

Diagnóstico del uso de insecticidas para el combate de *Plutella xylostella* en Costa Rica

Lisbeth Araya R.*
Luis A. Monge V.**
Elizabeth Carazo R.***
Víctor M. Cartín L.****

RESUMEN. Se realizó un diagnóstico sobre el uso de insecticidas y otros métodos de combate de la polilla del repollo, *Plutella xylostella*. Se entrevistaron 81 productores de repollo en Cartago y Alfaro Ruiz, Costa Rica. El 67,9% de ellos señaló que destruye los residuos de cosecha con herbicidas, maquinaria o manualmente. El 19,8% ha utilizado feromonas para controlar esta plaga, lo cual parece confirmar que desconocen las bondades de estas sustancias. Los híbridos de repollo más utilizados fueron Izalco F1 y Kuisto, el primero de ellos por su resistencia a la polilla y el segundo, aunque susceptible a esta plaga, es seleccionado por su calidad; otros híbridos usados fueron Stone Head, Chartman, Field Sport, Bronco y Bejo (morado). El método de control de *P. xylostella* más utilizado por los productores entrevistados fue el químico. Ellos no utilizaron el equipo de protección recomendado para las aplicaciones, porque lo consideran innecesario y de elevado costo. La mayoría de los productores utilizó la dosis de insecticida recomendada por unidad de volumen; sin embargo, al hacer mezclas de insecticidas, en muchas ocasiones sobredosificaron. Los agricultores hacen rotación de insecticidas, pero sin seguir recomendaciones técnicas, que eviten la selección por resistencia cruzada. Los insecticidas más utilizados en ambas zonas fueron piretroides, *Bacillus thuringiensis*, nereistoxinas, organofosforados y carbamatos.

Palabras clave: Insecticidas, Diagnóstico, Control químico, *Plutella xylostella*, Costa Rica.

ABSTRACT. **Diagnosis of the use of insecticides for the control of *Plutella xylostella* in Costa Rica.** An analysis of the use of insecticides and other control methods of the cabbage moth *P. xylostella* was performed. Eighty-one cabbage producers in Cartago and Alfaro Ruiz, Costa Rica, were interviewed. Of these, 67.9% indicated that they destroy the residues from harvest with herbicides, machinery or manually. To control this insect, 19.8% have used pheromones, which seems to confirm that there is a lack of knowledge of the merits of this substances. Izalco F1 and Kuisto were the most frequently used cabbage hybrids, the first of these for its resistance to the moth and the second, although susceptible to the pest, is chosen for its quality. Other hybrids used were Stone Head, Chartman, Field Sport, Bronco and Bejo (purple). Of the producers interviewed, the control method for *P. xylostella* most used was chemical. When applying the insecticides they did not use the recommended protection equipment because they considered it unnecessary and costly. Most of the producers used the recommended dose of insecticide by a unit of volume; however on mixing the insecticides there were frequently overdoses. The farmers rotate the insecticides, but without following the technical recommendations that avoid selection for cross resistance. The insecticides most used in both zones were pyrethroids, *Bacillus thuringiensis*, nereistoxins, organophosphates and carbamates.

Key words: Insecticides, Diagnosis, Chemical control, *Plutella xylostella*, Costa Rica.

Introducción

La polilla de dorso de diamante *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) también conocida como palomilla del repollo es una plaga cosmopolita. Entre

sus hospedantes están el repollo, la brócoli y otras plantas del género *Brassica*. Este insecto es considerado el principal limitante en la producción de repollo en Costa Rica. El repollo es una de las hortalizas de

Recibido: 17/11/99. Aprobado: 30/06/99.

* Escuela de Estudios Generales y CICA, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

** Escuela de Ingeniería Agropecuaria Administrativa. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.

*** Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA) y Escuela de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

****Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.

mayor consumo fresco y es parte de la dieta de un gran sector de la población, en consecuencia, se requiere de grandes volúmenes de producción (Carballo *et al.* 1989b, Cordero y Cave 1990).

La larva de *Plutella* mastica el follaje, dañando las hojas y la cabeza del repollo, las cubre de excrementos, telarañas y construye galerías en ellas. También ataca las flores inmaduras de brócoli y coliflor. En las primeras etapas del cultivo de repollo, afecta el área fotosintética y reduce el vigor de la planta. Cuando afecta el cogollo, al inicio de la etapa de formación de la cabeza, el proceso puede detenerse, pero si la cabeza está formada y la larva continua barrenando, el repollo tendrá agujeros que afectarán su calidad (Ochoa *et al.* 1989, Monge 1991). Al inicio del cultivo, el nivel de infestación de la plaga es bajo, pero durante la etapa de formación de la copa y de la cabeza, se multiplica rápidamente para alcanzar su población máxima al final del ciclo del cultivo (Monge 1991).

En Costa Rica, la producción de repollo es realizada por pequeños agricultores, algunos de los cuales utilizan mano de obra familiar en el proceso. Generalmente, la comercialización del producto es "en pie", o sea, un intermediario compra la cosecha en el campo; sin embargo, algunos productores venden el producto a granel, por peso o bulto (CATIE-MIP 1990).

Cada zona productora tiene un historial agrícola particular, lo cual implica diferentes estructuras y estrategias de control de la plaga. A esto contribuyen las exigencias del mercado en lo referente a la calidad del producto, las cuales han cambiado y por consiguiente también las prácticas agrícolas para controlar *P. xylostella*. Actualmente, el consumidor prefiere productos sin manchas o daños por insectos. Además, las campañas publicitarias a favor de los plaguicidas han contribuido a la adopción del control químico como única medida para lograr un producto "más limpio" y de mayor aceptación en el mercado (CATIE-MIP 1990).

Para el control químico de *P. xylostella* los agricultores aplican cantidades considerables de insecticidas y tienden a hacer las aspersiones en forma calendarizada, usando un producto o mezclas de ellos, que ocasiona el "típico círculo vicioso" de los plaguicidas. Esto afecta la vida diaria de su familia, al convertir sus casas en pequeños almacenes de productos, con el peligro de intoxicaciones agudas o crónicas (CATIE-MIP 1990). Además, el uso indiscriminado de plaguicidas incrementa los costos de producción, aumenta la cantidad de residuos en el producto, produce efectos desconocidos en el ambiente e incrementa las posibi-

lidades de desarrollo de resistencia por parte del insecto. La mayoría de los insecticidas usados son de alto riesgo por su toxicidad, lo cual se agrava porque muchos agricultores no conocen su peligrosidad o no emplean los equipos apropiados para aplicarlos. Por lo tanto, es necesario buscar opciones o alternativas de manejo que reduzcan la alta infestación de esta plaga y por ende la aplicación de los plaguicidas (Ochoa *et al.* 1989). Con este objetivo se realizó un diagnóstico del uso de insecticidas para el combate de *P. xylostella* utilizadas por los agricultores en dos zonas productoras de Costa Rica; para seleccionar los insecticidas sobre los cuales deberá estudiarse el desarrollo de resistencia por parte de esta plaga.

Materiales y métodos

A. Zonas de estudio

El diagnóstico se realizó entre julio de 1993 y octubre de 1996. Se entrevistaron 81 agricultores de las zonas productoras de repollo más importantes del país (Cuadro 1).

CUADRO 1. Número de productores de repollo entrevistados, según zona de estudio. Julio, 1993 – Octubre, 1996.

Zona	No.de Agricultores
Norte de Cartago	53
Oreamuno	18
Cipreses-Oratorio	11
Pacayas	13
Cervantes	4
Capellades	2
Llano Gran e	2
Guadalupe Alvarado	1
San Rafael de Irazú	1
Asención	1
Alfaro Ruiz (Alajuela)	28
La Legua	2
Parcelas	4
Tapezco	3
Palmira	7
Pueblo Nuevo	12
Heredia Norte	1
TOTAL	82

La mayor cantidad de entrevistas se realizaron en la provincia de Cartago debido a que ésta tiene un área de cultivo de brasicas (repollo-brócoli-coliflor-col de Bruselas) mayor que la de Alfaro Ruiz (provincia de Alajuela). Además de las entrevistas, en cada visita

se realizaron muestreos de la plaga, y se dio seguimiento al sistema de manejo del cultivo, determinándose la rotación de cultivos y el manejo de los plaguicidas.

En la zona norte de Heredia se realizó una entrevista, porque el área dedicada a este cultivo es reducida y la mayoría de la producción es destinada al consumo familiar, por tanto, es poco representativo para los propósitos de este diagnóstico.

Con el propósito de identificar los parasitoides que atacaban a *P. xylostella*, se recolectaron larvas en plantas afectadas, las cuales se colocaron con hojas de repollo en recipientes para su traslado al laboratorio. Posteriormente, las larvas se depositaron en jaulas y se alimentaron con hojas de este cultivo hasta que completaron su ciclo o emergieran los parasitoides.

Resultados

Métodos de Control

Destrucción de residuos de cosecha. El 67,9% de los agricultores de ambas zonas (Fig. 1) eliminan los residuos de cosecha una vez finalizado el ciclo de cultivo. Esta práctica la efectúan aplicando: herbicida, eliminando las plantas con cuchillo o con cortadora o arado adaptado a un tractor.

La destrucción de los residuos de cosecha es una práctica recomendable, porque la permanencia de plantas en el campo incrementa la población de la plaga, así como el inóculo de las principales enfermedades que atacan al cultivo.

En Cartago y Alfaro Ruiz se observó un número reducido de enemigos naturales, los encontrados pertenecen a las familias Ichneumonidae y Braconidae. Sin embargo, ninguno es capaz de controlar totalmente la población de *P. xylostella*. Según Carballo *et al.*

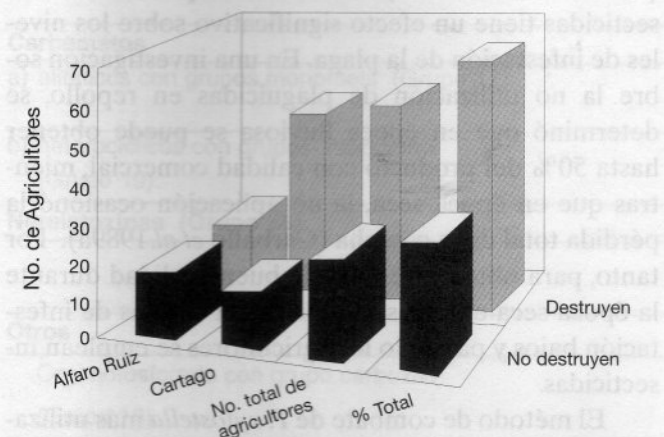


Figura 1. Porcentaje de agricultores que realizan la práctica de destrucción de rastrojos.

(1989b) y Cordero (1990) los parasitoides larvales de los géneros *Diadegma*, *Apanteles* y *Microplitis* son los que presentan mayor potencial para el control biológico de esta plaga. El enemigo natural más abundante fue *Diadegma insulare* (Cresson); no obstante, este no logra ejercer un control total, excepto si están presentes también otras especies. *Diadegma* es un parasitoide larval solitario obligado, que ataca las larvas de *P. xylostella* preferentemente en el segundo y tercer estadio y emerge de la prepupa. En Costa Rica, el ciclo de este parasitoide es de 16 días y se ha informado de niveles de parasitismo de 7,6 - 16,0% en distintas localidades (Carballo *et al.* 1989b). En la estación lluviosa el control por este parasitoide llega a 36% pero en la seca se reduce a 7%. (Carballo *et al.* 1989b, Cordero y Cave 1990).

La acción de este parasitoide puede mejorar haciendo un manejo apropiado de las malezas hospedantes de *P. xylostella* y otras especies que permitan mantener las poblaciones de ambos insectos (Carballo *et al.* 1989a). Este mismo autor ha informado que varias especies de *Diadegma* se multiplican con facilidad cuando las plantaciones de repollo están rodeadas de vegetación natural. Sin embargo, las poblaciones de enemigos naturales no aumentan significativamente dejando los residuos de cosecha en el campo; por tanto, su eliminación puede resultar conveniente (Carballo *et al.* 1989a).

Muchos agricultores dejan sus cultivos abandonados en el campo cuando los precios no cubren los gastos, lo cual incrementa los problemas causados por esta plaga en zonas aledañas.

La práctica de destrucción de los residuos es usada con mayor frecuencia por los productores de repollo de Cartago (50,6%) que por los de Alfaro Ruiz (17,3%) (Fig. 1).

Uso de feromonas. Las feromonas sexuales permiten disminuir las poblaciones del insecto plaga, detectar la presencia de insectos de interés agrícola, conocer el comportamiento de las poblaciones de la plaga y lo más importante, facilitan la toma de decisiones sobre el uso adecuado de los insecticidas. Además con ellas se logra la captura masiva del insecto plaga, se crea confusión entre los sexos, lo cual reduce la frecuencia de copulación, disminuyendo sustancialmente las poblaciones (Mora *et al.* 1990).

El empleo de estas sustancias, como parte de programas de manejo integrado de este insecto, se remonta a finales de los años 80 y su objetivo ha sido reducir el uso excesivo de plaguicidas, logrando un

control adecuado de la plaga. En Costa Rica, las feromonas se pueden adquirir en el Departamento Sanidad Vegetal del Ministerio de Agricultura y Ganadería (Monge 1991).

A pesar de la conocida eficacia de las feromonas, solamente 19,8% de los agricultores entrevistados las utilizan y 12,3% las utilizó alguna vez (Fig. 2). Los agricultores señalan que no las utilizan porque son difíciles de adquirir. Sin embargo, se deduce de las entrevistas que la mayoría de los productores desconocen las ventajas del uso de las feromonas, a pesar de las evidencias de su eficiencia. Por ejemplo, en San Isidro de Heredia el entrevistado señaló que las feromonas le permitieron reducir las aplicaciones, hasta tener intervalos entre aspersiones de 15 días en época seca y de 20 días en época lluviosa (Monge 1986). Algunos de ellos consideran que las hormonas atraen la plaga al cultivo (Monge 1991).

Esta situación revela la necesidad de incrementar el uso de feromonas en ambas zonas del país, así como buscar los mecanismos para informar a los agricultores de los beneficios de estas sustancias; presentándolas como un método seguro e inócuo para el ambiente y la salud humana.

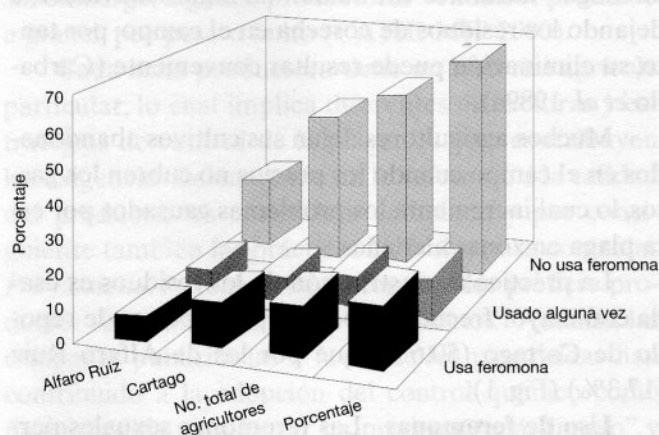


Figura 2. Frecuencia de utilización de feromonas para el control de *Plutella xylostella* en las zonas de estudio.

Uso de Variedades. El uso de híbridos de repollo se ha generalizado entre los agricultores de Cartago y Alfaro Ruiz. Actualmente, el mercado mayorista exige este tipo de producto, debido a su homogeneidad en el tamaño y a su compactación. Los agricultores señalaron la variedad Kuisto como la más susceptible al ataque; sin embargo, la utilizan por su calidad. Otros híbridos cultivados fueron Stone Head, Chartman, Field Sport, Bronco y Bejo (repollo morado).

Control químico

Uso de insecticidas. La dinámica de *P. xylostella* en el cultivo de repollo está en función de la altitud, la temperatura y la precipitación, así como al manejo de la plantación antes y después de la cosecha. Cuando no hay infestación desde campos vecinos, la población de la plaga aumenta de acuerdo al crecimiento del cultivo, pero cuando ocurren migraciones de adultos de otras áreas, el incremento de la población es más acelerado (CATIE-MIP 1990). Algunas de las fuentes de infestación son las plantaciones de repollo (en todas las etapas de crecimiento) aledañas, los residuos de cosecha que permanecen en el campo, los rebrotes de tocones y plantaciones abandonadas o mezclas de crucíferas, incluyendo malezas.

En las primeras etapas de crecimiento del cultivo, la plaga está en su fase de colonización y conforme aumentan los recursos disponibles, la palomilla se multiplica hasta alcanzar su población máxima, en la etapa de llenado de la cabeza. El nivel más alto de infestación ocurre en las últimas cinco etapas fenológicas del cultivo y es bajo en las primeras cuatro.

En invierno, la infestación se mantiene en niveles bajos, debido a la lluvia. En larvas pequeñas, la mortalidad está directamente relacionada con el índice de precipitación, aspecto demostrado en un estudio en el cual la lluvia causó 47% de mortalidad de larvas pequeñas por ser éstas más susceptibles al ahogamiento, mientras que en las grandes, este índice fue de 12% (Monge 1991, Mora 1990, Carballo *et al.* 1989b, CATIE/MIP 1990).

La lluvia también reduce la oviposición, pero en verano no hay un factor efectivo de mortalidad y la plaga puede alcanzar niveles intolerables, especialmente, durante la etapa de formación de la cabeza (Carballo *et al.* 1989a). Por tanto, la aplicación de insecticidas tiene un efecto significativo sobre los niveles de infestación de la plaga. En una investigación sobre la no utilización de plaguicidas en repollo, se determinó que en época lluviosa se puede obtener hasta 50% del producto con calidad comercial, mientras que en época seca, la no aplicación ocasionó la pérdida total de la cosecha (Carballo *et al.* 1989a). Por tanto, para obtener repollo de buena calidad durante la época seca es necesario mantener niveles de infestación bajos y para ello los agricultores se emplean insecticidas.

El método de combate de *P. xylostella* más utilizado por los productores de repollo, de las zonas estudiadas, fue el químico (Cuadro 2). Ellos no diferen-

cion el nombre genérico del comercial y desconocen el grupo toxicológico al que pertenecen. Lo que provoca abusos en su empleo, porque a menudo se asperjan en mezcla dos productos del mismo grupo, por ejemplo cartap + tiociclan, ambos nereistoxinas, o se rotan productos del mismo grupo o ingrediente activo. Es-

to aumenta la presión de selección sobre el organismo plaga y favorece el desarrollo de resistencia, además de la contaminación del ambiente y del repollo.

Los agricultores de Cartago y Alfaro Ruiz no conocen o no les han sido transferido adecuadamente, algunos procedimientos técnicos como los umbrales

CUADRO 2. Grupos toxicológicos, nombres genéricos y comerciales de los insecticidas utilizados por productores de repollo de Cartago y Alfaro Ruiz para el control de *Plutella xylostella*.

Familia y Grupo Toxicológico	Nombre Genérico	Nombre Comercial
Organofosforados		
a) alifáticos con enlace P=O con grupos monometil o dimetil. (Grupo 4)	acefato naled diclorvos triclorfon metamidofós	Orthene Dibron Atla Dipterex Tamarón
b) alifáticos con enlace P=O con grupos monodietil, monopropil, o dipropil (Grupo 5).	etoprofós	Mocap
c) heterocíclicos con enlace P=S con grupos monoetil, dietil, monopropil o dipropil (Grupo 15).	clorpirifos diazinón	Lorsban Diazinon
d) cíclicos con enlace P=S con grupos monoetil, dietil, monopropil o dipropil (Grupo 11).	protiofós	Tokuthion
e) cíclico con enlace P=S con grupos monometil o dimetil. (Grupo 10).	paratión metílico	Penncap, Folidol
f) alifáticos con enlace P=S con grupos monoetil, dietil, monopropil o dipropil. (Grupo 7).	forato	Thimet
h) alifáticos con enlace P=S con grupos monometil o dimetil (Grupo 6)	dimetoato	Dantox
Biológicos o Microbianos (Grupo 29)		
<i>Bacillus thuringiensis</i> (Bacteria).	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Dipel, Javelin, Thuricide, Xentari.
Piretroides (Grupo 22)		
	permetrina cipermetrina deltametrina	Ambush Arribo Decis
Carbamatos		
a) alifáticos con grupos monometil (Grupo 17).	metomil oxamil	Lannate Vydate
b) heterocíclicos con grupos monometil (Grupo 19).	carbofuran	Furadán
Nereistoxinas (Grupo 35)		
	tiociclan cartap	Evisect Padan, Daga.
Otros		
Organofosforado con grupo carboxilo (Grupo 16).	malation	Malathion
Ciclodienos (Grupo 3).	endosulfán	Thiodan
Lactona macrocíclica (Grupo 30).	abamectina	Vertimec

económicos, los cuales permiten decidir las aplicaciones basados en el grado de infestación de la plaga. Por el contrario, ellos aplican en forma calendarizada, una o dos veces por semana, lo cual excede la cantidad de aplicaciones necesarias para el control de la plaga y aumenta los costos de producción, los residuos de plaguicidas en el producto y la posibilidad de desarrollo de resistencia y efectos desconocidos en el ambiente. Carballo *et al.* (1989b) utilizando un umbral del 10% de infestación lograron un producto de buena calidad, sin bajar el rendimiento ni el porcentaje de producto comercial y redujeron a nueve aplicaciones por ciclo, con respecto al sistema calendarizado del agricultor, que consiste de 16 aplicaciones.

Es importante la búsqueda de alternativas de manejo que reduzcan la infestación de la plaga, como es el empleo de enemigos naturales (Ochoa 1989). Sin embargo, las aplicaciones continuas de insecticidas limitan el uso del control biológico (Carballo *et al.* 1989a).

Los piretroides (permetrina, cipermetrina, deltametrina) fueron los insecticidas más utilizados en ambas zonas de estudio (84%), seguido de las nereistoxinas (cartap, tiociclan) (71,6%). Los organofosforados con enlaces P=S (clorpirifos, diazinón, protiofós, metilparatión, forato y dimetoato) y con enlaces P=O (acetato, naled, diclorvós, triclorformo y etoprotófós), fueron empleados por 69,1% de los agricultores y el *Bacillus thuringiensis* (Dipel, Thuricide, Javelin, Xentari) por 66,7%. Los carbamatos (metomil, oxamil, carbofurán) y el grupo "otros" (abamectina, ciclodienos, organofosforados con grupo carboxílico), no fueron utilizados en porcentajes significativos (Cuadro 3).

El análisis del uso de insecticidas en cada zona mostró diferencias (Fig. 3). En Cartago, los organofosforados fueron los más utilizados (83%), mientras

que en Alfaro Ruiz fueron los piretroides (89,3%). También se determinó que los organofosforados (grupos P=O y P=S), debido a la cantidad de productos comerciales disponibles, son aplicados por los agricultores sin conocer que algunos corresponden al mismo ingrediente activo. En Cartago, los piretroides y las nereistoxinas son usados por 81,1% de los productores y *B. thuringiensis* por 67,9% de estos (Cuadro 4). En Alfaro Ruiz 64,3% de los productores aplican *B. thuringiensis* (Cuadro 5), 53,6% prefiere las nereistoxinas y 42,8% los organofosforados. Este último corresponde aproximadamente a la mitad del porcentaje del uso de este grupo en Cartago. Los productos carbamatos y "otros" son poco usados, el primero se aplica en cantidades que quintuplican las usadas en Alfaro Ruiz; mientras que en esta última localidad, el grupo "otros" es aplicado por el doble de los productores en Cartago.

Los resultados sobre el uso de determinados insecticidas plantea la necesidad de realizar campañas y programas educativos. El propósito de éstos es modi-

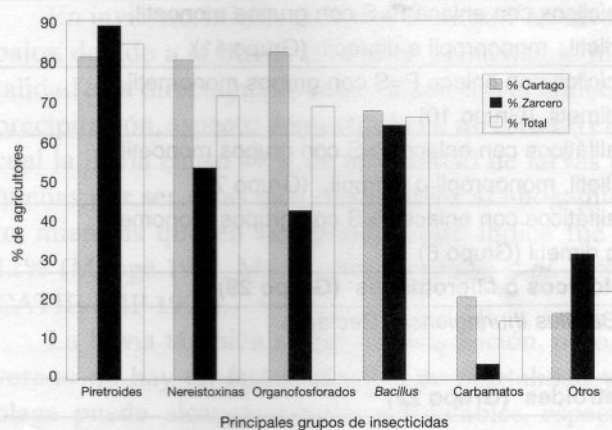


Figura 3. Porcentaje de agricultores de cada zona, según grupos de insecticidas aplicados.

CUADRO 3. Número y porcentaje de productores de repollo de Cartago y Alfaro Ruiz, según el grupo de insecticidas aplicados. Julio 1993 - Octubre 1996.

Insecticida	Cartago		Alfaro Ruiz		No. Total	Porcentaje
	Agricultores No.	Agricultores %	Agricultores %	Agricultores %		
Piretroides	43	81,1	25	89,3	68	84,0
<i>Bacillus</i>	36	67,9	18	64,3	54	66,7
Nereistoxinas	43	81,1	15	53,6	58	71,6
Organofosforado	44	83,0	12	42,8	56	69,1
Carbamatos	11	21,7	1	3,6	12	14,8
Otros	9	17,0	9	32,1	18	22,2

CUADRO 4. Número y porcentaje de productores de repollo de Cartago, según grupo de insecticidas aplicados. Julio de 1993 - Octubre de 1996.

Grupo	Localidad									No. Total	% Total
	Oreamuno	Oratorio	Cervantes	Pacayas	Capellades	Llano Grande	Guadalupe	S. R. de Irazú	Asunción		
Piretroides	16	9	1	11	2	2	0	1	1	43	81,0
<i>Bacillus</i>	12	10	4	7	1	1	0	1	0	36	67,9
Nereistoxinas	16	9	3	12	1	1	0	1	0	43	81,0
Organofosfor.	13	12	3	7	2	2	1	2	2	44	83,0
Carbamatos	3	4	0	2	1	1	0	0	0	11	20,8
Otros	2	2	0	3	1	1	0	0	0	9	17,0

ficar las prácticas agronómicas incorrectas que ponen en peligro la estabilidad de los ecosistemas, la salud del productor y del consumidor.

Uso de equipo de protección. El equipo de protección adecuado para la aplicación de plaguicidas no es utilizado por los agricultores. Durante este estudio no se observaron agricultores con mascarilla, anteojos, guantes, capa y botas. Ellos aducen que este equipo es incómodo y que su costo es elevado. Además, señalan que los productos que emplean no son "dañinos". Esta situación reafirma la necesidad de implementar campañas educativas que aseguren la comprensión, por parte de los agricultores, de los peligros que conlleva el no seguir las medidas de seguridad e higiene.

Dosificación, número y frecuencia de aplicaciones. Se determinó que la mayoría de los agricultores utilizan los insecticidas en la dosis recomendada por unidad de volumen (bomba de espalda o estañón). No obstante, algunos emplean dosis menores a las recomendadas, que no son eficaces y los obliga a aumentar la frecuencia de las aplicaciones. Otros productores incrementan la dosis porque consideran que así aumenta la eficacia del producto. Sin embargo, aunque la mayoría no sobredosifica en cada aplicación, algunos agricultores realizan mezclas de insecticidas y a pesar

de que usan la dosis recomendada de cada producto, al combinarlos sobredosifican. Esto principalmente ocurre cuando utilizan el mismo ingrediente activo con diferente nombre comercial, productos con el mismo modo de acción o del mismo grupo toxicológico.

Todos los agricultores entrevistados realizaron entre una y tres aplicaciones de insecticidas por semana. En condiciones de infestación baja aplican semanalmente y si la población de la plaga es elevada, hacen dos o tres aspersiones. Ninguno se basó en criterios técnicos, como los umbrales económicos.

La frecuencia de las aplicaciones dependió de la época del año, durante los meses lluviosos realizaron más aplicaciones, lo cual no era necesario porque la lluvia constituye un factor de mortalidad de las larvas.

Los criterios de decisión para la frecuencia de aplicación de insecticidas señalados por los agricultores son: la zona productora, época del año, conocimiento propio o del vendedor de plaguicidas y en pocos casos, la del técnico de la región.

En ambas zonas, la aplicación de insecticidas es muy frecuente (cada 8 días), en Cartago alcanza 58,8% y en Alfaro Ruiz 74% (Cuadro 6). Esta situación aumenta la presión de selección sobre *P. xylostella*, con el consecuente peligro de desarrollo de resistencia. El

CUADRO 5. Número y porcentaje de productores de repollo de Alfaro Ruiz, según localidad y grupo de insecticidas aplicados. Julio 1993 - Octubre 1996.

Grupo	Localidad					No Total	Porcentaje
	La Legua	Parcelas	Tapezco	Palmira	Pueblo Nuevo		
Piretroides	2	4	3	5	11	25	89,3
<i>Bacillus</i>	2	2	2	4	8	18	64,3
Nereistoxinas	0	2	1	6	6	15	53,6
Organofosforados	0	3	0	4	5	12	42,8
Carbamatos	0	0	0	0	1	1	3,6
Otros	1	1	0	2	5	9	32,1

CUADRO 6. Frecuencias de aplicación de insecticidas en el cultivo de repollo en Cartago y Alfaro Ruiz. Julio 1993 y Octubre 1996.

Frecuencia	Cartago		Frecuencia	Alfaro Ruiz	
	Agricultores	Agricultores		Agricultores	Agricultores
	No.	%		No.	%
Cada dos días	1	1,9	Cada dos días	1	3,6
Cada tres días	9	17,0	Cada tres días	1	3,7
Cada cuatro días	5	9,4	Cada cuatro días	3	10,7
Cada cinco días	4	7,5	Cada cinco días	1	3,6
Cada seis días	2	3,8	Cada seis días	2	7,1
Cada siete días	1	1,9	Cada siete días	1	3,6
Cada ocho días	30	56,6	Cada ocho días	20	71,4
Cada diez días	11	20,8	Cada diez días	1	3,6
Cada quince días	1	1,9	Cada quince días	5	17,8
Una vez	3	5,7	Cada veintidos días	1	3,6
			Una vez	2	7,1

intervalo entre aplicaciones en Cartago es de 2-15 días y en Alfaro Ruiz 2-22 días. Ellos justifican la frecuencia de las aplicaciones por razones como tradición familiar o la experiencia de otros productores de la zona, sugerencia del vendedor y en algunos casos de un técnico.

Las aplicaciones de estos productos son más frecuentes en época lluviosa, porque los productores consideran que el agua lava el producto, y por lo tanto, aplican tres o más veces por semana. Esto demuestra que la frecuencia de aplicación no obedece a criterios técnicos, sino al conocimiento adquirido por tradición o mediante la práctica de manejo del cultivo

Días previos a la cosecha, desde la última aplicación de insecticidas

Los intervalos entre el momento de la última aplicación de insecticidas y el momento de la cosecha es

muy variable (Cuadro 7), los ámbitos van de 1-30 días, aun que la mayoría espera entre 8-15 días.

En Cartago se determinaron los rangos más variables, el 46% de los agricultores cosechó 15 días después de la aplicación comparado al 38,5% en Alfaro Ruiz. En esta zona el 53,8% cosechó ocho días después de la última aplicación, lo cual es practicado por el 27% de los productores de Cartago. En esta última zona el intervalo entre aplicación y cosecha es mayor, siendo muy conveniente porque muchos agricultores emplean productos de moderada y alta toxicidad, aún en las etapas finales del ciclo de cultivo.

Rotación de insecticidas

Todos los agricultores entrevistados realizan algún tipo de rotación de insecticidas porque conocen el concepto de resistencia cuando aplican un mismo producto durante mucho tiempo.

CUADRO 7. Intervalo de tiempo (días) entre la última aplicación de insecticidas y la cosecha, en el cultivo de repollo según zona de estudio.

No. de días	Cartago		No. de días	Alfaro Ruiz	
	No. Agricultores	Porcentaje		No. Agricultores	Porcentaje
1 día antes	1	2,70	8 días antes	7	53,85
4 días antes	1	2,70	12 días antes	1	7,96
5 días antes	1	2,70	15 días antes	5	38,46
8 días antes	10	27,02	18 días antes	1	7,69
10 días antes	1	2,70	22 días antes	1	7,69
15 días antes	17	45,95			
20 días antes	1	2,70			
22 días antes	3	8,11			
30 días antes	8	21,62			

Es difícil establecer patrones de alternancia de insecticidas con base en la información sobre rotación de los grupos toxicológicos utilizados para el control de *Plutella*. Cada agricultor tiene su sistema de aplicación y éste varía según los problemas que afronta en cada ciclo de cultivo. Los resultados permitieron determinar el número de grupos que alternan y el número de ocasiones en que repiten los grupos. Algunos productores no tienen conocimiento sobre rotación de productos basado en el grupo toxicológico y aplican el mismo producto genérico repetidamente, porque se basan en el nombre comercial. Las secuencias de rotación de los productos por zonas de estudio se presentan en el Cuadro 8.

Algunos agricultores de Alfaro Ruiz entienden mejor el concepto de rotación de productos y el 17,9% alternan dos o tres de los productos (Cuadro 8). Frecuentemente, ellos usan un piretroide, una nereistoxina y *B. thuringiensis*. Por el contrario, 25,5% de los agricultores de Cartago alternan cuatro productos, pero repiten dos de ellos durante el proceso, invalidando la intención de rotar plaguicidas con diferente ingrediente activo y modo de acción e induciendo mayor presión de selección sobre el organismo plaga, aumentando el riesgo de la aparición de resistencia a estos productos.

Los agricultores de ambas zonas inician su ciclo de cultivo aplicando productos del grupo de los piretroides (50,6%), inmediatamente después aplican insecticidas de este mismo grupo (34,1%) y posteriormente emplean alguno del grupo de las nereistoxinas y de *B. thuringiensis* (24,4%)(Cuadro 10).

Durante las fases intermedias del ciclo, el 64,2% de los productores de Cartago emplean las nereistoxinas. En Alfaro Ruiz, el 67,9% prefieren continuar usando los piretroides. En esta última región durante esta fase aplican *B. thuringiensis* y las nereistoxinas. Por el contrario, en Cartago, en esta fase el 51% de los productores usan organofosforados con enlaces P=S y P=O, lo cual confirma que en esta zona estos productos son más empleados. Además, los agricultores realizan porcentualmente más mezclas y aplican más veces y con mayor frecuencia durante el ciclo. Esta situación demuestra la necesidad de trabajar intensamente con los productores de esta zona, para inducirlos a variar su sistema de aplicaciones, de lo contrario, el agua, suelo, así como su salud y la de los consumidores puede ser afectada seriamente.

Al final del ciclo de cultivo, el 35,8% de los agricultores de ambas zonas aplican *B. thuringiensis*. Esto

CUADRO 8. Secuencia de aplicación de grupos de insecticidas, realizada por productores de repollo en Cartago y Alfaro Ruiz. Julio 1993 - Octubre 1996.

Secuencia	Cartago		Alfaro Ruiz		Total ambas zonas	
	No. Agricultores	%	No. Agricultores	%	No. Total Agricultores	% Total
Alternan 2	0	0	5	17,9	5	6,3
Alternan 3	9	17,6	5	17,9	14	17,7
Alternan 4	6	11,8	4	14,3	10	12,7
Alternan 5	3	5,9	1	3,6	4	5,0
Alternan 6	1	1,9	0	0	1	1,3
Alternan 2 Repiten 2	7	13,7	3	10,7	10	12,7
Alternan 2 Repiten 3	0	0	1	3,6	1	1,3
Alternan 3 Repiten 2	4	7,8	3	10,7	7	8,9
Alternan 3 Repiten 3	1	1,9	0	0	1	1,3
Alternan 3 Repiten 4	1	1,9	0	0	1	1,3
Alternan 4 Repiten 2	13	25,5	2	7,1	15	19,0
Alternan 5 Repiten 2	4	7,8	1	3,6	5	6,3
Alternan 3 Repiten 2 y 3	0	0	1	3,6	1	1,3
Alternan 4 Repiten 2 y 3	0	0	1	3,6	1	1,3
Repiten el mismo Grupo	0	0	1	3,6	1	1,3

es especialmente importante por ser un producto más amigable al ambiente y menos riesgoso para la salud de los consumidores. En esta fase, 21% utilizan nereistoxinas, que son menos tóxicas para mamíferos pero muy tóxicas para la vida acuática. En Cartago, un número mayor de agricultores utilizan organofosforados en esta fase, lo cual resulta muy peligroso porque esperan pocos días después de la aplicación para cosechar el repollo y enviarlo al mercado, arriesgando la salud del consumidor. Esto confirma la urgencia de promover un cambio en los hábitos de aplicación de los productores de repollo de esta zona.

Es importante señalar, que la rotación de organofosforados con piretroides puede ser ventajosa en la medida en que los mecanismos de resistencia que estén activándose para piretroides, sean del tipo de insensibilidad en el sitio de acción, en este caso la rotación podría bajar la resistencia a cada grupo (OP y piretroides). Sin embargo, si el mecanismo de selección es por

CUADRO 9. Insecticidas clasificados según grupos toxicológicos, aplicados en las diferentes fases del ciclo de cultivo del pollo por productores de Cartago y Alfaro Ruiz. Julio 1993 - Octubre 1996.

Grupo Toxicológico	Cartago		Grupo Toxicológico	Alfaro Ruiz	
	No. de Agricultores	Porcentaje		No. de Agricultores	Porcentaje
Productos aplicados al inicio del cultivo					
Piretroides*	26	43,4	Piretroides*	15	53,7
a) piretroides	9		a) piretroides	5	
b) Nereistoxinas		6	b) <i>Bacillus thuringiensis</i>	5	
c) <i>Bacillus thuringiensis</i>	5		c) nereistoxinas	4	
d) organofosforados, enlace P=S	3		d) otros (abamectina)	1	
Nereistoxinas*	10	18,8	<i>Bacillus thuringiensis</i>*	5	17,9
a) nereistoxinas4			a) piretroides	4	
b) organofosforados, enlace P=O	3		b) otros (abamectina)	1	
Organofosforados, enlace P=S*	6	11,3	Nereistoxinas*	3	10,7
a) organofosforados, enlace P=S	3		a) piretroides	2	
b) organofosforados, enlace P=O	1		b) organofosforados, enlace P=S	1	
<i>Bacillus thuringiensis</i>*	5	9,4	Organofosforados, enlace P=S*	2	7,1
a) piretroides	3		a) piretroides	2	
b) <i>Bacillus thuringiensis</i>	1		Otros (abamectina)*	2	7,1
c) nereistoxinas1			a) piretroides	1	
Organofosforados, enlace P=O	3	5,7	b) <i>Bacillus thuringiensis</i>	1	
a) piretroides	3				
Carbamatos*	3	5,7			
a) piretroides	2				
b) organofosforados, enlace P=S	1				
Productos aplicados durante las fases intermedias del ciclo del cultivo					
Nereistoxinas	34	64,1	Piretroides	19	67,8
Organofosforados, enlace P=S y P=O	27	50,9	<i>Bacillus thuringiensis</i>	17	60,7
Piretroides	26	49,1	Nereistoxinas	13	46,4
<i>Bacillus thuringiensis</i>	23	43,4	Organofosforados, enlace P=S y P=O	9	32,1
Carbamatos	6	11,3	Carbamatos	2	7,1
Otros (abamectina)	3	5,7			
Productos aplicados en la última fase del ciclo de cultivo					
<i>Bacillus thuringiensis</i>	16	30,2	<i>Bacillus thuringiensis</i>	13	46,4
Nereistoxinas	11	20,8	Nereistoxinas	6	21,4
Organofosforados, enlace P=S	8	15,1	Otros (abamectina)	4	14,3
Piretroides	7	13,3	Piretroides	2	7,1
Organofosforados, enlace P=O	6	11,3	Organofosforados, enlace P=S	2	7,1
Carbamatos	3	5,7	Organofosforados, enlace P=O	1	3,6
Otros (Abamectina)	2	3,8			

*Productos con los que inician las aplicaciones en el período indicado en el cuadro.

enzimas destoxicantes, esta rotación no sería útil, porque las enzimas comúnmente bloquean la acción de ambos grupos.

La rotación utilizada con *B. thuringiensis* parece adecuada; sin embargo, es necesario evaluar el desarrollo de la resistencia debido a las aplicaciones sucesivas y masivas de esta bacteria. Los agricultores de Cartago utilizan rotaciones no recomendables, porque alternan el producto comercial y no el ingrediente activo. Por ejemplo, para *B. thuringiensis* rotan productos como Dipel, Javelin, Delta BT; con cartap lo hacen con productos como Padán y Daga y para metamidofós con Tamarón y Monitor. También realizan rotaciones de ingredientes activos similares (mismo grupo toxicológico) como cartap-tiociclan, Padan-Evisect, o piretroide-piretroide como Decis-Arrivo.

En Alfaro Ruiz, también hacen rotaciones con el mismo ingrediente activo, pero en menor proporción. Esta práctica no es recomendable porque fomenta el desarrollo de resistencia al ingrediente activo o al grupo toxicológico.

Uso de mezclas

Los agricultores no siguen ningún criterio técnico establecido para el uso de mezclas de insecticidas y de otros plaguicidas. El 25,9% de ellos mencionó en la entrevista que usa mezclas de insecticidas; sin embargo, algunos productores que señalaron que no las empleaban, fueron observados preparándolas.

Los agricultores justifican el uso de mezclas basados en la creencia de que dos o más productos ejercen mejor control que uno. No obstante, ninguno ha realizado pruebas de compatibilidad química (mezclan dos o más insecticidas con fungicidas, abonos foliares o coadyuvantes). Tampoco conocen la dosis adecuada de cada producto, en caso de haber potenciación. En Cartago, los agricultores usan las mezclas con mayor frecuencia (33,9%) con respecto a los de Alfaro Ruiz (10,7%).

Las localidades de Cartago donde esta práctica es más frecuente son: Pacayas (53,8%), Cipreses-Oratorio (45,4%), Oreamuno (22,2%) y Capelladas (50%).

Entre las mezclas más comunes, los piretroides más nereistoxinas (cartap y tiociclan) son las preferidas (Cuadro 9), así como nereistoxinas (cartap) más *Bacillus*. Algunos agricultores mezclan nereistoxinas con nereistoxinas (tiociclan + cartap o cartap + cartap), lo que resulta en una sobredosificación y favorece el desarrollo de resistencia por parte de la plaga a este grupo toxicológico. La mezcla de piretroides con

organofosforados es poco utilizada, a pesar de que ésta eventualmente podría ser beneficiosa, porque en algunos casos los OP inhiben enzimas estererasas que degradan los piretroides provocando sinergismo.

Con base en estos resultados se seleccionaron los insecticidas *B. thuringiensis*, deltametrina, metamidofós y cartap para desarrollar estudios de resistencia de *P. xylostella* a estos productos

CUADRO 10. Tipos de mezclas y porcentaje de uso, por productores de repollo de Cartago y Alfaro Ruiz. Julio 1993 - Octubre 1996.

Tipos de mezclas	Cartago	Alfaro Ruiz	No. Total	Porcentaje Total
<i>Bacillus thuringiensis</i> más:				
Cartap	6	1	7	30
Piretroides	2	1	3	15
Metomil	1	0	1	5
Naled	1	0	1	5
Daconil (fungicida)	1	0	1	5
Piretroides más:				
Cartap	6	0	6	30
Tiociclan	3	0	3	15
Metamidofós	2	0	2	10
Metomil	1	0	1	5
Daconil (fungicida)	0	1	1	5
Cartap más:				
Tiociclan	2	0	2	10
Metamidofós	1	0	1	5
Metil paration	1	0	1	5
Cartap	1	0	1	5
Tiociclan más:				
Diazinón	1	0	1	5
Metomil	1	0	1	5
No. de agr. que mezclan	17	3	20	24,7

Conclusiones

En las zonas de estudio, la mayoría de los agricultores eliminan los residuos de cosecha. En Cartago esta práctica es más utilizada que en Alfaro Ruiz.

El uso de feromonas no es una práctica común entre los agricultores de ambas zonas; sin embargo, en Cartago son más empleadas que en Alfaro Ruiz. En general, existe desconocimiento de los beneficios de estas sustancias y por el contrario, algunos agricultores consideran que atraen la plaga al cultivo.

Los híbridos de repollo más utilizados son Izalco F1 y Kuisto, a pesar de que este último es muy susceptible, lo emplean por su excelente calidad.

El control químico es el método más usado en ambas zonas. En general, los piretroides son el grupo más aplicado, seguido por las nereistoxinas, los organofosforados y *B. thuringiensis*. Carbamatos y al grupo "otros" no son utilizados en cantidades significativas. En Cartago, aplican más los organofosforados seguidos por los piretroides, las nereistoxinas y el *B. thuringiensis*. En Alfaro Ruiz los agricultores prefieren los piretroides, *B. thuringiensis*, y nereistoxinas. En el caso de los organofosforados en Alfaro Ruiz se usa aproximadamente un 50% menos que en Cartago.

Los productores de Cartago emplean con mayor frecuencia las mezclas de plaguicidas y la rotación, sin seguir un criterio técnico. Por el contrario, en Alfaro Ruiz, las mezclas son menos utilizadas y la rotación es manejada en forma adecuada.

En ambas zonas, los agricultores aplican los plaguicidas sin el equipo completo de protección porque lo consideran incómodo y caro.

En general, en ambas zonas los productores aplican las dosis recomendadas de cada insecticida. No obstante, algunos usan dosis menores o mayores y esto aumenta la frecuencia de aplicación, o produce sobredosificación, acelerando la aparición de resistencia.

La mayoría de los agricultores realizan de una a tres aplicaciones de plaguicidas por semana, según la densidad de la plaga o la condición estacional. Pero en general, no emplean criterios técnicos para decidir cuando hacerlas. En Cartago, se hacen más aplicaciones y con mayor frecuencia que en Alfaro Ruiz, promoviendo mayor presión de selección y desarrollo de resistencia.

En Cartago y Alfaro Ruiz los agricultores hacen rotación de insecticidas, pero cada uno tiene su propio sistema y patrón de alternancia. En general, los productores de Alfaro Ruiz tienen mayor conocimiento sobre esta práctica que los de Cartago, porque éstos últimos alternan grupos toxicológicos diferentes pero entre aplicaciones repiten entre 2 y 4 veces uno de los productos, lo que invalida su propósito inicial.

En ambas zonas, usan los piretroides en la rotación, seguido de las nereistoxinas y de *B. thuringiensis*. Cartago es la zona donde más aplican los organofosforados en las fases intermedias del ciclo de cultivo. En ambas zonas prefieren *B. thuringiensis* para la última etapa.

En la mezcla de plaguicidas los productores no siguen ningún criterio técnico, pero consideran que ellas aumentan la efectividad de los productos, pero descuidan la compatibilidad química y biológica y las proporciones adecuadas. En Cartago la cantidad de agricultores que usa mezclas, es mayor al presentado en este estudio, porque principalmente en Pacayas y Oreamuno, durante las entrevistas, algunos agricultores que dijeron no usarlas, las estaban preparando. Las mezclas más usadas son los piretroides + nereistoxinas, *B. thuringiensis* + nereistoxinas y *B. thuringiensis* + piretroides.

Recomendaciones

Con base en los resultados de este diagnóstico es evidente la necesidad de ofrecer módulos, talleres, charlas y conferencias, dirigidas a los técnicos responsables de asesorar a los productores en el uso y manejo adecuado de los plaguicidas, así como a los agricultores. El propósito de esta capacitación es modificar el sistema de cultivo y prácticas inadecuadas de uso de insecticidas, en aspectos como, dosificación, frecuencia de aplicación, preparación de mezclas, y rotación.

En Cartago, es primordial la capacitación de los agricultores, especialmente en lo referente a la rotación y mezcla de insecticidas.

Además, es necesario promover el empleo de feromonas como un método de manejo seguro e inócuo para el ambiente, la salud del productor y del consumidor.

Otro aspecto sobre el cual es importante ofrecer capacitación es el uso de umbrales económicos, en los que debe basarse la aplicación de plaguicidas.

Es necesario concientizar a los productores sobre los problemas que conlleva el abuso en la cantidad y frecuencia de las aplicaciones de plaguicidas, como son la resistencia a los plaguicidas, efectos negativos en el ambiente y la salud humana, así como el incremento en los costos de producción.

Para lograr estos cambios es necesario formar un equipo interdisciplinario de trabajo, con la participación de un antropólogo, un sociólogo, un educador y un comunicador, además de los investigadores. Solamente así, los aportes serán efectivos y la transferencia de estos conocimientos logrará promover un cambio en el uso y manejo de los plaguicidas, en ambas zonas.

