



Las
Plaguicidas

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

EDITORES
DAVID YANGGEN, CHARLES CRISMAN
y PATRICIO ESPINOSA

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 (CIP)
Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)*

PRIMERA EDICIÓN

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

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)
Estación Experimental Santa Catalina
Panamericana Sur Km. 18
Casilla: 17-10-340
Quito-Ecuador
Tlf: +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
Tlf: +593-2-562 633
Fax: +593-2-506 255
Quito-Ecuador
E-mail: editorial@abyayala.org
Web: www.abayayala.org

© Centro Internacional de la Papa, 2002
Primera edición: noviembre 2002

ISBN: 9978-22-282-0

Derecho de Autor: Pendiente en la Oficina de Derecho de Autor
en Ecuador al momento de la publicación

Capítulo 1

EL USO DE PLAGUICIDAS EN LA PRODUCCIÓN DE PAPA EN CARCHI

Charles Crissman, Patricio Espinosa A. 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 actualizada 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 mismo 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.

Hoy en día, 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 cultivaba variedades de papa andígena nativa, 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). En Carchi, estas nuevas 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 principales 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). 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 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 pulgilla (*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 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 (camino, 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., 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 ^a	28,8	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:				
Nitrógeno, a. i. ^b	320	138 kg	302	19,6
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	188	
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.

^a jorn. = jornales (días de trabajo).

^b 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 22 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^a 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
Mellocó ^b	- ^c	10	10
Oca ^b	- ^c	- ^c	- ^c

^a Los costos se expresan en dolares.

^b El mellocó y la oca son cultivos de tubérculos andinos.

^c 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
Fungicidas:			
Mancozeb ^a	3.110,67	1.801	304
Compuestos de azufre	333,14	286	99
Propineb ^a	142,02	146	53
Maneb ^e	115,11	181	65
Cymoxanil ^b	64,93	635	178
Compuestos de cobre	29,21	94	29
Fentinaacetato	11,34	86	36
Ferbam ^e	9,55	73	28
Chlorothalonil	6,75	6	6
Fosetil-Aluminio	4,74	11	6
Metiram ^e	3,92	7	6
Oxicarboxin ^b	1,95	2	2
Propiocanazol ^c	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 ^b	0,30	2	1
Zineb ^a	0,25	3	2
Carbendazim ^b	0,25	1	1
Carboxin ^c	0,15	1	1
Ofurace ^b	0,02	1	1
Metalaxyl ^c	0,00	1	1
Insecticidas:			
Carbofurán	224,77	687	265
Metamidofos ^c	206,00	999	265
Profenofos ^c	20,99	117	62
Fonofos ^c	9,77	28	16
Malathion ^c	9,72	14	9
Dimetoato ^c	5,40	19	11
Lambda Cihalotrina	0,78	148	64
Diazinon ^c	0,72	3	1
Foratoc	0,71	10	6
Parathion-metílico	0,49	4	1
Deltametrina	0,46	92	42
Monocrotofos ^c	0,32	2	2
Fosfamidon	0,32	1	1
Cypermotrina	0,31	7	4
Acephate	0,19	7	2
Cyflutrin	0,12	10	6
Formothion	0,08	1	1
Fenitrothion ^c	0,08	1	1
Alfametrina	0,05	3	2

^a Fungicidas ditiocarbamatos.

^b Fungicidas sistémicos.

^c 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 (Cremllyn, 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, cipermetrina 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 agricultor 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, Ramos, et al. 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

Insumo	Forma Funcional			
	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. Esta 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 Global 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 principales 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 labor in 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 (*Premnotyphes 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).
- Uquillas, J.; C.C. Crissman; W. Peterson y K. DeWalt. 1990. "La papa en los sistemas de producción agropecuaria de la sierra ecuatoriana." *Cooperativo Proyecto cooperativa de FUNDAGRO y CIP*, Quito, Ecuador y University of Illinois, Urbana Il. (pp. 38).