detallada la implementación de la Metodología ARI en el presente estudio. La quinta sección analiza los resultados de la aplicación del modelo. Finalmente, el documento termina con una sección que presenta el resumen y las conclusiones.

Políticas que influyen en el uso de plaguicidas

Existen dos clases básicas de políticas: reglamentaciones e incentivos. Las políticas de reglamentación son aquellas que rigen distintos tipos de comportamiento e incluyen elementos como prohibiciones, concesión de licencias y control de calidad. El ejemplo de la EPA (Agencia de Protección del Medio Ambiente, de EEUU) y del carbofurán combina estos tres mecanismos: la EPA regula el control de calidad de la producción, requiere que los aplicadores obtengan licencias y prohíbe su uso en ciertos cultivos. No obstante, es necesario hacer cumplir las políticas de reglamentación. La EPA tiene un sistema que requiere la presentación de informes y cuenta con inspectores y multas para hacer cumplir sus normas. El contar con reguladores es costoso y, en un país como Ecuador, financiar el cumplimiento de las reglamentaciones es difícil.

La otra categoría de políticas busca cambiar comportamientos por medio de un cambio en los incentivos. El ser humano responde a cambios en los costos relativos de sus opciones. Las políticas de incentivos generan cambios en cuanto a los costos relativos de sus opciones. Los impuestos y subsidios son políticas de incentivo comunes que se pueden aplicar en un sinnúmero de formas, tanto directa como indirectamente. Un ejemplo de la aplicación directa son los impuestos sobre los cigarrillos para desincentivar su consumo y la aplicación de subsidios en la transportación pública para incentivar su uso. Las aplicaciones indirectas incluyen la fijación de cupos de importación para restringir los volúmenes o la fijación de tasas de cambio sobrevaloradas para fomentar las importaciones.

Un ejemplo de una política de incentivo dirigida a ampliar las opciones tecnológicas de los agricultores es el financiamiento de la investigación agrícola. Ésta genera nuevas tecnologías que proporcionan a los agricultores más opciones para la producción.

Existe una amplia gama de políticas gubernamentales, sumadas a subsidios específicos en el uso de plaguicidas, que pueden influir directa o indirectamente en el uso de plaguicidas por parte de los agricultores. Lee y Espinosa (1998) hacen un recuento de las reformas económicas y de los cambios que tuvieron lugar en cuanto a las políticas de uso de plaguicidas en Ecuador, durante el período 1989-1994. La información contenida en esta sección se basa en gran medida en su análisis.

Estos autores presentan una tabla que provee de una distinción muy útil entre "los factores relacionados con precios" y "los factores no relacionados con los precios" (Tabla 8.1). El primero comprende el uso de subsidios directos a los plaguicidas.

También comprende una amplia gama de otras políticas que incluyen políticas comerciales como las exenciones o la reducción en los aranceles de importación y en el acceso preferencial a divisas para la importación de plaguicidas; políticas locales como las exenciones y reducciones en un sinnúmero de impuestos (a las ventas, impuestos indirectos e impuesto al valor agregado); políticas de insumos agrícolas como el crédito subsidiado, y diversos programas gubernamentales, que apoyan a la investigación, el monitoreo, la educación, la descontaminación y la eliminación de plaguicidas. A pesar de que estos últimos están diseñados, en parte para reducir los riesgos del uso de plaguicidas, para el medio ambiente y la salud, también tienen el efecto de subsidiar el uso de plaguicidas en relación con los insumos no químicos. Una política de precios de especial importancia es la política gubernamental sobre las tasas de cambio, que en muchos países ha creado subsidios significativos para la importación de plaguicidas mediante la sobrevaloración de la moneda nacional. En Ecuador, esta opción de política ha desaparecido con la dolarización.

Tabla 8.1 Factores relacionados con los precios y otras políticas que fomentan el uso de plaguicidas

Factores relacionados con los precios	Otros factores
Subsidios directos a los plaguicidas y prestación de servicios en cuanto a su uso.	Inversión gubernamental en investigación sobre plaguicidas.
Acceso preferencial a divisas; sobrevaloración del circulante.	Provisión de información acerca del control de plaguicidas por parte del Gobierno y organismos donantes.
Reducciones y exenciones en los aranceles de importación.	Políticas de erradicación de plagas que favorezcan los controles químicos.
Ayuda internacional de bajo costo o sin costo.	Asistencia técnica y provisión de información por parte de la industria de agroquímicos.
Ventas, impuestos indirectos, reducciones y exenciones al valor agregado.	Programas gubernamentales de educación, capacitación y extensión agrícolas que favorezcan los controles químicos.
Controles en los márgenes de precio y comercialización.	Falta de información, capacitación y asistencia técnicas acerca de medidas alternativas de control de plagas.
Subsidio de las industrias locales de producción de plaguicidas mediante la reducción de impuestos, aplicación de aranceles sobre las importaciones, incentivos a la inversión, etc.	
Crédito agrícola subsidiado.	
Apoyo gubernamental para el control de plagas durante los brotes más severos.	
Apoyo financiero gubernamental para el monitoreo por contaminación de plaguicidas, monitoreo, laboratorios, eliminación de desechos.	

Fuente: Lee y Espinosa, 1998 (usado con permiso).

Muchas de las políticas no relacionadas con los precios que influyen en el uso de plaguicidas están relacionadas con un sesgo en las inversiones del sector público dirigidas hacia el control de químicos, así como con la falta de información y de apoyo para estrategias alternativas de control de plagas (Farah, 1994). Un ejemplo es el financiamiento que frecuentemente hace el sector público para el desarrollo de servicios de apoyo como la investigación, la extensión, la capacitación de agricultores sobre el control de químicos, mientras que prácticas alternativas, como el manejo integrado de plagas cuentan con un apoyo significativamente menor. Debido a que en los últimos años el papel del sector público en la agricultura ha disminuido en varios países latinoamericanos, la dependencia de los agricultores de la industria agroquímica y sus representantes para obtener asistencia para el manejo de plagas y el uso de plaguicidas muy probablemente ha aumentado.

En su conjunto, estas políticas han reducido los costos de los plaguicidas y han incrementado la disponibilidad de información sobre su uso para los agricultores. La reducción de los costos de los plaguicidas mejora su rentabilidad económica en comparación con otros insumos y con otras medidas de control de plagas. Asimismo, la mayor disponibilidad de información acerca del uso de plaguicidas ha incentivado a los agricultores a usar controles químicos en vez de medidas alternativas.

En Ecuador, donde el uso de plaguicidas depende en su totalidad de las importaciones, históricamente los plaguicidas han contado con subsidios gracias a una amplia variedad de mecanismos políticos. Un análisis de las políticas ecuatorianas aplicadas a inicios de la década de 1980 reveló que los importadores de plaguicidas se beneficiaban de una tasa de cambio preferencial "oficial" que se encontraba significativamente sobrevalorada, por ejemplo, en 33%, en 1982 (Repetto, 1985). Esto último creó un subsidio efectivo sustancial para la importación de plaguicidas. La importación de plaguicidas también se benefició de una reducción en los aranceles, así como de descuentos. En conjunto, estos dos factores permitieron una tasa de aranceles efectiva inferior al 2%, comparada con un impuesto promedio ponderado en todas las importaciones superiores al 50%. El uso de plaguicidas se subsidió aún más, mediante la exención tributaria en las ventas y un sistema de control de precios de venta al por mayor y al por menor.

El sistema de precios limitaba el incremento de los precios de los plaguicidas, mediante el establecimiento de un techo en los costos de producción y comercialización y en los márgenes de los precios de venta al por mayor y al por menor. No obstante, la evidencia sugiere que este sistema de control de precios fue poco efectivo, debido a la presencia de costos y márgenes de ganancia que se ubicaron sobre el nivel competitivo, así como a una débil ejecución de este sistema (Repetto, 1985; Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), 1994). Finalmente, al nivel de finca, el uso de plaguicidas se fomentó debido al crédito agrícola subsidiado, empleado para la compra de plaguicidas y otros insumos y también gracias a que las asociaciones agrícolas pudieron importar plaguicidas directamente, lo que benefició especialmente a los agricultores con fincas de mayor extensión.

A fines de la década de 1980 y principios de la década de 1990, se mantenían muchos de estos mecanismos de subsidio, a pesar de que los niveles de subsidio efectivo sobre los plaguicidas y los incentivos que éstos creaban para el uso de plaguicidas habían disminuido sustancialmente. Como resultado de las políticas macroeconómicas con mejor orientación de mercado, los subsidios efectivos a la importación que se originaban en el acceso preferencial a divisas y en una tasa de cambio oficial sobrevalorada, habían disminuido marcadamente para finales de la década de 1980 (Scobie, Jardine, y Greene, 1991). No obstante, el retorno hacia un manejo activo de la tasa de cambio causó un abrupto incremento en la tasa de cambio real y una sobrevaloración del sucre, moneda oficial en el período 1993-1995.

Las importaciones de plaguicidas continuaron beneficiándose de derechos de importación preferenciales, si bien las tarifas para la totalidad de bienes importados experimentaron un fuerte descenso durante el decenio de 1980, lo que implica que el papel efectivo de las exenciones arancelarias disminuyó en gran medida. Durante los primeros años de la década de 1990, continuaron aplicándose controles en los precios y en los márgenes de las ventas de plaguicidas, hasta ser eliminados en 1992. Las exenciones de los impuestos a las ventas y al valor agregado, sin embargo, se han mantenido. Además, se ha mantenido el crédito agrícola subsidiado, si bien a niveles efectivos reducidos.

En conclusión, está claro que las reformas macroeconómicas y de políticas sectoriales que se implementaron a finales de la década de 1980 e inicios de la década de 1990 disminuyeron significativamente los subsidios efectivos para los plaguicidas durante el decenio de 1980. Repetto (1985) y Lee y Espinosa (1998) encontraron que el subsidio efectivo promedio se ubicó entre 41-55% a inicios de la década de 1980 y entre 10-25% a fines de la década de 1980 y principios del decenio de 1990.

Metodología de Análisis de Relaciones de Intercambio (ARI)

Curvas de relaciones de intercambio

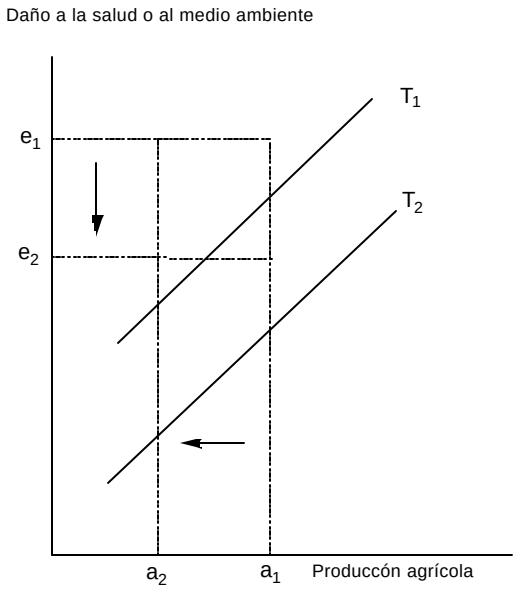
En el análisis de las políticas, el interés se centra en predecir o en evaluar el impacto de las distintas opciones de políticas. Para que el análisis sea relevante para los políticos, es necesario poder responder a preguntas como "¿qué pasaría si…?", o "¿quién se beneficiaría o quién resultaría perjudicado si…?" Las curvas de relaciones de intercambio, que son el producto final de este análisis, permiten a los formuladores de políticas responder a este tipo de preguntas.

Como ya se ha demostrado en los capítulos anteriores de la presente publicación, el análisis de las políticas relacionadas con los químicos agrícolas debe proveer respuestas para aquellos interesados en la agricultura, el medio ambiente y la salud humana. El Modelo ARI cuantifica las relaciones existentes entre indicadores económicos, medio ambientales y de salud. Este análisis mide estos indicadores al nivel de una parcela y luego agrega los resultados de parcelas individuales hasta alcanzar los niveles de cuenca o regionales. Los resultados agregados del análisis

forman curvas de relaciones de intercambio. El desarrollo de este método se describe en Crissman, Antle y Capalbo (1998).

Frecuentemente, las ganancias obtenidas en una área causan pérdidas en otra área y, por esta razón, las curvas de relaciones de intercambio presentan la forma que se grafica en la Figura 8.1. A partir de cero, el eje vertical registra niveles crecientes de impacto negativo en cuanto a la salud o el medio ambiente. El eje horizontal presenta el valor de la producción agrícola. Este ejemplo representa el caso típico en donde un aumento en el valor económico de la producción agrícola aumenta también el daño a la salud o al medio ambiente.

Figura 8.1 Curvas de relaciones de intercambio



Una curva muestra los distintos niveles del valor de la producción agrícola y el impacto medio ambiental o en la salud que presenta una tecnología de producción dada. La curva T_1 puede representar una tecnología de producción que depende del empleo de agroquímicos. La curva T_2 puede representar el uso de tecnologías de manejo integrado de plagas que reducen el uso de plaguicidas. Un nivel específico del valor de la producción agrícola como a_1 depende de los precios relativos de productos e insumos agrícolas. Este nivel de producción se asocia con un nivel de daño como e_1.

Los cambios en los precios relativos hacen que los agricultores cambien el uso de la tierra y la aplicación de insumos, lo que resultaría en un desplazamiento a lo largo de la curva. La fijación de un impuesto sobre los plaguicidas, por ejemplo,

incrementaría los costos de la producción y reduciría el uso de plaguicidas. Para la curva T_1, el valor de la producción agrícola podría disminuir a un a_2, con un daño a la salud o al medio ambiente reducido, hasta alcanzar e_2. Por lo tanto, los beneficios en el sector salud se obtienen en detrimento de los ingresos en el sector agrícola. La curva T_2, por su parte, representa una tecnología que, en comparación con T_1, permite a los agricultores reducir el uso de plaguicidas y mantener la producción. En este ejemplo, se alcanza la meta de reducir el daño a la salud, a la par que se preserva el valor de la producción agrícola.

Los políticos emplean curvas de relaciones de intercambio de manera implícita en su desempeño diario. Debido a la naturaleza de su función, ellos dialogan, tanto con los actores que obtienen beneficios, como con aquellos que se ven perjudicados como consecuencia de la aplicación de políticas. La curva de relaciones de intercambio no es sino una expresión concreta de lo que, por lo general, es una apreciación mental. Al usar una curva de relación de intercambio, el político o el analista puede determinar qué valor de producción agrícola habría que sacrificar para obtener una mejora o unidad adicional de salud. Las decisiones políticas determinarán el nivel de sacrificio aceptable entre los indicadores de sostenibilidad.

El proceso de la Metodología ARI

La Metodología ARI es un proceso que requiere de la participación de varios grupos que contribuyan al desarrollo concertado de políticas. La participación de actores interesados es una parte integral del análisis. Es necesaria para asegurar que el análisis incluya los problemas prioritarios de la zona bajo estudio y para facilitar la difusión de los resultados al final de la investigación.

El proceso se inicia con la identificación, por parte de los interesados sociales, formuladores de políticas y científicos, de los problemas prioritarios medio ambientales y de producción agrícola donde se va a realizar la investigación. Estos actores también identifican los indicadores de sostenibilidad relacionados con los problemas prioritarios. Los indicadores pueden incluir fenómenos como efectos de la exposición a plaguicidas, contaminación de aguas subterráneas por plaguicidas, erosión del suelo, producción agrícola total o el valor de esa producción. Los participantes, entonces, generan hipótesis acerca de la naturaleza de las potenciales relaciones de intercambio. Las opciones de políticas que podrían generar cambios en aquellas relaciones de intercambio se denominan escenarios.

La segunda fase del proceso implica el diseño y la implementación de la investigación. En primer lugar, se identifican los modelos y los datos necesarios. A continuación, se recolectan los datos y se lleva a cabo la investigación disciplinaria necesaria. Finalmente, los resultados de la investigación se integran y se agregan a una escala relevante para el análisis de políticas y se construyen curvas de relaciones de intercambio. Un software interface para el usuario facilita la creación de nexos entre los modelos disciplinarios y permite un manejo efectivo de la base de datos, así como

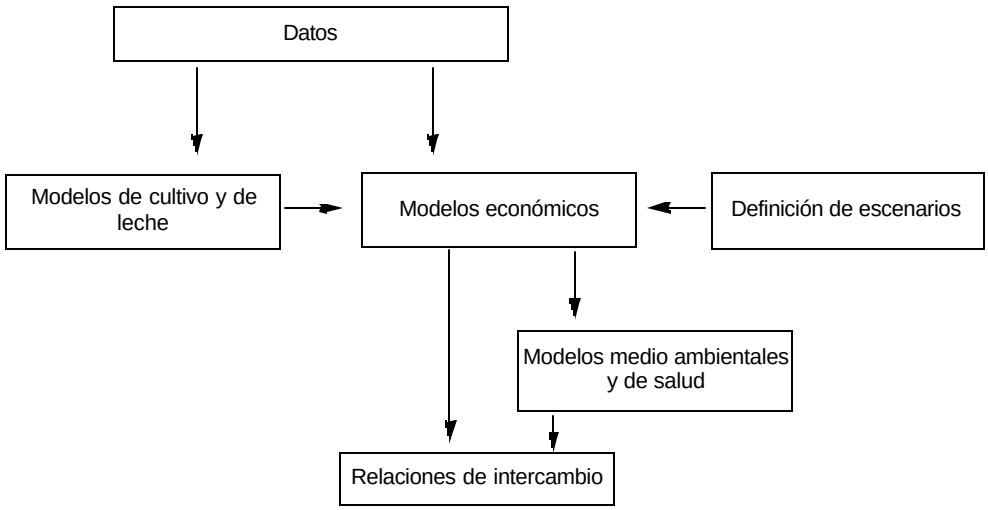
la agregación y la presentación de resultados. Este software interface se conoce como el Modelo ARI.

La última etapa principal en este proceso es la presentación de los resultados obtenidos a partir de este análisis a los formuladores de políticas y a los diversos actores públicos y privados. De esta manera, tanto los individuos como las instituciones que están involucradas pueden servirse de esta información en el proceso de toma de decisiones relacionadas con las políticas agrícolas, medio ambientales y de salud.

El Modelo ARI

El Modelo ARI es un software que enlaza distintos modelos cuantitativos y bases de datos y que permite al usuario analizar escenarios de políticas de precios y de tecnologías. Este software corre estos escenarios y luego agrega y presenta los resultados en forma de curvas de relaciones de intercambio. El Modelo ARI se desarrolló inicialmente con el fin de analizar los escenarios relacionados con los plaguicidas que se analizan en la presente publicación (Crissman, Antle y Capalbo, 1998). En la actualidad, está disponible una versión más generalizada del modelo. La nueva versión puede adaptarse para ser utilizada en distintos entornos agrícolas y medio ambientales para diversos tipos de preguntas sobre políticas. La estructura de la nueva versión se describe en Stoorvogel et al. (2001).

Figura 8.2 Elementos del modelo ARI



La estructura simplificada del Modelo ARI se ilustra en la figura 8.2. Los modelos emplean bases de datos de información económica y biofísica sobre las parcelas almacenadas en sistemas de información geográficas (SIG). Los modelos de cultivos y de leche estiman la "productividad inherente" de las parcelas según la variación biofísica (suelos y clima). Los modelos económicos incorporan la productividad inherente como variable explicativa, junto con factores económicos en las regresiones econométricas de producción (Antle y Capalbo, 2001).

Los escenarios cambian parámetros clave en los modelos económicos, para replicar el impacto de una política de precios o de tecnología. A continuación, el SIG del modelo selecciona una muestra de parcelas al azar. Con esta muestra de parcelas se corre el modelo de simulación económica para cada escenario. La actividad de producción que genera el mayor ingreso determina la decisión del uso y después del manejo de la tierra para cada parcela muestreada. Los resultados de los modelos económicos entran en los modelos medio ambientales o de salud.

Debido a que los distintos modelos están integrados por el Modelo ARI y comparten las mismas bases de datos, los resultados pueden mostrarse, ya sea en su dimensión económica, de salud o biofísica. El usuario puede seleccionar el par de dimensiones en las que el Modelo ARI agregará y presentará los resultados. Los resultados se pueden presentar como puntos para las parcelas individuales o bien como curvas construidas sobre la base de estos puntos. Por lo general, al correr el modelo, se obtienen resultados para varios miles de parcelas, así que la opción de presentar estos resultados en forma de curvas de relaciones de intercambio simplifica su interpretación.

Aplicación del Modelo ARI: escenarios de plaguicidas

Se aplicó el Modelo ARI en la región de Carchi para examinar los impactos agrícolas, medio ambientales y de salud del uso de plaguicidas en la producción de papa. Dada su importancia (ver capítulo 1), se analizaron los impactos medio ambientales de la lixiviación del mancozeb y los efectos medio ambientales y de salud que se derivan de la aplicación de carbofurán.

El modelo ambiental que se utiliza en esta aplicación es un modelo de lixiviación de plaguicidas que se llama LEACHP/LEACHSum, y el modelo de salud que se utiliza es el que ya se presentó en el capítulo anterior. El LEACHP/LEACHSum calcula los kilogramos de ingrediente activo que se percolan por debajo de la capa radicular de la planta de papa.

El modelo de los efectos de salud, por su parte, calcula los cambios que tienen lugar en la media del puntaje de la prueba de comportamiento neuronal o MNBS *(mean neurobehavioral score).* Los insecticidas empleados con mayor frecuencia en el cultivo de la papa son carbofurán y metamidofos, ambas neurotoxinas, clasificadas en la categoría Ib de la Organización Mundial de la Salud, que corresponde a plaguicidas altamente tóxicos. El MNBS se calcula a partir de un conjunto de pruebas de

comportamiento neuronal realizado en individuos pertenecientes a las poblaciones en riesgo y en una población de control (ver capítulo 6).

Los efectos de salud y lixiviación se presentan en los ejes verticales. Los ingresos agrícolas que se calculan en el modelo económico representan el ingreso total proveniente de la actividad lechera o de la producción de papa en la parcela. Este cálculo se presenta en el eje horizontal.

Escenarios

Se corrieron varios escenarios de políticas y tecnologías que podrían afectar el uso de la tierra y las decisiones de manejo de la misma por parte de los agricultores en Carchi. Se incluyeron políticas de precios que podrían afectar a los precios de productos y de insumos. Se incluyeron también políticas de tecnologías basadas en MIP y el uso de ropa de protección. Es menester recordar que los escenarios de precios desplazan los resultados del modelo a lo largo de una curva de relaciones de intercambio dada, mientras que los escenarios tecnológicos producen una curva diferente. Por esta razón, los escenarios, tanto de precios como de tecnologías, son necesarios para producir curvas de relaciones de intercambio.

Escenarios de precios

La agricultura en Carchi está orientada al mercado y las decisiones en cuanto al uso de la tierra dependen, en gran medida, de la rentabilidad relativa entre la producción de papa y de leche. Los precios de la leche no procesada experimentan una fluctuación inferior al 3% por año, pero éstos han sido controlados por el gobierno. De manera similar a los precios de los plaguicidas, los precios de la leche se han visto afectados por una serie de políticas gubernamentales que han fluctuado entre sancionar y subsidiar la producción lechera. Durante el período 1990-1995, las sanciones que se derivaron del conjunto de políticas alcanzaron, incluso, el 34 %, y los subsidios, hasta el 13% (Peñaherrera, 1998).

Debido a que la papa es un producto voluminoso y perecible, el Gobierno ecuatoriano nunca ha tratado de controlar los precios y éstos frecuentemente varían en más de un 35% durante el año (SICA, 2000). Más aún, debido a que el Carchi se encuentra ubicado en la frontera con Colombia, se prevé que las variaciones de precios se vean influidas, así mismo, por el mercado en ese país. Los ciclos anuales de precios en las principales ciudades de Ecuador y Colombia no se encuentran sincronizados. Cuando los precios en Quito y Guayaquil son bajos, éstos frecuentemente son altos en los mercados colombianos, y viceversa. Por lo que se han previsto cambios en los precios de la leche y la papa sobre la base de los cambios del mercado, del comercio internacional y de las políticas gubernamentales en cuanto a la producción lechera.

Los efectos combinados de las diferentes políticas de precios y aquellas no relacionadas a los precios, por lo general influyeron en los subsidios a los plaguicidas agrícolas durante la última década. Este subsidio experimentó una fluctuación entre el 35% a menos del 10%. Tomando como base la experiencia histórica en cuanto a políticas, también se han planteado previsiones acerca de una gama de precios de los plaguicidas basadas en los costos cambiantes que se derivan de las tasas de cambio, los aranceles de importación, impuestos a la venta o a partir de la remoción del crédito subsidiado.

Para los escenarios de precios presentados aquí, los precios de los plaguicidas se establecieron en valores entre 25 % y 50 % por encima y por debajo de los precios bases. Asimismo, el precio de la papa se estableció en valores entre 25 % y 50 % por encima y por debajo del precio base. Se asumió también que los precios de plaguicidas se movieron en la dirección opuesta a los cambios de los precios de la papa. Debido a esto, el primer punto de relaciones de intercambio corresponde a los precios de los plaguicidas, ubicados por encima del 50 % de los valores de base y el precio de la papa, que se ubicó en un 50% por debajo del valor de base. El quinto punto de relaciones de intercambio presenta precios de plaguicidas 50% inferiores a los valores de base, y el precio para la papa, en un 50% superior al valor de base.

La dispersión de puntos de relaciones de intercambio resulta, por una parte, de precios que fomentan la producción de leche en comparación a la producción de papa (altos precios de plaguicidas y bajos precios de papa) y, por otra parte, de precios que fomentan la producción de papa en comparación a la producción de leche (bajos precios de plaguicidas y altos precios de papa). Para cada punto de relación de intercambio (que representa un entorno de precios), se tomaron 50 parcelas y se simularon cinco ciclos de producción. A fin de generar una distribución de estos resultados, cada una de las 50 simulaciones de parcelas se replica 10 veces. Por lo que, para cada entorno de precios, se simularon un total de 50 x 5 x 10 = 2.500 ciclos de cultivo. La rotación de cultivos alcanza un promedio de dos cultivos de papa (ciclos) por cada ciclo de producción de pasto, y existe un porcentaje de aproximadamente nueve aplicaciones de plaguicidas en cada ciclo de papa. No se usan plaguicidas en la producción de leche.

Escenarios de tecnologías

El análisis se enfocó en dos políticas que podrían afectar el uso de plaguicidas en el sistema de producción de papa en Carchi. El primer escenario de tecnología es una política de extensión agrícola empleada para promover las tecnologías de manejo integrado de plagas (MIP) para hacer frente al gusano blanco, también denominado el gorgojo de los Andes *(Premnotrypes vorax).* En cooperación con el CIP y otros programas de investigación agrícola nacionales que se llevan a cabo en la región, el INIAP ha desarrollado excelentes metodologías de control para el gusano blanco. Estas metodologías dependen de la comprensión del ciclo de vida del insecto y tienen

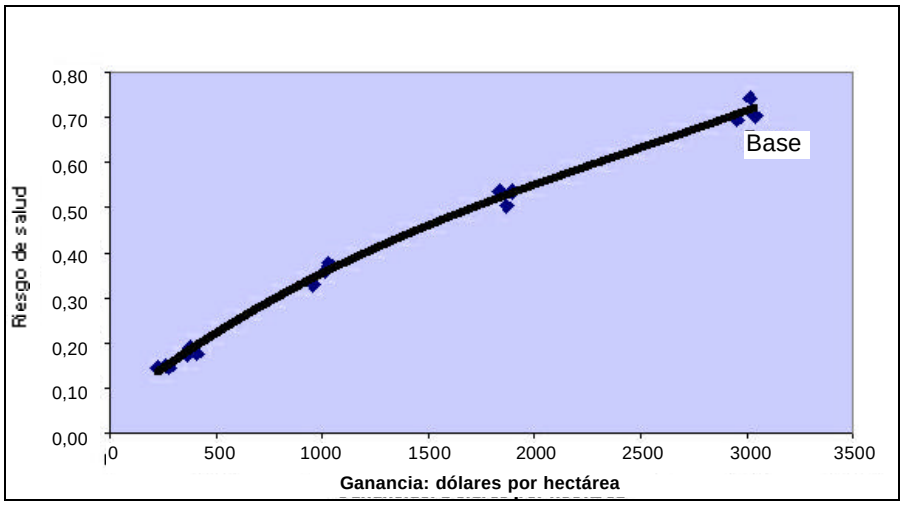
como resultado el control eficiente del mismo, con una importante reducción en el empleo de carbofurán (Unda et al., 1999). Para este escenario, se ha asumido un 80% de la reducción en el empleo de carbofurán y la adopción de MIP en alrededor del 80% del área cultivada.

El segundo escenario de tecnología es una política educativa sobre la salud pública, para promover el uso de equipo de protección. En el capítulo 4 se demostró que la mayoría de los casos de exposición a plaguicidas tiene lugar en las manos, los antebrazos y la espalda baja debido a fugas en las bombas de aplicación. El escenario de políticas de salud pública asume dos niveles en el uso de ropa de protección. Para propósitos del análisis, se ha asumido un escenario de bajos niveles, en donde el 40% de los agricultores reduce la exposición en un 30%, y un escenario de niveles altos, en donde el 60% de los agricultores reduce la exposición en un 65%.

Resultados del ARI

La figura 8.3 presenta la dispersión de los puntos de intercambio para los riesgos de salud y los retornos económicos obtenidos con la tecnología de base. Al leer en el eje horizontal, los puntos representan el promedio de dólares por hectárea obtenidos a partir de la producción de papa o de leche. El eje vertical mide el riesgo que el agricultor pueda presentar, una media de la prueba de comportamiento neuronal (MNBS); por lo menos una desviación estándar por debajo del promedio MNBS de la población de control. Una característica clave de los puntos de dispersión es la relación positiva que existe entre las ganancias y el riesgo de un bajo MNBS. Esta relación positiva representa las relaciones de intercambio entre los resultados económicos y de salud humana.

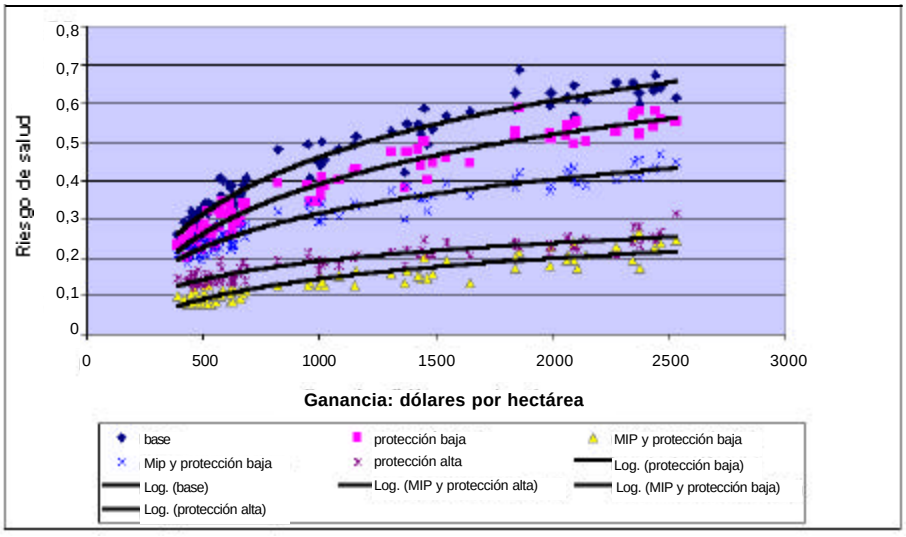
Figura 8.3 Curva de Intercambio Salud y Ganancias con Tecnología de Base



Los resultados demuestran la naturaleza estocástica de los procesos naturales. Las parcelas que presentan el mismo conjunto de precios presentan también niveles diferentes de ingresos y de riesgos a la salud. Los agricultores deben enfrentar procesos climatológicos y biofísicos distintos y éstos influyen sobre la rentabilidad y, por lo tanto, sobre la intensificación de la producción de papa *versus* la producción de leche. Esto, a su vez, influye sobre el grado de uso de plaguicidas que, a su turno, influye sobre la reducción potencial de MNBS. Los puntos que se ubican cerca del origen pertenecen al escenario de bajos precios de papa y de altos precios para los plaguicidas. Este patrón de precios reduce la rentabilidad de la producción de papa y provoca un cambio en el uso de la tierra, de producción de papa hacia la producción de leche y una reducción en el uso de plaguicidas, que no se emplean en la producción lechera.

Lo contrario sucede en el lado opuesto de la curva. Aquí los puntos corresponden a un incremento en los precios de la papa en comparación con los precios de la leche y a los bajos precios de los plaguicidas. Los agricultores responden a esta situación incrementando la producción de papa y empleando más plaguicidas. Según la curva que aparece en la Figura 8.3, las relaciones de intercambio que tienen lugar al incrementar el ingreso potencial por hectárea de $ 1.000 a $ 2.000, corresponde a un riesgo de salud que aumenta de 35%, hasta aproximadamente el 55%.

Figura 8.4 Escenarios de MIP y ropa de protección

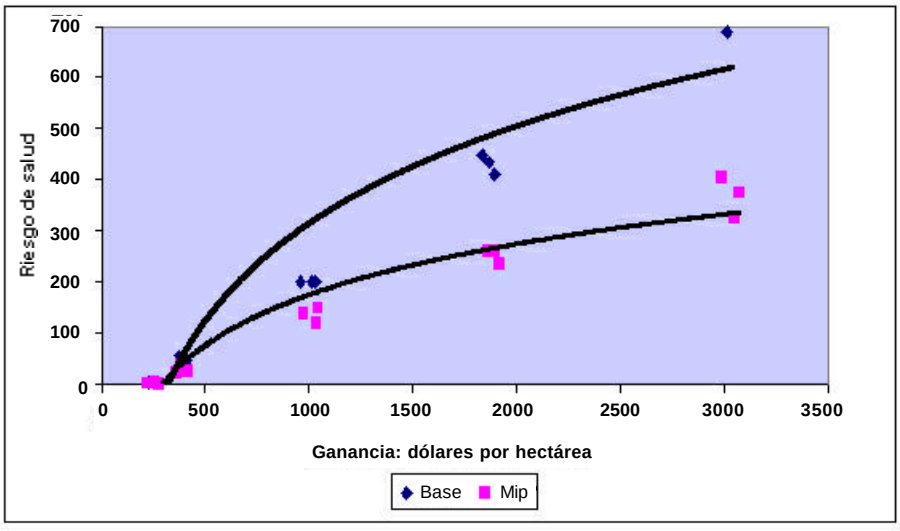


La figura 8.4 presenta los escenarios de MIP y ropa de protección. Estas curvas se forman de los puntos de dispersión, como aquellos presentados en la figura 8.3. La curva que se encuentra en la parte superior representa el escenario base en la figura anterior. Las siguientes dos curvas ilustran los efectos de la adopción, por parte

de los agricultores, de las prácticas de manejo integrado de plagas (MIP) que reducen el uso de carbofurán para controlar el gusano blanco y los efectos de ropa de protección. Estos escenarios demuestran cómo los cambios tecnológicos pueden ofrecer una solución "ganar-ganar", es decir, de beneficio para los distintos problemas presentes. En comparación al caso base, las políticas para promover el MIP o las prácticas de uso de equipo de protección pueden mejorar los ingresos y disminuir los riegos de una reducción de MNBS.

La figura 8.4 también presenta los efectos de combinar MIP y uso de ropa de protección. El MIP, sumado a un escenario de baja seguridad, presenta un efecto sinérgico con las prácticas combinadas, lo que reduce aún más el riesgo que una sola práctica. Las dos curvas restantes de la figura muestran los efectos de un mayor nivel de adopción de ropa de protección (alta seguridad) y los efectos que se derivan de combinar estas prácticas con los métodos MIP. Estas simulaciones indican que la combinación de prácticas de MIP para el gusano blanco y la adopción de ropa de protección podrían reducir significativamente los riesgos de salud que se derivan del uso de insecticidas altamente tóxicos, como el carbofurán.

Figura 8.5 Curva de Intercambio Lixiviación y Ganancias con Tecnología de Base y MIP



La figura 8.5 presenta los estimados de la lixiviación de carbofurán por debajo de la zona radicular en el contexto del escenario base y de manejo MIP. La figura demuestra que la adopción de prácticas de MIP que reducen el uso de carbofurán puede también reducir, de manera significativa, la lixiviación hacia aguas subterráneas y aguas superficiales, y así reducir el riesgo de una contaminación generalizada del medio ambiente. De nuevo hay un mejoramiento en los dos resultados, tanto económicos como ambientales.

Resumen y conclusiones

El enfoque central de la investigación aquí presentada es la demostración de los nexos existentes entre el uso de plaguicidas en la producción de papa y sus impactos en los ingresos de los agricultores, en el medio ambiente y en la salud humana. Se analizan políticas alternativas en el marco de la Metodología ARI. Esta metodología sirve como un sistema de apoyo de decisiones que provee información a los políticos y otros tomadores de decisiones. Así, la Metodología ARI mejora la capacidad de estos actores para evaluar las relaciones de intercambio entre metas distintas y cómo estas relaciones de intercambio pueden ser cambiadas mediante las intervenciones de políticas de tecnologías y de precios. La Metodología ARI provee también un marco que facilita la participación en la investigación de diversos actores, como agricultores, administradores de investigación y formuladores de políticas locales y nacionales. La información que estos actores proveen se emplea para definir los problemas prioritarios, los indicadores de sostenabilidad y los escenarios a ser evaluados.

Las aplicaciones realizadas en Carchi demuestran que las relaciones de intercambio de distintos problemas que enfrentan los sistemas de agricultura sostenible pueden ser estimados de manera empírica. Al demostrar los efectos de la adopción de prácticas de MIP y de ropa de protección se corroboró que es posible obtener resultados "ganar-ganar" entre indicadores económicos, del ambiente y de la salud. Si esta solución, que beneficia a los diversos actores involucrados, se presenta, por ejemplo, a un Ministro de Salud o de Medio Ambiente, estos líderes políticos bien pueden decidir influir en el Ministro de Agricultura respecto a la conveniencia de promover esta alternativa tecnológica.

Por medio de la utilización de información basada en el SIG y las extrapolaciones que éste permite, el modelo puede emplearse en varios niveles de análisis de políticas, desde el nivel comunitario, nivel de cuencas, regional, nacional e internacional. Se prevé que los principales usuarios de la Metodología y del Modelo serán administradores de tecnologías pertenecientes a institutos de investigación agrícola o medio ambiental y analistas de políticas de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales.

Bibliografllía

Antle J.M., y S.M. Capalbo. 2001. Econometric-process models for integrated assessment of agricultural production systems. American Journal of Agricultural Economics 83(2): 389-401.

Crissman, C. C. J. M. Antle, y S.M. Capalbo (Ed.). 1998. Quantifying Tradeoffs in the Environmental, Health and Sustainability Agriculture, pesticide use of in the Andes. Boston: Kluwer Academic Publishers. p.281.

Farah, J. 1994. Pesticide Policies in Developing Countries: Do They Encourage Excessive Use? World Bank Discussion Paper No. 238, World Bank, Washington D.C.

Lee, David y Patricio Espinosa. 1998. Economic Reforms and Changing Pesticide Policies in Ecuador and Colombia. In Quantifying Tradeoffs in the Environmental, Health and Sustainability Agriculture, pesticide use of in the Andes. Crissman, C. C. J. M. Antle, y S.M. Capalbo (Eds.) Boston: Kluwer Academic Publishers.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 1994. Calculations of pesticide component costs (no publicado). Projecto de la Reorientación del Sector Agropecuaria (PRSA), Quito, Ecuador.

Repetto, R. 1985. Paying the Price: Pesticide Subsidies in Developing Countries. Research Report No. 2, World Resources Institute, Washington, DC, December 1985.

Scobie, G.M., V. Jardine y D.D. Green. 1991. The Importance of Trade and Exchange Rate Policies For Agriculture in Ecuador. Food Policy 16 (February 1991): 34-47.

Stoorvogel J.J., J.M. Antle, C.C. Crissman, y W. Bowen. 2001. The Tradeoff Analysis Model Version 3.1: A Policy Decision Support System for Agriculture. User Guide. Laboratory of Soil Science and Geology, Wageningen University, The Netherlands.

Penaherra P., J.G. 1998. Análisis cuantitativo de las distorsiones de precios en la producción de leche en el Ecuador: Estudio de dos casos para el periodo 1990-1995. Disertación de Grado, Facultad de Economía Pontifica Universidad Católica del Ecuador.

Servicio Informático y Censo Agropecuario (SICA). 2000. Indice estacional de precios dólares al productor y consumidor promedio ponderado a nivel nacional: papa y leche. Promedio 1990-1999. www.sica.gov.ec/agro/docs.

Unda, J.; Barrera, V. y Gallegos, P. 1999. Estudio de adaptación e impacto económico del manejo integrado del gusano blanco (Premnotryper vorax) en comunidades campesinas de la provincia de Chimborazo. En *Estudio de caso del impacto económico de la tecnología generada por el INIAP en el rubro papa*. V. Barrera y C.C. Crissman (eds.) pp 33-71.

.

Capítulo 9

ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN PARA REDUCIR LOS RIESGOS CAUSADOS POR PLAGUICIDAS.

Stephen Sherwood, Donald Cole y Myriam Paredes[1]

Resumen

Numerosas investigaciones han demostrado que los pequeños productores de papa de las regiones altas de los Andes, sus familias y los trabajadores agrícolas están expuestos a grandes cantidades de plaguicidas altamente tóxicos que ponen en riesgo su salud. Para reducir la exposición a los plaguicidas (en el hogar y al nivel personal) el proyecto Eco-Salud ha promovido actividades relacionadas con el manejo integrado de plagas (MIP) por medio de las Escuelas de Campo de Agricultores (ECAs). Se ha fomentado la creación de enlaces entre los diferentes actores de la cadena agroalimentaria, a fin de que se produzcan cambios en las prácticas agrícolas de la provincia de Carchi.

Capacitaciones semanales con los agricultores durante el ciclo del cultivo buscaron desarrollar los conocimientos y fortalecer la toma de decisiones acerca del manejo del cultivo. En consecuencia, los agricultores identificaron maneras de eliminar el uso de productos altamente tóxicos, reducir sustancialmente el uso de agroquímicos en general y bajar los costos de producción, sin afectar los rendimientos. Posterior a la intervención en MIP, se abarcó el tema del uso adecuado de plaguicidas mediante campañas de educación y difusión para los diversos sectores de la población. A pesar de los éxitos obtenidos en el ámbito local, estas actividades enfrentan limitaciones al pretender ampliar su rango de influencia.

Tomando como base las experiencias obtenidas en Carchi y en otras áreas de Latinoamérica y como referencia la literatura académica, los autores discuten las

1. Este capítulo fue basado en las experiencias del equipo de campo del INIAP y CIP en Carchi, en particular los esfuerzos de Jovanny Suquillo, Luis Escudero, Lilián Bastantes, Mariana Pérez y Fernando Chamorro. Los autores desean reconocer su importante trabajo en la provincia, tanto como sus aportes a este capítulo.

limitaciones de las actividades realizadas, con miras a mejorar la salud humana y conservar los ecosistemas. Proponen una serie de estrategias de mayor alcance que podrían servir de apoyo a las actividades locales. Éstas incluyen: la eliminación de los productos de mayor toxicidad del mercado y su sustitución por productos alternativos de menor toxicidad; el desarrollo de las capacidades locales y nacionales en MIP y un manejo holístico de los ecosistemas que parta de iniciativas comunitarias centradas en los recursos y el conocimiento local. Además, proponen promover el uso de equipo de protección personal y de productos de etiqueta 'verde' u orgánicos (no sintéticos), así como fomentar la creación de enlaces estratégicos entre los productores agrícolas y la industria procesadora de alimentos. Finalmente, los autores promueven el monitoreo continuo de los impactos de los plaguicidas en la salud y el medio ambiente, a fin de identificar los problemas recurrentes y demostrar las mejoras asociadas con el cambio en las prácticas agrícolas.

Los autores sostienen que tales estrategias deben contar con una amplia colaboración del sector privado, incluidas la industria de agroquímicos y la agroalimentaria. Creemos que las organizaciones de base y de desarrollo local e internacional no gubernamentales, así como las agencias de gobierno, deberían encargarse de la coordinación tanto del diseño como de la ejecución de estos esfuerzos.

Retos para la reducción de plaguicidas

> *"Hace unos treinta años, aquí no aplicábamos plaguicidas, pero un hombre que vivía cerca de la comunidad empezó a aplicarlos. Parece que los gusanos vinieron en los productos, ya que después de eso las plagas han aumentado. Ahora ya no es posible producir sin aplicar químicos." (Un papicultor del Carchi)*

El capítulo 1 demuestra que el ciento por ciento de los agricultores pertenecientes al área de nuestro proyecto, en la provincia de Carchi, utilizan plaguicidas. Negar la función de los agroquímicos en el aumento de la producción implicaría no reconocer la experiencia local. A pesar de que la papa ha sido uno de los cultivos principales en los Andes durante milenios, bajo las condiciones actuales de producción y de mercado, los agricultores de Carchi escencialmente no pueden producir papas sin plaguicidas, en especial sin el uso de fungicidas para controlar la lancha (causada por *Phytophthora infestans)* y de insecticidas para el gusano blanco *(Premnotrypes vorax).* No obstante, el uso indiscriminado de agroquímicos, en especial de compuestos altamente tóxicos y de amplio espectro, ha causado daños no solamente a la salud humana (capítulos 4-6), sino también a los mecanismos naturales de control de plagas, lo que contribuye a fortalecer un círculo vicioso de dependencia en los agroquímicos.

La producción de papa se ha incrementado gracias a la aplicación de tecnologías que requieren el uso intensivo de plaguicidas (capítulo 1). Esta intensificación de producción implica una mayor integración al mercado que, a su vez, ha contribuido

a la disminución de la biodiversidad de este tubérculo (Sola, 1986), mientras que la labranza mecanizada ha causado la erosión y la compactación del suelo (Valverde, Córdova y Parra, 2001; de Noni y Trujillo, 1986). A esto se suma que la fluctuación de precios de la papa causa periódicamente pérdidas económicas considerables. Por lo tanto, se puede decir que la difusión de las tecnologías "modernas", como los plaguicidas, ha tenido un impacto negativo en los ecosistemas y ha incrementado los riesgos de salud.

A simple vista, la disminución en la exposición a los plaguicidas puede parecer una acción muy simple, como, por ejemplo, informar a las comunidades agrícolas de los riesgos en salud que implica su utilización, fomentar el uso de equipo de protección personal e introducir tecnologías alternativas. Sin embargo, como se indicó en los capítulos 1 y 2, los agricultores por lo general consideran a los plaguicidas como un elemento esencial para su supervivencia económica. Esta asociación está ligada a un alto grado de dependencia y de confianza en estos productos. Esto, sumado a la presencia de un gran mercado de agroquímicos (estimado en USD 6 millones anuales, solamente para la producción de papa del Carchi) (capítulo 1), hace que la meta de reducir el uso de plaguicidas se convierta en un objetivo socialmente complejo y en un gran desafío político.

No obstante, así como se señaló en los capítulos 8 y 9, todavía existen espacios para la toma de mejores decisiones en el uso de tecnologías alternativas y prácticas de manejo dirigidas a reducir el uso de plaguicidas, particularmente de carbofurán y metamidofos, que representan alrededor del 90% del peso de ingrediente activo de los insecticidas que se aplican. En algunos escenarios, el incremento de la productividad derivado de una mejora en la salud podría sobrepasar las pérdidas en productividad ocasionadas por la reducción del uso de plaguicidas. El presente capítulo se centra en las intervenciones necesarias para promover cambios en las percepciones, la tecnología y las prácticas de manejo de plagas y enfermedades. El contenido se basa en las experiencias obtenidas por los proyectos llevados a cabo por el CIP e INIAP en Carchi, especialmente a Eco-Salud e IPM-CRSP.

EcoSalud: intervenciones de MIP para mejorar la salud de los humanos y de su ecosistema

En 1997, el INIAP, CIP y el Instituto McMaster de Ambiente y Salud de Canadá ejecutaron el proyecto EcoSalud, con la finalidad de reducir el uso de plaguicidas en las comunidades, aplicando metodologías participativas de aprendizaje y acción en conjunto con los agricultores y sus familias. El proyecto fomentó la toma de decisiones en el manejo ecológico de cultivos, el fortalecimiento de la organización y de la capacidad local de monitorear el uso de plaguicidas y sus efectos en la salud humana. Conceptualmente EcoSalud se orientó hacia la salud de los ecosistemas.

El enfoque en la salud de los ecosistemas constituye una oportunidad para promover el manejo de plagas, la agricultura sostenible y el manejo integral de los recursos naturales (Peden, 2000). Esta perspectiva demanda una visión holística de las

comunidades y su entorno y busca lograr un mejor entendimiento sobre las interacciones entre sus diversos componentes. Así el objetivo del proyecto fue mejorar las condiciones de salud humana, la prosperidad económica y la integridad ambiental. Dicha plataforma promovió la participación activa tanto de mujeres como de hombres.

Las investigaciones realizadas anteriormente se enfocaban en los aspectos materiales y tecnológicos de la sostenibilidad. Sin embargo, Dove (1999) sostiene que "es posible que la tan trascendente estructura cognitiva, que por lo general se asocia con el manejo local adecuado de los recursos, sea un factor más determinante para la sostenibilidad, que la amplia gama de componentes que [usualmente] se consideran necesarios para conseguir el desarrollo." Al ceñirse a esta premisa y apoyarse en los estudios iniciales de base que se presentan a continuación, Eco-Salud inició su intervención realizando foros públicos para discutir los resultados obtenidos en investigaciones anteriores, para fomentar la toma de conciencia y para negociar posibles intervenciones. El proyecto diseñó estrategias específicas a cada población que involucraba a hombres, mujeres, niños y, en general, al público de la provincia de Carchi. Las medidas de seguridad en el manejo de plaguicidas y el MIP fueron los temas transversales de cada estrategia.

Tomar en cuenta el contexto

La crisis social y política, que alcanzó su clímax en 1999, situó a la supervivencia económica y a la seguridad alimentaria en el primer lugar de la lista de prioridades de los agricultores de Carchi. A este respecto, varios agricultores de las comunidades participantes en el proyecto hicieron los siguientes comentarios:

> *Un agricultor con suficientes recursos económicos señaló: "Para estar sano sólo se necesita comer suficiente. Para nosotros, el problema de los plaguicidas no es el más importante. Cuando salimos a trabajar en la madrugada, nos enfermamos de los pulmones por el frío y mucha gente no tiene ni comida ni trabajo. Eso es peor que aplicar plaguicidas."*
>
> *Un agricultor de medianos recursos afirmó: "El año pasado se pagaba a un dólar el jornal y un paquete de manteca costaba 80 centavos. Hoy, el salario es 1,60 USD, pero la misma cantidad de manteca cuesta 2,40 USD."*
>
> *Una campesina sin tierra relató: "El año pasado no había trabajo y a veces sólo trabajábamos una vez por semana. Para las mujeres es difícil encontrar trabajo; sólo nos contratan para sembrar o cosechar papas. La situación es difícil porque tenemos tres niños en la escuela."*

Como resultado de esta difícil situación, para las comunidades es cada vez más complicado hacer frente a los problemas medio ambientales y de salud de largo plazo. No obstante, al tomar en cuenta las preocupaciones de la comunidad, EcoSalud consiguió dar solución a algunos problemas de manera inmediata y de forma práctica

mediante la aplicación de tecnologías alternativas que redujeron la exposición a los plaguicidas y aumentaron la productividad.

Manejo de plaguicidas

EcoSalud promovió medidas de seguridad en el manejo de plaguicidas de acuerdo a los principios de la educación para la salud, cuyo objetivo es prevenir las enfermedades y mantener la salud. En las últimas décadas, la educación para la salud ha experimentado cambios significativos en la práctica. Varios expertos, como Freudenberg et al. (1995), hacen énfasis en la necesidad de relacionar los intereses de salud de los participantes con sus intereses más amplios y con la visualización de una sociedad mejor. Por su parte, Stokols (1996) fomenta la integración de esfuerzos dirigidos a promover cambios en los individuos, en el medio ambiente social y físico, en las comunidades y en las políticas, de acuerdo con las teorías 'ecológicas' que promueven la salud. Finalmente, Kawachi, Kennedy y Lochner (1997) sugieren potenciar las fortalezas de los participantes y sus comunidades, lo que se relaciona con un reconocimiento del papel que tiene el capital social en la promoción de la salud.

Arcury et al. (1999) recomiendan algunas maneras de promover la participación comunitaria de los trabajadores agrícolas en un proyecto enfocado a reducir su exposición a los agroquímicos. Al tomar como base estas recomendaciones, el Centro de los EUA para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC, por sus siglas en inglés) elaboró una serie de principios para profesionales de la salud pública y líderes interesados en conseguir el compromiso de las comunidades en la toma de decisiones sobre actividades relacionadas con la salud (CDC, 2000). Lograr un compromiso comunitario efectivo es tanto una ciencia como un arte. Como ciencia, se nutre de la sociología, las ciencias políticas, la antropología, del desarrollo organizacional, de la sicología, del trabajo social y de otras disciplinas. Los temas relevantes incluyen la participación y la movilización comunitaria, el fortalecimiento de las bases, el cambio social y la innovación y el fortalecimiento institucional, entre otros. Como un arte, se basa en la sensibilidad, la comprensión y en la capacidad de aplicar y adaptar la ciencia, de manera que sea compatible con los objetivos más amplios de las comunidades.

En consecuencia, EcoSalud decidió informar al público acerca de los problemas relacionados con el uso de plaguicidas y en especial acerca de los resultados de los estudios aquí presentados. Facilitó también actividades dirigidas por las comunidades, como el estudio sobre los senderos de contaminación presentado en el capítulo 4. Las actividades dirigidas a las mujeres se centraron en discutir los efectos de salud, la exposición a plaguicidas y el tratamiento de intoxicaciones. También incluyeron información sobre MIP, como por ejemplo, la ecología de ciertas plagas, los efectos de los plaguicidas en los organismos benéficos y tecnologías individuales, como trampas para capturar al gusano blanco. Con el fin de difundir información sobre los peligros de los plaguicidas, EcoSalud realizó cuñas radiales y programas de títeres con niños de las comunidades rurales. El proyecto organizó también reuniones entre

funcionarios del gobierno y otros actores provinciales para analizar las relaciones de intercambio que tienen lugar entre salud humana, producción agrícola y la contaminación del medio ambiente a fin de ayudar en la formulación de políticas públicas. Como resultado de estos diálogos, los actores de Carchi redactaron una declaración que solicita el control de los compuestos más tóxicos, la reducción del uso de plaguicidas y un mayor financiamiento público para las actividades de MIP (Cuadro 9.1).

Cuadro 9.1 Foro público sobre los costos asociados al uso de plaguicidas

El Proyecto Eco-Salud organizó en octubre de 1999 una reunión con los actores a nivel de la provincia del Carchi que se denominó "Impactos de los Plaguicidas en la Salud, Producción y Ambiente." Esta reunión se realizó como parte de las acciones para coordinar los esfuerzos de investigadores, del gobierno y de las comunidades, a fin de conseguir un manejo más racional y eficiente de los recursos naturales. La reunión contó con la participación de 105 representantes del gobierno, la industria de plaguicidas, las organizaciones de desarrollo, las comunidades y los medios de comunicación, y fue presidida por los Directores Provinciales de Agricultura y de Salud de la provincia. Las sesiones contaron con la participación de representantes ministeriales de agricultura, salud y educación, así como del Gobernador y alcaldes de cada una de las municipalidades de la provincia.

En la mañana se llevaron a cabo dos mesas redondas: una se enfocó en las perspectivas de la producción agrícola y la otra en la salud. La primera mesa, moderada por el Director Provincial del Ministerio de Agricultura y Ganadería, presentó, entre otros, los principios conceptuales de las relaciones de intercambio entre salud, ambiente y producción. Incluyó también los estudios sobre plagas y enfermedades y sobre las actitudes respecto al uso de plaguicidas. La mesa de salud, moderada por el Director Provincial de Salud, incluyó los efectos neurosicológicos causados por los plaguicidas, el uso de plaguicidas en la industria florícola y los costos de salud del uso de plaguicidas.

En la tarde, los participantes se dividieron en cuatro grupos para evaluar las diferentes opiniones sobre los temas en cuestión, así como para establecer sugerencias dirigidas a los diferentes actores (agricultores, gobierno, industria y consumidores) y para hacer recomendaciones sobre las acciones futuras. Como resultado del Foro, el grupo formó un pequeño comité integrado por los representantes del INIAP y de los Ministerios de Educación y Salud, quienes formularon la "Declaración para la Vida, el Medio Ambiente y la Producción en el Carchi", la cual incluye las siguientes resoluciones:

- Asegurar un mayor control de la formulación, venta y uso de agroquímicos, incluyendo la prohibición de productos altamente tóxicos por parte del Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuaria (SESA).
- Introducir al curriculum básico de educación contenidos sobre el impacto de los plaguicidas en la salud, medio ambiente y la productividad agrícola.
- Incluir el Manejo Integrado de Plagas como parte de los requisitos de graduación en la capacitación agrícola y técnica al nivel universitario.
- Dirigir más recursos a la investigación y a la capacitación en manejo integrado de plagas y medidas de seguridad del uso de plaguicidas.
- Fomentar la toma de conciencia de las comunidades rurales sobre los impactos colaterales de la actividad agrícola y sobre la necesidad de prácticas más armoniosas con el medio ambiente y la salud.
- Solicitar el apoyo financiero directo a la industria de agroquímicos en la puesta en marcha de estas resoluciones.

Un año después de la realización de las actividades de EcoSalud, el proyecto realizó visitas individuales a los hogares de los participantes, a fin de discutir y documentar medidas de seguridad en el manejo de plaguicidas, en especial el almacenamiento de productos y el uso del equipo de protección personal. El proyecto puso a disposición de los participantes un crédito sin intereses a un plazo de dos meses para la compra de equipo de protección de alta calidad (mascarilla, guantes, overol y pantalones). Fue una grata sorpresa encontrar que 46 de las 60 familias en las tres comunidades participantes adquirieron el equipo de protección por un costo de USD 34 cada uno, equivalente al pago de más de una semana de trabajo, según la tasa actual. Para recuperar los costos, algunos agricultores alquilaban su equipo de protección a otros en su comunidad.

Escuelas de Campo de Agricultores en MIP

Eco-Salud y los proyectos colaboradores FORTIPAPA, IPM-CRSP y la FAO consideran que el Manejo Integrado de Plagas (MIP) no es simplemente un paquete tecnológico, sino una estrategia de desarrollo intensivo de conocimientos que depende de la capacidad de los agricultores para tomar decisiones, de su motivación y de su confianza. Esta concepción concuerda con la de los programas MIP aplicados en Asia e implica, sobre todo, que el MIP requiere de empoderamiento (Mateson, Gallagher y Kenmore, 1994). Röling (2000) ha señalado que la existencia humana depende cada vez más de la adquisición de una conciencia sobre los ecosistemas y su manejo; esto requiere de un aumento en la equidad y en la emancipación de los sectores tradicionalmente menos favorecidos. ¿De qué manera podemos realizar este cambio?

Tanto el aprendizaje participativo como las metodologías de acción, en sus diversas formas, han dejado de ser una abstracción. El conocimiento innovativo y los procesos de generación y difusión de tecnología han permitido obtener resultados concretos cada vez más relevantes para las condiciones locales y las necesidades de los agricultores (Selener, 1997; Krishna et al., 1997; Pretty y Chambers, 1993; Pretty, 1994). Por ejemplo, gracias a metodologías participativas, el INIAP redujo de manera significativa el tiempo que se necesitaba para obtener nuevas variedades resistentes, de alrededor de 15 años, en las décadas de 1970 y 1980, a menos de cinco años para fines de la década de 1990. Se ha incrementado la aceptación de las nuevas variedades en Carchi, en donde grupos de investigación agrícola local de Montúfar y Tulcán participaron en la obtención de variedades resistentes a la lancha, en particular de la variedad Fripapa. Así mismo, los métodos de capacitación participativa, se han convertido en parte integral del proceso de innovación en Carchi, con resultados igualmente promisorios (Barrera et al., 2002).

Según la experiencia obtenida con los pequeños agricultores de Asia, África y América Latina, la capacitación en MIP más efectiva, en términos de aprendizaje y

acción, tiene las siguientes características: (Gallagher, 2000; Matteson, Gallagher y Kenmore, 1994; Bentley y Andrews, 1996):

- El aprendizaje por descubrimiento en grupos en donde los agricultores pueden experimentar, discutir y aprender mutuamente.
- Los temas integrales y holísticos toman en cuenta la complejidad local e incluyen múltiples aspectos relacionados entre sí.
- La orientación práctica de las actividades de capacitación ocurre directamente en el campo e implica mucha práctica y repetición.
- Las visitas individuales de seguimiento que los agentes de extensión realizan a los agricultores sirven para reforzar el aprendizaje y para ayudarlos a superar problemas particulares.

Desde su inicio, EcoSalud adoptó una serie de estrategias que permitieron el desarrollo de conocimientos y el fortalecimiento de la capacidad para tomar decisiones. Estas estrategias también fomentaron el uso de prácticas preventivas múltiples de orientación biológica para dar un manejo integral a los problemas de plagas y enfermedades. Los esfuerzos de EcoSalud en la capacitación de MIP se realizaron en Escuelas de Campo de Agricultores, una metodología tomada de la experiencia de la FAO en el Sudeste de Asia y en África y recientemente introducida para su adaptación en los Andes (Sherwood et al., 2000).

Las ECAs se han propuesto cambiar el paradigma de MIP, que por lo general se enfoca en la aplicación de plaguicidas basada en umbrales económicos y en la transferencia de tecnologías unilaterales. Este paradigma ocasiona una promoción indirecta de los plaguicidas y la individualización en las decisiones de manejo de plagas. A diferencia de esto, el programa de ECAs propone el aprendizaje grupal para el uso de control biológico, prácticas agronómicas alternativas y otros medios antes de usar plaguicidas químicos para controlar las plagas (Gallagher, 1998). En lugar de enfocarse en las tecnologías, las ECAs proponen desarrollar la capacidad de innovación de los agricultores (ver ejemplo en Cuadro 9.3). En la práctica, la metodología de las ECAs ha ampliado los objetivos de MIP a un enfoque más holístico de salud de plantas y del suelo. En concordancia con este enfoque, la metodología de las ECAs se adapta a las diversas necesidades prácticas de los agricultores en un determinado cultivo, ya sea en producción, almacenamiento, comercialización u otros. En todos los casos, el objetivo principal de las ECAs es fomentar la capacidad del agricultor para resolver problemas y para tomar decisiones. La Tabla 9.1 compara las ECAs con el sistema de extensión convencional de capacitación y visitas.

Cuadro 9.2 Más allá de la transferencia de tecnología: ejemplos de mejoras en el trampeo de gusano blanco

"En la ECA, sólo nos dieron nuevas ideas [para atrapar adultos del gusano blanco]. Después de preparar el terreno, yo siembro algunas plantas de papas esparcidas en la parcela; dos semanas después, fumigo las plantas con un plaguicida y así no tengo que poner ramas muertas cada semana - como en la trampa que nos enseñaron. Yo sólo voy a recoger los adultos; ¡eso sí es lindo de ver!"

"Aunque siembre 100 quintales, yo siempre pongo las trampas para el gusano blanco, porque reducen el número de adultos. Esto es ventajoso porque no necesitamos comprar mucho de ese 'veneno' Furadán. Pero yo les uso de manera diferente; después de arar el terreno, transplanto plantas de papa de otra parcela, así no necesito cambiar las plantas muertas cada ocho días."

"Recogimos más de 1.000 adultos de gusano blanco en cinco trampas, y ésta es la quinta vez que hemos encontrado esa cantidad. Ahora voy a poner las ramas de papa en un vaso para que se mantengan frescas por más tiempo y para que los insectos caigan en el agua."

Estudios a largo plazo realizados en Asia y África han demostrado que existen diferencias significativas en las actitudes, los conocimientos y las prácticas de los agricultores que han recibido capacitación en las ECAs y de aquellos sin capacitación (Gallagher, 2000; Matteson, Gallagher, y Kenmore, 1994). Estos autores encontraron que los agricultores con capacitación en las ECAs hacían menos aplicaciones de insecticidas y tenían un gasto menor en el control de plagas que los agricultores sin capacitación. El proyecto EcoSalud asumió que esta metodología era una plataforma efectiva de aprendizaje y acción sobre MIP. El trabajo se enfocó en adaptarla al medio andino, al contexto institucional y a las necesidades particulares de los agricultores del Carchi.

Dirigido por el INIAP, el Ministerio de Agricultura y el CIP, EcoSalud inició en 1999 el proyecto piloto de Escuelas de Campo de Agricultores en tres comunidades de Carchi. Proyectos complementarios apoyaron las actividades de seguimiento, incluidos la transición de las ECAs a microempresas de producción, la formación de facilitadores locales de ECAs y el establecimiento del sistema de extensión de campesino a campesino.

Estudios preliminares de evaluación del proyecto contraparte IPM-CRSP sugieren que la experiencia obtenida con las ECAs en Carchi fue tan positiva como en otros lugares donde se ha llevado a cabo la metodología. El Cuadro 9.3 recoge opiniones de unos graduados de las ECAs.

Los participantes de las ECAs realizan, de manera iteractiva, experimentos de comparación (agricultura convencional versus prácticas MIP) en pequeñas parcelas (de aproximadamente 2.500 m^2) a fin de identificar las oportunidades para mejorar la producción y de conseguir un mejor manejo integrado de plagas. Después de dos ciclos de cultivo, los resultados en las tres ECAs del proyecto EcoSalud fueron impresionantes. Por medio de la aplicación de tecnologías alternativas, como trampas para el gusano blanco, variedades de papa resistentes a la lancha, plaguicidas

Cuadro 9.3 Comentarios de egresados sobre las Escuelas de Campo de Agricultores

"En las Escuelas de Campo aprendimos que el MIP era solamente cuestión de manejar los ecosistemas a favor de los agricultores."

"En la Escuela de Campo aprendimos otras maneras de controlar las plagas y enfermedades y también aprendimos sobre los fertilizantes orgánicos. Y los ingenieros tienen razón al decir que lo orgánico es mejor, pero toma tiempo y no es tan seguro [como los plaguicidas]."

"Antes de venir a la Escuela de Campo solíamos ir a los almacenes que venden plaguicidas para preguntar qué debíamos aplicar para cada plaga. Entonces los vendedores trataban de vendernos los plaguicidas que ya no podían vender, e incluso cambiaban las fechas de expiración de los productos caducados. Ahora sabemos lo que necesitamos y ya no aceptamos lo que los vendedores quieren darnos."

"Cuando hablamos de los insectos [en las ECAs], aprendemos que, con los plaguicidas, matamos todo. Yo siempre bromeo que pido a los insectos buenos que salgan del cultivo antes de aplicar estos productos. Claro, los plaguicidas son venenosos y cuando los aplicábamos destruíamos la naturaleza porque no teníamos otra opción para producir papa." (Egresado de una ECA del Carchi).

específicos y de baja toxicidad y de un cuidadoso monitoreo antes de realizar las aplicaciones, los agricultores consiguieron disminuir las fumigaciones de 12 en las parcelas convencionales, a siete en las parcelas MIP, a la vez que mantuvieron o incrementaron la producción (Barrera et al., 2002). El peso de ingrediente activo de los fungicidas aplicados para controlar la lancha disminuyó en un 50%, mientras que los insecticidas utilizados para el gusano blanco y la mosca minadora, que por lo general se controlan mediante la aplicación de los plaguicidas altamente tóxicos carbofurán y metamidofos, disminuyó en un 75 % y un 40%, respectivamente. El rendimiento promedio de las parcelas convencionales y MIP alcanzó las 18 t/ha; sin embargo, la tasa de retorno en las tres áreas estudiadas aumentó de un promedio de 120% en las parcelas convencionales, a un 165% en las parcelas MIP (Tabla 9.2).

Los participantes de las Escuelas de Campo han identificado algunas maneras de mantener el mismo nivel de producción de papa con la mitad del gasto en plaguicidas y fertilizantes, lo que ha disminuido el costo de la producción de aproximadamente USD 96, a USD 80 por tonelada. Debido al número de agricultores participantes, fue difícil determinar las demandas reales de mano de obra en el análisis costo-beneficio. No obstante, los agricultores opinaron que el tiempo requerido para encontrar nuevas tecnologías o aplicar ciertas tecnologías alternativas, como las trampas de insectos, se compensaba por la disminución tanto en la aplicación de plaguicidas como en la necesidad de acudir al hospital por problemas relacionados con intoxicación con plaguicidas. La prueba decisiva para las ECAs en MIP se dará en los siguientes años, cuando los agricultores empiecen a aplicar las nuevas ideas y prácticas en sus campos. No obstante, la evidencia preliminar es bastante prometedora y los agricultores parecen tener un alto grado de motivación.

Tabla 9.1 Comparación entre el sistema convencional de extensión agrícola y las Escuelas de Campo de Agricultores

Características	Extensión convencional	ECAs
El trabajo del extensionista al nivel de campo	Difunde "mensajes" predeterminados mediante el vínculo de la investigación con la extensión. Su objetivo principal es la transferencia de información, no el conocimiento técnico, el cual se reserva para el especialista que no trabaja al nivel de campo.	Cada capacitador de las ECAs es un facilitador que tiene capacidades técnicas básicas (por lo menos para manejar el cultivo en cuestión). Además, recibe capacitación en aprendizaje y manejo de grupos. Estas habilidades son aprendidas en un curso de capacitación para capacitadores que dura un ciclo agrícola.
Experiencia de los capacitadores	Variable, pero frecuentemente les faltan las habilidades y la experiencia básica en lo relacionado a la agricultura. Frecuentemente reciben capacitación en comunicación.	Capacitación obtenida en la práctica, que permite a los capacitadores manejar el cultivo y aprender lo que luego enseñarán en las ECAs.
Información	Principalmente mensajes unilaterales, desde estaciones experimentales distantes, sobre situaciones supuestamente representativas de las condiciones de los agricultores.	Las recomendaciones de MIP son validadas y comparadas con las prácticas convencionales de tal manera que en cada sitio surge nueva información aplicable localmente. Promueve la creatividad local.
El punto de contacto	Son los agricultores "contacto" que se supone capacitarán a otros agricultores al comunicar la información externa.	Grupos de agricultores interesados que participan en grupos locales de estudio e investigación.
Duración	Continua, cada dos semanas, sin tomar en cuenta la fenología del cultivo.	Un período predefinido. Usualmente una clase semanal durante un ciclo agrícola. Las escuelas podrían durar más allá de un ciclo; pero nunca menos de esto, ya que están integradas con la fenología del cultivo.
Pedagogía	Capacitación: uso de demostraciones estáticas y predeterminadas con ejemplos en el campo para mostrar y decir lo que sucede.	Educación: se enfoca en los principios básicos que permitan al agricultor hacer deducciones y valorar las recomendaciones dentro de su contexto y realidad ecológica, social y económica.
Evaluación	En el mejor de los casos se da en forma indirecta: basada en determinar el número de capacitaciones y el costo.	Exámenes antes y después. Auto- evaluación realizada por la comunidad. Se identifican indicadores que se basan en los factores críticos del sistema. Tasas internas de retorno.
El sitio de la capacitación	Campos demostrativos, centros de capacitación, agricultores de contacto. Estático, no permite observar el desarrollo del cultivo.	Un campo de cultivo compartido que es usado por la ECA para validar dinámicamente y ensayar los nuevos métodos de manejo durante todo el ciclo del cultivo (v.g. las decisiones durante parte del ciclo se pueden verificar a través de muestreos de rendimiento).
Objetivos a largo plazo	Incrementar la producción. "Las actitudes de los agricultores, su falta de conocimiento y sus prácticas son limitantes para el proceso de desarrollo".	Apoyar a grupos que busquen soluciones a problemas agrícolas y comunales con sus propios medios y a través de apoyo técnico pun-tual. "Los agricultores son los agentes del desarrollo".
Investigación	La fuente principal de información son las estaciones experimentales, que asumen que los modelos representativos que desarrollan son ampliamente aplicables.	Es un proceso y se da como resultado de pruebas realizadas al nivel local y dentro de las comunidades o ecosistemas que son el centro de aprendizaje.

Fuente: Gallagher, 1998.

Tabla 9.2 Balance costo-beneficio del MIP obtenido en tres Escuelas de Campo de Agricultores en Carchi (por hectárea)

	Costos y beneficios (USD)					
Rubros	Santa Martha de Cuba		San Francisco		San Pedro de Piartal	
Variedad	Superchola		Fripapa		Fripapa	
	ECA	Convencional	ECA	Convencional	ECA	Convencional
Gastos directos:						
Preparación del terreno	94	94	85	85	47	47
Siembra	233	183	220	136	220	220
Fertilización	261	334	266	272	246	388
Labores culturales	120	105	50	81	110	110
Controles fitosanitarios	276	362	139	213	133	183
Cosecha	308	237	248	227	180	180
Almacenamiento	22	22	18	18	22	22
Arriendo del terreno	80	80	80	80	80	80
Total costos directos:	1393	1417	1106	1112	1038	1230
Gastos indirectos:						
Interés al capital 18%	250	255	199	200	187	221
Imprevistos 5%	70	71	55	56	52	62
Administración 5%	70	71	55	56	52	62
Total gastos indirectos:	**390**	**397**	**309**	**312**	**291**	**345**
Total gastos producción	**1783**	**1814**	**1415**	**1424**	**1329**	**1575**
Rendimiento (kg/ha)	23406	17953	15680	14342	18000	18000
Precio ponderado (USD/kg)	0,23	0,23	0,20	0,20	0,20	0,20
Beneficio bruto (USD/ha)	5383	4129	3136	2868	3600	3600
Beneficio neto (USD/ha)	3600	2315	1721	1444	2271	2025
Tasa costo/ beneficio	**3,02**	**2,28**	**2,22**	**2,01**	**2,71**	**2,29**
RENTABILIDAD (%)	**202**	**128**	**122**	**101**	**171**	**129**

Fuente: Barrera et al., 2002.

Lecciones aprendidas

Además de los desafíos derivados de la crisis económica, la implementación del uso de medidas de seguridad con los plaguicidas y de las intervenciones MIP, los agricultores se enfrentan a una amplia gama de limitaciones que son en parte conceptuales y en parte prácticas.

Una crítica al discurso del manejo seguro de plaguicidas

Desde el punto de vista técnico, el peligro de los plaguicidas está ligado a la toxicidad del producto y al nivel de exposición al mismo. Un análisis superficial del problema establece el supuesto de que la exposición a los plaguicidas se debe únicamente a la ignorancia y al descuido del agricultor y su familia. Para apoyar esta afirmación se hace referencia al etiquetado de los productos y al grado de educación de los agricultores. Se cree que la capacitación sobre el significado de las etiquetas de los plaguicidas debería permitir a los agricultores y a sus familias comprender la toxicidad de los mismos y, por lo tanto, éstos deberían estar en capacidad de evitar la peligrosidad de estos productos con las decisiones que tomarán sobre su uso. No obstante, las investigaciones realizadas en Carchi demuestran que, a pesar de que los agricultores, trabajadores agrícolas y sus familias están conscientes de que los plaguicidas "son veneno", por lo general no pueden descifrar las complejas advertencias e instrucciones que contienen las etiquetas. Como se ha presentado en el capítulo 2, a pesar de que el 87% de la población en el área del proyecto era alfabeta, más del 90% no podía explicar el significado de las franjas de color en los envases de los plaguicidas, lo que demuestra que el sistema de advertencia de la toxicidad, aparentemente sencillo, que la industria de agroquímicos ha desarrollado, no ha sido asimilado por el sistema de conocimientos locales. Aún más, algunos distribuidores de agroquímicos en el país han comenzado a ajustar la formulación para poder cambiar el etiquetado de carbofurán a códigos de color que indican una menor toxicidad. Aunque esta práctica es técnicamente legal, el LD_{50} (toxicidad para los humanos) del ingrediente activo sigue siendo altamente tóxico (categoría I).

También se argumenta que la capacitación en el manejo seguro de plaguicidas puede aumentar el interés del agricultor y su familia por evitar la contaminación, mantener los plaguicidas lejos de las personas y de los animales y utilizar ropa protectora al aplicar y manejar el producto. No obstante, el análisis de la "jeraquía de controles" de higiene industrial sugiere que un programa de reducción de riesgos demanda la introdución de elementos adicionales (adaptado de Clayton y Clayton, 1978; Plog, 1996, y Murray y Taylor, 2000). Con relación al manejo seguro de plaguicidas, los autores mencionados proponen las siguientes consideraciones según su orden de eficacia:

- Eliminar los compuestos de mayor toxicidad (especialmente, carbofurán y metamidofos).
- Reemplazarlos por alternativas menos tóxicas e igualmente efectivas.
- Reducir su uso con equipos mejorados (por ejemplo, boquillas de bajo volumen).
- Apartar a las personas del peligro (por ejemplo, al almacenar plaguicidas bajo seguridad y en una área separada de la vivienda).
- Etiquetar los productos y capacitar a los fumigadores acerca del uso seguro de los mismos.
- Promover el uso de equipo de protección personal.

Con respecto a estas medidas, la experiencia en Carchi sugiere que las medidas de almacenamiento no tienen una aplicación real. Aislar los plaguicidas es especialmente difícil ya que la infraestructura agrícola y el área habitacional están íntimamente relacionadas, por lo que un grado considerable de contaminación del hogar es virtualmente inevitable, especialmente en los hogares más pobres (como se ha demostrado en los estudios presentados en el Capítulo 4). Los equipos de protección disponibles, por lo general, son de mala calidad (queja común de los agricultores en las reuniones comunitarias) y se considera incómodo y 'sofocante' en un clima cálido, lo que conduce al clásico problema de incumplimiento de medidas de seguridad. A esto se añade que el equipo de protección tiene un costo relativamente alto para agricultores de bajos ingresos.

El problema del no uso del equipo de protección personal es un ejemplo de las dificultades que presentan los enfoques orientados a la reducción de la exposición individual (Murray y Taylor, 2000). No obstante, el interés demostrado por los agricultores participantes en el proyecto en Carchi es una excepción, puesto que existen tres factores importantes que mitigan los desincentivos antes citados. En primer lugar, la gente en Carchi solicitó la ropa de protección después del estudio de trazadores, en el que se podía ver claramente la exposición. Incluso la gente escogió el color azul porque se podían apreciar mejor las manchas de plaguicidas después de una aplicación. En segundo lugar, el clima de Carchi es por lo general frío y nublado, lo que reduce la incomodidad que causa la utilización del vestuario. En tercer lugar, el costo del equipo en este caso fue equivalente al salario de una semana (y no el equivalente a un año de salario, como otros autores han señalado) y fue financiado con un crédito. Esto indica que la implementación de una sola medida, como el uso del equipo de protección personal, puede involucrar aspectos sociales (educación sobre el peligro), aspectos ambientales (el clima) y económicos (las facilidades de pago).

Un estudio reciente de siete años de duración realizado por Novartis, uno de los mayores productores de plaguicidas del mundo (antes Ciba-Geighy), llegó a la conclusión de que las intervenciones del "uso seguro de plaguicidas" en América Latina, así como en Asia y África, eran costosas y muy poco efectivas, en particular con pequeños productores (Atkin y Leisinger, 2000: 126-7). El estudio encontró que "La brecha existente entre los niveles de conocimiento reportados y las prácticas reales evidenció que el conocimiento en sí no era el factor determinante para que los agricultores tomaran las medidas necesarias para reducir los riesgos de salud. Los beneficios económicos del uso de plaguicidas resultaron tener mayor importancia para los agricultores que los posibles riesgos de salud" (pág. 121 de dicho estudio). Por lo tanto, la reducción del uso de plaguicidas dependerá también de la viabilidad económica de las tecnologías alternativas.

Los investigadores, además, aseveran (págs. 126-127) que, "aparentemente hay escasas posibilidades de promover cambios [en el uso indiscriminado de plaguicidas] entre un gran número de pequeños agricultores". Explican que, "aún los esfuerzos

más sofisticados que cuentan con un mayor apoyo se enfrentan a la paradoja de que, aunque una persona esté en capacidad de adoptar modificaciones relativamente simples en su comportamiento, es posible que no lo haga, aún cuando se haya demostrado que los cambios redundarán en su beneficio a largo plazo." El estudio concluyó que "…un fabricante de plaguicidas que no pueda garantizar el manejo y uso seguro de sus productos de toxicidad clase Ia y Ib, debería retirarlos del mercado." Parece ser que algunos integrantes de la industria de agroquímicos están empezando a prestar atención a esta preocupación y a adoptar políticas para controlar los productos más tóxicos y reemplazarlos con productos de menor toxicidad de conformidad con los parámetros de higiene industrial (Atkin y Leisinger, 2000).

Incluso muchos seguidores del MIP concuerdan con esto último. Ehler y Bottrell (2000), por ejemplo, argumentan que se puede tener un mayor impacto al excluir a los compuestos más peligrosos de los campos agrícolas y aquellos que destruyen a los enemigos naturales de las plagas. El MIP es todavía un concepto relativamente abstracto y difícil de medir. No obstante, como se ha mostrado en esta publicación, resulta relativamente simple cuantificar la reducción de plaguicidas e identificar indicadores que se basen en los compuestos más tóxicos.

Limitaciones en la promoción del Manejo Integrado de Plagas

El mensaje general del uso seguro de plaguicidas parece ser: "Mantener la seguridad, pero de todas maneras utilizar plaguicidas." Conjugar el uso seguro de plaguicidas con MIP puede resultar contraproducente, como Matteson, Gallagher y Kenmore (1994:16) ya anotaron en otro contexto: "Parece ser que treinta años de promoción de plaguicidas han penetrado tan profundamente en el sistema de conocimientos en Asia, que la sola mención de ellos, aún con una connotación negativa, tiende a oscurecer el resto del mensaje [de MIP] y refuerza el uso de plaguicidas." A pesar de que los plaguicidas altamente tóxicos y no específicos se acoplan muy bien con la actitud productivista de la agricultura frente al control de plagas, ésta no incorpora conceptos de integridad de los ecosistemas y de ecología social.

Una de las razones para el sesgo de profesionales y comerciantes agrícolas hacia las soluciones químicas es que, por lo general, es más sencillo estudiar y cuantificar los factores químicos y físicos de la producción que los factores biológicos y ecológicos. Como Campbell (1994) afirma: "Uno de los problemas que surgen de estos sistemas de control [biológico] es que, por lo general, no tienen un producto patentable o comercializable. Debido a esto no generan un interés comercial y cuentan con muy poco financiamiento para la investigación." Así, la agricultura moderna está impulsada, como una empresa, a obtener la máxima utilidad y esta cultura de mercado también se ha difundido en las pequeñas comunidades agrícolas.

Además, para las prácticas en MIP en los Andes, la transición de soluciones unilaterales a soluciones múltiples, basadas en la comprensión de los principios

ecológicos, puede resultar difícil. En el MIP, impulsar a los agricultores a ir más allá de las variedades resistentes a la lancha, por ejemplo, a una comprensión más profunda de los controles culturales, ha sido un verdadero reto. Por otro lado, las políticas de modernización y los ajustes estructurales que tuvieron lugar en la década de 1990 han desmantelado la extensión agrícola clásica y los servicios de investigación que, a lo largo de los años, habían mejorado el sistema de información en lo que se refiere a la variación que ocurre tanto en las plagas como en los ecosistemas. Por lo tanto, la adopción de un enfoque que se centre en las interacciones entre plaga y medio ambiente es cada vez más necesario en el desarrollo de tecnologías locales y en la capacidad del agricultor/comunidad de tomar decisiones basadas en un manejo integrado de las prácticas. El MIP también necesita tomar en cuenta las dinámicas sociales locales, en especial la heterogeneidad de la comunidad que se asocia con diferentes estilos agrícolas.

Dificultades para enfrentar la heterogeneidad

> *"Las decisiones agrícolas de los productores de papa que parecen ser de naturaleza agro-tecnológica o económica, se pueden comprender solamente tomando en cuenta el contexto social específico en el que se dan. A la vez, el contexto social de los cambios agrícolas no se limita a la comunidad local de campesinos, sino que también incluye procesos más amplios de cambio social." (Andersson, 1996).*

Como es usual en proyectos de intervención, al inicio de su labor, Eco-Salud no incorporó las diferencias sociales de las comunidades rurales en el diseño de su programa. A pesar de que Paredes (2001) encontró que las ECAs habían tenido un impacto positivo entre los participantes en lo que se refiere al cambio de actitudes, conocimiento y prácticas, pocos agricultores se beneficiaron de éstas.

La naturaleza heterogénea de la estratificación social y de las motivaciones de los agricultores hace pensar que depender de una sola estrategia de intervención en MIP resulta inadecuado. Como ya se señaló en el capítulo 2, las prioridades de los agricultores de Carchi se ven influidas por sus diversos estilos agrícolas y por la manera particular en que manejan sus recursos sociales y económicos. Es evidente que, por diversas razones, las ECAs pueden interesar más a un grupo social que a otros. Los participantes más entusiastas fueron los obreros agrícolas sin tierra (jornaleros), cuya participación estuvo motivada principalmente por la oportunidad de ser socios en la producción y debido a que las ECAs eran una plataforma que permitía relaciones sociales más horizontales. Otro grupo fue el de los agricultores realistas e inquisitivos (seguros), que tienen un interés natural en el proceso de aprender por descubrimiento (Tabla 9.3). Sin embargo, las Escuelas de Campo no fueron de tanto interés para los agricultores acostumbrados a "tomar riegos" (arriesgados), que invierten todos sus recursos en la producción y que están abiertos a adoptar (y desechar) tecnologías. Los agricultores intermedios que, por lo general,

prestan la tierra, en lugar de invertir directamente sus recursos financieros en la misma, al no tener mayor influencia sobre las tecnologías utilizadas, participaron muy poco en las ECAs.

Como resultado de estos hallazgos, ha surgido una preocupación respecto a la metodología de aprendizaje intensivo de las ECAs: a pesar de que ésta es positiva para ciertos grupos sociales, no alcanza a todos los grupos de la comunidad. De esta manera, hay el riesgo de que la intervención esté contribuyendo a crear divisiones sociales. A fin de evitar los conflictos y conseguir un mayor impacto con las prácticas del MIP al nivel comunitario, es necesario complementar las ECAs con otras estrategias de intervención orientadas a otros sectores de la comunidad.

¿Cómo mejorar las estrategias?

Es evidente la necesidad de ampliar las intervenciones al considerar los siguientes tres ejes: sustitución de plaguicidas, cambios en el mercado y fortalecimiento de las capacidades de la comunidad rural.

Sustitución de plaguicidas

Es prioritaria la eliminación del uso de los insecticidas comprendidos en la Categoría I de la OMS (en este caso, carbofurán y metamidofos) y su sustitución por compuestos menos tóxicos e, idealmente, por alternativas no tóxicas. A fin de obtener los cambios necesarios tanto en las políticas como en la práctica, es necesario adoptar un enfoque que comprenda a un amplio espectro de actores provenientes de toda la cadena agroalimentaria, como se ha sugerido para otros problemas sociales complejos (Mason y Mitroff, 1981; D. Buckles, 2000). Los actores deben incluir a los agricultores y comunidades agrícolas, consumidores, autoridades políticas locales, entes reguladores de plaguicidas, formuladores de políticas en agricultura, salud y ambiente, organizaciones no gubernamentales, científicos agrícolas, médicos e interesados en la conservación ambiental. Además, es necesario enfrentar las desigualdades de poder que se dan entre estos diferentes actores (Watterson, 2000; London y Rother, 2000) y equilibrar su posición para facilitar los enlaces entre ellos (Polanyi, de publicación próxima).

Los productos menos tóxicos alternativos al carbofurán y a metamidofos ya están disponibles en el mercado. No obstante, éstos tienen un precio más elevado que los compuestos altamente tóxicos, lo que es paradójico si tomamos en cuenta los altos costos colaterales asociados con su uso. Frente al aumento en los costos de producción (ver capítulo 8), los agricultores necesitan contar con tecnologías alternativas. Esta transición se podría facilitar con la ayuda de nuevas intervenciones, como, por ejemplo, las Escuelas de Campo, así como con esfuerzos dirigidos a proveer créditos blandos para implementar MIP. Otra posibilidad es explorar nichos de mercado para papas producidas con bajo uso de productos tóxicos. Dichos

cambios requerirán del liderazgo comunitario en el diseño de intervenciones efectivas al nivel local.

Tabla 9.3 Oportunidades de intervención de acuerdo con los estilos agrícolas de los pequeños productores de Carchi

Parámetros	Arriesgados	Intermedios	Seguros	Jornaleros
Descripción general de los grupos	Agricultores que toman riesgos (se conocen como ***completos*** debido a que invierten "completamente"). Por lo gene-ral consiguieron su capital inicial en actividades no agrícolas (e.g. comercio). Por lo general cuentan con suficientes recursos económicos.	Partidarios que no cuentan con el capital suficiente para producir por su cuenta en áreas grandes. Algunos intermedios eran obreros agrícolas a medio tiempo o tenían actividades comerciales fuera de la finca.	Agricultores a tiempo completo cuyo objetivo es asegurar la producción de la finca basada en el trabajo fami-liar, la conservación del suelo, y por medio de amplias redes sociales.	Obreros agrícolas pobres y sin tierra. Algunos fueron me-dianeros que fracasaron y se endeudaron.
Tecnología	Practican una agricul-tura de altos insumos externos y están abiertos a adoptar tecnologías que permitan reducir el uso de mano de obra y que aumente la producción. Bastante bien informados sobre las tecnologías 'modernas'. Adoptan y desechan tecnologías.	Cuando producen independientemente, practican una agricultura de bajos insumos externos. Cuando se asocian para la producción, por lo general dejan las decisiones sobre el uso de la tecnología a sus socios "mejor informados"	Tienden a usar tecnologías que conservan los recursos (e.g. labranza manual). Adoptan las tecnologías a largo plazo de manera lenta y pragmática y se basan en el ahorro de capital.	Hacen trabajo manual; están expuestos a las diferentes tecnologías utilizadas por sus diversos empleadores; tienen un limitado poder de decisión.
Motivación principal para participar en las actividades	Descubrir tecnologías altamente rentables y que reduzcan el uso de mano de obra. Acceder a variedades resistentes y altamente productivas.	Acceder a préstamos y a las recomendaciones de los “expertos”.	Desarrollar tecnologías de bajos insumos externos e ideas para reducir los costos.	Tener acceso a tierra y establecer relaciones de equidad en la comunidad.
Estrategias de intervención más promisorias	Enfoques de transfe-rencia de tecnología; la promoción de va-riedades resistentes se podría combinar con capacitación y educación.	Una mezcla de los enfoques de transfe-rencia de tecnología y de ECAs. Programas de crédito.	MIP-ECAs y hacer énfasis en el desarro-llo de la tecnología tradicional local, como el ***wachu rozado***	MIP-ECAs y la formación de capacitadores pertenecientes a este grupo. Proveer acceso a vestuario de protección personal; crear conciencia en los empleadores sobre el uso de plaguicidas de menor toxicidad

Fuente: Paredes (2001). La caracterización se hizo con los agricultores de las tres comunidades que participaron en el proyecto EcoSalud. Los resultados se verificaron y ajustaron con los miembros de la comunidad y con el personal del INIAP.

Como Atkin y Lesinger (2000) recomiendan, la industria de agroquímicos debería actuar basándose en los resultados de evaluación de los programas de uso seguro de plaguicidas y retirar del mercado los productos de las categorías toxicológicas Ia y Ib. Un enfoque de impuestos selectivos podría apoyar las acciones mencionadas. Sin embargo, debido a la naturaleza del mercado de agroquímicos, éstos se deberían aplicar de manera regional (Lee y Espinosa, 1998).

Los científicos pueden aportar su experiencia en lo relacionado a los impactos, alternativas tecnológicas y relaciones de intercambio, y de esta manera proporcionar información de alta calidad que apoye los procesos de toma de decisiones. Aunque el involucramiento en la discusión y formulación de políticas pueda tener pocos beneficios inmediatos para la investigación, la falta de participación puede limitar los impactos sociales de los estudios. Michael Loevinsohn (1997) ha descrito la experiencia que el Instituto Internacional de Investigación sobre el Arroz ha tenido al no tomar en cuenta las presiones acerca de las políticas de plaguicidas en las Filipinas. Explica cómo la falta de apoyo científico prestigioso puede haber retrasado el desarrollo de la formulación de políticas en al menos una década.

Controles en mercados de insumos y productos

En una era de creciente liberalización de los mercados y del comercio, es necesario explorar apoyos adicionales a los movimientos que buscan la producción agrícola sostenible. Por ejemplo, Loevinshon (1993), entre otros, se ha mostrado a favor de realizar una vigilancia post-mercadeo de los impactos adversos de los plaguicidas como parte del control de productos. Ésta se realizaría de manera similar a los mecanismos que se han establecido para documentar y reportar las reacciones adversas a una droga, adoptados por los fabricantes de productos químicos farmacéuticos. La vigilancia activa implicaría brindar apoyo a los servicios de salud que documentan los envenenamientos humanos y a los ministerios de ambiente que documentan casos como la muerte de peces o de animales domésticos. Estos datos serían usados por los actores del área agrícola para apoyar en la toma de decisiones sobre políticas relacionadas a las opciones tecnológicas y a la fijación de precios.

Paralela a la intrincada red de distribución de agroquímicos, debe existir una red de distribución de equipos de protección de alta calidad. Como parte del "paquete tecnológico" debe quedar claro que los plaguicidas no se pueden utilizar sin este equipo. Además de los agricultores, el uso del equipo de protección debe extenderse a los obreros agrícolas contratados mediante el fortalecimiento de las normas de reducción de riesgos en los sitios de trabajo, incluidas las fincas.

El surgimiento de mercados orgánicos o "verdes" se muestra bastante promisorio, como se evidencia ya en los países del Norte. Estos mercados, por lo general, requieren un conjunto de requisitos como etiquetado, certificación y convenios para precios preferenciales que mantengan la viabilidad comercial de esta actividad para los pequeños agricultores. El apoyo gubernamental para la transición hacia un

mercado "verde" tiene tal vez su mejor ejemplo en Alemania (Gerber y Hoffman, 1998). Los organismos donantes en Ecuador, como la Agencia Internacional de Desarrollo de los EUA, la Agencia de Cooperación Suiza para el Desarrollo y el Fondo Ecuatoriano-Canadiense de Desarrollo continúan invirtiendo en el MIP y en la producción orgánica que abastece el mercado doméstico e internacional. El desarrollo de mercados de productos orgánicos exige el fortalecimiento de enlaces entre agricultores y la industria procesadora y exportadora de alimentos. En Ecuador, compañías como la exportadora de alimentos AgroFrío, la compañía internacional de alimentos FritoLay y las cadenas de supermercados Mi Comisariato y Supermaxi han expresado diferentes grados de interés en proveerse de productos libres de plaguicidas o que hayan sido producidos con una aplicación controlada de los mismos.

Apoyo a las iniciativas locales y al trabajo interinstitucional

La aplicación de los procesos de sostenibilidad requiere de cambios profundos tanto en las concepciones como en las acciones. En lugar de centrarse en implementar paquetes tecnológicos específicos, será necesario aceptar la complejidad de la situación y pensar en términos más holísticos, acerca de nuestro medio ambiente, de las formas de subsistencia y sus interacciones (Röling y Wagemakers, 1998). La agricultura es extremadamente dinámica y por eso es necesario desarrollar tecnologías alternativas en forma continua. Inducir el cambio local en el uso de tecnologías de plaguicidas requiere de un cuidadoso análisis y comprensión de la heterogeneidad social y ecológica de las comunidades agrícolas. Es necesario que las intervenciones relacionadas con plaguicidas y manejo de plagas se enfoquen cada vez más en los usuarios: los agricultores, sus familias y comunidades y de esta manera fortalezcan la toma de decisiones individuales y colectivas.

La tendencia actual de la descentralización de las operaciones gubernamentales hacia las municipalidades y en el manejo de los recursos naturales en Ecuador podría ser una oportunidad para mejorar la organización y planificación del desarrollo rural. En los últimos años en Carchi, la investigación y extensión agrícola han incrementado su colaboración y se han centrado más en la comunidad y en el usuario. Los recortes de financiamiento y la crisis económica forzaron a actores institucionales, antes distantes, a juntar recursos humanos y materiales. El Consorcio Carchi, un grupo de unas 19 organizaciones que operan en la cuenca del río Ángel, es un ejemplo claro del aumento en la colaboración interinstitucional en los últimos años, el cual cuenta con enlaces en toda la región (para más información ver www.condesan.org).

De manera paralela, los donantes están cada vez más conscientes de la necesidad de centrarse en enfoques en donde la comunidad dirija las acciones. A principios del año 2001, la FAO apoyó un proyecto para institucionalizar el desarrollo de tecnologías participativas y las metodologías de extensión dirigidas por agricultores

en la provincia de Carchi y en otras zonas de la Sierra ecuatoriana. Acciones similares se están llevando a cabo en Perú y Bolivia (Sherwood et al., 2000). Esperamos que el enlace entre investigación y extensión cree un "círculo virtuoso" de capacidades locales fortalecidas que lideren continuamente los temas de investigación. Las redes creadas con actores locales ayudarán a identificar y generar respuestas adaptadas a la diversidad ecológica y social. Con el tiempo, este trabajo podría generar un mayor equilibrio entre los enfoques biológicos y ecológicos y el de tendencias químicas y físicas, tanto en las prácticas de manejo como en la agenda de investigación. Este cambio de perspectiva requerirá de una mayor inversión, tanto en el desarrollo rural dirigido por la comunidad como en la investigación basada en el mismo.

Bibliografía

Arcury, T.A., C.K. Austin, S.A., Quandt y R. Saavedra. 1999. Enhancing community participation in intervention research: Farmworkers and agricultural chemicals in North Carolina. Health Education & Behavior, 28(4): 563-578.

Atkin, J. and K.M. Lesinger (eds). 2000. Safe and Effective Use of Crop Protection Products in Developing Countries. CABI Publishing. 163 pp.

Barrera, V., L. Escudero, G. Norton. y S. Sherwood 2002. Validación y difusión de modelos de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades en el cultivo de papa: Una experiencia de capacitación participativa en la provincia de Carchi, Ecuador. Revista INIAP N 16. Pág. 26-28.

Bentley, J. W. y Andrews, K.L., 1996. Through the roadblocks: IPM and Central American smallholders. IIED Gatekeeper Series, International Institute for Environment and Development, London, 56: 20.

Buckles, D. (ed). 2000. Cultivating peace: Conflict and collaboration in natural resource management. IDRC/World Bank.

Campbell, R. 1994. Biological control of soil-borne diseases: Some present problems and different approaches. Crop Protection, 13(1): 4-13.

Center for Disease Control and Prevention (CDC). 2000. Principles of community engagement. Public Health Practice Program. Available at www.cdc.gov/phppo. Accessed January, 2001.

Clayton, G.D. y F.E. Clayton, 1978. Patty's industrial hygiene and toxicology. 3rd revised edition. Vol 1. General principles. New York, London: John Wiley & Sons.

De Noni, G. y G. Trujillo. 1986. La erosión actual y pontencial en Ecuador: localización, manifestaciones y causas. In CEDIG: La erosión en el Ecuador. Documentos de Investigación No 6. Quito, pp 1-14.

Dove, M.R. 1999. The agronomy of memory and the memory of agronomy. In V. Nazarea. 1999. Ethnology: Situated knowledge/local lives. University of Arizona Press, 45-70.

Ehler, L.E. y D.G.Bottrell. 2000. The illusion of integrated pest management. Issues in Science and Technology 16(3): 61-64.

Freudenberg, N.E., Eng, B. Flay, G. Parcel, T. Rogers y N. Wallerstein. 1995. Strengthening individual and community capacity to prevent disease and promote health: in search of relevant theories and principles. Health Education Quarterly 22(3, August): 290-306.

Gallagher, K. 1998. Farmer Field Schools: A group extension process based on adult non-formal education methods. Internal paper. Global IPM Facility, Rome. 20 pp.

Gallagher, K. 2000, Community study programmes for integrated production and pest management: Farmer Field Schools pp. 60-67 In: FAO, Human Resources in Agricultural and Rural Development, Rome.

Gerber, A. y V. Hoffman. 1998. The diffusion of eco-farming in Germany. In: N.G. Röling NG and M.A.E. Wagemakers MAE (eds): Facilitating Sustainable Agriculture: Participatory learning and adaptive management in times of environmental uncertainty. Cambridge University press. pp. 134-150.

Kawachi, I.B.P. Kennedy y K. Lochner 1997. Long live community: social capital as public health. The American Prospect, November-December: 56-59.

Krishna, A., N. Uphoff, and M. J. Esman (eds.). 1997. Reasons for hope: Instructive Experiences in Rural Development, Kumarian Press, West Hartford, CT. 322 pp.

Lee D. y P. Espinosa. 1998. Economic reforms and changing pesticide policies in Ecuador and Colombia. In: C.C. Crissman, J.M. Antle, and S.M. Capalbo (eds.). Economic, Environmental, and Health Tradeoffs in Agriculture: Pesticides and the sustainability of Andean potato production. Kluwer Academic Publishers. pp. 121-138.

Loevinsohn, M. 1997. Linking research and policy on natural resource management: The case of pesticides and pest management in the Philippines. Paper presented at the expert consultation on "Closing the Loop: The Interface between Natural Resource Management (NRM)-Oriented Agricultural Research and Policy Change," Maastricht, The Netherlands, November 9-11. 28 pp.

Loevinsohn, M.E. 1990. Improving pesticide regulation in the Third World: the role of an independent hazard auditor [Mejoramiento de la regulación de plaguicidas en el Tercer Mundo: rol de un auditor independiente de riesgos]. En Forget G, Goodman T, de Villiers A . Impact of pesticide use on health in developing countries: proceedings of a symposium held in Ottawa, Canada, 17-20 September [Impacto del uso de plaguicidas sobre la salud en los países en desarrollo: memorias de un simposio realizado en Ottawa, Canadá, 17-20 Septiembre]. Ottawa, Ontario: IDRC, 1993:166-177.

London, L. y H.A. Rother. 2000. People, pesticides and the environment: Who bears the brunt of backward policy in South Africa? New Solutions 10(4); 339-350.

Mason, R.O. y I.I. Mitroff. 1981. Challenging strategic planning assumptions: Theory, cases, and techniques. New York: John Wiley & Sons.

Matteson, P.C., K.D. Gallagher y P.E. Kenmore. 1994. Extension of integrated pest management for planthoppers. In: R.F. Denno and T.J. Perfect (eds.). Asian Irrigated Rice: Empowering the user. Chapman and Hall, London. 656-687.

Murray, D.L. y P.L. Taylor. 2000. Claim no easy victories: Evaluating the pesticide industry's global safe use campaign. World Development 28, 10 :1735-1749.

Paredes, M. 2001. We are like the fingers of the same hand: Peasants' heterogeneity at the interface with technology and poject intervention in Carchi, Ecuador. M.Sc. tesis, Wageningen University, the Netherlands. 150 pp.

Peden, D. 2000. Is There a Doctor on the Farm? Managing Agroecosystems for Better Human Health. Presented at International Centers Week of The Consultative Group for International Agricultural Research (CGIAR), Washington D.C., October 25. Ottawa, ON: International Development Research Centre, Working Paper. 48 pp.

Plog, B.A. 1996. Fundamentals of industrial hygiene. 4th ed. National Safety Council. Ithaca, NY.

Polanyi, M.F.D. (Forthcoming). Communicative action in practice?: Future Search and the pursuit of an open, reflective, and non-coercive large group change process. Systems Research and Behavioral Science. Special Issue: Participatory Planning and Design.

Pretty, J. N. y R. Chambers. 1993. Towards a learning paradigm: new professionalism and institutions for agriculture. IDS Discussion Paper 335. University of Sussex, U.K.

Pretty, J. N., 1994. Training for Learning. RRA Notes: Special issue on training. International Institute for Environment and Development, London, U.K., 19: 5-12.

Röling, N. 2000. Gateway to the global gardens: Beta/gamma science for dealing with ecological rationality. Draft document presented at Eight Annual Hopper Lecture, October 24. 46 pp.

Röling, N. y MAE Wagemakers. 1998. Social learning for sustainable agriculture. Cambridge, New York, Melbourne: Cambridge University Press.

Selener, D., 1997. Participatory Action Research and Social Change. The Cornell Participatory Action Research Network, Cornell University, Ithaca, New York. 358 pp.

Sherwood, S. G., R. Nelson, G. Thiele y O. Ortiz. 2000. Farmer field schools in potato: A new platform for participatory training and research in the Andes. ILEIA. 16(4): 4 pp.

Sola, M. 1986. Recolección de variedades nativas de papa en el Ecuador. Reporte de las primeras expediciones de recolección en las Provincias de Carchi, Cotopaxi, Tungurahua, Cañar, Azuay y Loja. Convenio INIAP-IBPGR. Annual report.

Stokols, D. 1996. Translating social ecological theory into guidelines for community health promotion. American Journal of Health Promotion 10(4):282-298.

Valverde, F. y J. Córdova y R. Parra. 2001. Erosión de suelo causada por labranza con maquinaria agrícola (arado y rastra) en Carchi, Ecuador. Report for the Soil Management CRSP. 14 pp.

Watterson, A. 2000. Agricultural science and food policy for consumers and workers: recipes for public health successes or disasters? New Solutions 10(4):317-324.

Capítulo 10

LECCIONES Y SUGERENCIAS PARA EL FUTURO

David Yanggen, Charles Crissman, Stephen Sherwood y Donald Cole

Introducción

Para comprender el alcance de los impactos que el uso de plaguicidas en Carchi genera fue necesario examinar aspectos agrícolas, económicos, ambientales y de salud. Es claro que, desde una perspectiva de producción agrícola, los plaguicidas han llegado a jugar un papel central en el control de plagas y en la economía de los agricultores. No obstante, los mismos han expresado preocupación por el aumento de plagas y su creciente dependencia por productos químicos que ponen en duda la sostenibilidad del actual sistema de producción agrícola.

Investigaciones toxicológicas que examinaron la presencia de plaguicidas en el ambiente (suelos y agua) y en la papa no encontraron una contaminación significativa según normas internacionales, quizás debido a las características muy particulares de los suelos negros andinos de la zona. En contraste con los estudios ambientales, la investigación en la salud humana encontró resultados alarmantes. Se comprobó que los plaguicidas han tenido impactos severos sobre la salud en más de la mitad de la población rural. Además, tales efectos en la salud significan costos importantes en la economía rural. La Metodología de Análisis de Relaciones de Intercambio (ARI) examinó cómo los plaguicidas afectan las interacciones entre la rentabilidad de la agricultura, el medio ambiente y la salud humana. Los resultados del ARI revelaron que los impactos económicos negativos de los daños a la salud humana causados por los plaguicidas más toxicos fueron mayores que los beneficios económicos en la producción. Se mostró también que hay opciones tecnológicas que pueden mejorar las condiciones tanto económicas como ambientales y de salud.

En el transcurso de estas investigaciones, llegó a ser evidente que si los resultados no se difundían a la sociedad éstos no iban a tener impactos constructivos para mejorar la situación. Los investigadores necesitaban, por una parte, promover

intervenciones con las comunidades afectadas y, por otra parte, encontrar maneras de involucrar a diversos actores regionales y nacionales en discusiones sobre políticas para remediar la situación.

El proyecto Eco-Salud y sus colaboradores ejecutaron Escuelas de Campo de Agricultores (ECAs) y otras metodologías participativas para facilitar la adquisición de nuevos conocimientos y empoderar a comunidades rurales seleccionadas de Carchi. Así, los agricultores han experimentado con una variedad de tecnologías de Manejo Integrado de Plagas que disminuyen la cantidad de plaguicidas tóxicos empleados en los sistemas de producción. En cuanto a las discusiones sobre políticas, un grupo importante de actores al nivel provincial elaboró la "Declaración de Carchi", y solicitó, entre otros puntos, la eliminación de los plaguicidas más tóxicos y mayores recursos para la investigación, el desarrollo y la difusión de tecnologías que reduzcan la dependencia de plaguicidas tóxicos. También se convocó a un foro nacional para presentar los resultados del presente libro y promocionar más acciones.

Resultados específicos

Este libro ha organizado los resultados de los diversos estudios alrededor de cuatro temas: hogares agrícolas y uso de plaguicidas, presencia de plaguicidas en el medio ambiente y el hogar, impactos de los plaguicidas en la salud humana y análisis de políticas y estrategias de intervención. Los hallazgos interdisciplinarios proporcionan una visión global y holística de los costos verdaderos que el uso de plaguicidas representa para las comunidades rurales y la sociedad en general. Este conjunto de investigaciones proporciona también los fundamentos científicos que comprueban la necesidad de contar con acciones y además ayudan en la selección de políticas adecuadas.

Hogares agrícolas y plaguicidas

Los dos primeros capítulos documentan la dependencia de plaguicidas del sistema de producción de papa en Carchi. En todas las parcelas de papa estudiadas, los productores aplicaron fungicidas e insecticidas. Casi la totalidad de los agricultores encuestados (95%) creía que era imprescindible utilizar plaguicidas para producir papa. Cerca de 90 % de los gastos totales de los productores agrícolas en plaguicidas fueron dirigidos a la producción de papa. Como promedio, cada parcela recibía más de siete aplicaciones con 2,5 productos mezclados en cada aplicación.

El carbofurán y el metamidofos fueron los insecticidas más utilizados y constituyeron el 47% y 43%, respectivamente, de todos los ingredientes activos aplicados a los campos. El uso de ambos ha sido restringido en Norte América y Europa y son clasificados por la Organización Mundial de Salud como subsistencias *Ib*, altamente tóxicas. El 80% del peso de ingrediente activo de fungicidas aplicados a los campos correspondía a formulaciones de mancozeb, conocido por ser mutagénico al nivel celular y posiblemente un factor causal de cáncer.

Desde el punto de vista de producción a corto plazo, el uso de plaguicidas es eficiente para controlar plagas y disminuir los riesgos de producción. La productividad marginal de la cantidad de plaguicidas usados por los agricultores excedía sus costos marginales. En otras palabras, había ingresos extras de más de un dólar por cada dólar adicional gastado en plaguicidas. Esto indica que, contrariamente a la creencia generalizada de que los agricultores hacen un uso irracional y excesivo de plaguicidas, los agricultores tendían a subutilizarlos. No obstante, esta perspectiva es únicamente financiera y no toma en cuenta los impactos sobre la salud y el medio ambiente.

A pesar del fuerte uso de plaguicidas altamente tóxicos, había vacíos importantes en los conocimientos de los agricultores sobre su peligrosidad y muy poco uso de medidas de protección. Sólo una quinta parte de los pequeños productores en las cuatro comunidades había recibido alguna capacitación sobre el manejo de plaguicidas. Aunque cerca del 90% de la población adulta sabía leer, más del 70% de los hombres y el 80% de las mujeres no conocían el significado de los colores correspondientes a niveles de toxicidad en las etiquetas de los plaguicidas. Ninguno de los agricultores entrevistados en las cuatro comunidades solicita el producto por el ingrediente activo y entre el 75% y el 90% nunca recibió, por parte del vendedor de plaguicidas, advertencias sobre las precauciones o sobre la peligrosidad del producto.

En cuanto al uso de medidas de seguridad, cuando mezclaban los plaguicidas, los agricultores no tomaban medidas básicas de protección. Ochenta y seis por ciento no usaba guantes, 92% no usaba máscara y 97% no usaba gafas. Durante la fumigación, sólo el 38% usaba un plástico en la espalda, el 26% un poncho impermeable, y el 26% un pantalón impermeable. Merece notar que, por ejemplo, el poncho impermeable se refiere típicamente a chompas de cuero y la máscara, a una vieja camisa y no a equipos especialmente elaborados para la protección contra plaguicidas. Producto de su práctica de aplicación, un alto porcentaje de productores reportó que se mojaba partes del cuerpo cuando fumigaba: la cara (84% de los productores entrevistados), las manos (87%), las piernas (86%), los pies (78%) y la espalda (73%). Existía la creencia común de que, a través de repetidas exposiciones a los plaguicidas, las personas desarrollarían una resistencia a los tóxicos.

Existe desconocimiento en cuanto a las tecnologías alternativas de producción. Por ejemplo, sólo un promedio de 11% de agricultores en las cuatro comunidades conoce la práctica de trampas para el gusano blanco. Esto, a pesar de que las trampas para gusano blanco constituyen una de las prácticas de MIP más promocionadas y más exitosas de la zona. Además, la mayoría de los agricultores no puede nombrar correctamente las variedades de papa que tienen resistencia a la lancha.

Presencia de plaguicidas en el ambiente y en el hogar

Las investigaciones encontraron que la lixiviación de carbofurán en los campos de papa era mínima. Las concentraciones de carbofurán encontradas en los suelos y en las aguas superficiales estaban por debajo de los estándares establecidos por la EPA (Agencia de Protección del Medioambiente) de los EEUU. Hay dos factores que probablemente explican este resultado. Primero, la investigación descubrió que la vida media de carbofurán, en las condiciones de la Sierra ecuatoriana, es más baja que la reportada en los países del Norte, de clima templado. Esto implica que se degrada más rápidamente bajo las condiciones ambientales del Carchi. Segundo, la presencia de alofano y la alta cantidad de materia orgánica de los suelos negros andinos parece contribuir a la absorción de carbofurán.

No obstante, hay que tomar con precaución los resultados en cuanto a la presencia de carbofurán en las aguas superficiales. Aunque no encontramos altas concentraciones permanentes de carbofurán, es probable que existan incidentes puntuales que no fueron encontrados por los estudios. En las investigaciones participativas se ha notado la ocurrencia de incidentes regulares cuando los agricultores lavan sus bombas de fumigación en las quebradas y canales de riego. Posiblemente, debido a la alta solubilidad y la movilidad del carbofurán en agua, existen picos de su presencia en estas fuentes durante esos momentos. De hecho, los agricultores reportaron casos de mortalidad aguda de ganado debido a este posible efecto.

Los análisis de residuos de plaguicidas en papa tampoco encontraron niveles significativos. Primero se analizó papa sin corteza, la forma en que usualmente se consumen las papas en la zona, y no se encontró ningún residuo de carbofurán cuantificable. Al repetir la experiencia con papas con corteza y no cocinadas, se pudo detectar carbofurán, pero a niveles muy por debajo de los estándares internacionales para residuos de este producto. Estos resultados indican que, en referencia a la posible presencia de carbofurán, no existen problemas para el consumo de la papa. Vale la pena anotar que otro estudio realizado en cuatro provincias de Ecuador, incluyendo a Carchi, encontró residuos del plaguicida metamidofos en tomate, hasta ocho veces sobre el límite especificado por la FAO y la OMS. Los hallazgos de la papa no se deben extrapolar automáticamente a todos los cultivos en todas las regiones del país.

En cuanto a los senderos de contaminación dentro del hogar, se observó con frecuencia durante las investigaciones que los agricultores almacenaban los plaguicidas en la casa, lavaban los equipos y la ropa de trabajo en el área de la casa y entraban a la misma antes de lavarse el cuerpo y la ropa. Consecuentemente, se encontraron evidencias importantes de residuos de plaguicidas en el hogar. Para estas investigaciones, se usaron dos técnicas. Primero, se usaron frotis de gasa para levantar muestras de residuos y así se confirmó su presencia en distintas áreas de la casa. Se complementó este estudio con trazadores fluorescentes que se colocaron en las

bombas de mochila. Estos trazadores permitieron ver residuos en la mesa y el piso del comedor, donde se lavaba la ropa, en el patio de la casa, etc. Se encontró también inhibición de la enzima acetilcolinesterasa (indicador de contacto con plaguicidas organofosforados) en personas que vivían en hogares agrícolas donde se usaban plaguicidas, a pesar de que estas personas no tenían contacto directo con los mismos. Este hallazgo refuerza la probabilidad de que existan senderos de contaminación dentro y alrededor de la casa.

Impactos en la salud

Son preocupantes los resultados de dos de nuestros estudios con bases antropológicas que encontraron que comúnmente, en las comunidades rurales de Carchi, se asociaba la hombría con la capacidad de aguantar intoxicaciones por plaguicidas. De hecho, una revisión inicial de los reportes del Ministerio de Salud Pública (MSP), aunque basados en un reportaje incompleto, planteó una situación alarmante.

Según el MSP, Carchi tenía el más alto índice de envenenamientos con plaguicidas en Ecuador. Según los datos del MSP, las intoxicaciones con plaguicidas eran la principal causa de muerte en la provincia después de los accidentes de tránsito, tanto para mujeres como para hombres. La frecuencia de hospitalizaciones para casos de intoxicación incluía altos porcentajes de mujeres y niños, e indican que el problema no era sólo de los aplicadores de plaguicidas en el campo, que son hombres, sino más bien de toda la familia. De hecho, nuestros estudios de vigilancia activa encontraron que el MSP sólo reportaba un 10 % de los casos verdaderos. Estos estudios médicos indicaron que los papicultores de Carchi estaban expuestos a plaguicidas altamente tóxicos y esa exposición causaba un índice de intoxicación entre los más altos reportados al nivel mundial.

Los envenenamientos tenían un notable costo individual y para la economía rural en general. Los costos inmediatos de un envenenamiento típico, al tomar en cuenta los gastos en atención médica, remedios y días en reposo, equivalen a 11 días de trabajo jornalero. Estos gastos no incluían los costos de funerales ni los días de luto sin poder trabajar.

Un componente central de la investigación en salud utilizó la Batería de Ensayos Neuroconductuales (Neurobehavioral Core Test Battery - NCTB) desarrollada por la Organización Mundial de la Salud. Con esta batería de pruebas se pudo estimar un puntaje neuroconductual global. Se comparó los resultados de los miembros de hogares agrícolas que cultivaban papa y otro grupo referente urbano que no tenía contacto con plaguicidas. La capacidad psicomotriz de los aplicadores de plaguicidas se vio disminuida y se presentó una disminución significativa en la fuerza, la coordinación y la sensación táctil. La capacidad neuroconductual de los aplicadores y sus familias también se vio significativamente afectada pues tanto la capacidad de atención como viso-espacial presentaban serias disminuciones.

El puntaje medio estandarizado neuroconductual de la población de los hogares agrícolas fue menor en casi una desviación estándar, en comparación con la población no directamente expuesta a plaguicidas. Los mínimos medios para las diferentes funciones fueron menores en más de tres desviaciones estándar. Tales niveles de disfunción corresponderían a considerables dificultades para realizar tareas diarias del hogar y para tomar decisiones racionales en cuanto al manejo de la finca. Estos resultados serían comparables a niveles de personas consideradas neurocognitivamente minusválidas y que gozan de pensiones de invalidez en países como Canadá.

Políticas alternativas y estrategias de intervención

Una investigación analizó el impacto de la salud sobre la productividad del agricultor y cómo impuestos sobre los plaguicidas podrían cambiar los resultados económicos y de salud. La idea central de esta investigación es que la salud del agricultor es un componente fundamental en la producción agrícola. Así, tomando como base los estudios de la sección anterior, se incorporó la medición de afectación de salud de los agricultores por plaguicidas en un análisis econométrico de la productividad de la finca. Resultó que, estadísticamente, los agricultores cuya salud había sido perjudicada por los plaguicidas eran significativamente menos productivos que los que no habían sido afectados. En suma, los plaguicidas disminuyen la capacidad intelectual de los agricultores para gestionar sus fincas, a la vez que reducen la capacidad física de los mismos para hacer las tareas agrícolas.

Los impuestos sobre los plaguicidas aumentan su costo; esto impulsa a los agricultores a disminuir su uso. Esto, a su vez, puede mejorar la salud de los agricultores y, en consecuencia, aumentar la productividad de la finca. Esta investigación encontró que un impuesto sobre todos los plaguicidas mejoraría la salud de los agricultores, pero a costa de perjudicar la rentabilidad de la finca. Esto se conoce como un resultado "ganar-perder". Por otra parte, si los impuestos sólo apuntaran a los plaguicidas más tóxicos, la salud del agricultor y la productividad de la finca mejorarían. El aumento en la productividad del agricultor, gracias al mejoramiento en su salud, tiene un efecto más importante que el alza en los costos de producción debido al impuesto. Este resultado se califica como "ganar-ganar" y resalta la importancia de un buen diseño de cualquier política agrícola.

Al usar el Modelo de Análisis de Relaciones de Intercambio (ARI), se analizaron los efectos que la adopción de tecnologías (MIP y medidas de seguridad) tendría sobre los retornos económicos, la lixiviación y la salud humana. Las políticas que promueven el MIP y el equipo de protección mejoran los ingresos, a la par que disminuyen los riesgos de salud. Una combinación de ambas tecnologías mejora todavía más ambos resultados. La adopción de prácticas de MIP también reduce la lixiviación de plaguicidas hacia aguas subterráneas y aguas superficiales. En todos los casos del uso de estas dos tecnologías, hay resultados ganar-ganar: las condiciones económicas

mejoran a la par que mejoran las condiciones de salud y se reduce la contaminación del medio ambiente. No obstante, quedan dudas sobre la posibilidad de lograr un uso seguro de plaguicidas altamente tóxicos mediante el uso de ropa de protección bajo las condiciones socioeconómicas de las comunidades rurales en Carchi.

Las intervenciones participativas, principalmente bajo la metodología de Escuelas de Campo de Agricultores (ECAs), mostraron resultados alentadores. Los agricultores desarrollaron sus conocimientos sobre la ecología y las plagas y experimentaron con diversas tácticas de MIP. En sus parcelas de aprendizaje, bajo las condiciones reales de su comunidad, lograron reducir sustancialmente los costos de producción a la vez que mantuvieron los rendimientos. El efecto neto fue un aumento importante en los retornos económicos. También, hubo evidencia de que los egresados, quienes habían desarrollado una nueva conciencia sobre la problemática de plaguicidas, comenzaron a adoptar medidas de seguridad. En una comunidad alrededor de las tres cuartas partes de los agricultores participantes en ECAs invirtieron en ropa de protección. Además, hubo reportes inmediatos de parte de los aplicadores y sus esposas de mejoras en la salud debido a estos cambios.

A partir de finales de 1999, la estrategia de intervención comenzó a involucrar a diversos actores, tanto al nivel regional como nacional, en un debate sobre los plaguicidas. Este debate resultó en un llamado para la reducción en la distribución y el uso de productos altamente tóxicos y en la promoción de tecnologías alternativas. En octubre de 1999, más de 100 representantes del Gobierno, la industria, organizaciones de desarrollo de investigación, medios de comunicación agricultores y sus re-presentantes, participaron en una reunión que fue presidida por el Gobernador de la provincia y los Directores Provinciales de Agricultura y de Salud. Se contó también con la participación de representantes ministeriales de agricultura, salud y educación, así como los Alcaldes de cada una de las municipalidades. En esta reunión se elaboró la "Declaración de Carchi para la Vida, el Medio Ambiente y la Producción" que pedía, entre otras cosas, la prohibición de los plaguicidas más tóxicos, más recursos para la capacitación de las comunidades rurales por entidades no aso-ciadas con la industria de plaguicidas, y mayor inversión para el desarrollo de tecnologías alternativas.

En mayo de 2001, este discurso fue llevado al nivel nacional. Después de una serie de reuniones informativas con el Comité Nacional de Plaguicidas (con mandato del Congreso Nacional y constituido por representantes del Ministerio del Ambiente, Ministerio de Salud Pública, el Ministerio de Agricultura y de la industria de plaguicidas) y representantes de los formuladores y vendedores de plaguicidas en el país, se convocó a un foro de actores nacionales, provenientes de los Ministerios de Agricultura y Ganadería, Salud Pública, Ambiente, así como de la industria de plaguicidas, los medios de comunicación y la sociedad civil. El Ministro de Agricultura y Ganadería y el Representante de la FAO abrieron la reunión de cuatro horas, que incluyó presentaciones formales de los diversos científicos nacionales e internacionales que lideraron los estudios sobre los efectos de los plaguicidas.

Además, un grupo de agricultores de Carchi, egresados de tres Escuelas de Campo, contó sus exitosas experiencias de haber eliminado el uso de plaguicidas altamente tóxicos y de haber reducido a la mitad su uso de todo tipo de plaguicidas, sin afectar su producción. El Comité de Plaguicidas, sin el apoyo notable del representante de la industria de plaguicidas, presentó un listado de nueve puntos de acciones a tomar (ver cuadro 10.1). A pesar de un aval importante de la sociedad civil representada en peticiones de miles de personas de Carchi y representantes de otras cuatro provincias de la Sierra y diversos reportes en los periódicos nacionales y programas de televisión, hasta la fecha ningún oficial del Gobierno ha llevado a cabo una acción determinante al respecto.

Cuadro 10.1 Recomendaciones del Comité Técnico de Plagucidas

El Comité Técnico de Plaguicidas solicitó al Gobierno Nacional, gobiernos locales, organizaciones internacionales, la industria de plaguicidas, la industria de alimentos, las comunidades rurales (agricultores y otros miembros de la sociedad civil) atención a las siguientes recomendaciones:

1. Adoptar como política de Gobierno la reducción y eventual eliminación de los plaguicidas que corresponden a las categorías toxicológicas Ia, extremadamente tóxica o peligrosa y Ib, altamente tóxica o peligrosa.

2. Apoyar y comprometer al SESA para que ejerza un mejor control sobre la calidad de plaguicidas, tanto en las importaciones como durante la comercialización, así como sus residuos en los alimentos.

3. Apoyar y comprometer al Ministerio de Salud Pública (MSP) para que establezca y ejecute el Plan Nacional de Vigilancia Epidemiológica respecto a las intoxicaciones con plaguicidas y al Ministerio del Ambiente para que establezca un Programa de Vigilancia de la contaminación ambiental ocasionada por el uso de plaguicidas.

4. Comprometer mayor apoyo de parte del Estado para la investigación y la capacitación en el Manejo Integrado de Plagas (MIP), con énfasis en alternativas diferentes a los plaguicidas.

5. Apoyar y fomentar la sensibilización de los agricultores, técnicos y vendedores de agroquímicos con campañas informativas y educativas sobre el uso correcto de plaguicidas y los efectos negativos que se pueden derivar en la salud humana y animal, en el ambiente y aún en la productividad agropecuaria.

6. Comprometer al Consejo Nacional de Educación Superior (CONESUP) en que las facultades de ciencias agrícolas, ingeniería agronómica, ingeniería forestal, ingeniería zootécnica, ingeniería agropecuaria, ingeniería ambiental y otras facultades afines, incluyan en sus programas de estudios e investigación el MIP y los efectos del uso plaguicidas en la salud, el ambiente y la productividad.

7. Comprometer al Ministerio de Educación en preparar al estudiante de ciclo básico y diversificado en MIP y los efectos del uso de plaguicidas en la salud, el ambiente y la productividad.

8. Difundir, exigir y vigilar el cumplimento de las disposiciones legales relacionadas con plaguicidas a todos los involucrados en la cadena agroalimentaria.

9. Notificar acciones regulatorias finales basadas en estudios sobre incidentes de intoxicaciones con plaguicidas en la provincia de Carchi, de acuerdo con lo que establece el Convenio de Rótterdam.

Conclusiones

Dos conclusiones fundamentales emergieron de estas investigaciones:

- Los problemas de salud causados por los plaguicidas son muy severos y están afectando a un porcentaje importante de la población de la región.

- Existen soluciones que son económicamente viables y que también pueden mejorar sustancialmente la salud de los agricultores y proteger el ambiente.

Hemos visto que la situación ha provocado mucha preocupación, discusión e intervenciones con las comunidades afectadas. ¿Cuáles son, entonces, los resultados muy concretos sobre el terreno? En realidad son muy pocos. Para dar una idea de la realidad, recientemente un representante de la industria de plaguicidas se acercó a uno de los autores de este libro para jactarse de que, desde que empezamos a presentar los resultados aquí expuestos, sus ventas de carbofurán, uno de los dos plaguicidas más tóxicos en la región, habían crecido sustancialmente.

¿Cómo se puede explicar esta situación? La realidad es compleja y no se la puede resumir adecuadamente en el poco espacio del que se dispone aquí. No obstante, hay algunos hechos clave que se deben tomar en consideración. Primero, no se ha llegado al nivel actual de uso de plaguicidas al azar. Históricamente ha habido toda una serie de políticas del Estado ecuatoriano que ha dado un fuerte impulso al uso de los plaguicidas (ver capítulo 8). En Ecuador, la totalidad de plaguicidas es importada. La importación de los plaguicidas ha contado con fuertes subsidios debido a la tasa de cambio preferencial "oficial" significativamente sobrevalorada, a la reducción importante en los aranceles de importación que la favorece. Además de esto, existían también exoneraciones tributarias en las ventas. A esto se suma la existencia de controles que limitaban los precios de venta por mayor y por menor de los plaguicidas, para garantizar su venta barata a los agricultores. Para terminar, al nivel de la finca, había crédito subsidiado para su compra y se concedía a las asociaciones agrícolas el derecho de importar los plaguicidas directamente para reducir los costos. Alternativas como el manejo integrado de plagas en comparación han contado con muy poco apoyo.

Todas estas medidas han contribuido al uso generalizado de plaguicidas altamente tóxicos entre agricultores que no comprenden su peligrosidad: no comprenden lo más básico que son los colores en las etiquetas que indican toxicidad; no toman medidas mínimas de seguridad; creen que se desarrolla resistencia a los plaguicidas a través de repetidas exposiciones. Representantes de la industria de plaguicidas han respondido públicamente que esta situación resulta del mal uso por parte de los aplicadores. Sin embargo, hemos visto que gente inocente, especialmente mujeres y niños que no usan plaguicidas, han sido gravemente afectados.

El estudio probablemente más completo sobre el uso de plaguicidas patrocinado por las compañías de plaguicidas (Atkin y Leisinger, 2000) llegó a la conclusión de que cualquier compañía que no pudiera asegurar el uso seguro de plaguicidas altamente tóxicos debería retirarlos del mercado. En Carchi, hoy en día, hay un uso masivo de plaguicidas sin las medidas más básicas de seguridad. El mismo estudio llegó a la conclusión de que es casi imposible llegar a un uso seguro de plaguicidas altamente tóxicos con pequeños agricultores en países en desarrollo.

En resumen, nuestros estudios, en concordancia con conclusiones publicadas por la industria de plaguicidas, indican que las condiciones socioeconómicas de las comunidades rurales en lugares como Carchi no permiten un manejo seguro de los plaguicidas altamente tóxicos. Debido a esta situación, es sumamente preocupante que el país permita una venta libre de estos productos cuando es evidente que no van a ser manejados en forma segura y que este uso va a causar daños neurológicos que afectan en forma directa la productividad y el bienestar de las comunidades rurales.

En cuanto a la promoción de tecnologías alternativas, la crisis económica del país y los ajustes estructurales en el presupuesto del Estado han resultado en fuertes reducciones en la infraestructura de investigación y extensión agrícolas. Las experiencias con las Escuelas de Campo descritas en este libro han alcanzado sólo una proporción infinitesimalmente pequeña de la población agrícola. En suma, frente a la libre distribución de los plaguicidas altamente tóxicos y con la poca inversión pública en alternativas, es poco realista imaginar que en un futuro cercano se podrá lograr cambios efectivos en una proporción importante de agricultores.

Si no se ha llegado a esta situación tan dramática al azar, tampoco se va a salir de esta situación sin la dedicación de esfuerzos individuales y de instituciones. El propósito de este libro no es proponer una lista específica de acciones a tomarse en el país. Por el contrario, presentamos los resultados de investigaciones científicas que permiten comprender tanto los impactos del uso de plaguicidas, como de las políticas relacionadas con su uso y su influencia sobre la economía rural, la salud humana y el medio ambiente. Los hechos científicos hablan por sí mismos sobre la urgencia de atención pública sobre la problemática de plaguicidas en el país e indican posibles caminos a tomar con el fin de lograr cambios efectivos.

Bibliografía

Atkin, J. y K. M. Lesinger (eds), 2000, Safe and Effective use of Crop Protection Products in Developing Countries, CABI Publishing, 163 pp.

ACERCA DE LOS AUTORES

Hipatía de Almeida (D.Psych) Neuropsicologa, Instituto de Seguridad Social del Ecuador, Quito.

John Antle (Ph.D.) Profesor en el Departamento de Economía Agrícola y Economía, Montana State University, EE.UU.

Víctor Hugo Barrera (M.Sc.) Especialista en sistemas y Responsable del Núcleo de Apoyo Técnico y Capacitación del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Quito.

Lilián Basantes (Lic.) Asistente del campo del Centro Internacional de la Papa (CIP) en San Gabriel, Carchi, Quito.

Walter Bowen (Ph.D.) Agrónomo del CIP-IFDC, Quito.

Fernando Carpio (MD) Especialista en salud ocupacional y director de la Fundación Nuestra, Quito.

Donald Cole (MD, M.Sc., F.R.C.P.(C)) Especialista en salud ocupacional y ambiental en el Departmento de Salud Publica, Universidad de Toronto, Canadá.

Charles Crissman (Ph.D.) Economista agrícola del CIP, Quito.

Patrico Espinosa A. (M.Sc.) Economista agrícola del CIP, Quito.

Raúl Harari (MD) Especialista de salud ocupacional y Director de la Corporación para el Desarrollo de la Producción y el Medio Ambiente Laboral (IFA), Quito.

Raúl Jaramillo (M.Sc.) Especialista de suelos y asistente de investigación del CIP, Quito.

Jim Julian (Ph.D.) Estadístico en el Departamento de Epidemiología Clínica y Bioestadística, Universidad de McMaster, Canadá.

Sarian Kosten (M.Sc.) Ecohidróloga, Investigadora asociada del CIP, Quito.

Ninfa Léon (MD, M.Ph.) Experta de ciencia política y salud de Fundación Nuestra, Quito.

Verónica Mera Orcés (M.Sc.) Becaria del Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo. (CIID/IDRC), Canadá.

Ramiro Merino (M.Sc.) Toxicólogo ambiental de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, Quito.

Myriam Paredes (M.Sc.) Tesista del Departamento de Sociología Rural, Wageningen University and Reseach Center, Países Bajos.

Stephen Sherwood (M.Sc.) Especialista de educación participativa del CIP y Global IMP Facility /FAO, Quito.

Jetse Stoorvogel (Ph.D.) Científico de Suelos, Wageningen University and Research, Países Bajos.

David Yanggen (Ph.D.) Economista agrícola del CIP, Quito.

El contenido de este libro es de responsabilidad exclusiva de los autores de sus respectivos capítulos y no representa necesariamente el punto de vista de las instituciones o personalidades que han colaborado en su formulación y edición.

Publicado por CIP e INIAP

ISBN-9978-22-282-0

Impreso en Quito-Ecuador, 2003
Tiraje 1000 ejemplares

Esta obra debe citarse así:
David Yanggen, Charles Crissman y Patricio Espinosa (eds). 2003. Los Plaguicidas: Impacto en producción, salud y medio ambiente en Carchi, Ecuador. CIP e INIAP

Aunque, por milenios, la papa ha sido un cultivo básico en los Andes, sólo en tiempos recientes presiones poblacionales y económicas han provocado su intensificación agrícola basada en el uso de insumos externos. La producción de la papa en la Provincia de Carchi, Norte del Ecuador, es un ejemplo de esta revolución tecnológica que ha incidido de forma especial en el uso de plaguicidas. Estos, introducidos a partir de la década de los '50, han sido adoptados universalmente y en forma cada vez más intensiva. El uso de los plaguicidas ha permitido aumentar la producción de papas y ha brindado progreso económico a los agricultores pero ha tenido, a la vez, impactos en el ecosistema y ha expuesto a los agricultores a nuevas substancias tóxicas.

Este libro presenta resultados y análisis obtenidos durante más de diez años de investigaciones interdisciplinarias. Las investigaciones identificaron fuertes impactos en la salud, incluyendo daños neurológicos importantes en un gran porcentaje de agricultores y sus familias. Los autores, además, presentan políticas, tecnologías y procesos de capacitación viables que podrían disminuir los impactos sobre la salud y el medioambiente, sin afectar la productividad.

Es impresindible que la sociedad ecuatoriana conozca la situación e implemente acciones de acuerdo con la naturaleza de cada problema. La experiencia que recoge este libro es relevante para políticos, académicos y prácticantes del desarrollo agrícola, preocupados por lograr sistemas de producción sostenible.

ISBN-9978-22-282-0