

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

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

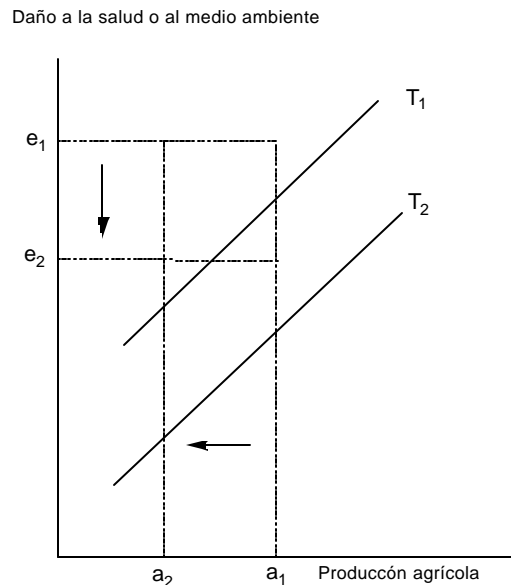
En el análisis de las políticas, el interés se centra en predecir o en evaluar el impacto de las distintas opciones de políticas. Para que el análisis sea relevante para los políticos, es necesario poder responder a preguntas como "¿qué pasaría si...?", o "¿quién se beneficiaría o quién resultaría perjudicado 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

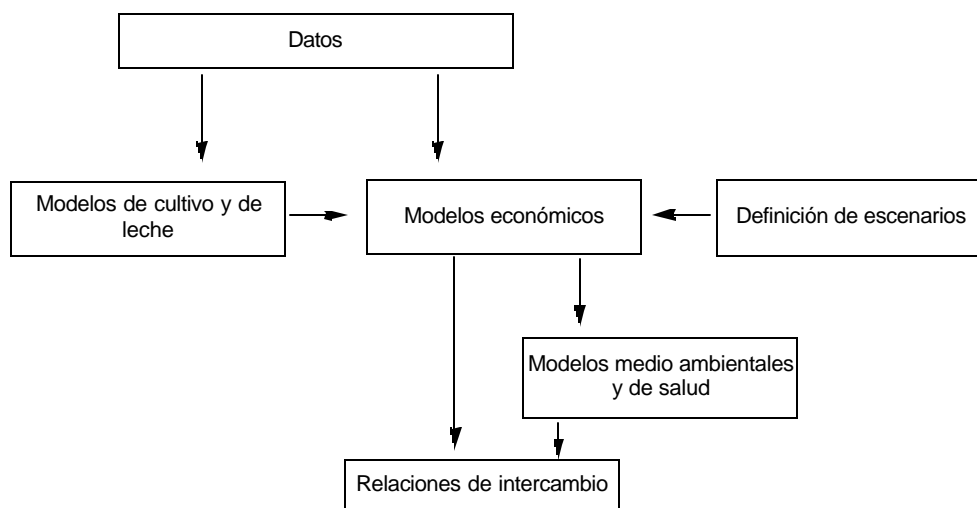
la agregación y la presentación de resultados. Este software interface se conoce como el Modelo ARI.

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 $50 \times 5 \times 10 = 2.500$ 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

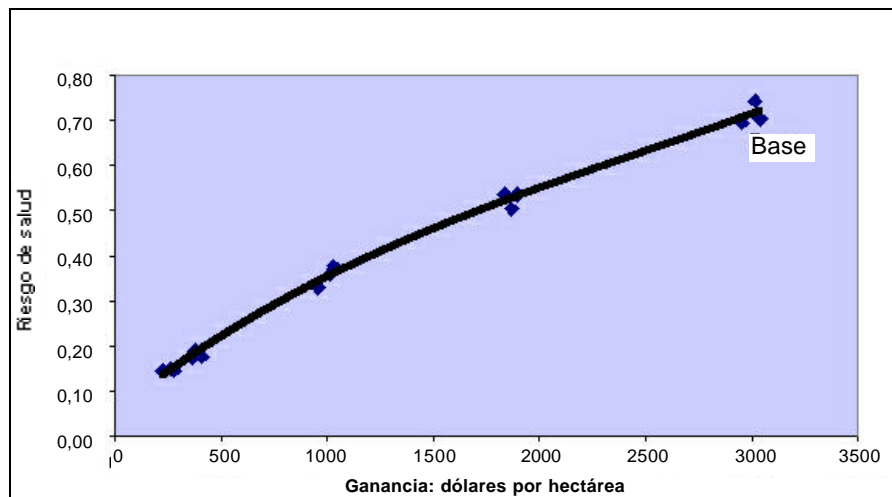
como resultado el control eficiente del mismo, con una importante reducción en el empleo de carbofurán (Unda et al., 1999). Para este escenario, se ha asumido un 80% de la reducción en el empleo de carbofurán y la adopción de MIP en alrededor del 80% del área cultivada.

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.

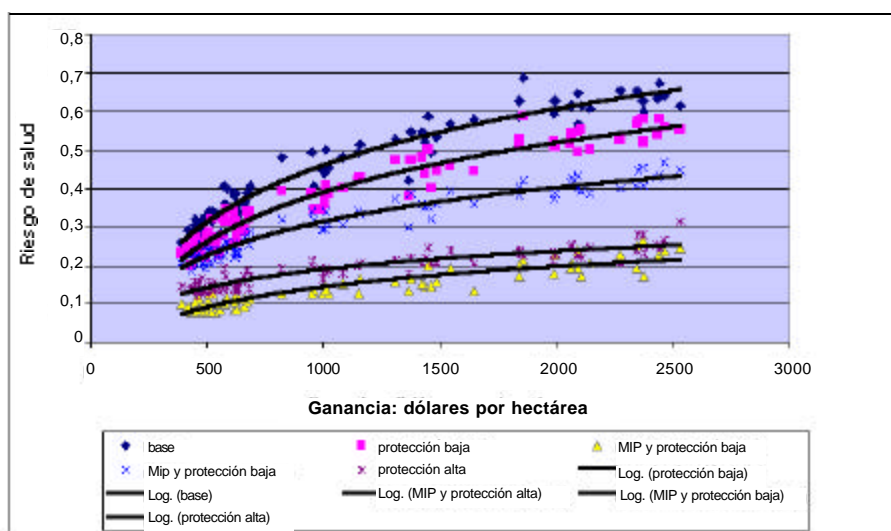
Figura 8.3 Curva de Intercambio Salud y Ganancias con Tecnología de Base



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

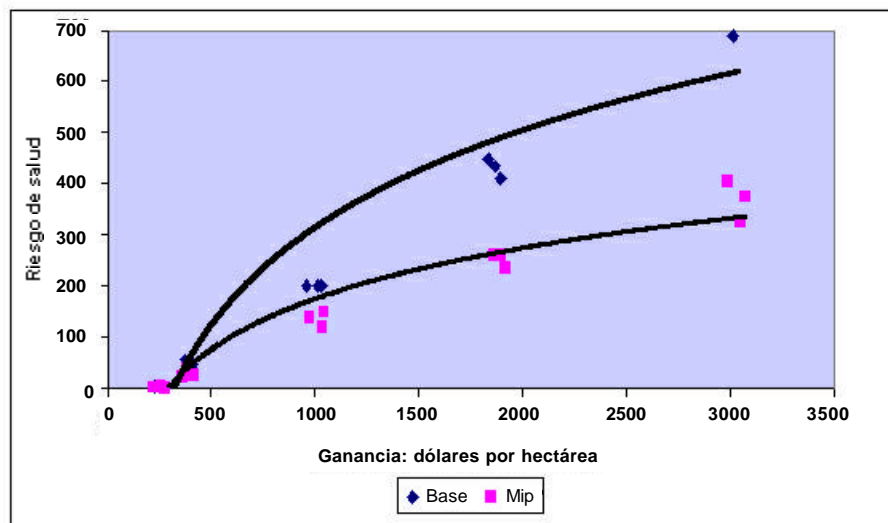


La figura 8.4 presenta los escenarios de MIP y ropa de protección. Estas curvas se forman de los puntos de dispersión, como aquellos presentados en la figura 8.3. La curva que se encuentra en la parte superior representa el escenario base en la figura anterior. Las siguientes dos curvas ilustran los 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 sostenibilidad 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.

Bibliografía

- 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)*. Proyecto de la Reorientación del Sector Agropecuario (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 Pontificia 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.