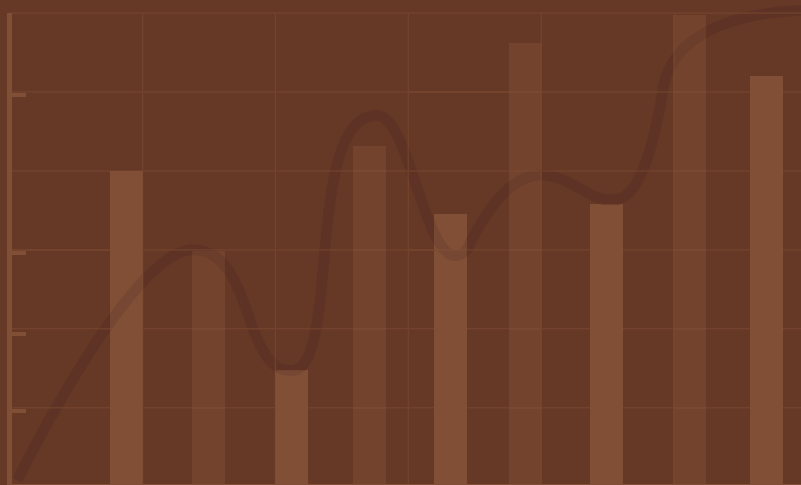


Guía introductoria para la evaluación de impactos en programas de manejo integrado de plagas (MIP)

Oscar Ortiz • Willy Pradel



DIVISIÓN DE MANEJO INTEGRADO DE CULTIVOS

Guía introductoria para la evaluación de impactos en programas de manejo integrado de plagas (MIP)



Oscar Ortiz
Willy Pradel

Centro Internacional de la Papa
Proyecto MIP de la Mosca Blanca Tropical, CIAT, DFID

Guía introductoria para la evaluación
de impactos en programas de manejo
integrado de plagas (MIP)

© Centro Internacional de la Papa (CIP), 2009

ISBN 978-92-9060-370-2

Las publicaciones del CIP contribuyen con información importante sobre investigación y desarrollo para el dominio público. Los lectores están autorizados a citar o reproducir este material en sus propias publicaciones. Se solicita respetar los derechos de autor del CIP y enviar una copia de la publicación donde se realizó la cita o se publicó el material, al Departamento de Comunicación y Difusión a la dirección que se indica abajo.

Centro Internacional de la Papa
Apartado 1558, Lima 12, Perú
cip@cgiar.org - www.cipotato.org

Producido por el Departamento de Comunicación y Difusión del CIP

Coordinadora de Producción

Cecilia Lafosse

Diseño y diagramación

Elena Taipe con la contribución de Artes Gráficas

Impreso en el Perú por Tarea Asociación Gráfica Educativa

Tiraje: 300 ejemplares

Abril 2009

Tabla de Contenido

Prólogo	V
Agradecimientos.....	VI
Sección I: Introducción y presentación de la guía.....	1
Sección II: Pasos metodológicos para la evaluación de impactos del MIP: los diagramas de flujo... 2	
Figura 1: Seleccionando la etapa en la cual se encuentra tu programa de MIP	3
Figura 2: Definiendo el tipo de impacto que te gustaría medir	3
Figura 3: Midiendo el impacto en el capital humano	5
Figura 4: Midiendo el impacto en el capital social.....	6
Figura 5a: Proyectando el impacto económico con base a datos experimentales	6
Figura 5b: Midiendo el impacto económico cuando hay adopción al nivel de campo	7
Figura 6: Midiendo el impacto ambiental	8
Sección III: Ejemplos resultados de evaluaciones de impactos del MIP	9
Sección IV: Algunas referencias útiles relacionadas a evaluación de impacto.....	14
Apéndice 1: Conceptos importantes relacionados con la evaluación de impactos	16
Apéndice 2: Definiendo indicadores para medir cambios en el capital humano: conocimiento, habilidades y toma de decisiones	21
Apéndice 3: Cómo establecer una línea de base para la evaluación de los impactos del MIP.....	25
Apéndice 4: Métodos para medir cambios en los indicadores relacionados con capital humano y social, y aspectos económicos y ambientales.....	27
Apéndice 5: Definiendo indicadores para medir cambios en el capital social.....	31
Apéndice 6: Principios para el análisis de presupuesto parcial.....	33
Apéndice 7: Definiendo indicadores para medir cambios en aspectos económicos.....	35
Apéndice 8: Estimación de la Adopción al nivel de campo.....	38
Apéndice 9: Análisis del retorno a la inversión en MIP.....	40
Apéndice 10: Coeficiente de impacto ambiental (EIQ) e impacto ambiental (EI)	44

Lista de Tablas

Tabla 1. Ejemplos de indicadores, tipos de comparación y métodos para colección y análisis de datos.....	27
Tabla 2. Retornos de la inversión en investigación y extensión para el manejo del gorgojo de los Andes en áreas clave seleccionadas por las ONG en el Perú a los precios de 1993	42
Tabla 3. Valores de coeficiente de impacto ambiental (EIQ) para insecticidas comunes (Kovach et al., 1992) con valores de EIQ actualizados en 2007	46
Tabla 4. Valores de coeficiente de impacto ambiental (EIQ) para fungicidas comunes (Kovach et al., 1992) con valores de EIQ actualizados en 2007	48
Tabla 5. Cálculo del valor de impacto ambiental (EI) en campos de agricultores con cultivos de tomate y papa usando tecnología de MIP comparados con los de tecnología tradicional en Comarapa, Bolivia. Campaña 2007-2008	49

Prólogo

En años recientes hay un creciente interés por evaluar la rentabilidad de las inversiones en proyectos o programas relacionados con la investigación y el desarrollo agrícola. Una gran variedad de interesados, tales como donantes, administradores, investigadores, personas involucradas en proyectos de desarrollo, gobiernos y también agricultores requieren medir el impacto de diversos proyectos, programas o instituciones.

En agricultura hay una gran diversidad de proyectos de investigación y desarrollo. Un tipo específico de proyecto está relacionado a los programas de manejo integrado de plagas (MIP), generalmente presentados como una alternativa al uso indiscriminado de pesticidas. El MIP hace uso de diversas formas de control: biológico, etológico, mecánico, físico, genético, legal y químico, y generalmente implica que el agricultor conozca la biología y el comportamiento de la plaga para poder tomar decisiones apropiadas para su manejo.

Lamentablemente, pocos proyectos de MIP han sido documentados de manera suficiente en términos del impacto que han alcanzado. Una de las razones es que la evaluación de impacto es una disciplina que no es ampliamente conocida. Pocos científicos sociales se han especializado en esta área. Además, en muchos casos los programas de MIP no incluyen a científicos sociales en sus equipos para apoyar el proceso de evaluación socioeconómica, debido a la falta de personal calificado, o a la falta de fondos para contratarlos.

Una alternativa para superar este factor limitante es capacitar al personal que trabaja en el área de investigación y desarrollo del MIP, la mayoría investigadores de las ciencias agrícolas o biológicas, en la metodología de evaluación de impacto, así como brindar herramientas metodológicas para el personal de Ciencias Sociales que realiza este tipo de trabajo. Esta guía pretende contribuir a llenar un vacío en la literatura relacionada con la evaluación del impacto de los proyectos de MIP, y aunque está basada en experiencias realizadas en América Latina, podría ser adaptada a otras realidades.

Agradecimientos

Quisiéramos reconocer la contribución especial del personal del equipo de Socioeconomía del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) de El Salvador por sus comentarios a este documento y por contribuir con dos estudios de caso de evaluación de impacto. También quisiéramos agradecer al equipo de PROINPA de Bolivia, y al equipo de Randi Randi en Ecuador que contribuyeron con estudios de impacto y dieron valiosos comentarios que mejoraron esta publicación.

La presente guía resume el trabajo de un equipo multidisciplinario del ex departamento de Ciencias Sociales y del equipo de investigación participativa de la División de Manejo Integrado de Cultivos del Centro Internacional de la Papa en los últimos diez años. La validación de esta guía ha sido posible gracias al apoyo financiero del proyecto "Tropical White Fly IPM Project" (MIP de la mosca blanca tropical) con fondos del DFID a través del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

Guía introductoria para la evaluación de impactos en programas de manejo integrado de plagas (MIP)

SECCION I: INTRODUCCION Y PRESENTACION DE LA GUIA

Esta guía introduce de una forma amigable los principios y métodos para evaluar aquellos impactos que pueden generarse de los programas o proyectos de MIP, comenzando con los conceptos y métodos básicos, y presentando progresivamente aspectos metodológicos más especializados. También se incluyen referencias de métodos y casos de estudio para las personas interesadas en profundizar en el tema. Sin embargo, es necesario aclarar que esta guía presenta una introducción al tema y está orientada principalmente a profesionales de las ciencias agrarias o biológicas, pero también puede ser útil para profesionales especializados en evaluaciones de impacto que no han tenido experiencia en evaluar el impacto del MIP.

La filosofía de esta guía considera que evaluar el impacto del MIP no es una tarea que se deja para el final, cuando el proyecto está por terminar o ya ha concluido. Por el contrario, la evaluación de impacto debe ser planificada desde el momento del diseño del proyecto, continuar durante el desarrollo del mismo y, al final, simplemente se debe complementar la información necesaria para las evaluaciones.

La guía está organizada en diagramas de flujo para que el lector pueda seguirlos fácilmente y encontrar, paso a paso, la explicación de los métodos más apropiados para evaluar los diferentes tipos de impacto del MIP. En la Sección II se presenta una colección de diagramas de flujo, los cuales describen las principales preguntas que alguien interesado en la evaluación de impacto de MIP debería hacerse y responder. Cada diagrama de flujo conecta al lector con la descripción de métodos y casos ilustrativos específicos presentados en la Sección III y en los apéndices respectivos, donde se presenta información más específica. La Sección IV presenta algunas referencias acerca de métodos y casos para aquellos lectores que tuvieran interés de encontrar más información sobre evaluación de impacto.

SECCIÓN II: PASOS METODOLÓGICOS PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS DEL MIP: LOS DIAGRAMAS DE FLUJO

Esta sección presenta diagramas de flujo que tienen como objetivo guiarte a través de las principales preguntas que tendrás que responder para la evaluación de diferentes tipos de impacto de un programa de MIP.

La Figura 1 plantea una pregunta acerca de la etapa en que está tu programa de MIP (o el programa que pretendes evaluar), y guía a tres posibles respuestas (cuando el programa está en fase experimental, cuando está iniciando las actividades con los agricultores, o cuando las actividades con los agricultores están consolidadas). Cada una de estas preguntas, a su vez, guía a una respuesta relacionada al tipo de evaluación de impacto que pudiera realizarse, lo cual es presentado en diagramas posteriores.

Una vez que has seleccionado la situación de tu programa, puedes pasar a la Figura 2, donde la pregunta principal es acerca del tipo de impacto que te gustaría medir. El diagrama provee cuatro alternativas, que están relacionadas con la evaluación del impacto en el capital humano (cambios en conocimiento, actitudes y habilidades), en capital social (cambios en organización, redes sociales, acceso a información, etc.), en aspectos económicos (beneficios netos y retornos a la inversión) y en aspectos ambientales, referidos específicamente a cambios en el uso de pesticidas (cambios en el nivel de contaminación ambiental y riesgo a la salud de los trabajadores y consumidores a través del método conocido como coeficiente de impacto ambiental).

Las figuras 3, 4, 5 y 6 te guían a través de un número de preguntas y alternativas relacionadas con la medición del impacto en capital humano, capital social, impactos económicos y ambientales respectivamente. Las preguntas y alternativas están complementadas por los apéndices, donde se da información más detallada acerca de métodos específicos a ser usados.

En los diagramas hay notas resaltadas que indican puntos a los que debes prestar especial atención.

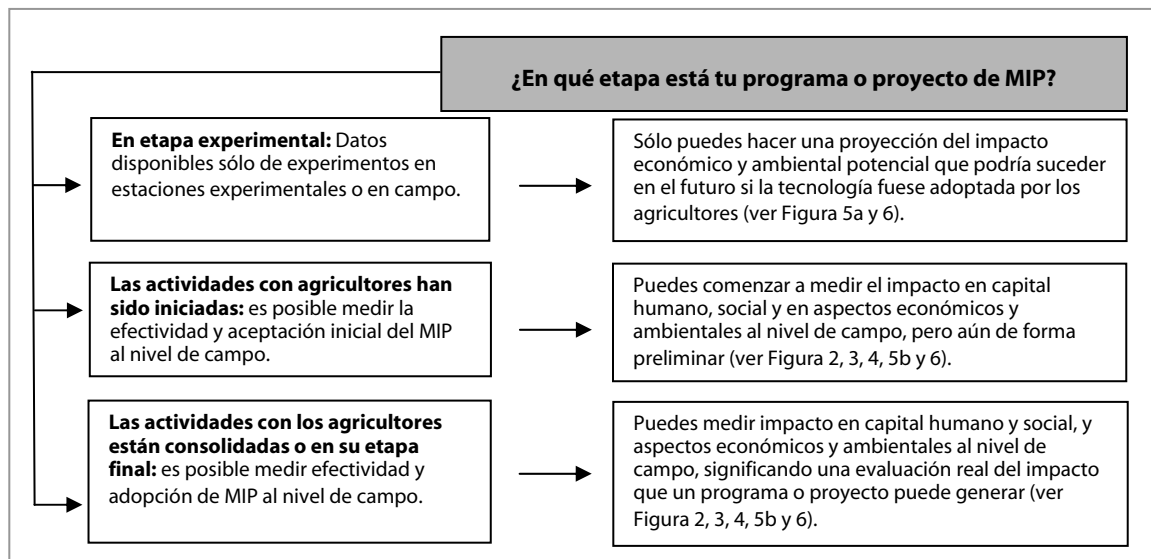


Figura 1. Seleccionando en cual etapa se encuentra tu proyecto de MIP.

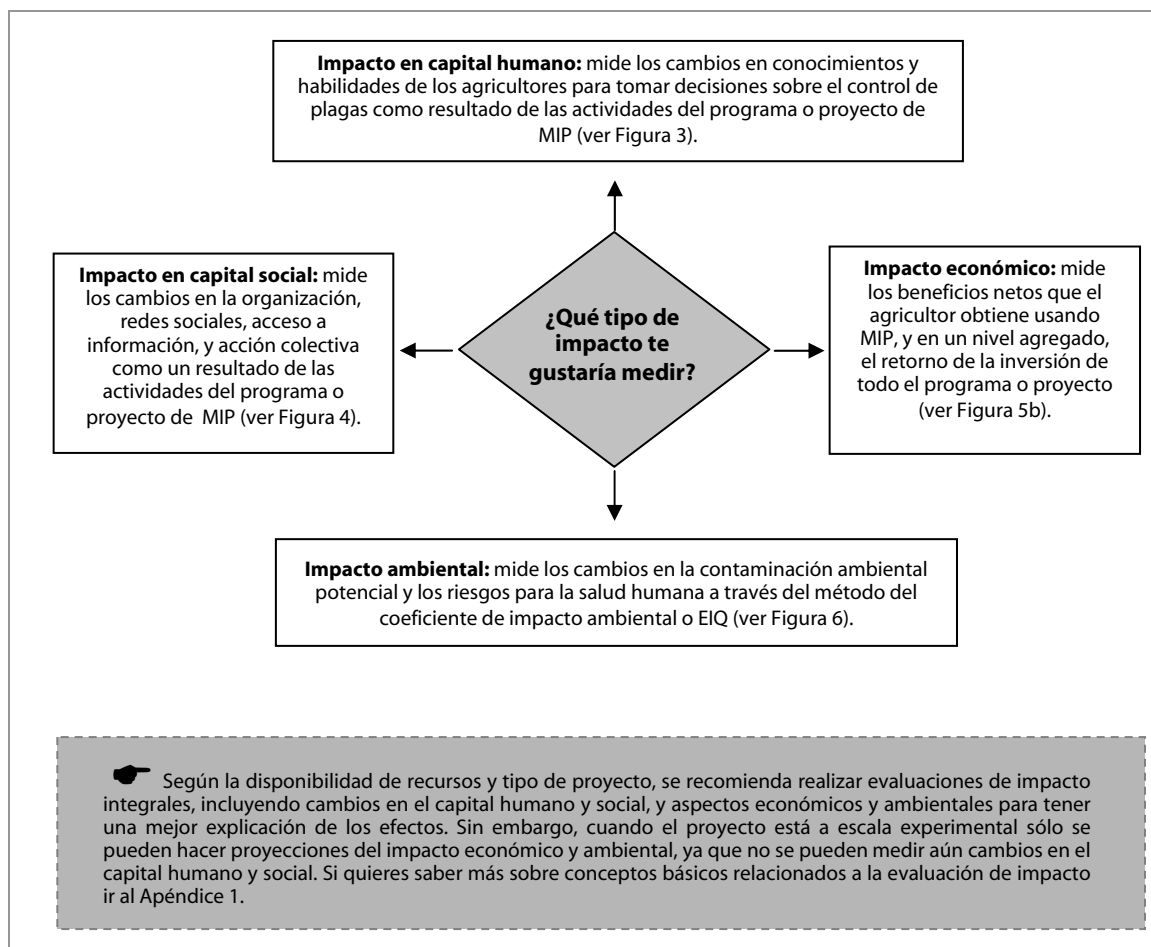
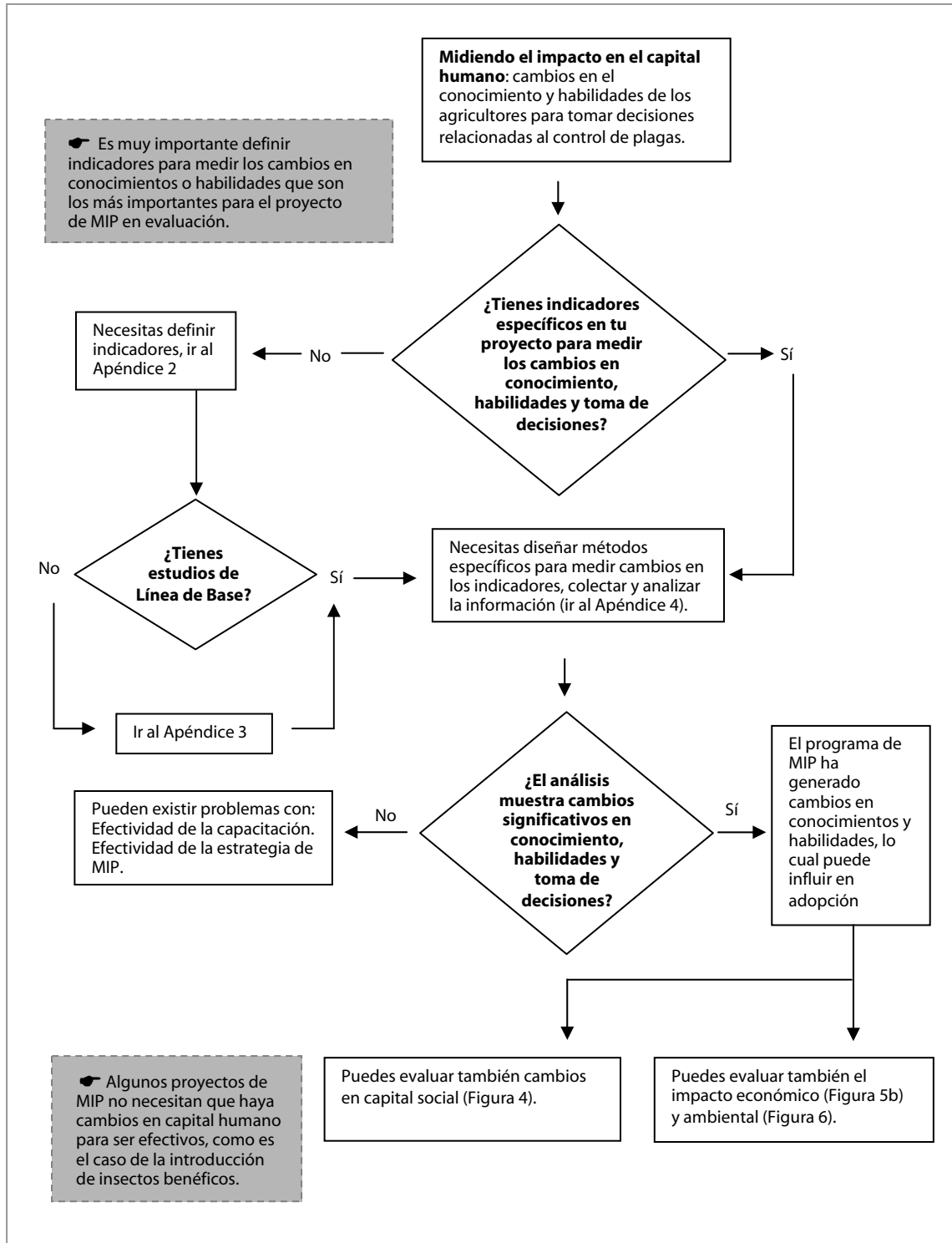


Figura 2. Definiendo el tipo de impacto que te gustaría medir.

Figura 3.
Midiendo el impacto en el capital humano.



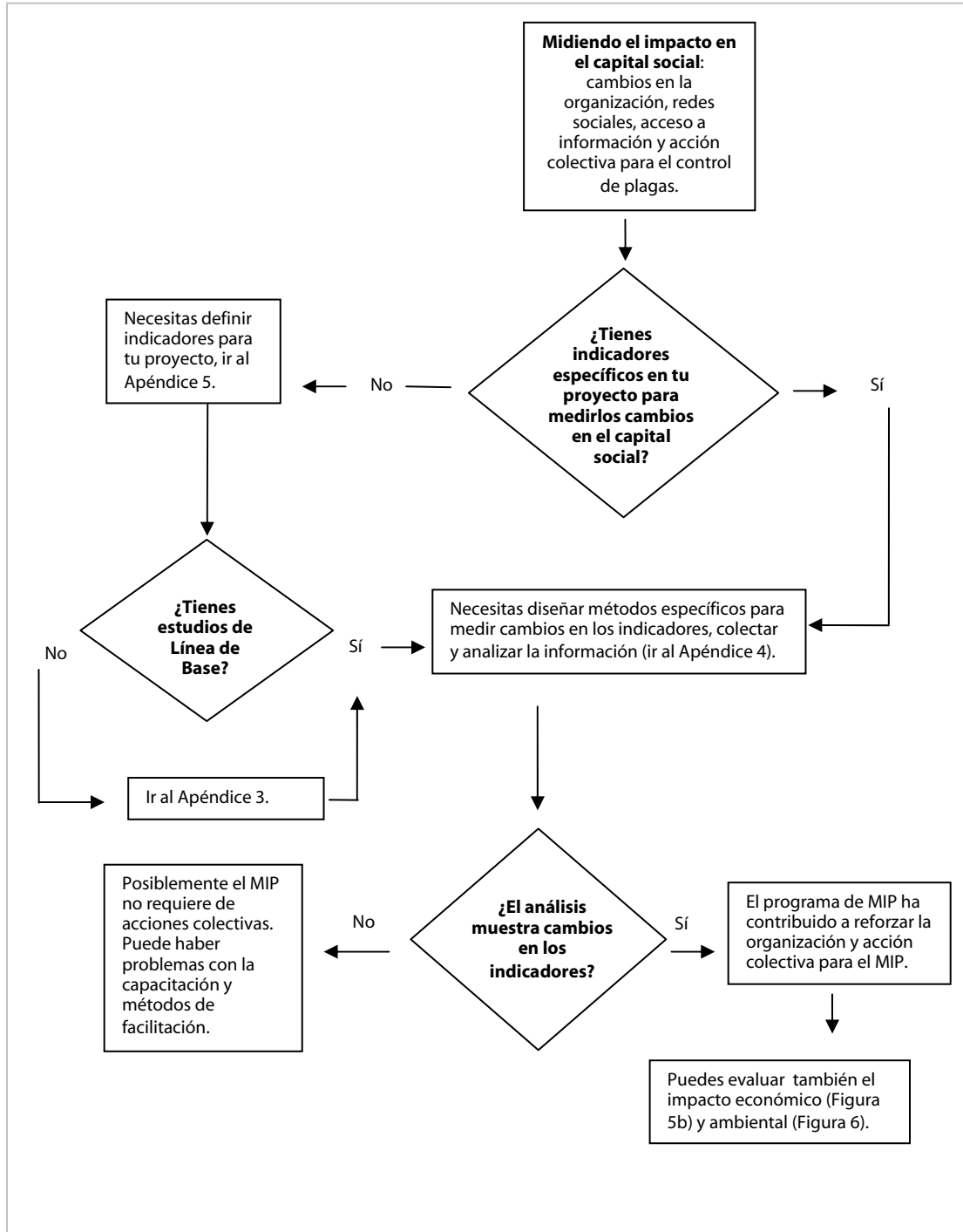
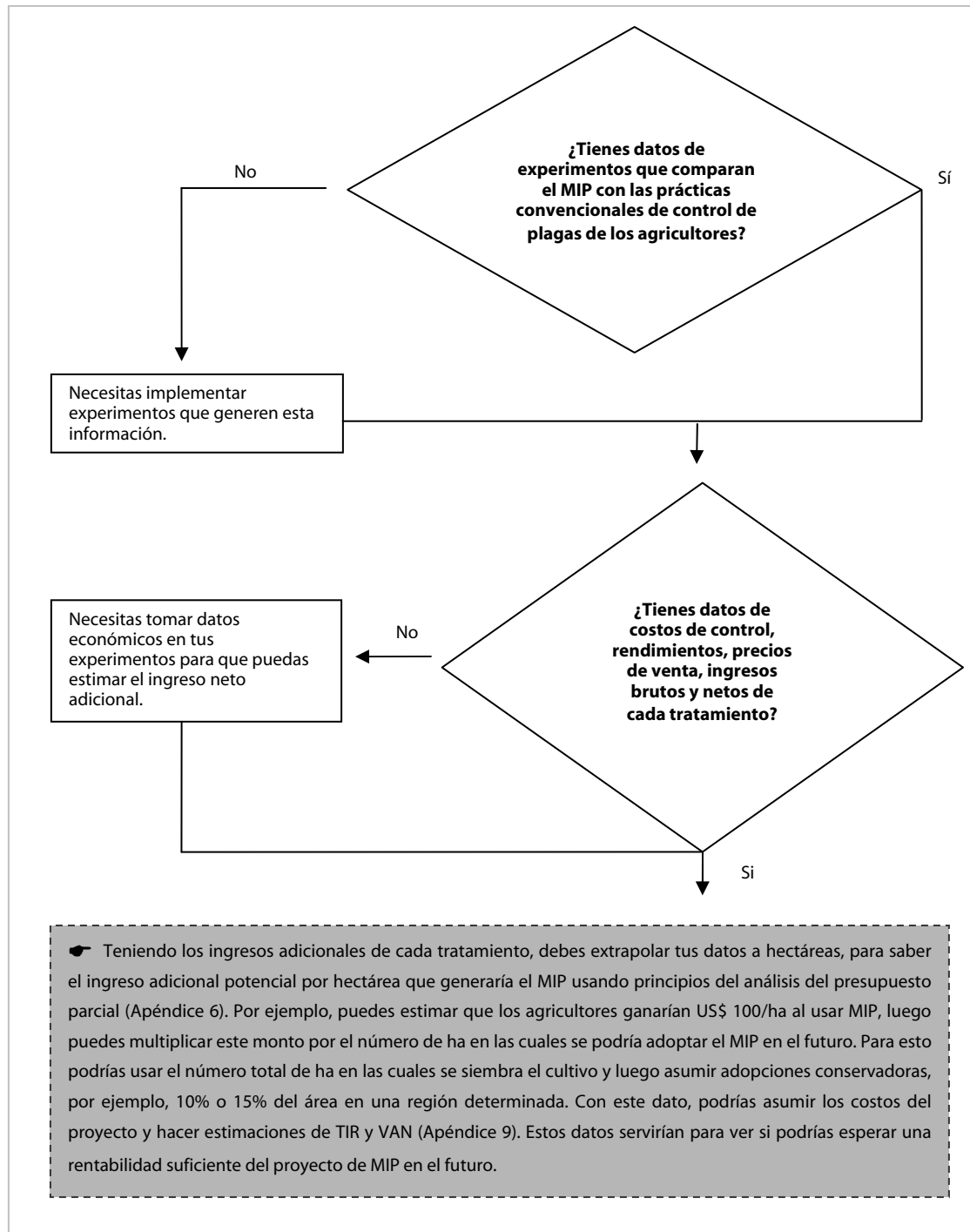


Figura 4. Midiendo el impacto en el capital social.

Figura 5a.
Proyectando el impacto económico con base a datos experimentales.



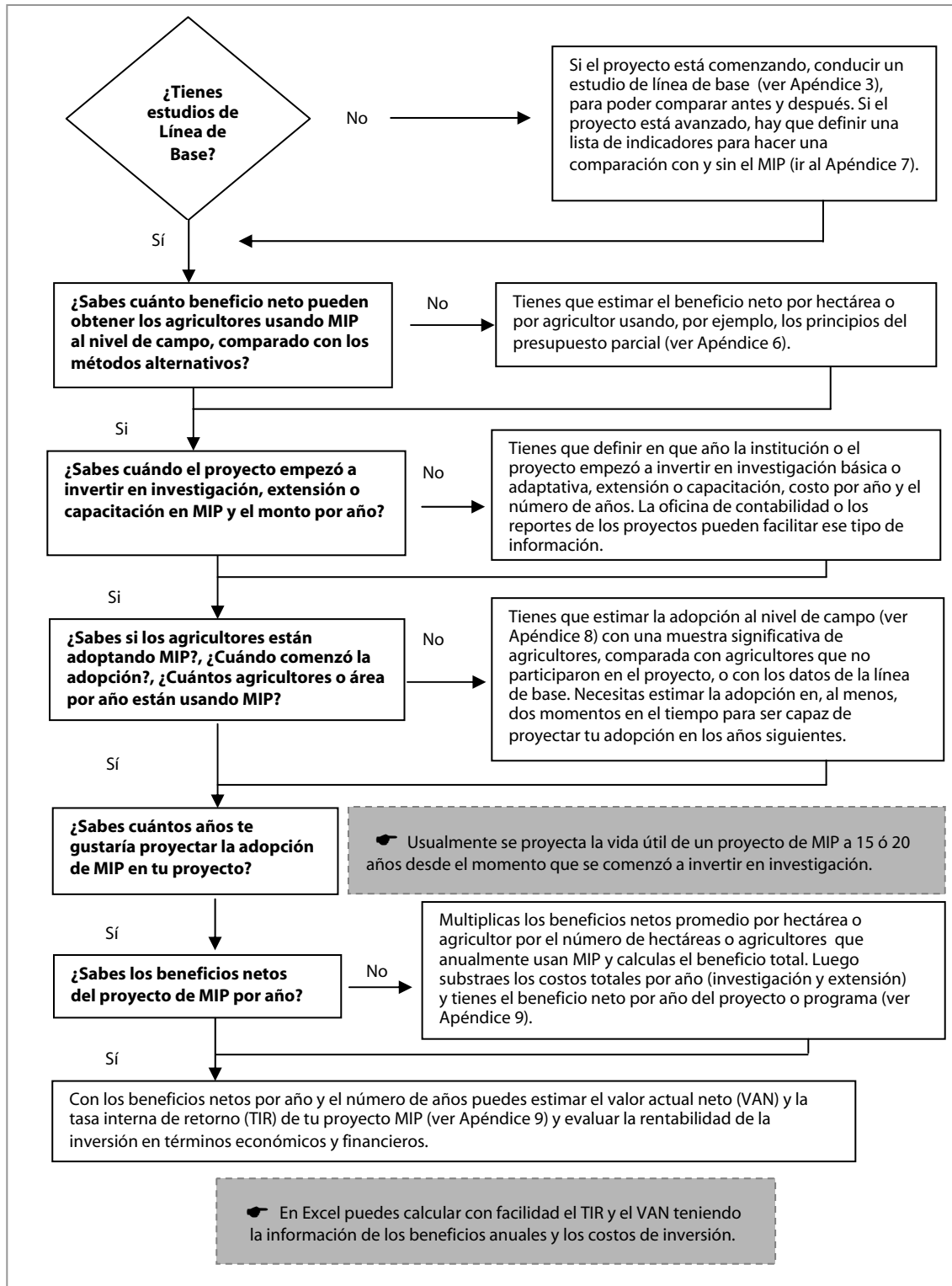
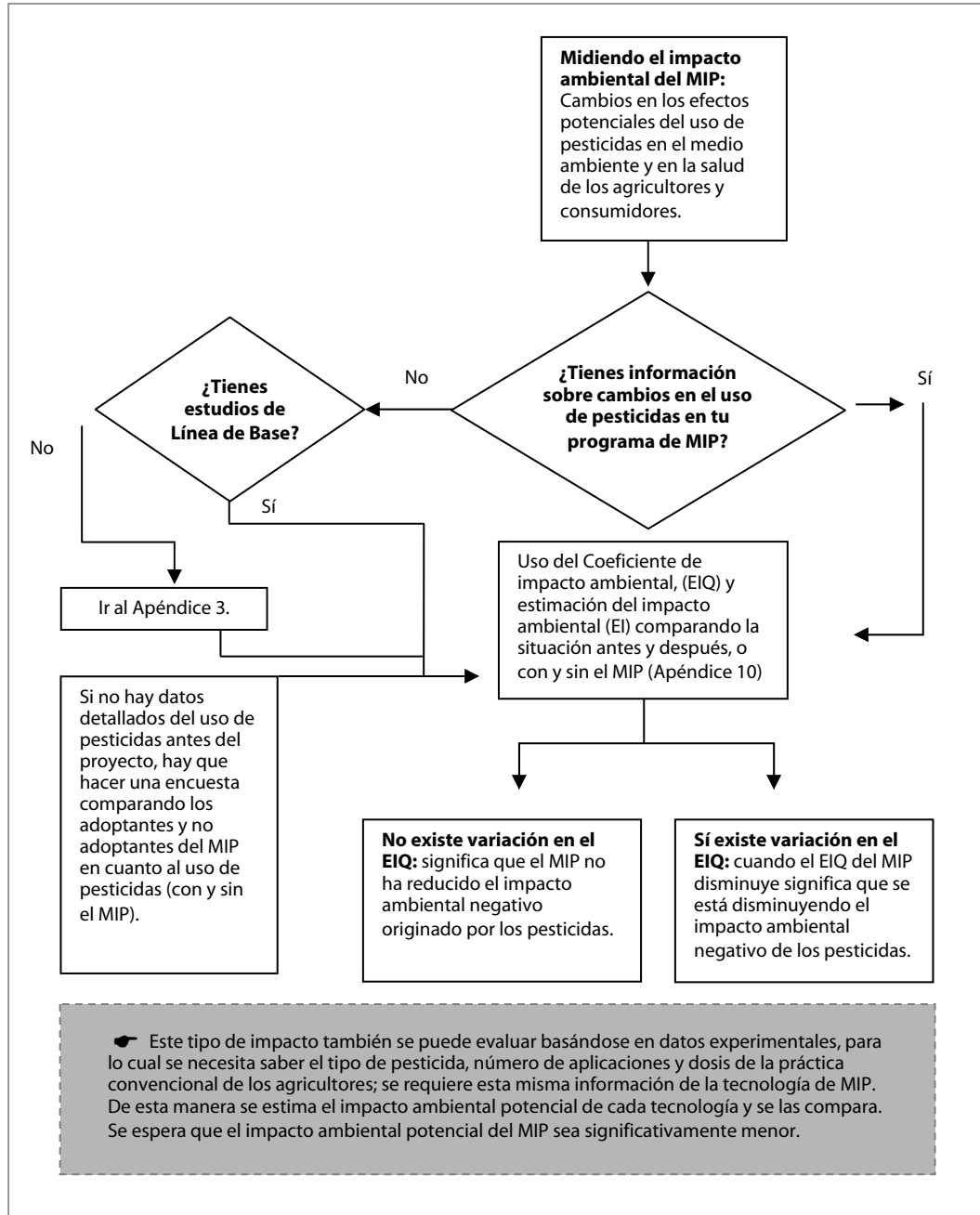


Figura 5b. Midiendo el impacto económico cuando hay adopción al nivel de campo.

Figura 6.
Midiendo el impacto ambiental.

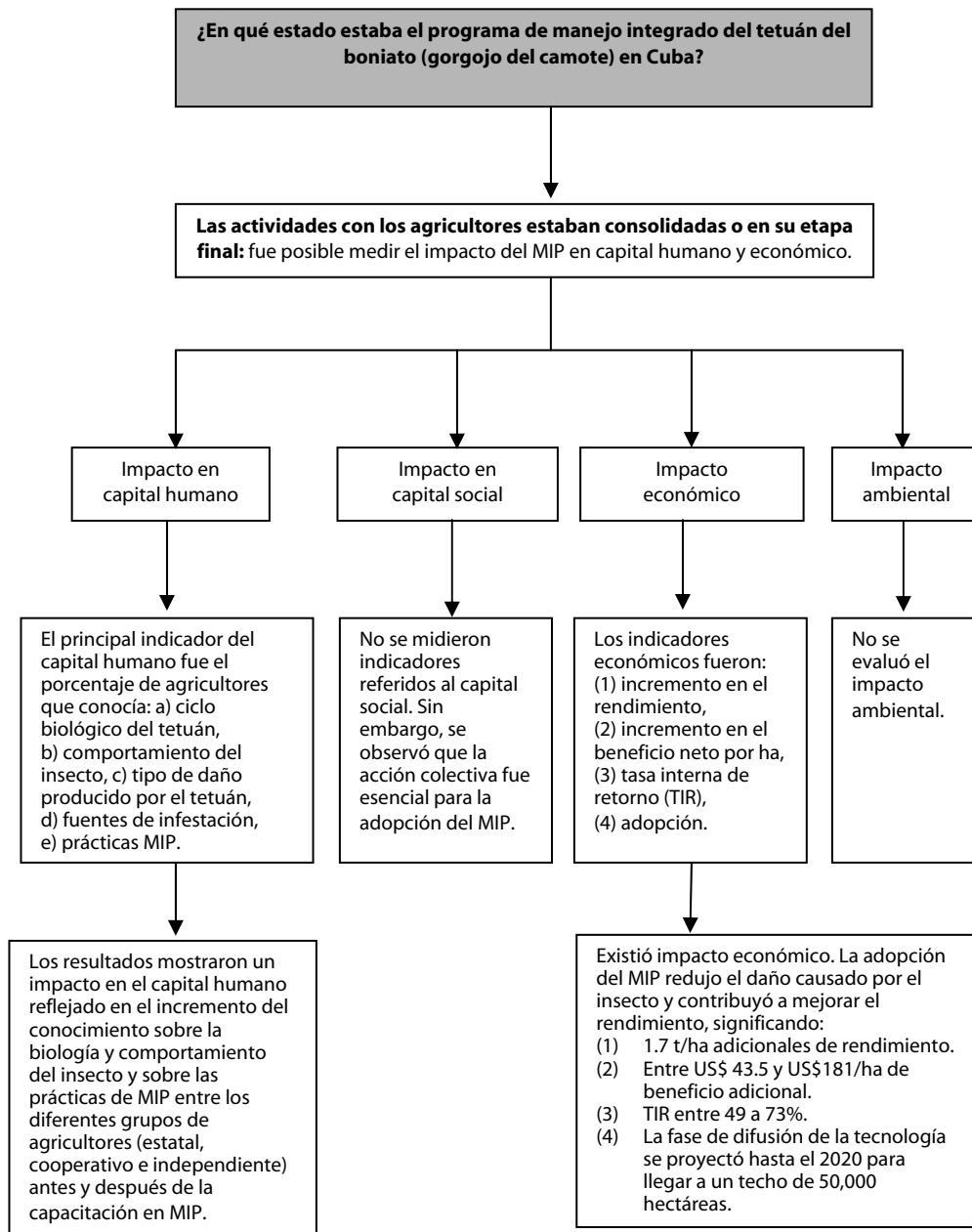


SECCION III: EJEMPLOS RESULTADOS DE EVALUACIONES DE IMPACTOS DEL MIP

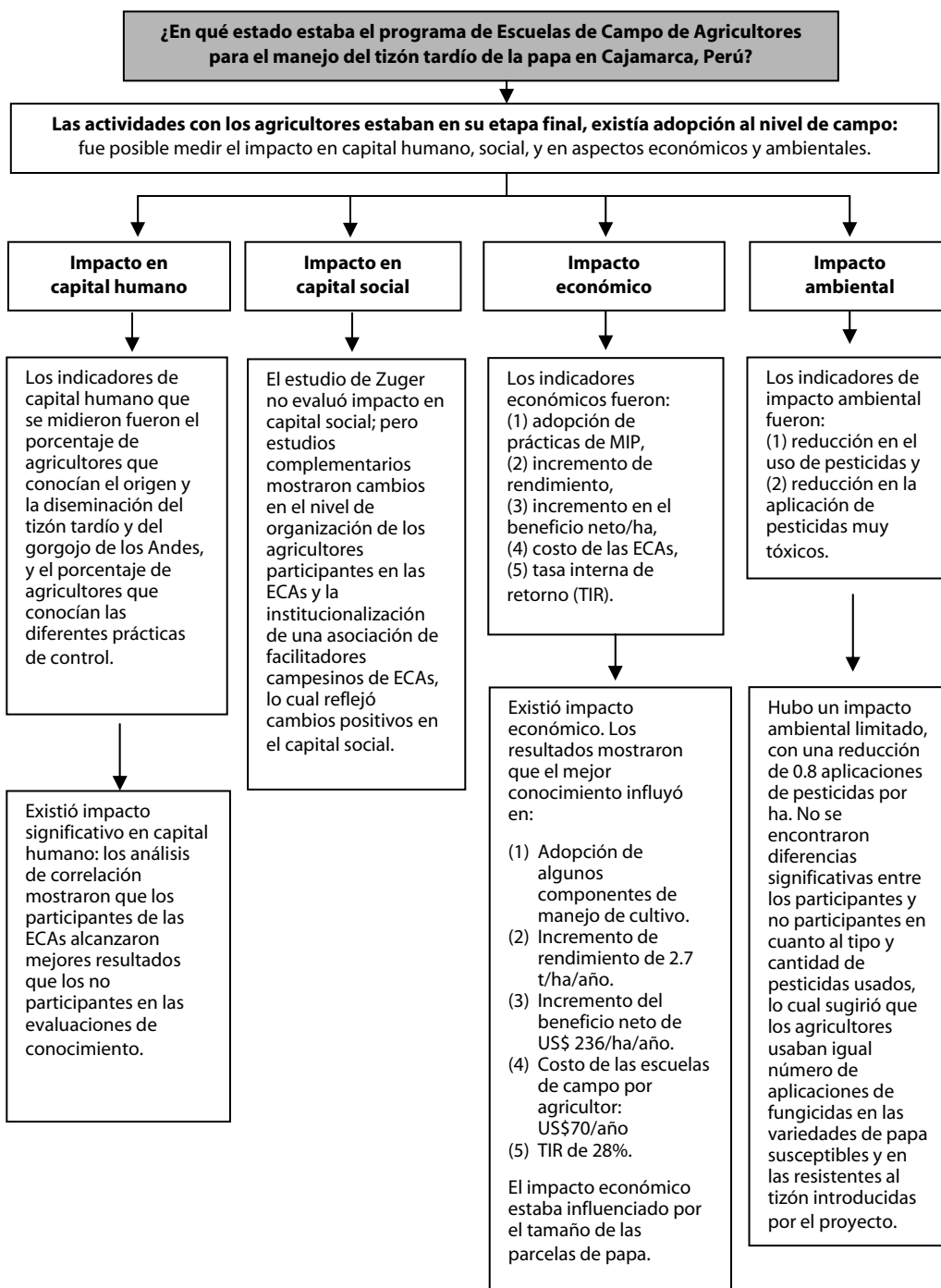
En esta sección presentamos cuatro estudios de caso de evaluación de impacto del MIP. Los resultados se presentan en forma de diagramas que resumen la evaluación de impacto en capital humano, social, y aspectos económicos y ambientales y se han extraído de estudios ya realizados. Los casos que se presentan han sido extraídos de las siguientes publicaciones:

1. Maza, N., A. Morales, O. Ortiz, P. Winters, J. Alcazar, y G. Scott. 2000. *Impacto del manejo integrado del tetuán del boniato (Cylas formicarius) en Cuba*. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. 52 p.
2. Züger, R. 2004. *Impact Assessment of Farmer Field Schools in Cajamarca, Peru: An economic evaluation*. Social Sciences Working Paper No. 2004-1. International Potato Center, Lima, Peru. ISSN 0256-8748
3. CENTA. 2008. *Estudio de Impacto Socioeconómico de Microtúneles para la Producción de Hortalizas*. Unidad de Biometría y Socioeconomía, Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), El Salvador.
4. Deleón, A. 2008. *Estudio de Impacto de la Adopción de la Variedad de Frijol CENTA San Andrés en El Salvador*. Unidad de Biometría y Socioeconomía, Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), El Salvador.

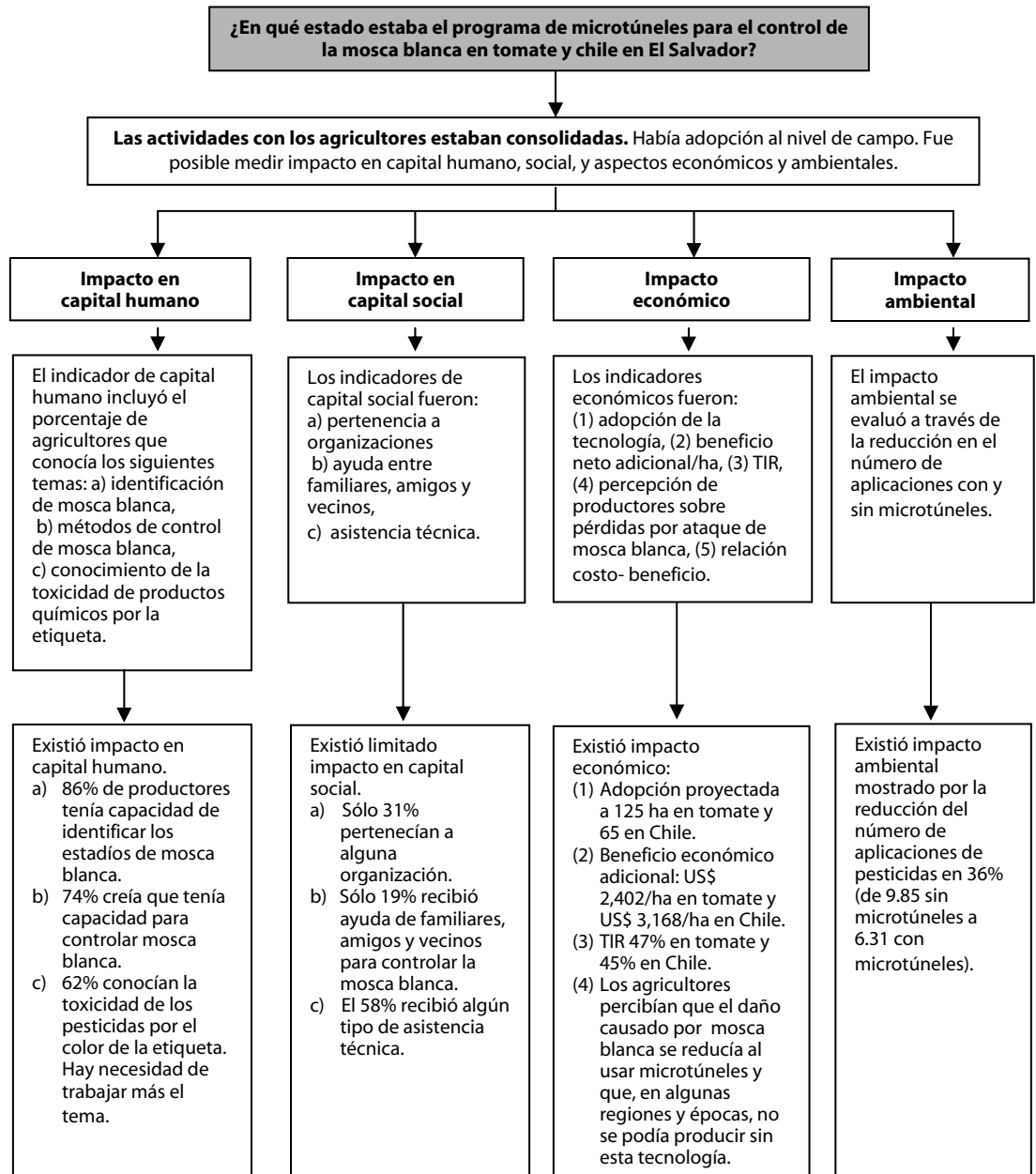
Resumen de la evaluación de impacto del manejo integrado del tetuán del boniato o gorgojo del camote (*Cylas formicarius*) en Cuba (Maza et al., 2000)



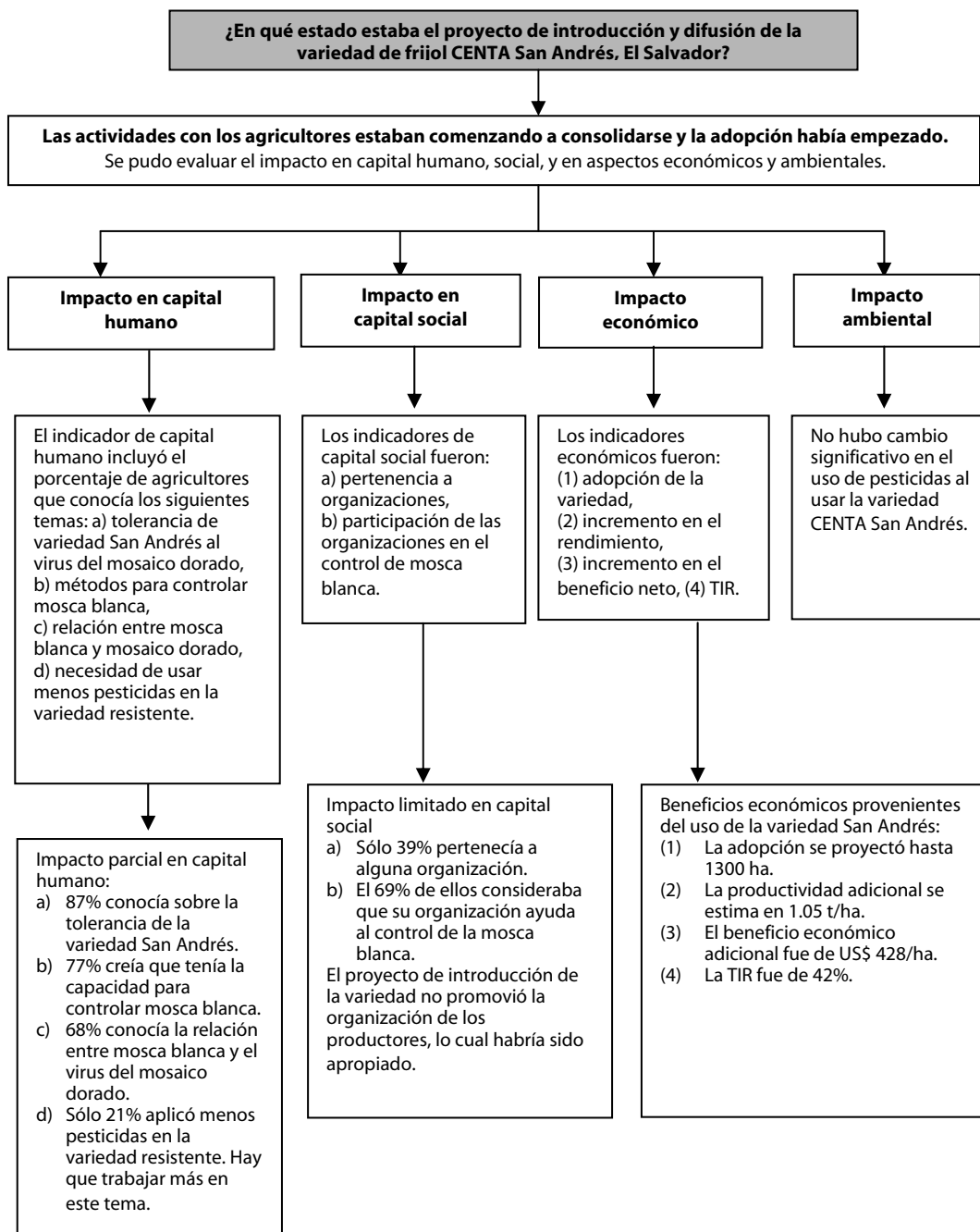
Resumen de la evaluación de impacto de las escuelas de campo para el manejo integrado del tizón tardío de la papa (Zuger, 2004)



Resumen del estudio de impacto socioeconómico de microtúneles para la producción de hortalizas (CENTA, 2008)



Resumen del estudio de impacto de la adopción de la variedad de frijol CENTA San Andrés (resistente al virus del mosaico dorado transmitido por mosca blanca) en El Salvador (Deleón, 2008)



SECCION IV: ALGUNAS REFERENCIAS ÚTILES RELACIONADAS A EVALUACIÓN DE IMPACTO

Alston, J. M., G. W. Norton, P.G. Pardey. 1995. Science under scarcity: Principles and practice for agricultural research evaluation and priority setting. Cornell University Press, Ithaca.

Daku, L. 2002. Assessing farm-level and aggregate economic impacts of olive integrated pest management programs in Albania: An ex-ante analysis. PhD thesis in Agricultural and Applied Economics in Virginia Polytechnic Institute and State University. Virginia, U.S. (<http://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-04202002-210915/unrestricted/ETD.pdf>)

Fleischer, G., F. Jungbluth, H. Waibel, J.C. Zadocks. 1999. A field practitioner's guide to economic evaluation of IPM. Pesticide Policy Project Publication Series No 9. University of Hannover. (http://www.ifgb.uni-hannover.de/fileadmin/EUE_files/PPP_Publicat/Series/PPP09.pdf)

Garming, H., H. Waibel, 2005. Análisis económico del programa CATIE-NORAD MIP/AF. A Publication of the Pesticide Policy Project. Special Issue Publication Series, No. 10. University of Hannover. (http://www.ifgb.uni-hannover.de/fileadmin/EUE_files/PPP_Publicat/Special_Series/ppp_s10_esp.pdf)

Guijt, I. 1998. Participatory monitoring and impact assessment of sustainable agriculture initiatives: an introduction to the key elements. SARL Discussion Paper No 1. UK. (<http://www.iied.org/pubs/pdfs/6139IIED.pdf>)

Kovach, J., C. Petzoldt, J. Degni, and J. Tette. 2004. A Method to measure the environmental impact of pesticides. IPM Program, Cornell University, New York State Agricultural Experiment Station Geneva, New York. (<http://www.nysipm.cornell.edu/publications/eiq/>).

Maza, N., A. Morales, O. Ortiz, P. Winters, J. Alcazar, y G. Scott. 2000. Impacto del manejo integrado del tetuán del boniato (*Cylas formicarius*) en Cuba. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. 52 p. (http://www.cipotato.org/publications/cuba_mip/MIPcuba01.pdf)

Norton, G.,J. Mullen. 1996. A primer on economic assessment of integrated pest management. In: Proceedings of the Third National IPM Symposium/Workshop. S. Linch, C. Greene y C. Kramer-LeBlanc (Eds.). pp. 76-92. US Department of Agriculture, Economic Research Service, Natural Resources and Environment Division. Miscellaneous Publication No 1542 (<http://www.ers.usda.gov/publications/mp1542/MP1542.PDF#page=82>)

Ortiz, O., J. Alcázar, W. Catalán, W. Villano, V. Cerna, H. Fano y T.S. Walker. 1996. 2. Impacto económico de las prácticas de MIP para el gorgojo de los Andes en el Perú. En: Estudios de Casos de Impacto Económico de las Tecnologías Relacionadas con el CIP en el Perú. Thomas S. Walker y Charles Crissman (Eds.). Lima, Perú: Centro Internacional de la Papa (CIP) 32 p.

Unda, J., V. Barrera, y P. Gallegos. 1999. Estudio de adaptación e impacto económico del manejo integrado del gusano blanco (*Premnotrype 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 (<http://www.redepapa.org/unda.pdf>)

Walker, T., C. Crissman, (Eds.). 1996. Case studies of the economic impact of CIP-related technologies. Lima, Perú. International Potato Center.

Züger, R. 2004. Impact assessment of farmer field schools in Cajamarca, Peru: An economic evaluation. Social Sciences Working Paper No. 2004-1. International Potato Center, Lima, Perú. ISSN0256-8748

(http://www.prgaprogram.org/External%20Review%20Web/Other%20Publications/CIP/Zuger_2004.pdf)

Apéndice 1: Conceptos importantes relacionados con la evaluación de impactos

Definición de Impacto: Impacto son los cambios producidos en los agricultores como resultado de la investigación, la capacitación y la adopción de nuevas tecnologías. Los cambios dependen de los objetivos de los proyectos. Si un proyecto pretende introducir una nueva variedad de maíz, se supone que los cambios se deberían dar en la proporción de siembra entre la nueva y las antiguas variedades, y los efectos económicos y sociales de dicho cambio. En el caso específico del MIP, el impacto serán los cambios en las prácticas de control de plagas y en los costos y beneficios que generan para los agricultores. Los impactos inmediatos, como por ejemplo la mejora de la rentabilidad del cultivo, generan consecuencias a mediano y largo plazo, tales como la mejora de la sustentabilidad de la producción agrícola.

Tipos de impacto: Las evaluaciones tradicionales del impacto generalmente han enfocado el impacto económico, tanto para los agricultores (mejora de la rentabilidad) como para los consumidores (reducción de precios); sin embargo, actualmente se trata de medir de manera más integral el impacto sobre los medios de vida de los agricultores. Estos medios de vida incluyen los diferentes tipos de capitales de los que disponen los agricultores, tales como el capital humano (su conocimiento), social (sus redes de contactos), natural (su tierra, la biodiversidad y el ambiente que manejan) y financiero (capacidad de convertir en dinero sus otros capitales).

Un programa de MIP generalmente plantea capacitar a los agricultores y mejorar su conocimiento sobre la biología del insecto y las prácticas de control, por lo tanto, se podría esperar impacto en el capital humano. En otros casos, el programa de MIP usa metodologías que pretenden mejorar la organización de los agricultores, por lo que se mejoraría el capital social. En la mayoría de proyectos de MIP se pretende reducir el uso de pesticidas tóxicos, con lo cual se mejora el ambiente de los agricultores y su capital natural. Sin embargo, el principal impacto que debe generar el MIP son los beneficios económicos para los agricultores que lo adoptan.

La evaluación de impacto es definida como la evaluación del grado en el que un programa o proyecto causa cambios en la dirección deseada en una población objetivo. Es decir el grado en que un programa o proyecto de MIP ha cambiado el conocimiento, la organización, las prácticas de control de plagas y la rentabilidad de los agricultores con sus cultivos. Generalmente se esperan impactos positivos que traigan mejoras a los agricultores. Sin embargo, a veces hay impactos negativos y el proceso de evaluación debe estar atento para identificarlos.

Tipos de comparaciones para evaluar impacto:

- **Antes y después:** Con esta comparación se analiza la situación de la misma comunidad de agricultores antes y después de la intervención. Es decir, la situación antes del MIP (línea de base) y después de usar el MIP. Por ejemplo, si antes de empezar el proyecto, el gorgojo de los Andes causaba daño al 50% de tubérculos de papa en promedio, y después del proyecto el daño fue de 15%, entonces se podría decir que ha existido un efecto positivo del proyecto de MIP. Este tipo de comparación tiene ventajas y desventajas:
 - **Ventajas:** compara la misma comunidad, por tanto no hay diferencias significativas entre agricultores en términos socioeconómicos y agroecológicos.
 - **Desventajas:** en muchos casos la presencia de plagas es fuertemente influenciada por el clima; y podría ser que haya existido un clima favorable o desfavorable en el “antes” comparado con el “después”, lo que podría sesgar la evaluación. Por ejemplo, en el caso del tizón tardío de la papa, si en la situación “antes” el daño en follaje llegaba a 60% en promedio con clima altamente lluvioso y en la situación “después” llegó a 15% en promedio, pero con clima seco. Entonces, no se podría concluir que la diferencia de daño se debe al proyecto de MIP; esta podría deberse a un efecto del clima.
- **Con y sin:** Con esta comparación se analizan dos comunidades diferentes en el mismo tiempo, una de las cuales participará o ha participado en el proyecto de MIP. Si en un mismo año la comunidad A tiene un daño promedio de 40% y la comunidad B (participante en el proyecto de MIP) tiene un daño promedio de 20%, se podría decir que el proyecto ha tenido un efecto positivo. Esta comparación también tiene ventajas y desventajas:
 - **Ventajas:** Se comparan las comunidades en un mismo año y con el mismo clima (tratando de que estén ubicadas en la misma zona agroecológica), por tanto se esperaría que el clima no genere efectos que sesguen la comparación.
 - **Desventajas:** Es difícil seleccionar dos comunidades lo suficientemente similares en términos agroecológicos y socioeconómicos. Por tanto, las diferencias de daños podrían estar influenciadas por otros factores, como mayor o menor acceso a información y recursos económicos entre las dos comunidades. Se podría dar el caso que las comunidades no participantes tengan mayor o menor conocimiento previo sobre la plaga, lo cual afecta las medidas de control que usan. Se tienen que hacer esfuerzos para demostrar que las comunidades son comparables en términos socioeconómicos, ecológicos y, especialmente, respecto al nivel de conocimiento en la situación “antes” de que comience el proyecto de MIP.
- **Comparación “con y sin” combinada con “antes y después”:** La mejor forma de reducir sesgos en las evaluaciones, debidos al clima o factores externos, es comparar comunidades

que han participado en el proyecto MIP con comunidades que no han participado en el proyecto, en dos momentos en el tiempo (antes y después). Es decir, se debe incluir a los dos tipos de comunidades en el estudio de línea de base y estar seguros de que son lo suficientemente similares. Cuando se haga la evaluación “después” se deben incluir a las mismas comunidades “con y sin” el proyecto de MIP. De esta manera se mejoran las posibilidades de atribuir los cambios observados en el control de plagas al proyecto MIP.

- **Los tamaños de muestra para evaluar el impacto.** Hay métodos estadísticos definidos basados en principios del muestreo aleatorio para determinar el tamaño de una muestra significativa. El cálculo de tamaños de muestra para encuestas complejas, como el caso de las encuestas de impacto MIP, se puede realizar de la siguiente manera:

1.- Obtener el tamaño de muestra cuando el tamaño de la población (N) es desconocido, con la siguiente fórmula:

$$n_0 = \frac{Z_{\alpha/2}^2 * P(1 - P)}{e^2}$$

Donde:

n_0 = Tamaño de muestra;

Z = Nivel de confianza elegido, determinado por un valor de α . Para una confianza del 95% ($\alpha = 0,05$), que es la utilizada habitualmente, este valor es de 1.96;

P = proporción esperada de respuesta a cada una de las preguntas de la encuesta. Cuando no se tiene conocimiento previo de esta información, y hay varias preguntas en una encuesta, lo más usual es considerar 50% de probabilidad de respuesta (que en términos prácticos significa asignar el valor de proporción que daría la variación más alta);

e = error o tolerancia máxima aceptable de la muestra (es el acercamiento a los valores reales que desearías dada las limitaciones de tiempo y presupuesto). Generalmente se espera un error máximo del 5% al 10%.

Debido a que los valores han sido predeterminados para simplificar el cálculo del tamaño de muestra cuando se considera que no conoces las características de tu población ($P = 0.5$) y un $Z = 1.96$ y lo que varía es la tolerancia que estás dispuesto a aceptar:

Con una tolerancia del 5%:

$$n_0 = \frac{Z_{\alpha/2}^2 * P(1-P)}{e^2} = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2} = \frac{0.9604}{0.0025} = 384.16 \approx 384$$

Y con una tolerancia del 10%

$$n_0 = \frac{Z_{\alpha/2}^2 * P(1-P)}{e^2} = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.10^2} = \frac{0.9604}{0.01} = 96.04 \approx 96$$

2.- Comprobar si se cumple:

$$N > n_0(n_0 - 1)$$

Donde N es el tamaño de la población (de acuerdo a la condición asumida por Cuesta y Herrero de la facultad de Psicología de la Universidad de Oviedo (http://www.psico.uniovi.es/Dpto_Psicologia/metodos/tutor.7/p3.html))

Si esta condición se cumple, el proceso termina aquí, y n_0 es igual al tamaño adecuado que debemos muestrear.

Si **NO** se cumple, pasamos a una tercera fase:

3.- Obtener el tamaño de la muestra según la siguiente fórmula (conocida esta fórmula como la corrección por población finita):

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$$

A continuación, para ejemplificar el cálculo, supongamos que tenemos tres poblaciones de agricultores a las cuales queremos encuestar, una con 300 habitantes, otra con 1000 y otra con 10000 habitantes.

Población	Tolerancia o error máximo	n_0	¿Se cumple condición 2?	Total a muestrear
300	5%	384	no	168
300	10%	96	no	73
1000	5%	384	no	277
1000	10%	96	no	88
10000	5%	384	no	370
10000	10%	96	si	96

Aunque lo recomendable es trabajar con muestras significativas, en muchos casos, el tamaño de la muestra está determinado por la cantidad de recursos financieros y humanos disponibles para realizar el estudio de impacto, por lo que no siempre se puede cumplir con la rigurosidad estadística. Se ha encontrado que muestras de 60 a 100 agricultores adoptantes del MIP, y de similar número sin la tecnología, son suficientes para estimar los impactos.

Apéndice 2: Definiendo indicadores para medir cambios en el capital humano: conocimiento, habilidades y toma de decisiones

Algunos principios para definir indicadores de capital humano:

- Los indicadores relacionados con el conocimiento, habilidades y toma de decisiones se definen específicamente para cada programa de MIP desarrollado, tomando en cuenta el conocimiento sobre la plaga que se está tratando, y las medidas de control para dicha plaga.
- Durante el estudio de línea de base (ver Apéndice 3) se analiza el conocimiento local acerca del problema de plagas y se pueden definir algunos indicadores. Por ejemplo, si el agricultor menciona que el “gorgojo es originado del granizo”, entonces existe la necesidad de definir un indicador como “conocimiento del origen del insecto-plaga”.
- La importancia de los indicadores relacionados con el conocimiento depende de la plaga y de los contenidos incluidos en el programa de capacitación sobre MIP. Existen prácticas de control de plagas que se deben aplicar en un momento específico y por tanto requieren que el agricultor conozca que el insecto plaga tiene diferentes estados de desarrollo. Por ejemplo, la remoción del suelo para destrucción de pupas. Este es el caso del gorgojo de los Andes, el cual tiene un ciclo de vida que dura cerca de un año y está relacionado con la campaña de producción del cultivo. En este caso es importante reconocer el estado en que está el insecto para definir la práctica de control a utilizar. Mientras que existen otros insectos con ciclos de vida muy cortos (mosca minadora o mosca blanca), en los cuales no es esencial que los agricultores conozcan e identifiquen los diferentes estados de los ciclos de vida para aplicar prácticas de MIP. Sin embargo, es necesario que conozcan que existen adultos y larvas y también que conozcan las causas del incremento de las poblaciones.
- En términos generales, podrías tener los siguientes indicadores relacionados con el conocimiento, los cuales deben ser incluidos en el estudio de línea de base.
 - Conocimiento del origen, biología y comportamiento de la plaga.
 - Conocimiento de los medios de diseminación (medios en los cuales la plaga llega al campo o al almacén).
 - Conocimiento de las prácticas de control.
 - Conocimiento de los principios de las prácticas de control, es decir si los agricultores conocen las razones por las cuales una práctica específica debe ser implementada en cierto lugar y periodo de tiempo. Por ejemplo, la eliminación de residuos de cosecha para reducir la posibilidad de que el insecto continúe reproduciéndose allí.

- Los indicadores relacionados con las habilidades sirven para medir los cambios en la forma en que los agricultores implementan las prácticas de control. Puedes tener indicadores relacionados a:
 - Habilidades de diagnóstico. Se refieren a las formas mediante las cuales los agricultores pueden identificar la presencia y severidad de un insecto o enfermedad específica que está atacando el cultivo, es decir se refieren a cómo monitorear el desarrollo de una plaga.
 - Habilidades para realizar una práctica específica. Por ejemplo, se podría esperar que los agricultores fortalezcan sus habilidades para monitorear la presencia de plagas con trampas de feromonas, lo cual implica habilidades para instalar la trampa y mantenerla.
- Los indicadores relacionados con la toma de decisiones son más difíciles de establecer, y se refieren a la forma en la que los agricultores toman decisiones para seleccionar prácticas o estrategias que deben usar para controlar una plaga. Estos indicadores se refieren a las razones que los agricultores dan cuando implementan una práctica. Por ejemplo, se podría considerar que han mejorado su capacidad para tomar decisiones si ellos explican que removieron el suelo en las fuentes de infestación para cortar el ciclo de vida del insecto.

Ejemplos de indicadores referidos al capital humano:

Aquí presentamos ejemplos para ilustrar los indicadores, y también tipos de preguntas que se podrían usar para obtener respuestas sobre el conocimiento del agricultor, sus habilidades y toma de decisiones para el control de plagas.

Ejemplo: Programa de MIP para el gorgojo de los Andes (*Premnotrypes spp.*).

Nota: Alguno de estos indicadores y preguntas pueden no ser relevantes para otras plagas.

- Indicadores relacionados al conocimiento:
 - Conocimiento del origen, biología y comportamiento:
 - Pregunta: ¿Cuál es el origen del insecto?
Indicador: % de agricultores que conocen el origen del insecto, es decir que el insecto se reproduce y no aparece espontáneamente.
 - Pregunta: ¿De donde proviene la larva (gusano)?
Indicador: % de agricultores que conocen que el adulto pone huevos y de allí salen las larvas.
 - Pregunta: ¿Cómo aparece el insecto en tu campo?

Indicador: % de agricultores que conocen que el insecto llega caminando de otros campos o fuentes de infestación.

- Pregunta: ¿Desde dónde llega el insecto a tu campo?

Indicador: % de agricultores que conocen de dónde viene el insecto (fuente de infestación).

- Conocimiento sobre prácticas de control y sus principios.

- Pregunta: ¿Qué prácticas usas para controlar el gorgojo de los Andes?

Indicador: % de agricultores que conocen prácticas específicas de MIP (aquellas introducidas por el programa); por ejemplo, % de agricultores que conocen sobre el uso de barreras vegetales.

- Pregunta: ¿Por qué usas barreras vegetales?

Indicador: % de agricultores que explican que las barreras vegetales se usan para evitar el ingreso del adulto de gorgojo de los Andes al campo de papa.

- Pregunta: ¿Sabes por qué este insecticida tiene una etiqueta roja, y este otro una etiqueta verde?

Indicador: % de agricultores que diferencian los insecticidas de acuerdo al color de la etiqueta (las cuales indican los niveles de toxicidad).

– Indicadores relacionados con las habilidades:

- Habilidades para el diagnóstico:

- Pregunta: ¿Cómo sabes que hay gorgojos atacando a tus plantas de papa?

Indicador: % de agricultores que reconocen la presencia del gorgojo en el campo, identificando las mordeduras en forma de media luna en los bordes de las hojas de papa.

- Habilidades para la implementación de prácticas:

- Pregunta: ¿Cómo usaste las barreras vegetales? (esta pregunta usualmente requiere verificación en campo).

Indicador: % de agricultores que usan correctamente las barreras vegetales (la especie correcta, a tiempo y con la densidad adecuada) alrededor de los campos de papa.

- Pregunta: ¿Cómo usas las mantas al momento de la cosecha?

Indicador: % de agricultores que usan mantas apropiadas para apilar las papas al momento de la cosecha, para capturar y eliminar las larvas.

- Indicadores relacionados con la toma de decisiones: usualmente relacionados a los indicadores de conocimiento y habilidades, se refieren, sin embargo, a las razones por las cuales los agricultores deciden usar prácticas específicas.
 - Toma de decisiones para implementar prácticas de MIP:
 - Pregunta: ¿Por qué usaste barreras vegetales alrededor de los campos de papa?
Indicador: % de agricultores que explican que usan las barreras vegetales alrededor de sus campos para evitar el ingreso del insecto adulto desde otros campos u otras fuentes de infestación.
 - Pregunta: ¿Por qué usaste sábanas o mantas para apilar las papas al momento de la cosecha?
Indicador: % de agricultores que explica correctamente que usa las mantas para capturar las larvas e impedir que vayan al suelo a completar su ciclo de vida.

Apéndice 3: Cómo establecer una línea de base para la evaluación de los impactos del MIP

Como se ha explicado en el Apéndice 1, se recomienda realizar estudios de línea de base tanto en comunidades que van a participar en el proyecto de MIP como en comunidades que no van a participar (testigos), que sean lo suficientemente similares, de tal manera que se pueda volver a evaluar la situación del control de plagas después del proyecto de MIP.

La línea de base es una descripción del estado actual de un ambiente o una situación en función a las variables definidas para el proyecto específico. En este caso particular, la situación sobre daños causados por una plaga, el conocimiento y las medidas de control usadas por los agricultores. Para los estudios de línea de base, se pueden considerar las variables referidas a capital humano, social, y aspectos económicos y ambientales (uso de pesticidas). Por ejemplo, sistemas de cultivo, productividad, daños de plagas, conocimiento del agricultor, tipos de tecnologías aplicadas para el control de plagas, etc. Luego, los resultados de la línea de base serán comparados con los resultados del monitoreo y con la evaluación después del proyecto, para analizar si el proyecto de MIP ha generado cambios significativos en los indicadores.

La línea de base es la medida inicial de las variables a través del uso de indicadores que se esperan modificar con el proyecto de MIP. Los indicadores dependen de la plaga que se pretenda controlar. Por eso es esencial definir indicadores que se puedan medir desde la línea de base. Los principales indicadores relacionados al capital humano son los referidos al conocimiento de los agricultores sobre la plaga específica, su biología y comportamiento y sobre las prácticas de control (ver más detalles en el Apéndice 2). Los principales indicadores referidos al capital social son la existencia de organizaciones o grupos de agricultores, o la acción colectiva para el control de plagas (ver más detalles en el Apéndice 5). En cuanto a los indicadores económicos, se deben registrar datos sobre costos de control, niveles de daño causados por las plagas, pérdidas económicas e ingresos netos de los cultivos donde se va a implementar el MIP (ver más detalles en el Apéndice 7). De igual forma, se deben registrar indicadores relacionados con aspectos ambientales, tales como los pesticidas usados (ingredientes activos), el número de aplicaciones, las dosis y el número de agricultores que usan dichos pesticidas (más detalles en el Apéndice 10). Se recomienda prestar especial atención al registro de variables climáticas como temperatura, humedad y precipitación durante el estudio de línea de base, especialmente para aquellas plagas que pueden ser influidas por el clima, como la mosca blanca o el tizón tardío de la papa. De esta manera, cuando se hagan las evaluaciones finales, se debe comparar la situación climática, para

detectar posibles sesgos en la evaluación “antes” y “después”. También se recomienda tomar muestras de las poblaciones de insectos para comparar la situación después del proyecto.

Para obtener datos en un estudio de línea de base se puede usar información secundaria proveniente de estudios previos, informes técnicos de proyectos de MIP, u otras fuentes disponibles de información. Sin embargo, la principal actividad de un estudio de línea de base es recolectar información primaria relacionada con los indicadores. Esto se puede hacer a través de grupos focales, encuestas estructuradas, encuestas semiestructuradas, evaluaciones directas o monitoreo de campo y resultados experimentales sobre los efectos de las prácticas de control de plagas (ver descripción de métodos en el Apéndice 4).

El estudio de línea de base debe establecer algunas variables institucionales que se deben ir registrando en el tiempo, de tal manera de facilitar la evaluación de impacto posterior. Por ejemplo, registrar los costos de investigación y capacitación relacionados al programa de MIP en el primer año del proyecto y establecer un sistema para registrar dichos costos anualmente.

En aquellos casos que se plantea evaluar un proyecto de MIP que no ha realizado un estudio de línea de base, sólo es posible realizar una comparación “con y sin” el MIP después del proyecto para estimar las diferencias.

Apéndice 4: Métodos para medir cambios en los indicadores relacionados con capital humano y social, y aspectos económicos y ambientales

Principales métodos para la colección y análisis de datos de acuerdo a las áreas de impactos e indicadores.

Tabla 1. Ejemplos de indicadores, tipos de comparación y métodos para colección y análisis de datos.

Áreas de impactos e indicadores	Tipos de comparación	Método de colección y análisis de datos
Cambios en capitales humanos y sociales		
Mejora del conocimiento acerca de principios biofísicos de control de plagas.	Antes y después Con y sin	Grupos focales, cuestionarios, observación, estudios de casos, prueba de la caja.
Mejora del conocimiento sobre prácticas de MIP.	Antes y después Con y sin	Grupos focales, cuestionarios, observación, estudios de casos, prueba de la caja.
Mejora del acceso a fuentes de información (redes sociales que apoyan el MIP).	Antes y después Con y sin	Grupos focales, cuestionarios, talleres participativos.
Mejora de las habilidades para usar prácticas de MIP.	Antes y después Con y sin	Grupos focales, entrevistas semi-estructuradas, parcelas de monitoreo, observaciones directas en campo.
Cambios en aspectos económicos y ambientales		
Cambios en el uso (adopción) de prácticas de control de plagas.	Antes y después Con y sin	Grupos focales, cuestionarios, parcelas de monitoreo, estudios de casos, prueba de la caja.
Cambios en ingresos económicos.	Antes y después Con y sin	Grupos focales, encuestas semi-estructuradas o estructuradas, parcelas de monitoreo.
Relaciones costo-beneficio de las intervenciones.	Antes y después	Grupos focales, encuestas semi-estructuradas o estructuradas, talleres, monitoreo de parcelas.

Tipos de comparaciones. Para la evaluación de los indicadores de impacto se pueden realizar dos tipos de comparaciones: “con” vs. “sin” y “antes” vs. “después” (ver apéndice 1).

Descripción de los métodos usados. Se pueden usar métodos cualitativos y cuantitativos para recolectar y analizar información relacionada con los indicadores. Se recomienda usar más de un método, de tal manera de triangular (comparar, verificar) la evidencia y mejorar la validez del proceso de evaluación. Por ejemplo, usar una encuesta semiestructurada y grupos focales con los mismos grupos de agricultores y con similares preguntas.

Métodos cualitativos

Grupos focales¹: Consiste en grupos de aproximadamente 10 personas (agricultores, facilitadores o investigadores) y un moderador, quienes discuten preguntas específicas de acuerdo a las áreas de impacto e indicadores. Los participantes en los grupos usan tarjetas, matrices o técnicas de jerarquización de acuerdo al tema que se va a discutir. El moderador registra las conclusiones de la discusión. Los grupos focales con agricultores son organizados con los participantes en el proyecto de MIP y también con aquellos que no han participado en el proyecto, de la misma comunidad o de otras similares. Estos grupos deben ser organizados al comienzo del proyecto y, si es posible, se deben realizar evaluaciones anuales para monitorear los cambios en el tiempo.

Talleres participativos: Son reuniones con grupos de 20 a 30 agricultores que tienen lugar al comienzo y al final de la campaña agrícola (al menos dos veces al año), involucrando a representantes de los agricultores participantes y no participantes en el proyecto. El propósito de estos talleres es discutir el progreso de las actividades del proyecto y los cambios en los indicadores y hacer sugerencias y ajustes para la siguiente campaña. Con los agricultores que no participan en el proyecto, la idea es analizar cambios en el sistema relacionado al control de plagas, por ejemplo, la introducción de nuevos pesticidas.

Observación participante²: Los facilitadores e investigadores involucrados en el proceso están encargados de observar las actividades de investigación y capacitación y lo que sucede en los campos de los agricultores, lo cual se registra en fichas específicas. Mucha información se puede obtener visitando los campos de los agricultores, observando las prácticas que usan y conversando informalmente con ellos.

Estudios de caso: A los individuos o grupos de participantes y no participantes se les hace un seguimiento especial para obtener información detallada sobre el control de plagas y los cambios que van ocurriendo en sus conocimientos, habilidades, toma de decisiones, organización, costos y beneficios relacionados con el MIP. La información colectada de los estudios de caso ayuda a interpretar los datos de otros métodos, como las encuestas.

¹ Hay varios libros sobre grupos focales, también hay información útil en la web. Sugerimos consultar: <http://www.unu.edu/unupress/food2/UIN03E/UIN03E00.HTM> En esta dirección hay un manual sobre el tema, el cual, aunque aplicado a la investigación médica, contiene los conceptos generales y aplicados sobre el método de grupos focales.

² Mayor información sobre observación participante se puede obtener en la dirección al pie, aunque referida a investigación en salud pública: <http://www.fhi.org/NR/rdonlyres/ed2ruznpftevg34lxuftzjih065asz7betpqigbbyorggs6tetjic367v44baysyomnbdjktbsium/participantobservation1.pdf>

La prueba de la caja: Es una prueba específica diseñada para evaluar cambios en el conocimiento y actitudes sobre el control de plagas. Consiste en aproximadamente 20 preguntas, con tres posibles respuestas cada una. Las cajas son ubicadas preferentemente en el campo usando muestras vivas o de otro tipo (plantas, hojas, insectos, pesticidas, fotos, etc.). A los agricultores participantes se les pide que respondan cada pregunta escogiendo la respuesta que consideren correcta. La prueba dura aproximadamente 30 minutos y los resultados son analizados y presentados al grupo inmediatamente. Esta prueba es útil para evaluar el conocimiento antes y después de la intervención, y también para comparar conocimientos entre participantes y no participantes.

Entrevistas semi-estructuradas. Se trata de encuestas con preguntas abiertas que son usadas para registrar los conocimientos y las prácticas de control de plagas usadas por los participantes y no participantes en el proyecto MIP y evaluar las posibles diferencias.

Métodos cuantitativos

Cuestionarios para evaluar conocimiento: Se hacen preguntas a los agricultores acerca de temas que se han tratado en las sesiones de capacitación y las respuestas son registradas y calificadas como correctas o incorrectas. En algunos casos, se pueden presentar situaciones problemáticas hipotéticas para que el agricultor pueda discernir y tomar una decisión. Los cuestionarios son usados con participantes y no participantes. Cada pregunta tiene un puntaje, dependiendo si la respuesta es correcta o incorrecta. Luego se puede tener un puntaje total por agricultor que se puede comparar con la línea de base. También se puede estimar un promedio del puntaje obtenido por el grupo que participó en el proyecto de MIP para ser comparado con el promedio del grupo que no participó en el mismo. Este tipo de resultados permiten hacer comparaciones utilizando estadística no paramétrica.

Parcela de monitoreo. Son parcelas de los agricultores que se seleccionan para evaluar y registrar variables específicas relacionadas al control de plagas. La evaluación se hace directamente en el campo, a través de muestreos. Por ejemplo, se puede evaluar la severidad de una enfermedad o insecto durante diferentes etapas del desarrollo del cultivo, las dosis de insecticidas usados, el costo de las aplicaciones y el rendimiento al momento de la cosecha. Las parcelas de monitoreo pueden ser parte, o complementar, la encuesta semi-estructurada con la diferencia de que el entrevistador observa o toma muestras directamente del campo de cultivo. Si se tiene un número suficiente de parcelas de agricultores participantes y no participantes en el proyecto de MIP se pueden evaluar las diferencias.

Encuestas estructuradas: Encuestas extensivas que incluyen características socio-económicas de los participantes y no participantes, y preguntas cerradas sobre los indicadores de cambios en capital humano y social, aspectos económicos y ambientales. Estas encuestas permiten hacer análisis estadísticos más detallados para explicar asociaciones entre las diferentes variables. Por ejemplo, si los adoptantes del MIP son aquellos que tienen terrenos más pequeños, o si el menor uso de insecticidas está asociado con la participación en las actividades de capacitación en MIP. Repitiendo la encuesta “antes y después” del proyecto (o “con y sin” el mismo) se pueden analizar las diferencias en términos estadísticos.

Apéndice 5: Definiendo indicadores para medir cambios en el capital social

Algunos principios para definir indicadores de capital social:

- El capital social relacionado con el MIP se puede definir como los medios a través de los cuales las personas interactúan entre ellas para resolver problemas de plagas. Por tanto, los indicadores relacionados con el capital social se refieren a los posibles cambios en las formas de acceso a información, organización, acción colectiva o institucionalización que se pueden haber originado por el proyecto de MIP.
- Debido a que los proyectos de MIP están ubicados en lugares con características socioeconómicas específicas, también los indicadores relacionados al capital social son específicos al lugar y al proyecto.
- Los indicadores más comunes de cambios en el capital social están relacionados con la organización, la acción colectiva, las redes sociales y el intercambio de información. Estos indicadores deben ser medidos desde el estudio de línea de base.

Ejemplos de indicadores relacionados al capital social para el MIP:

- Ejemplos de indicadores relacionados a cambios en la organización de los agricultores como un resultado de la intervención en MIP:
 - Formación de una organización de agricultores para tratar los problemas de plagas.
Indicador: Número de organizaciones de agricultores formadas específicamente para apoyar al control de plagas.
 - Refuerzo de las organizaciones existentes para tratar con los problemas de plagas.
Indicador: existencia de acuerdos organizacionales para apoyar el control de plagas, pertenencia de los agricultores a la organización.
 - Creación de grupos de trabajo dentro de las organizaciones o comunidades para tratar con los problemas de plagas.
Indicador: Número de grupos de trabajo funcionando.
- Ejemplos de indicadores relacionados con la acción colectiva:
 - Existencia de acciones organizacionales o comunales para implementar prácticas específicas de MIP.
Indicadores: número de acciones comunales para eliminar fuentes de infestación; existencia de regulaciones comunales acerca de las prácticas y uso de pesticidas.
- Ejemplos de indicadores relacionados con las interacciones e intercambio de información:

- Formación o refuerzo de interacciones para intercambiar información sobre el control de plagas.

Indicador: Número de interacciones (reuniones, contactos personales, visitas, etc.) para acceder a información sobre control de plagas; porcentaje de agricultores que han tenido acceso a la capacitación.

- Número de fuentes de información sobre control de plagas.

Indicador: Número y tipo de fuentes de información de donde se obtiene información sobre el control de plagas.

Apéndice 6: Principios para el análisis de presupuesto parcial

El análisis del presupuesto parcial³ es un método para comparar los costos y beneficios de cambiar el método de control de plagas. Por ejemplo, cambiar el uso de pesticidas por el uso de MIP. El objetivo es estimar los cambios que ocurrirán en los ingresos o pérdidas en las parcelas del agricultor debido a los cambios en la práctica de control. Los presupuestos parciales no calculan los ingresos y gastos totales para parcelas con y sin MIP. Se asume que sólo cambian los costos del control de plagas y que los demás costos se mantienen iguales.

En la fórmula siguiente: IN denota el ingreso neto por la venta de productos agrícolas o, dicho de otro modo, la cantidad de dinero obtenido cuando los costos totales (CT) son sustraídos de los beneficios totales (BT):

$$IN = BT - CT \quad (1)$$

Los costos totales incluyen los costos de todos los insumos, tales como semillas, fertilizantes, etc.; pero para el presupuesto parcial no se necesita estimar los costos totales, sino los costos que varían debido al cambio de tecnología. En esta caso, los costos que varían al cambiar de método de control de plagas. Se asume que los demás costos son iguales. Al decidir si se debe o no adoptar el MIP, un agricultor querrá saber si va a incrementar sus ingresos. El ingreso neto (IN) es la diferencia entre los beneficios totales (BT) y los costos de control (sean de MIP o del control tradicional). La diferencia entre los ingresos netos al usar MIP (IN-MIP) comparados con los ingresos netos al usar un método tradicional (IN-tradicional) será la ganancia adicional que obtiene un agricultor al usar MIP.

$$IN (MIP) = BT (MIP) - C (MIP)$$

$$IN (tradicional) = BT (tradicional) - C (tradicional)$$

$$\text{Incremento de ingreso} = IN (MIP) - IN (tradicional)$$

Para hacer recomendaciones se deben tomar en cuenta tres criterios; primero: si el ingreso neto permanece igual o decrece, la nueva tecnología no debe ser recomendada porque no es más rentable que la tecnología usada por el productor; segundo: si los ingresos se incrementan y los costos de control permanecen iguales o decrecen, la nueva tecnología debería ser recomendada

³ Perrin, F. K.; Winkelmann, D. L.; Moscardi, E. R.; Anderson, J. R. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. CIMMYT México, D. F. 54 p.

porque es claramente más rentable que la tecnología del agricultor; y, tercero: si ambos, ingreso neto y costos de control se incrementan, la tasa de retorno marginal (ganancia) debería ser analizada; se debe tratar de saber cuánto dinero se gana por cada unidad de dinero que se incrementa en el costo de control.

Para la evaluación de impacto económico es necesario estimar el beneficio adicional que genera el MIP por hectárea para los cálculos de rentabilidad, usando la tasa interna de retorno (TIR) o el valor actual neto (VAN). Por ejemplo, en el caso del gorgojo de los Andes se estimó un beneficio adicional de US\$ 100/ha por usar el MIP, lo cual multiplicado por el número de hectáreas de adopción anual generó el beneficio acumulado por año del proyecto.

Apéndice 7: Definiendo indicadores para medir cambios en aspectos económicos

Algunos principios para definir indicadores económicos:

- Los indicadores de cambios en aspectos económicos usualmente son definidos como las ganancias o pérdidas causadas por las plagas y su control. Por ejemplo, cuánto gasta el agricultor en controlar las plagas con insecticidas o con MIP y cuánto gana con cada alternativa.
- Debido a que los proyectos de MIP están ubicados en lugares con características socioeconómicas específicas, también los indicadores económicos son específicos al lugar, cultivo y al proyecto.
- Los indicadores más comunes de cambios relacionados con aspectos económicos incluyen el rendimiento por hectárea, el nivel de daño causado por plagas (que en algunos casos influye en la calidad del producto y por ende en su precio), los costos de control, los precios de venta de los productos y las utilidades netas. Estos indicadores deben medirse desde la línea de base para que sirvan como punto de comparación. Si no hay línea de base, se tiene que comparar a grupos participantes (“con”) y no participantes (“sin”) en el proyecto de MIP.
- Ejemplos de indicadores económicos relacionados al MIP que se estiman a nivel del agricultor:
 - Rendimiento total por hectárea en campos de agricultores que han usado el MIP y campos de aquellos que no han usado el MIP. Nota: hay problemas para estimar los rendimientos debido a que este indicador está influido por muchos otros factores (fertilidad de suelo, manejo del cultivo, etc.), además del control de plagas. Por tanto, los grupos de agricultores y campos a ser comparados deben ser lo más homogéneos posibles.
 - Nivel de daño en el producto cosechado, especialmente para plagas que afectan el producto final, como el gorgojo de los Andes o la polilla que dañan los tubérculos de la papa.
 - Rendimiento comercial, que es la parte de la cosecha que se puede vender en el mercado. A mayor rendimiento comercial, mayor valor de la cosecha. En algunos casos, el daño por insectos reduce el valor y la proporción destinada al mercado. Por ejemplo, las frutas dañadas por la mosca tienen menos valor que las frutas sanas.
 - Nivel de daño en el follaje, usado en el caso de plagas que afectan el cultivo en el campo, como el tizón tardío de la papa, la mosca minadora y la mosca blanca. Es importante determinar el nivel de daño en campo porque dicho daño influye en el rendimiento del cultivo.
 - Costos de control de plagas:

Costos del uso de insecticidas. Se calculan preguntando sobre el producto usado, su precio, la dosis, el costo de la mano de obra y el número de veces de aplicación.

Costos de prácticas de MIP. Se calculan preguntando sobre el insumo o material usado (ejemplo, trampas amarillas), su precio y el costo de la mano de obra utilizada.

- Precios de venta de la cosecha, de acuerdo a las categorías comerciales del producto al momento de la cosecha. Este es el precio que el agricultor obtiene al vender su cosecha en su campo. Nota: este no es el precio del producto que el consumidor paga en el mercado.
 - Pérdida económica causada por las plagas. Teniendo datos sobre los niveles de daño, rendimientos y precios de venta se estima la pérdida causada por las plagas con los métodos actuales de control (ejemplo, pesticidas), la cual se comparará con la pérdida al final del proyecto, cuando los agricultores usen MIP. Se espera que la pérdida disminuya.
 - Nota: Hay que considerar que a la parte de la cosecha que no se vende y se usa para semilla o para alimento de la familia se le debe dar un valor también. Este valor es generalmente menor al valor comercial.
 - El beneficio bruto, es decir el valor de toda la cosecha.
 - El beneficio neto, que es el valor bruto menos el costo de producción. Para el método del presupuesto parcial, se usan sólo los costos que varían, que son los referidos al control de plagas.
 - Utilidad marginal, es la ganancia o pérdida que tiene el agricultor al usar el MIP en comparación con usar pesticidas u otros métodos de control.
- Ejemplos de indicadores económicos relacionados al MIP que se estiman a nivel del proyecto o de la institución:
- El costo anual del proyecto de investigación y capacitación sobre MIP. Idealmente, este costo debe registrarse desde el momento en que comienza la investigación de MIP para una plaga determinada, y se debe registrar anualmente. En algunos casos, hay que estimar el costo específico relacionado con la investigación y capacitación de una plaga en particular, ya que los departamentos de contabilidad registran los costos globales de programas de MIP, los cuales incluyen varias plagas.
 - El valor actual neto (VAN) o valor presente neto (VPN) es un procedimiento que permite calcular el valor presente de los beneficios y gastos de un programa de investigación y/o extensión del MIP en un período dado. El método, además, descuenta una determinada tasa o tipo de interés igual para todo el período considerado. El VAN o VPN es calculado a partir de la diferencia entre los beneficios adicionales anuales generados por el MIP

entre los agricultores que adoptan dicha tecnología (resulta de multiplicar el beneficio adicional por hectárea por el número de hectáreas en las que se espera se ha adoptado el MIP), y los gastos anuales del proyecto para investigación y capacitación en MIP por un periodo dado (generalmente 10 a 20 años), trasladando al presente todas las cantidades pasadas o futuras. La obtención del VAN constituye una herramienta fundamental para la evaluación de la rentabilidad de proyectos de MIP. Se espera que los proyectos de MIP tengan una VAN mayor que cero para que sean rentables. Ver más detalles en el Apéndice 9.

- La tasa interna de retorno (TIR) económico de proyectos de MIP, está definida como la tasa de interés con la cual el VAN o VPN es igual a cero. El valor de la TIR se compara con la tasa mínima de rentabilidad requerida (costo de oportunidad) que sea aceptable para el donante o la institución que financia dicho proyecto y se acepta si está por encima de dicha tasa. En ausencia de un proyecto con el cual comparar, se compara con una tasa de interés bancaria de entre 10% y 12%. Es decir, es el interés máximo que podría pagar un proyecto por los recursos utilizados cuando el proyecto recupera su inversión. Ver más detalles en el Apéndice 9.

Apéndice 8: Estimación de la adopción al nivel de campo

La adopción es un paso intermedio para lograr el impacto económico. Es decir, que sin adopción del MIP no habría impacto. Para la evaluación de las tasas de adopción de tecnologías de MIP es necesario medir la adopción de las prácticas de MIP a nivel del agricultor. El método más conocido para medir la adopción está basado en encuestas aplicadas a una muestra de agricultores (ver formas de estimar el tamaño de muestra en el Apéndice 1), lo cual permite estimar el número de agricultores adoptantes y el número de hectáreas donde se está usando el MIP. Las encuestas se realizan tanto en zonas donde ha trabajado el proyecto como en aquellas que no ha trabajado (testigos). También es recomendable hacer una encuesta sobre prácticas de control de plagas antes y después del proyecto, para poder comparar.

En el caso del MIP, el acceso a la información y al conocimiento sobre las plagas y su control (mejora en el capital humano y social) facilita la adopción de la tecnología. Usualmente los programas de MIP presentan varias prácticas de control, por tanto la adopción tiene que ser estimada para cada práctica. Por ejemplo, hay casos donde el proyecto de MIP se basa en la introducción de una variedad resistente a una plaga o enfermedad, por tanto la adopción se mide por el número de agricultores y de hectáreas que están usando dicha variedad. En otros casos, se trata de prácticas culturales, por lo tanto hay que estimar el número de hectáreas en las cuales se está usando, por ejemplo, el recojo nocturno para controlar el gorgojo de los Andes. Cuando los programas de MIP incluyen varias prácticas, los especialistas deben definir qué prácticas son esenciales para el control de la plaga, para poder determinar así cuántos agricultores y en cuántas hectáreas se está usando el número mínimo de prácticas para ser consideradas como MIP.

La tasa de adopción por año de vida del proyecto es un dato esencial para evaluar el impacto económico. Saber cuántas hectáreas o agricultores usan la tecnología por año multiplicado por el beneficio promedio por ha o agricultor adoptante, nos dará una idea del beneficio económico que el proyecto de MIP puede generar por año.

Usualmente se asume que la adopción sigue una curva logarítmica en forma de S, es decir que comienza lento, luego se acelera y finalmente disminuye la velocidad de adopción hasta que se estabiliza. Después de eso cabe esperar el inicio de un proceso de reemplazo de la tecnología por otra.

Idealmente se deberían tener datos de adopción en dos o tres puntos en el tiempo para ser capaces de proyectar la adopción en el futuro. Es igualmente importante definir cuántos años se proyecta la adopción de la tecnología de MIP. Generalmente las proyecciones se hacen para los próximos 15 a 20 años.

Apéndice 9: Análisis del retorno a la inversión en MIP

El análisis de inversión en proyectos de MIP evalúa si el dinero invertido en desarrollar, evaluar y difundir la tecnología ha generado suficiente rentabilidad acumulada al nivel de agricultores en un tiempo determinado, con el fin de determinar si los beneficios acumulados cubren los costos acumulados y generan utilidad.

Estos análisis de inversión también toman en consideración los ingresos y costos en los años futuros, asumiendo una continuidad en la adopción de la tecnología. Para que los ingresos y los costos de los años pasados y futuros puedan ser comparables se considera como si todos estos ingresos y costos se hubieran realizado en el momento presente. Los ingresos y gastos deben descontarse a sus valores presentes por medio de una tasa de descuento o interés (generalmente entre 10% a 12% anual).

Los ingresos y costos acumulados resultan de la suma de todos los ingresos o costos generados por el MIP durante los años proyectados para que la tecnología continúe en el campo. Los ingresos anuales resultan de multiplicar el beneficio adicional por hectárea –o por familia– generado por el MIP, multiplicado por el número de hectáreas, o familias, que han adoptado la tecnología en un año determinado. Los costos anuales resultan de sumar los costos de desarrollar, evaluar o diseminar la tecnología en un año dado. Generalmente se usan los valores registrados por los departamentos de contabilidad de las instituciones que implementan los proyectos.

Teniendo los ingresos y costos anuales durante la vida del proyecto se puede calcular el valor actual neto (VAN) del proyecto de MIP. Si el VAN es menor que cero significa que el proyecto ha perdido dinero y si es mayor que cero, que es rentable. Para el cálculo del VAN se necesitan los datos de los ingresos y costos totales durante los años del proyecto, desde la inversión inicial. Se necesitan algunos elementos básicos para este análisis: inversión inicial requerida para la puesta en marcha del proyecto, ingresos y costos anuales durante los años de vida del proyecto. Los años de vida del proyecto de MIP consideran el periodo que va desde el inicio de la investigación en un país o zona determinada hasta una proyección de 15 a 20 años. Se asume que la tecnología de MIP desarrollada será reemplazada por otra tecnología después de este periodo.

La fórmula que se usa para calcular el VAN es la siguiente:

$$VAN = \sum_{i=1...n} BN_i / (1+r)^i$$

Donde:

VAN: Valor Actual Neto

BNi: Beneficio Neto del Año i

r: Tasa de interés

n: Años de duración del proyecto

Como ya se ha indicado, el programa de Excel realiza estos cálculos automáticamente.

La tasa interna de retorno (TIR) es otro parámetro financiero para medir la rentabilidad de proyectos de inversión en general, y se aplica también a los proyectos de MIP. La TIR nos da un valor porcentual que indica la rentabilidad del proyecto. Este valor puede ser comparado con otras inversiones.

La Tabla 2, extraída del estudio de Ortiz et al (1996), muestra los cálculos que se hicieron para estimar la TIR. En esta Tabla se incluyen los costos del proyecto y el área de adopción. Para el cálculo de los beneficios totales se estimó un incremento de ingresos de US\$ 154 por ha y por año.

Tabla 2. Retornos de la inversión en investigación y extensión para el manejo del gorgojo de los Andes en áreas clave seleccionadas por las ONG en el Perú a los precios de 1993.

Año	Costos (\$)	Area (ha)	Beneficios totales (area x \$154)	Beneficios netos (\$)
1988	63,272		0	(63,272)
1989	62,936		0	(62,936)
1990	59,070		0	(59,070)
1991	103,883		0	(103,883)
1992	100,400	500	77,308	(23,092)
1993	100,400	750	115,500	15,500
1994	400,000	1,250	192,500	(207,500)
1995	400,000	2,250	346,500	(53,500)
1996	400,000	3,750	577,500	177,500
1997	0	3,750	577,500	577,500
1998	0	3,750	577,500	577,500
1999	0	3,750	577,500	577,500
2000	0	3,750	577,500	577,500
2001	0	3,750	577,500	577,500
2002	0	3,750	577,500	577,500
2003	0	3,750	577,500	577,500
2004	0	3,750	577,500	577,500
2005	0	3,750	577,500	577,500
2006	0	3,750	577,500	577,500
2007	0	3,750	577,500	577,500
2008	0	3,750	577,500	577,500
2009	0	3,750	577,500	577,500
2010	0	3,750	577,500	577,500
2011	0	3,750	577,500	577,500
2012	0	3,750	577,500	577,500
2013	0	3,750	577,500	577,500
2014	0	3,750	577,500	577,500
2015	0	3,750	577,500	577,500
2016	0	3,750	577,500	577,500
2017	0	3,750	577,500	577,500
2018	0	3,750	577,500	577,500
		TIR=0.30		

El valor del TIR es una medida de comparación ante otras opciones de inversión parecidas. En el ejemplo, una tasa de 30% es rentable y atractiva comparada con otros proyectos de investigación y desarrollo agrícola. En principio, cualquier TIR superior al costo de oportunidad de la inversión del proyecto (el interés que hubiera generado otro tipo de proyecto para la mejora de las condiciones de dichos agricultores o, a falta de un interés, de poner el dinero en el banco corregido por la inflación, que es generalmente entre 10% y 12%), es adecuada, porque significa que el proyecto tuvo un impacto positivo. A medida que la diferencia se incrementa, es más atractiva la inversión.

Las TIR en los ejemplos mencionados en la Sección III fluctúan entre 28% para el caso de las ECAs en Perú (Zuger, 2004), hasta alrededor de 40% y 50% para los casos de MIP de mosca blanca (CENTA, 2008; Deleón, 2008) en El Salvador, y MIP del gorgojo del camote en Cuba (Maza et al., 2000), respectivamente, pudiendo este último llegar hasta 73% en los casos más optimistas. Hay otros ejemplos de análisis de inversión de MIP usando la TIR en otros países latinoamericanos, como el proyecto de manejo integrado de plagas y agroforestería del CATIE en Nicaragua, que tuvo un TIR de 19.1% (Garming y Waibel, 2005), y un proyecto de manejo integrado del gusano blanco en papa en Ecuador, que tuvo un TIR de 33% (Unda et al., 1999).

La TIR en programas de MIP depende del costo del proyecto. En general, proyectos que requieren menor inversión inicial pueden generar mayor rentabilidad. El valor de la TIR también depende del beneficio adicional por hectárea y de la tasa de adopción. Si la adopción es reducida, la rentabilidad puede ser reducida también. Lo deseable es que los programas de MIP no sean extremadamente costosos y que generen beneficios por hectárea que sean atractivos para que los agricultores adopten la tecnología en un número suficiente de hectáreas.

Apéndice 10: Coeficiente de impacto ambiental (EIQ) e impacto ambiental (EI)

Esta metodología fue desarrollada por la universidad de Cornell (Kovach et al, 2004). El impacto ambiental (EI por sus siglas en inglés) es un indicador que sirve para valorar el potencial riesgo causado por el uso de los pesticidas. Este indicador valora el impacto ocasionado por los pesticidas a los agricultores que los aplican, a los consumidores y a los componentes ecológicos (por ejemplo, la fauna benéfica). Es una metodología relativamente simple, que requiere de datos que se pueden obtener fácilmente. El tipo de pesticida, el número de aplicaciones, el número de agricultores que los usan y las dosis usadas. En este caso se puede comparar el *impacto ambiental (EI)* "antes" del proyecto de MIP con la situación generada "después" del proyecto. También se puede comparar el EI de una zona con MIP con el de una zona donde no se usa esta tecnología. Es de esperarse que los programas de MIP reduzcan el uso de pesticidas altamente tóxicos.

Existen valores de coeficiente de impacto ambiental (EIQ por sus siglas en inglés) para muchos pesticidas (ver Tablas 3 y 4), pero no para todos. Cuando un pesticida específico no tiene un valor de EIQ, ese valor deberá ser estimado usando el valor promedio de EIQ según la clase de pesticida de que se trate. También puede usarse la clasificación de pesticidas por peligrosidad recomendada por la Organización Mundial de la Salud para ayudar en la estimación del EIQ de aquellos pesticidas que no han sido evaluados por Kovach⁴.

El cálculo del EIQ se basa en una metodología de ponderación para evaluar el riesgo ambiental y de salud de un esquema de aplicación de un pesticida en particular. El modelo de EIQ usa datos toxicológicos e información de parámetros químicos para calcular el riesgo a los agricultores, consumidores y organismos ambientales y, de esta manera, generar un coeficiente compuesto del impacto ambiental para cada pesticida que está siendo comparado. Para muchos pesticidas, los valores ya han sido calculados. El primer paso es, pues, buscar en las Tablas 3 y 4 los pesticidas que usan los agricultores.

La ecuación para calcular el valor del coeficiente de impacto ambiental (EIQ) para cada pesticida indicado en la Tabla es:

$$EIQ = \frac{(C [(DT \times 5) + (DT \times P)] + (C \times [(S + P) / 2] \times SY) + (L) + (F \times R) + (D \times [(S + P) / 2] \times 3) + (Z \times P \times 3) + (B \times P \times 5))}{3}$$

Donde:

C	= toxicidad crónica	DT	= toxicidad dermal
P	= vida media de residuos en superficie de planta		
S	= vida media de residuos en el suelo		
SY	= sistematicidad	L	= potencial de lixiviación
F	= toxicidad en peces	R	= potencial de escorrentía
D	= toxicidad en aves	Z	= toxicidad en abejas
B	= toxicidad en artrópodos benéficos		

Los valores en la ecuación son determinados por la información toxicológica de varias bases de datos que incluyen el "Extension Toxicology Network" (EXTOXNET), CHEM-NEWS, SELCTV, fichas de datos de los fabricantes de los químicos y fuentes de datos públicos como las disponibles en la "US Environmental Protection Agency". La información sobre los valores de toxicidad crónica (C) en la porción de salud humana de la ecuación, provienen de base de datos de estudios de efectos mutagénicos en animales, teratogénicos, reproductivos y oncogénicos de estos químicos. Los valores ya estimados se presentan en las Tablas 3 y 4.

En caso de que el pesticida a ser usado no se encuentre en la lista, se deberá estimar su valor de *EIQ* de acuerdo al componente activo que tenga y a la concentración del mismo en el producto. Si no se encuentra el principio activo en la lista, se deberá averiguar a qué familia de pesticidas pertenece el producto, y filtrar los pesticidas con la misma clasificación toxicológica de la OMS que el pesticida en cuestión. De los pesticidas que cumplan dichas condiciones, se obtiene un promedio de *EIQ* con los valores indicados en las Tablas 3 ó 4.

Después que se han establecido los valores de *EIQ* para el ingrediente activo de cada pesticida, se calcula la proporción de uso en campo para obtener el valor de impacto ambiental en campo (*EI*), lo que quiere decir que se multiplica el *EIQ* por la dosis, el porcentaje del ingrediente activo, y el número de aplicaciones de cada pesticida. A mayor valor del *EI*, mayor potencial de impacto ambiental negativo. Estos valores de campo son útiles para hacer comparaciones entre pesticidas o entre diferentes programas de manejo de plagas.

⁴ Para mayor información acerca de *EIQ* visite la página web del Programa de Manejo Integrado de Cultivos del Estado de Nueva York: <http://nysipm.cornell.edu/publications/eiq/default.asp>

Tabla 3. Valores de coeficiente de impacto ambiental (*EIQ*) para insecticidas comunes (Kovach et al., 1992⁵ con valores de *EIQ* actualizados en 2007).

N°	Nombre común (en Inglés)	Ejemplo de nombre comercial	<i>EIQ</i>	N°	Nombre común (en Inglés)	Ejemplo de nombre comercial	<i>EIQ</i>
1	abamectin	Agri-mek	38.0	54	fluvalinate	Mavrick	46.4
2	acephate	Orthene	23.4	55	fonofos	Dyfonate	44.6
3	acibenzolar S-methyl	Actigard	22.6	56	formetanate	Carzol	21.5
4	aldicarb	Temik	38.67	57	furathiocarb	Promet	35.33
5	allethrin	Pynamin	36.1	58	halofenozide	Mach II	26.18
6	avermectin	Agri-mek	22.7	59	hexakis	Vendex	12.8
7	azadirachtin	Turplex, Aza-direct	12.8	60	hexythiazox	Savey, Hexygon	33
8	azinphos-methyl	Guthion	44.9	61	imidacloprid	Admire	34.9
9	Bacillus thuringiensis (kustaki)	Xentari, Dipel	7.9	62	indoxacarb	Avaunt	43
10	bendiocarb	Dycarb	25.7	63	isazofos	Triumph	30.7
11	bifenazate	Floramite	14.8	64	isofenphos	Oftanol	103.5
12	bifenthrin	Brigade, Talstar, Capture	87.8	65	lindane	Lindane	69.2
13	carbaryl	Sevin	21.7	66	malathion	Cythion	23.83
14	carbofuran	Chlordane, Furadan	50.67	67	methamidophos	Monitor	36.8
15	chlordane	Chlordane	63.6	68	methidathion	Supracide	69.3
16	chlordimeform	Bermat	32.6	69	methomyl	Lannate	30.7
17	chlorethoxyfos	Fortress	37.3	70	methoxychlor	Marlate	53.7
18	chlorfenapyr	Pirate, Alert, Pylon	84.5	71	methoxyfenozide	Intrepid	33.4
19	chlorfenvinphos	CFV	43.9	72	methyl parathion	Penncap-M	35.2
20	chloropicrin	Larvacide	36.4	73	mevinphos	Phosdrin	28.2
21	chlorpyrifos	Lorsban	43.5	74	naled	Dibrom	37.7
22	cinnamaldehyde	Cinnamite	9.2	75	oil	Oil	27.5
23	clofentizine	Apollo	26.3	76	oxamyl	Vydate	22.9
24	clothianidin	Poncho	31.78	77	oxydemeton-methyl	Metasyttox-R	75.03

(Continúa)

⁵ J. Kovach, Petzoldt C., Degni J., and Tette J. 1992. A Method to Measure the Environmental Impact of Pesticides. IPM Program, Cornell University, New York State Agricultural Experiment Station Geneva, New York 14456.

Tabla 3. Valores de coeficiente de impacto ambiental (*EIQ*) para insecticidas comunes (Kovach et al., 1992⁶, con valores de *EIQ* actualizados en 2007) (Continuación).

N°	Nombre común (en Inglés)	Ejemplo de nombre comercial	<i>EIQ</i>	N°	Nombre común (en Inglés)	Ejemplo de nombre comercial	<i>EIQ</i>
25	Cryolite	Kryocide	21.4	78	oxythioquinox	Morestan	44.4
26	Cyfluthrin	Baythroid	39.6	79	parathion	Niran, Phoskil	104.4
27	cyhalothrin, lambda	Warrior, Schimitar	43.5	80	pentachlorophenol	PCP	59.4
28	Cyhexatin	Cyhexatin	32.8	81	permethrin	Ambush	88.7
29	cypermethrin	Cymbush	27.3	82	phorate	Thimet	68.2
30	cyromazine	Trigard	24.18	83	phosalone	Zolone	24.4
31	deltamethrin	Deltagard, Decis	25.7	84	phosmet	Imidan	23.9
32	Demeton	Systox	85.5	85	phosphamidon	Swat	26.3
33	Diazinon	Diazinon	43.4	86	piperonyl butoxide	Butacide	20.8
34	Dichlorvos	Vapona	40.6	87	pirimicarb	Pirimor	16.7
35	Dicofol	Kelthane	29.9	88	propargite	Omite	42.7
36	dienochlor	Pentac	15.1	89	propoxur	Baygon	87.3
37	diflubenzuron	Dimilin	25.33	90	pymetrozine	Fulfill, Sterling	17.1
38	dimethoate	Cygon	74	91	pyrethrin	Pyronone	18
39	Dinocap	Karathane	21.02	92	pyridaben	Pyramite, Posieden	25.8
40	Disulfoton	Di-Syston	104.5	93	resmethrin	Resmethrin	33.6
41	emamectin benzoate	Proclaim	26.3	94	rotenone	Chem Fish	33
42	Endosulfan	Thiodan	42.1	95	ryania	Ryania	55.3
43	esfenvalerate	Asana	39.6	96	sabadilla	Red Devil	35.6
44	Ethion	Ethion	41	97	soap	M-Pede	19.5
45	Ethoprop	Mocap	58.8	98	spinosad	SpinTor, Tracer	17.7
46	Etoxazole	Terasan 5 WDG	13.42	99	tebufenozide	Confirm	17.8
47	fenamiphos	Nemacur	71.33	100	tefluthrin	Force	25.3
48	fenoxycarb	Comply, Precision	13	101	terbufos	Counter	66
49	fenprothrin	Tame, Danitrol	25.3	102	thiacloprid	Calypso	31.33
50	fenpyroximate	Akari	19.33	103	thiamethoxam	Actara	33.3
51	fensulfothion	Dasanit	66.9	104	thiodicarb	Larvin	23.3
52	fenvalerate	Pydrin	49.6	105	tralomethrin	Saga	26.7
53	Fipronil	Regent	90.92	106	trichlorfon	Dylox	14.8

⁶ J. Kovach, Petzoldt C., Degni J., and Tette J. 1992. A Method to Measure the Environmental Impact of Pesticides. IPM Program, Cornell University, New York State Agricultural Experiment Station Geneva, New York 14456.

Tabla 4. Valores de coeficiente de impacto ambiental (EIQ) para fungicidas comunes (Kovach et al., 1992⁷, con valores de EIQ actualizados en 2007).

Nº	Nombre común (en Inglés)	Ejemplo de nombre comercial	EIQ	Nº	Nombre común (en Inglés)	Ejemplo de nombre comercial	EIQ
1	anilazine	Dyrene	26.7	36	kresoxim-methyl	Sovran	11.7
2	azoxystrobin	Quadris, Abound, Heritage	15.2	37	mancozeb	Manzate	14.6
3	bacillus licheniformis Strain SB3086	Ecogard	6.67	38	maneb	maneb	21.4
4	benomyl	Benlate	52.6	39	maneb + dinocap	Dikar	46.5
5	boscalid	Endura, Pristine	43.67	40	mefanoxam (metalaxyl-M)	Ridomil, Apron	29.40
6	captafol	Captafol	17.3	41	metiram	Polyram	40.0
7	captan	Captan	15.8	42	mono-potassium phosphite	Phosguard	7.33
8	carbendazim		56.17	43	myclobutanil	Nova	33.0
9	carboxin	Vitavax	20.0	44	PCNB, quitozine	Terraclor, Blocker	35.0
10	chlorothalonil	Bravo	40.1	45	pencycuron	Monceren	22.78
11	copper hydroxide	Kocide	33.3	46	polyoxin-D, polyoxorim	Stopit, Endorse	9.33
12	copper sulfate	copper	47.8	47	potassium bicarbonate	Armcarb, Kaligreen	8.0
13	copper sulfate+lime	Bordeaux	67.7	48	potassium bromide		8.0
14	cymoxanil	Curzate	8.7	49	propamocarb hydrochloride	Previcur, Tadoo	21.5
15	cyproconazole	Sentinel, Alto	36.63	50	propiconazole	Orbit, Tilt	27.51
16	cyprodinil	Vanguard, Switch	21.9	51	pyraclostrobin	Cabrio, Headline	31.45
17	di-potassium phosphite	Phosguard	7.33	52	pyrimethanil	Scala	14.33
18	dichloran	Botran	35.9	53	quinoxifen	Quintec	32.00
19	difenoconazole	Dividend, Score	48.67	54	sulfur	Sulfur	45.5
20	dimethomorph	Acrobat	24.0	55	tebuconazole	Folicur	40.3
21	dodine	Syllit	22.00	56	oxytetracycline	Mycoshield	22.2
22	ethylenethiourea		15.43	57	thiabendazole	Thiabendazole, Mertect	35.5
23	etridiazole	Terrazole	32.8	58	thiophanate methyl	Topsin-M	22.42
24	famoxadone	Famoxate	11.77	59	thiram	Thiram	32.5
25	fenarimol	Rubigan	22.4	60	tolyfluanid	Eurapen-M, Elvaron	19.50
26	fenhexamid	Elevate	11.7	61	triadimefon	Bayleton	30.7

(Continúa)

⁷ J. Kovach, Petzoldt C., Degni J., and Tette J. 1992. A Method to Measure the Environmental Impact of Pesticides. IPM Program, Cornell University, New York State Agricultural Experiment Station Geneva, New York 14456.

Tabla 4. Valores de coeficiente de impacto ambiental (*EIQ*) para fungicidas comunes (Kovach et al., 1992⁸, con valores de *EIQ* actualizados en 2007). (Continuación)

N°	Nombre común (en Inglés)	Ejemplo de nombre comercial	<i>EIQ</i>	N°	Nombre común (en Inglés)	Ejemplo de nombre comercial	<i>EIQ</i>
27	ferbam	Carbamate	28.8	62	trifloxystrobin	Flint	30.9
28	fluazinam	Omega	23.3	63	triflumizole	Procure	22.2
29	fludioxonil	Maxim	26.12	64	triforine	Funginex	41.2
30	flusilazol	Nustar	32.9	65	triphenyltin hydroxide	Fentin hydroxide, Super tin	70.1
31	flutolanil	Prostar, Moncoet	24.4	66	triticonazole	Real, Premis	13.17
32	folpet	Phaltan	22.2	67	vinclozolin	Ronilan	13.33
33	fosetyl-Al	Aliette	11.3	68	zineb	Dithane Z	44.0
34	imazalil	Deccoziel	26.0	69	ziram	Ziram	25.8
35	iprodione	Rovral, Chipco	11.0	70	zoxamide	Gavel, Zoxium	14.7

Un ejemplo del análisis del impacto potencial de los plaguicidas en los cultivos de papa y tomate usando el *EIQ* es el realizado con datos del proyecto de manejo integrado de mosca blanca conducido por la Fundación PROINPA, Bolivia.

Tabla 5. Cálculo del valor de impacto ambiental (*EI*) en campos de agricultores con cultivos de tomate y papa usando tecnología de MIP comparados con los de tecnología tradicional en Comarapa, Bolivia. Campaña 2007-2008.

Tecnología	Insecticida	Ingrediente activo	Concentración	Cantidad / ha	Aplicaciones (N°)	<i>EIQ</i>	<i>EI</i> /ha	
Caso 1: tomate								
MIP	Impacto	Imidacloprid (%)	70%	0.1	2	34.9	4.89	
	Engeo	Tiametoxam (kr/l)	0.141	0.25	1	33.3	1.17	
		Lambdacyalotrina (kr/l)	0.106	0.25	1	43.5	1.15	
	TOTAL							7.21
Agricultor	Impacto	Imidacloprid (%)	70%	0.1	6	34.9	14.66	
	Curacron	Profenofos	50%	1	2	26	26.00	
	Sunfire	Clorfenapir (%)	50%	0.25	2	84.5	21.13	
	Engeo	Tiametoxam (kr/l)	0.141	0.25	2	33.3	2.35	
		Lambdacyalotrina (kr/l)	0.106	0.25	2	43.5	2.31	
	Hook	Buprofezin (%)	25%	0.5	2	27.63	6.91	
	TOTAL							73.34

(Continúa)

⁸ J. Kovach, Petzoldt C., Degni J., and Tette J. 1992. A Method to Measure the Environmental Impact of Pesticides. IPM Program, Cornell University, New York State Agricultural Experiment Station Geneva, New York 14456.

Tabla 5. Cálculo del valor de impacto ambiental (*EI*) en campos de agricultores con cultivos de tomate y papa usando tecnología de MIP comparados con los de tecnología tradicional en Comarapa, Bolivia. Campaña 2007-2008. (Continuación)

Tecnología	Insecticida	Ingrediente activo	Concentración	Cantidad / ha	Aplicaciones (Nº)	EIQ	EI/ha	
Caso 2: papa								
MIP	Impacto	Imidacloprid	70%	0.1	1	34.9	2.44	
	TOTAL							2.44
Agricultor	Espartaco	Cartap (%)	50%	1	3	26	39.00	
	Rambo	Metomil (%)	20%	0.9	1	30.7	5.53	
	Impacto	Imidacloprid (%)	70%	0.1	4	34.9	9.77	
	Hook	Buprofezin (%)	25%	0.5	1	27.63	3.45	
	TOTAL							57.75

Nota: el valor *EI* resulta de multiplicar la concentración por la cantidad/ha y el valor de EIQ (extraído de la Tabla 3) para los insecticidas usados en la producción de papa y tomate, 2007-2008.

Los resultados del análisis de *EI* muestran una reducción significativa del impacto ambiental con la tecnología propuesta de MIP, que consiste en aplicar insecticidas solamente cuando hay una determinada población de moscas blancas (tecnología conocida como umbrales de aplicación). En el caso del tomate, la tecnología de MIP puede reducir el impacto ambiental desde un valor de 73.4 a 7.21 y, en el caso de papa, de un valor de 57.75 a un valor de 2.44, lo cual representa una reducción substancial del riesgo causado por los pesticidas al ambiente y a las personas.

Misión del CIP

El Centro Internacional de la Papa (CIP) busca reducir la pobreza y alcanzar la seguridad alimentaria sobre bases sustentables en los países en desarrollo, mediante la investigación científica y actividades relacionadas en papa, camote y otras raíces y tubérculos y un mejor manejo de los recursos naturales en sistemas agrícolas basados en cultivos de papa y camote

La Visión del CIP

El Centro Internacional de la Papa (CIP) contribuirá a reducir la pobreza y el hambre, a mejorar la salud humana, desarrollar sistemas de sustento rurales sostenibles y robustos, y a mejorar el acceso a los beneficios de los conocimientos y las tecnologías modernas. El CIP afrontará estos desafíos ejecutando y convocando investigaciones y alianzas que se centren en cultivos de raíces y tubérculos y en el manejo de los recursos naturales en sistemas de montaña y otras zonas menos favorecidas en donde el CIP puede contribuir a un desarrollo humano saludable y sostenible.

www.cipotato.org

El CIP es financiado por un grupo de gobiernos, fundaciones privadas y organizaciones internacionales y regionales que conforman el Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional, más conocido por sus siglas en inglés CGIAR.

www.cgiar.org