

# Manejo integrado de *Hypothenemus hampei* bajo dos modelos de capacitación y difusión en México

Ramón Jarquín-Gálvez<sup>1</sup>  
Juan F. Barrera<sup>2</sup>  
Luis García-Barrios<sup>2</sup>  
Falguni Guharay<sup>3</sup>  
Leobardo Jiménez-Sánchez<sup>4</sup>

**RESUMEN.** La búsqueda de modelos alternativos de capacitación y difusión para productores alrededor del tema de manejo integrado de plagas se encuentra en las agendas de centros de investigación e instituciones de educación superior. Este estudio comparó dos modelos de capacitación y difusión del manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari), conocidos como *modelo institucional* y *modelo participativo*, con respecto a su impacto sobre la infestación de la plaga, los costos de ejecución de cada modelo y los conocimientos adquiridos por los productores. El modelo institucional se caracterizó porque las decisiones fueron tomadas por el personal técnico, mientras que en el modelo participativo fueron tomadas con el acuerdo de los productores. El estudio se realizó de 1998 a 2001 en parcelas con manejo integrado de la broca (MIB) y sin él, con participación de productores de café de Chiapas, México. Las tácticas que integraron el MIB fueron control manual (recolección de frutos perforados) y biológico (*Beauveria bassiana* y *Cephalonomia stephanoderis*). Los resultados indicaron que, independientemente del modelo de capacitación y difusión utilizado, la infestación de la plaga fue significativamente menor en las parcelas con MIB que en las parcelas sin MIB, aunque esta diferencia se observó a partir del segundo año. El costo de los modelos fue similar al final del estudio; sin embargo, al inicio la ejecución del modelo participativo fue más costosa. Los conocimientos de los productores sobre el MIB y la difusión del MIB a nivel intra y extra familiar se incrementaron significativamente bajo el modelo participativo. Los bajos precios internacionales del café (<US\$ 1,20 el kilogramo del café pergamino) durante 2000 y 2001 limitaron la capacidad financiera del productor para implementar el MIB.

**Palabras clave:** broca del café, manejo integrado de plagas, control biológico, café, investigación participativa.

**ABSTRACT. Integrated pest management of *Hypothenemus hampei* under two training and extension models in Mexico.** The quest for alternative training and extension models on integrated pest management for farmers is on the agenda of research institutions and universities. We compared two training and extension models of integrated management of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Ferrari), known as *Institutional* and *Participatory Models*, and their impact on borer infestation, implementation costs and knowledge acquired by farmers. The institutional model involved decision-making by the technical staff whilst in the participative model decision-making was done in agreement with farmers. The study was conducted from 1998 to 2001 in coffee plots with and without integrated management of *H. hampei* belonging to smallholder farmers of Chiapas, Mexico. *H. hampei* management was integrated with cultural control (collection of remaining berries after harvest) and biological control (*Beauveria bassiana* and *Cephalonomia stephanoderis*). Results showed that, regardless of the training and extension model used, *H. hampei* infestation was significantly lower in plots with *H. hampei* management than without, although the difference was observed only in the second year. Both models had similar costs at the end of the study; however, the participative model was more expensive at the beginning. Farmers' knowledge of *H. hampei* management and extension at the intra and inter family level increased significantly when the participatory model was implemented. The farmers' capacity to implement *H. hampei* management was considerably reduced by low international coffee prices (<US\$ 1.20 per kilogram of parchment coffee) during 2000 and 2001.

**Keywords:** coffee berry borer, integrated pest management, biological control, coffee, farmer participatory research.

<sup>1</sup> El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Departamento de Entomología Tropical. Apartado Postal # 36, Tapachula 30700, Chiapas, México. rjarquin@tap-ecosur.edu.mx

<sup>2</sup> El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Departamento de Entomología Tropical y Departamento de Agroecología, respectivamente. Apartado Postal # 63, San Cristóbal las Casas, 29290, Chiapas, México.

<sup>3</sup> Durante la investigación el autor laboraba para el CATIE, Apartado Postal P-116 Managua, Nicaragua. Su dirección actual es Consultoría para la Comunicación en el Campo, Managua, Nicaragua. fguharay@gmail.com

<sup>4</sup> Colegio de Postgraduados, Instituto de Socioeconomía, Estadística e Informática. Montecillo Estado de México 56180, México.

## Introducción

La broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytidae), es la plaga más importante del café a nivel mundial (Dufour et ál. 1999). En México, este insecto ha estado presente desde 1978 y actualmente se distribuye en alrededor de 75% de la superficie cafetalera (Ramírez y Reyes 2000). Entre las tácticas principales que componen el manejo integrado de la broca (MIB) en México se pueden citar el muestreo de la infestación, la recolección de frutos infestados o control manual, y el control biológico con el parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* Betrem (Hymenoptera: Bethyridae) y el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Ceja 2000). Sin embargo, el MIB casi no es utilizado por los cafecultores mexicanos. El Consejo Mexicano del Café (2000) señala que menos del 6% de los cafecultores de Chiapas practican el MIB, mientras que solo 1,5% utilizan el control biológico. Son muchas las causas que pueden impedir que los agricultores implementen el manejo integrado de plagas (MIP) (Morse y Buhler 1997). Un factor determinante es el enfoque utilizado para relacionar a los agricultores con el MIP (CATIE 1998, Mata 2000). Para fomentar la participación de los agricultores se han propuesto enfoques distintos de transferencia del MIP (Braun et ál. 2000). Partiendo de la hipótesis de que el modelo utilizado para capacitar y difundir el MIB determina su uso por los agricultores, la presente investigación tuvo el objetivo de evaluarlo desde el punto de vista técnico, económico y de conocimientos adquiridos por los productores bajo dos modelos de capacitación y difusión con productores de café del sudeste de Chiapas, México.

## Materiales y métodos

### Selección de los cafetales y productores

Este estudio se realizó de enero de 1998 a abril del 2001 con pequeños productores de café de los municipios de Cacahoatán, Motozintla y Tapachula, Estado de Chiapas, México. Utilizando un diagnóstico realizado en 1998, se seleccionaron ocho cafetales con más de 5% de infestación y características similares de edad de la plantación, variedades, árboles de sombra, manejo agronómico y rendimiento. Los cafetales pertenecieron a ocho productores (dos por comunidad) ubicados en las comunidades Mixcúm, Santa Rosalía, Piedra Partida y Tiro Seguro. Además de estos ocho productores, se involucró a otras personas de las comunidades mencionadas en diferentes momentos del estudio a través de asambleas, encuestas y actividades de campo.

### Modelos de capacitación y difusión

Los modelos de capacitación y difusión del MIB evaluados en esta investigación se denominaron *institucional* y *participativo*. Cada uno de estos modelos se estableció en dos de las comunidades seleccionadas de manera arbitraria. La responsabilidad de la ejecución de cada modelo estuvo a cargo de un técnico diferente, aunque ambos recibieron el mismo entrenamiento en aspectos del MIB. En el *modelo institucional* se siguieron las condiciones de trabajo de la mayoría de las agencias gubernamentales (Anónimo 1998), estableciendo una relación vertical entre productores y el técnico, donde las decisiones fueron tomadas por éste último. La participación de los productores se limitó a acompañar a los técnicos durante las actividades en las parcelas de trabajo y en difundir los resultados al interior de sus comunidades, y se promovió a través de incentivos materiales (v. gr., regalo de playeras, calendarios, etc.). Las actividades y los resultados se dieron a conocer a través de asambleas, distribución de folletos e invitación a los productores a recorridos de campo dos veces por año. Las sesiones de trabajo y análisis de resultados se llevaron a cabo en salones de clases convencionales y en parcelas demostrativas siguiendo una programación predefinida por el técnico. Este modelo se aplicó en Mixcúm y Santa Rosalía. El *modelo participativo* consistió en establecer una relación horizontal entre los productores y el técnico, es decir, las decisiones se tomaron en grupo. El técnico facilitó los procesos para que los productores pasaran de un nivel de participación “pasivo” a uno “interactivo” (Pretty 1995), involucrándolos en la selección y establecimiento de las parcelas de trabajo, en la toma de datos, y en el análisis y difusión de los resultados. Se aplicaron técnicas participativas como trabajos conjuntos en campo, análisis de la información en grupos, talleres de reflexión y asambleas comunitarias. Las sesiones de trabajo y análisis de resultados se hicieron en las parcelas de trabajo siguiendo un calendario definido en función de las necesidades e inquietudes de los productores. Este modelo se aplicó en Piedra Partida y Tiro Seguro.

### Establecimiento de las parcelas experimentales

En las comunidades seleccionadas se establecieron parcelas de trabajo o unidades experimentales con las actividades MIB y sin ellas. En cada cafetal seleccionado se delimitó una hectárea, asignando al azar una mitad como testigo (sin MIB) y la otra con MIB. El experimento estuvo constituido por 16 unidades experimentales, ocho sin MIB y ocho con MIB. Se condujeron cuatro parcelas sin MIB y cuatro con MIB para cada modelo de capacitación y difusión. El manejo agronómico fue el mismo para todas las parcelas.

### Actividades del MIB

Las actividades que integraron la estrategia MIB fueron muestreo, control manual y control biológico. Las actividades se realizaron gradualmente, iniciando con muestreo y prosiguiendo con control manual, la táctica más conocida por los productores. El muestreo de la infestación de la broca se realizó durante el período inter cosecha (abril de 2000 y 2001) y el período productivo (mayo a agosto de 1999-2001), con el objetivo de evaluar el efecto de las actividades MIB. El control manual se realizó mediante recolecciones de frutos perforados por broca en la primera semana de junio de 1999 y 2000. Las recolecciones consistieron en retirar la totalidad de los frutos perforados en sitios de muestreo previamente definidos en cada unidad experimental. El control biológico con *B. bassiana* se llevó a cabo en 1999 y 2000. En 1999 se utilizó una cepa producida en El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), y en el 2000 otra de un laboratorio privado. La calidad de ambos productos se determinó antes de su uso, obteniéndose una concentración de  $1,5 \times 10^9$  conidios  $g^{-1}$ , pH de 6,6, viabilidad y pureza de 90%. Se observó que no había presencia natural del hongo antes de aplicar los productos. La aspersión del hongo en ambos años se llevó a cabo en junio, tres meses después de la floración principal del café y justo cuando la broca inicia la infestación de los frutos (De la Rosa y Barrera 1997). El hongo se aplicó con una aspersora manual de mochila de 15 L de capacidad a razón  $600 g ha^{-1}$  y 1,0 cc de Agral Plus® por litro de agua como adherente, entre 6 y 7 AM. Las aspersiones de 1999 se hicieron en la totalidad de cada unidad experimental MIB, y en el 2000 se limitaron a los sitios o “focos” de mayor infestación localizados a través de muestreos, ya que en ninguna de las parcelas con MIB la infestación de la plaga alcanzó los umbrales económicos (Barrera et ál. 1993). En las comunidades bajo el modelo institucional, la solución de *B. bassiana* fue preparada y asperjada por el técnico con la presencia de los productores, y en el modelo participativo estas actividades las realizaron los productores con supervisión del técnico. El control biológico con *C. stephanoderis* se realizó en 2000 y 2001. En 2000 se usaron ejemplares adquiridos de una cría rural privada. En 2001, los productores de las cuatro comunidades fueron capacitados en la cría y manejo de *C. stephanoderis* en condiciones rurales (Barrera et ál. 1992). En total, se liberaron 32.600 y 3700 parasitoides adultos en las unidades experimentales con MIB durante el primer trimestre de 2000 y 2001, respectivamente. En el segundo año se liberaron menos parasitoides porque se utilizó la cantidad producida por los productores en sus comunidades. Las liberaciones se realizaron de 9 a 11

AM y fueron dirigidas a los sitios de mayor infestación identificados con los muestreos. La ausencia del parasitoide antes de la liberación se confirmó a través de muestreos.

### Efecto del MIB sobre la infestación de la broca

En cada unidad experimental se establecieron al azar 10 sitios permanentes para muestrear la infestación de la broca. Cada sitio consistió de cinco plantas de café contiguas y ubicadas en línea recta (50 plantas por unidad experimental). Las plantas fueron marcadas para su identificación posterior. La infestación se determinó en la inter cosecha y período productivo. En la inter cosecha, se muestrearon los frutos residuales (caídos al suelo y adheridos a plantas) en abril de 2000 y 2001. Los frutos caídos en el suelo se muestrearon con un cuadro de madera ( $0,09 m^2$ ) que se tiró una vez hacia cada punto cardinal en la zona de goteo de las cinco plantas de cada sitio de muestreo, y se contó el número de frutos perforados y no perforados en su interior (Jarquín et ál. 1999). La infestación en los frutos perforados adheridos a las plantas se determinó cortando todos los frutos de cada sitio de muestreo y cuantificando los infestados por broca. Los porcentajes de infestación por unidad experimental y por año se analizaron por medio de análisis de varianza (ANOVA) anidado de tres factores con dos niveles ( $2 \times 2 \times 2$ ) con el programa Statistica (StatSoft 2003). El factor A fueron los modelos de capacitación y difusión (modelos institucional y participativo); el factor B fueron los años de estudio (2000 y 2001), y el factor C fue la aplicación del MIB (parcelas con MIB y sin él), anidado dentro del factor A. Los porcentajes de frutos infestados en el suelo fueron transformados con  $\arcsen \sqrt{x}$ , y los porcentajes de frutos infestados en las plantas no requirieron transformación. Durante el período productivo se llevaron a cabo muestreos mensuales de la infestación de mayo a agosto de 1999 a 2001. En cada una de las cinco plantas por sitio de muestreo se tomó al azar una rama plagiotrópica de la parte central y, de ésta, se observaron 20 frutos al azar para registrar el número de frutos perforados y no perforados. Los porcentajes de infestación por unidad experimental se analizaron con un ANOVA anidado de tres factores con dos niveles ( $2 \times 2 \times 2$ ). El factor A fueron los modelos de capacitación y difusión, el factor B los años de estudio (1999, 2000 y 2001) y el factor C la aplicación del MIB, anidado en el factor A. Se aplicó una transformación de rangos a los porcentajes de frutos infestados para que cumplieran los supuestos de homocedasticidad y normalidad antes del ANOVA (Potvin y Roff 1993). El efecto del control manual se evaluó estimando los porcentajes de infestación antes (mayo) y después (julio) de la recolección de frutos residuales realizada en junio

de 1999 y 2000. Los datos se analizaron con un ANOVA anidado de tres factores con dos niveles ( $2 \times 2 \times 2$ ), donde el factor A fueron los modelos de capacitación y difusión, el factor B el momento de realizarse el muestreo (antes o después de la aplicación del control manual) y el factor C fue la aplicación del MIB, anidado en el factor A.

La evaluación de *B. bassiana* en 1999 y 2000 se llevó a cabo con muestreos de la infestación de la broca y de la presencia de *B. bassiana* antes de la aspersión del hongo y a los 10, 20 y 30 días siguientes. El muestreo consistió en tomar cuatro ramas plagiotrópicas (una hacia cada punto cardinal) de cada planta tratada y registrar el número de frutos totales, el número de frutos perforados por broca y el número de frutos perforados con presencia de *B. bassiana* (De la Rosa et ál. 2000). En el 2000, la infestación de la broca se registró solamente en las parcelas del modelo participativo. En 1999, los porcentajes de infestación de la broca y de frutos perforados con *B. bassiana* fueron analizados con un ANOVA anidado de dos factores ( $4 \times 2$ ), donde el factor A fue las fechas de muestreo después de la aplicación (0, 10, 20 y 30 días) y el factor B los modelos de capacitación y difusión anidados en el factor A. En el 2000, estas variables se analizaron con un ANOVA de un factor (fechas después de la aplicación). El impacto del parasitoide sobre la infestación de la broca se determinó en 2000 y 2001. Del 10 al 31 de enero de 2000, antes de las liberaciones del parasitoide, se realizaron muestreos del parasitismo disectando en laboratorio frutos residuales colectados tanto en suelo como adheridos a las plantas.

Del 19 al 26 de enero de 2001, un año después, se repitió este muestreo. En el año 2000, el parasitismo se muestreó en frutos residuales adheridos a las plantas a los 30, 60 y 90 días después de la liberación. El porcentaje de frutos con parasitoides o porcentaje de parasitismo para cada unidad experimental se analizó con un ANOVA anidado de tres factores con dos niveles ( $2 \times 2 \times 2$ ). El factor A fueron los modelos de capacitación y difusión, el factor B fue los años de muestreo (2000 y 2001) y el factor C fue la aplicación del MIB anidado en el factor A. En el 2000, se analizó el porcentaje de parasitismo con un ANOVA anidado de tres factores ( $2 \times 3 \times 2$ ). El factor A fue los modelos de capacitación y difusión, el factor B los días después de la liberación del parasitoide (30, 60 y 90 días) y el factor C la aplicación del MIB anidado en el factor A. Los datos fueron transformados mediante  $\sqrt{x}$ .

### Beneficio/costo y nivel de daño económico

En 1999 y 2000 se estimaron los costos de operación. El costo del control manual se calculó con el número y costo de jornales usados (US\$ 3,0 día<sup>-1</sup>). Los costos de *B. bassiana*

(US\$ 5,0 kg<sup>-1</sup>) y *C. stephanoderis* (US\$ 0,025 insecto<sup>-1</sup>) se obtuvieron a partir de los precios de estos organismos en el mercado regional. El rendimiento de café pergamino por unidad experimental se obtuvo beneficiando el café por la vía húmeda, labor realizada por los productores. En la cosecha de 2000, los frutos del primer corte se separaron, pesaron y beneficiaron para determinar el porcentaje de café pergamino perdido por broca por unidad experimental. El beneficio bruto se obtuvo multiplicando el precio de venta del café en el mercado local (US\$ 1,27 kg<sup>-1</sup> en 1999 y US\$ 0,77 kg<sup>-1</sup> en 2000) por el rendimiento de café pergamino. Se calculó el beneficio neto restando al beneficio bruto los costos totales de operación (Calvo y Von Platen 1996). El beneficio neto (Y) y rendimiento (X) de las parcelas experimentales se sometieron a un análisis de regresión. Se realizó un análisis de beneficio/costo (Gittinger 1972) y en el 2000 se determinó el nivel de daño económico (NDE) en las cuatro parcelas con MIB de cada modelo de capacitación y difusión con la ecuación  $NDE = C/VIDRK$  (Pedigo 1994), donde  $C$  = costo del MIB (US\$ 96,52 ha<sup>-1</sup>),  $V$  = valor del café en el mercado (US\$ 0,77 kg<sup>-1</sup>),  $I$  = unidades de daño por insecto por unidad de rendimiento (0,34 según Ochoa et ál. 1989),  $D$  = pérdidas por unidad de daño (1% de infestación = 0,01 de pérdida),  $R$  = rendimiento de café pergamino esperado en ausencia de la plaga expresado en kilogramos, y  $K$  = eficiencia del control de 97% (0,97). Los porcentajes de pérdidas ocasionadas por broca en el 2000 se transformaron con arcoseno  $\sqrt{x}$ , antes de aplicar un ANOVA anidado de dos factores ( $2 \times 2$ ). El factor A fueron los modelos de capacitación y difusión y el factor B fue la aplicación del MIB, anidado en el factor A. El costo de ejecución de cada modelo se determinó en 1999 y 2000 al calcular el costo de las visitas de los técnicos y los materiales utilizados en las actividades de capacitación y difusión.

### Conocimientos de los productores sobre el MIB

El nivel de conocimiento de los productores sobre el MIB se evaluó con un cuestionario estructurado de seis preguntas sobre el uso del muestreo, la recolección de frutos infestados (control manual), el uso de agentes de control biológico y la integración de tácticas. El cuestionario fue contestado de manera escrita por los productores encuestados, y se aplicó al inicio (1998) y al final (2001) de la investigación, tanto a participantes como a no participantes en el estudio que habitaban en las comunidades donde se ubicaron las parcelas experimentales. Los participantes en el estudio se separaron en dos grupos, uno formado por los propietarios (dueños) de las parcelas experimentales ( $n = 4$ ) y otro por los productores asistentes a las sesiones de capacitación

(asistentes; al inicio del estudio  $n = 61$ ; al final del modelo institucional  $n = 36$  y del modelo participativo  $n = 25$ ). Los no participantes en el estudio se agruparon en dos grupos, uno intrafamiliar, formado por las esposas y los hijos(as) mayores de los productores dueños de las parcelas experimentales ( $n = 16$ ), y el otro extrafamiliar, integrado por una muestra aleatoria de los habitantes de cada comunidad (42 en el modelo institucional y 45 en el participativo). Las respuestas escritas por los productores se analizaron con la metodología del IICA (1999), que consiste en contar el total de respuestas afirmativas y negativas para cada caso y compararlas entre los modelos de capacitación y difusión con una prueba de  $\chi^2$ . Los dueños y asistentes del modelo participativo también se evaluaron cualitativamente mediante talleres de análisis de resultados (CATIE 1998).

## Resultados

### Efecto del MIB sobre la infestación de la broca

Los porcentajes (media  $\pm S_{\bar{x}}$ ) de frutos infestados residuales caídos al suelo en el período inter cosecha (abril) fueron estadísticamente diferentes entre los modelos (institucional:  $13,15 \pm 11,3$ ; participativo:  $17,12 \pm 1,32$ ,  $F_{1,26} = 4,79$ ,  $P = 0,0376$ ) y entre años (año 2000:  $20,12 \pm 3,5$ ; año 2001:  $10,15 \pm 8,32$ ,  $F_{1,26} = 11,70$ ,  $P = 0,0020$ ), pero no entre parcelas (con MIB:  $10,47 \pm 3,0$ ; sin MIB:  $19,8 \pm 6,7$ ,  $F_{2,26} = 1,0396$ ,  $P = 0,3678$ ). además, se presentó una interacción significativa entre parcela[modelo] \* año ( $F_{1,26} = 8,74$ ,  $P = 0,0065$ ); es decir, la infestación de las parcelas sin MIB siempre fue mayor que en las parcelas con MIB

en ambos modelos y en los dos años. En los porcentajes de frutos residuales adheridos a las plantas para el mismo período, no se encontraron diferencias estadísticas entre modelos ( $F_{1,26} = 4,04$ ,  $P = 0,054$ ), años ( $F_{1,26} = 0,144$ ,  $P = 0,070$ ) o parcelas ( $F_{2,26} = 0,770$ ,  $P = 0,473$ ); tampoco hubo interacción significativa entre modelos \* año ( $F_{1,26} = 0,575$ ,  $P = 0,455$ ). En el período productivo (Cuadro 1), de mayo a agosto de 1999, 2000 y 2001, no se encontraron diferencias significativas entre modelos ( $F_{1,40} = 1,18$ ,  $P = 0,28$ ), años ( $F_{2,40} = 2,70$ ,  $P = 0,078$ ) ni en la interacción modelo \* año ( $F_{2,40} = 0,23$ ,  $P = 0,79$ ). El porcentaje (media  $\pm S_{\bar{x}}$ ) de frutos perforados por broca para el período 1999-2001 fue significativamente menor ( $F_{2,40} = 4,82$ ,  $P = 0,013$ ) en las parcelas con MIB ( $3,07 \pm 0,5$ ) que en las parcelas sin MIB ( $7,24 \pm 1,7$ ). El control manual no influyó significativamente sobre la infestación de la plaga según el porcentaje de infestación antes (mayo:  $3,50 \pm 0,50$ ) y después (julio:  $3,40 \pm 1,68$ ) de realizar esta actividad en el período productivo de 1999 ( $F_{1,26} = 0,203$ ,  $P = 0,655$ ). Al comparar la infestación de mayo y julio no se encontraron diferencias significativas al interior de ambos modelos ( $F_{1,26} = 3,936$ ,  $P = 0,057$ ). Tampoco se encontraron diferencias significativas al anidar la aplicación del MIB en los modelos en mayo o julio ( $F_{2,26} = 2,39$ ,  $P = 0,111$ ), ni hubo interacción significativa entre modelos \* momento de realización del control manual ( $F_{1,26} = 0,0001$ ,  $P = 0,997$ ).

En el período productivo del 2000 tampoco hubo diferencias estadísticas entre en el porcentaje de infestación registrada antes (mayo:  $6,20 \pm 2,50$ ) y después (julio:  $6,30$

**Cuadro 1.** Porcentaje de parasitismo ( $\pm S_{\bar{x}}$ ) de frutos perforados muestreados en planta en el periodo productivo en los años 1999, 2000 y 2001

Modelo y parcela	1999	2000	2001	Promedio
<b>Institucional</b>				
Sin MIB	4,7 ( $\pm 1,8$ )	7,7 ( $\pm 2,8$ )	11,9 ( $\pm 5,6$ )	8,1 ( $\pm 0,7$ )
Con MIB	2,6 ( $\pm 0,31$ )	4,1 ( $\pm 1,5$ )	4,3 ( $\pm 2,7$ )	3,7 ( $\pm 1,5$ )
Promedio	3,7 ( $\pm 0,1$ )	5,9 ( $\pm 1,4$ )	8,1 ( $\pm 0,3$ )	5,9 ( $\pm 0,9$ )
<b>Participativo</b>				
Sin MIB	3,3 ( $\pm 0,08$ )	8,3 ( $\pm 6,2$ )	7,5 ( $\pm 0,38$ )	6,4 ( $\pm 1,3$ )
Con MIB	1,5 ( $\pm 0,07$ )	2,3 ( $\pm 1,3$ )	3,4 ( $\pm 0,32$ )	2,4 ( $\pm 0,1$ )
Promedio	2,4 ( $\pm 0,5$ )	5,3 ( $\pm 2,0$ )	5,5 ( $\pm 1,3$ )	4,4 ( $\pm 0,1$ )
<b>Ambos modelos</b>				
Sin MIB	4,0 ( $\pm 1,0$ )	8,0 ( $\pm 2,0$ )	8,0 ( $\pm 2,0$ )	7,2 ( $\pm 1,7$ )
Con MIB	2,0 ( $\pm 0,3$ )	3,2 ( $\pm 1,0$ )	3,4 ( $\pm 1,0$ )	3,1 ( $\pm 0,5$ )
Promedio	3,0 ( $\pm 0,6$ )	5,62 ( $\pm 1,2$ )	6,8 ( $\pm 1,2$ )	4,8 ( $\pm 0,6$ )

Nota: ANOVA anidado de tres factores, donde el factor A = modelos de capacitación y difusión, factor B = años de estudio (1999, 2000 y 2001) y el factor C = aplicación del MIB (parcelas sin y con MIB); anidado en el factor A. Los datos fueron transformados por Rangos (Potvin y Roff 1993).

± 3,30) de realizar el control manual ( $F_{1,26} = 0,180, P = 0,674$ ); tampoco se encontraron diferencias significativas para la interacción modelos \* momento de realización del control manual ( $F_{1,26} = 0,0034, P = 0,953$ ). Al comparar los porcentajes de frutos con presencia de *B. bassiana* entre modelos en 1999, se encontró significativamente mayor incidencia del hongo en las parcelas bajo el modelo participativo ( $39,8 \pm 9,87$ ) que en el institucional ( $6,93 \pm 1,93$ ) ( $F_{1,12} = 19,36, P = 0,0086$ ), pero al interior de cada modelo no se registraron diferencias significativas entre días después de la aplicación ( $F_{4,12} = 1,802, P = 0,1932$ ). En el año 2000, en el cual la evaluación se llevó a cabo solo en el modelo participativo, tampoco se encontraron diferencias significativas entre los porcentajes de frutos con presencia del hongo cada 10 días después de la aplicación ( $F_{3,20} = 1,802, \pm P = 0,983$ ). En 1999, no hubo diferencia significativa en el porcentaje de infestación de la broca entre modelos ( $F_{1,16} = 0,181, P = 0,67$ ), ni entre antes y después de la aplicación, ni entre días después de la aplicación en ninguno de los dos modelos ( $F_{6,16} = 0,192, P = 0,974$ ). Para el año 2000, en el cual solo se hizo la evaluación en el modelo participativo, tampoco se encontraron diferencias significativas en la infestación de la broca cada 10 días después de la aplicación del hongo ( $F_{2,6} = 0,443, P = 0,6613$ ). Los porcentajes de frutos con presencia del parasitoide *C. stephanoderis* en el año 2000 fueron diferentes significativamente entre modelos tanto en los frutos muestreados en el suelo (institucional: 0,0 y participativo:  $6,20 \pm 1,03; F_{1,12} = 27,33, P < 0,0001$ ), como en los frutos muestreados en la planta (institucional:  $5,28 \pm 1,88$  y participativo:  $11,00 \pm 1,88; F_{1,40} = 6,26, P = 0,016$ ). No se encontraron diferencias significativas en el parasitismo entre parcelas sin MIB y con MIB en frutos procedentes del suelo ( $F_{2,12} = 0,803, P = 0,470$ ), ni en aquellos muestreados en la planta ( $F_{2,40} = 1,45, P = 0,244$ ); sin embargo, se encontró parasitismo en las parcelas sin MIB, es decir, en aquellas donde los parasitoides no fueron liberados. En 2001, no se encontraron diferencias en el

parasitismo de *C. stephanoderis* en frutos recolectados en el suelo ( $F_{1,12} = 1,99, P = 0,183$ ) ni en la planta ( $F_{1,12} = 1,07, P = 0,319$ ) y tampoco se encontraron diferencias significativas en el parasitismo al anidar las parcelas sin MIB y con MIB en los modelos ( $F_{1,12} = 1,52, P = 0,256$ ). En el caso de los frutos muestreados en la planta del año 2000, el parasitismo no se incrementó de manera significativa al analizar los datos en periodos de 30 días después de la liberación ( $F_{2,40} = 2,96, P = 0,063$ ) y tampoco se encontró diferencia significativa en la interacción modelo\*días después de la liberación ( $F_{2,40} = 2,54, P = 0,091$ ).

**Beneficio/costo y nivel de daño económico**

Para 1999 la relación beneficio/costo fue de 1,36, lo cual indicó una relación de ganancia; sin embargo, para el 2000 la relación fue de pérdida (0,53), principalmente por la caída del precio internacional del café. En 1999, el costo del MIB de US\$ 21,1 representó el 19,4% del beneficio neto, mientras que en el 2000 el costo del MIB se disparó por la compra del parasitoide a US\$ 96,5 y el beneficio neto no fue suficiente para cubrirlo. El análisis de regresión aplicado a los beneficios netos y los rendimientos en 1999 y 2000 no mostró diferencia significativa entre las pendientes de las ecuaciones (1999:  $F_{3,13} = 0,74, P = 0,54$ ; 2000:  $F_{3,13} = 1,23, P = 0,335$ ), pero sí entre los intersejos (1999:  $F_{6,10} = 5,64, P = 0,015$ ; 2000:  $F_{6,10} = 392, P < 0,0001$ ), lo cual significó que el beneficio neto se incrementó siguiendo una tendencia similar en ambos modelos de capacitación y difusión, pero fue significativamente menor en las parcelas con MIB debido a los costos de operación, particularmente en el 2000. El porcentaje de pérdidas de café pergamino ocasionado por la broca en el primer corte de la cosecha del 2000 fue significativamente diferente entre los modelos (institucional:  $1,88 \pm 0,50$  y participativo:  $8,8709 \pm 3,50, F_{1,10} = 6,12, P = 0,032$ ), pero no entre las parcelas sin MIB y con MIB ( $F_{2,10} = 1,73, P = 0,225$ ). El NDE promedio para los datos de la cosecha del 2000 fue significativamente mayor en el modelo institucional (179,3

**Cuadro 2.** Costo expresado en dólares de la implementación de los modelos de capacitación y difusión del MIB en 1999 y 2000

Modelo	1999				2000				Total			
	Visitas personal técnico		Costo materiales capacitación	Costo total	Visitas personal técnico		Costo materiales capacitación	Costo total	Visitas personal técnico		Costo materiales capacitación	Costo total
	Número	Costo			Número	Costo			Número	Costo		
Institucional	16	110	78,0	188,0	48	75	200	275	64	185	278	463
Participativo	25	220	273,0	493,0	39	123	100	223	64	343	373	716

Nota: Los materiales para capacitación se refieren a lápices, marcadores, libretas y papel para rotafolios.

$\pm 68,3$  frutos perforados) que en el participativo ( $32,5 \pm 6,4$  frutos perforados), tolerándose un número mayor de frutos perforados en las parcelas del modelo institucional antes de tomar alguna medida de control. Este resultado estuvo relacionado con un menor rendimiento de café y menor ataque de broca en comparación con las parcelas del modelo participativo. El análisis económico de los modelos de capacitación y difusión indicó que el costo de ejecución del modelo participativo (US\$ 716,0) fue 1,5 veces mayor que el costo del modelo institucional (US\$ 463,0) considerando el período total de estudio (1999-2000). La diferencia del costo entre los modelos ocurrió en el primer año (1999) porque hubo más visitas del personal técnico y se requirió más material para la capacitación. Sin embargo, ambos modelos tuvieron prácticamente el mismo costo en el segundo año (2000), ya que las visitas se redujeron en el participativo y el costo de los materiales se incrementó en el institucional (Cuadro 2).

### Conocimientos de los productores sobre el MIB

Las respuestas a todas las preguntas del cuestionario por el grupo de los asistentes fueron estadísticamente similares entre los modelos institucional y participativo al inicio del estudio (1998); sin embargo, al final del estudio (2001), los asistentes del modelo participativo dieron un número significativamente mayor de respuestas positivas a cuatro de las seis preguntas del cuestionario (Cuadro 3). Las preguntas con mayor número de respuestas positivas fueron las del muestreo de broca ( $\chi^2_1 = 15,1$ ,  $P = 0,001$ ), uso de control

biológico ( $\chi^2_1 = 26,5$ ,  $P = 0,0001$ ), integración de control manual y biológico ( $\chi^2_1 = 23,9$ ,  $P = 0,001$ ) y la realización de algún tipo de control ( $\chi^2_1 = 27,48$ ,  $P < 0,001$ ). A nivel de la comunidad, después de tres años de trabajos relacionados con las prácticas MIB, se presentaron diferencias significativas en los conocimientos sobre el MIB entre los participantes de dos modelos, tanto en el ámbito intrafamiliar como en el extrafamiliar (Cuadro 3). En el primero, las esposas y los hijos(as) de los productores del modelo participativo respondieron con un número significativamente mayor de respuestas positivas en todas las preguntas del cuestionario. En el ámbito extrafamiliar se presentó la misma situación, con excepción del caso de la pregunta relacionada con el muestreo de la broca, donde no hubo diferencia significativa entre los modelos (Cuadro 4).

### Discusión

Un resultado no esperado fue la poca diferencia entre los modelos de capacitación y difusión, pues independientemente del modelo utilizado, el MIB redujo la infestación de la plaga con respecto a las parcelas sin MIB. Desde nuestro punto de vista, los logros del modelo institucional podrían explicarse, por un lado, por la dificultad de evitar la interacción del técnico responsable de este modelo con el técnico a cargo del modelo participativo y, por otro lado, por el alto nivel de confianza que el técnico del modelo institucional alcanzó entre los productores, derivado del cumplimiento de los compromisos adquiridos

**Cuadro 3.** Respuestas positivas a las preguntas del cuestionario aplicado antes (1998) y después (2001) de las acciones de los modelos de difusión y capacitación del MIB para evaluar el aprendizaje de los productores asistentes

Preguntas	1998					2001				
	Modelo institucional (n = 61)		Modelo participativo (n = 61)			Modelo institucional (n = 36)		Modelo participativo (n = 25)		
	Número	%	Número	%		Número	%	Número	%	
1. ¿Realiza muestreo?	0	0,0	0	0,0	NS <sup>1</sup>	2	5,5	11	44,0	**
2. ¿Conoce y realiza control manual?	5	8,1	2	3,2	NS	11	30,5	7	28,0	NS
3. ¿Conoce y realiza control biológico?	5	8,1	2	3,2	NS	3	8,3	18	72,0	**
4. ¿Integra control manual y biológico?	5	8,1	9	15,0	NS	14	39,0	25	100,0	*
5. ¿Conoce y realiza control químico?	7	11,4	8	13,1	NS	0	0,0	0	0,0	NS
6. ¿Realiza algún tipo de control?	39	64,0	21	35,0	NS	12	33,3	25	100,0	**

Notas: NS = no significativo; \* =  $P < 0,05$ ; \*\* =  $P < 0,001$  para las respuestas entre modelos según la prueba de  $\chi^2$ .

**Cuadro 4.** Respuestas positivas a las preguntas del cuestionario aplicado a nivel intrafamiliar (esposas e hijo mayor) y extrafamiliar (miembros de la comunidad) después de tres años (1998-2001) de realizar las acciones de los modelos de capacitación y difusión del MIB para evaluar el aprendizaje

Preguntas	Intrafamiliar				Extrafamiliar					
	Modelo institucional (n = 16)		Modelo participativo (n = 16)		Modelo institucional (n = 42)		Modelo participativo (n = 45)			
	Número	%	Número	%	Número	%	Número	%		
1. ¿Realiza muestreo?	2	12,5	10	62,5	* <sup>1</sup>	1	2,4	5	11,1	NS
2. ¿Conoce y realiza control manual?	4	25,0	16	100	*	7	16,7	27	60,0	**
3. ¿Conoce y realiza control biológico?	4	25,0	10	62,5	*	1	2,4	7	15,6	*
4. ¿Integra control manual y biológico?	4	25,0	12	75,0	*	9	21,4	34	75,6	**
5. ¿Realiza algún tipo de control?	4	25,0	16	100	*	9	21,4	34	75,6	**

Notas: NS= no significativo; \* =  $P < 0,05$  \*\* =  $P < 0,001$ , para las respuestas entre modelos de acuerdo a la prueba de  $\chi^2$ .

y del profesionalismo con el cual condujo sus actividades. Así, aunque el modelo institucional generó una relación de menor cercanía entre técnico y productores que el modelo participativo, la suma de una tecnología apropiada a las necesidades de los productores y la dedicación del técnico en su trabajo condujeron a resultados similares entre ambos modelos.

Por otro lado, no sorprende que el uso de varios métodos de control bajo una estrategia de manejo integrado haya reducido la infestación de la broca, pues coincide con resultados de otros estudios (Bustillo et ál. 1998, Guharay et ál. 2000). Sin embargo, el efecto del MIB no fue inmediato, ya que fue necesario esperar hasta el segundo año para detectar una diferencia estadística con el testigo, tal como ha sido registrado en otros trabajos (Benavides et ál. 2003). Según Morse y Buhler (1997), para no crear falsas expectativas a los productores es muy importante informarles que el impacto del MIB sobre la infestación de esta plaga puede tardar en percibirse, sobre todo si se usan agentes de control biológico más que insecticidas químicos. El control manual no resultó tan importante como se esperaba. Este resultado se podría explicar por la inmigración de la broca de parcelas vecinas sin manejo a las parcelas MIB (Benavides y Arévalo 2002). Es posible que una sola recolección de frutos no haya sido suficiente para reducir la infestación de la plaga, ya que Guharay y Monterrey (1997) indican que son necesarias al menos dos recolecciones. En el caso de *B. bassiana*, se observaron inconsistencias en su efecto sobre *H. hampei* en los dos años de evaluación, resultado que coincide con los reportes de Bustillo et ál. (1998) y De la Rosa et ál. (2000). Estas inconsistencias, según Florez et ál. (1997), podrían deberse

al tipo de formulación, el momento oportuno de la aspersión, el cubrimiento logrado de la planta y la estabilidad de la formulación en las condiciones ambientales de campo. La presencia de *C. stephanoderis* después de las liberaciones, tanto en las parcelas con MIB como sin MIB y en frutos procedentes de la planta y del suelo, refuerza la sobresaliente capacidad de adaptación y dispersión de este parasitoide (Aristizábal et ál. 1996) y sugiere que para estos estudios se incrementa la distancia entre parcelas con MIB y sin MIB. La cría rural limitó el número de parasitoides producidos y liberados, por lo que se deben impulsar procesos de más largo plazo y supervisión sobre organización interna para el trabajo colectivo y reforzar el conocimiento de los agricultores a través de educación participativa, como sugiere Price (2001). Si bien de manera individual ninguno de los métodos de control usados en este estudio demostró plenamente su eficacia, se atribuye la reducción de la infestación en las parcelas con MIB a la suma de los efectos de la recolección de frutos infestados y el uso del hongo y el parasitoide. La sinergia de métodos de control no químicos también ha sido registrada en otras plagas (Bentley y Andrews 1996). Debido a la caída del precio del café pergamino por debajo de US\$ 1,2 kg<sup>-1</sup> en 2000 y 2001 (Consejo Mexicano del Café 2001), el productor no tuvo suficientes ingresos para implementar el MIB, con lo cual se concluye que en un escenario de bajos precios la implementación del MIB no es costeable. Tampoco las pérdidas ocasionadas por la broca en la cosecha fueron tan importantes como para justificar que los productores usaran el MIB. Otros estudios señalan que constricciones de tipo económico pueden dificultar la adopción de alguno de los componentes del MIB (Castaño 2002). Sin embargo,



no realizar el manejo de esta plaga puede conducir a un mayor deterioro del rendimiento y calidad del grano en la cosecha siguiente (Duque et ál. 2002).

Aunque los costos de operación de los modelos de capacitación y difusión al final del estudio no ofrecieron elementos suficientes para recomendar uno sobre otro, el modelo participativo logró que los productores aprendieran más sobre el MIB y también favoreció una mayor difusión del MIB a nivel familiar y extrafamiliar. El costo del modelo participativo tendió a disminuir como consecuencia de la independencia de los productores del apoyo del técnico para tomar decisiones, mientras el costo del modelo institucional tendió a incrementarse por las relaciones de dependencia entre los productores y el técnico. Los resultados muestran claramente que en la medida que los productores se involucran en procesos autogestivos propiciados por el modelo participativo, el seguimiento técnico disminuye, y por lo tanto los costos del uso del MIB se reducen. Estos resultados coinciden con trabajos realizados con productores en Nicaragua (CATIE 1998), en el sentido de que el productor adquiere mayor confianza en los técnicos y tecnologías y se involucra más rápido cuando se utilizan modelos de capacitación y difusión basados en procesos participativos. Otros trabajos mencionan que la generación y transferencia de tecnología se logra exitosamente al potenciar las capacidades de los productores y fomentar la comunicación entre agricultores y científicos (Bentley 1992, CATIE 1994). Sin embargo, la investigación participativa requiere de un esfuerzo adicional de todos los actores involucrados y debe considerarse como una herramienta que, en ciertas circunstancias, funciona para el desarrollo de nuevas tecnologías y complementa la investigación formal (Sims y Bentley 2000).

En conclusión, los resultados de este estudio muestran algunos elementos que favorecerían recomendar el uso de métodos participativos para capacitar y difundir el MIB. Sin embargo, al coincidir una visión de corto plazo del sector gubernamental con bajos ingresos de los productores, indudablemente se dificultaría la implementación del MIB bajo este enfoque. Consideramos que las ventajas que observamos del modelo participativo pueden fortalecerse con un estudio de mayor duración y con la participación de un mayor número de productores, aunque un estudio de esta magnitud conllevaría problemas asociados al escalamiento de procesos tecnológicos (costo, seguimiento y variabilidad, entre otros). No obstante los costos más altos del modelo participativo al inicio del estudio, éste brindó más rápidamente condiciones propicias para fortalecer las relaciones de confianza entre el técnico y los productores, las cuales fueron esenciales para la implementación del

MIB. Aunque este beneficio del modelo participativo fue difícil de medir, le otorga un valor agregado que lo hace recomendable. Por lo mismo, a un nivel más general, nuestro estudio muestra que el MIP puede y debe evaluarse desde una visión más amplia, en la cual converjan disciplinas de las ciencias sociales y naturales, yendo más allá de los aspectos puramente económicos.

## Agradecimientos

Se agradece a los productores por su conocimiento, paciencia y perseverancia. Agradecemos el financiamiento al proyecto MIB-OIC-CABI-PROMECAFE, al SIBEJ-CONACYT (Proyecto clave: 19980501023) y a ECOSUR, en particular al proyecto MIP, por las facilidades para realizar este estudio. Se agradece especialmente a Javier Valle por la asesoría en los análisis estadísticos.

## Literatura citada

- Anónimo, 1998. Programa de Capacitación y Extensión. Curso de inducción para el fortalecimiento de la caficultura en el estado de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, MX, INCARURAL-SAG-SAGAR. p. 10-45.
- Aristizábal, LF; Orozco, J; Baker, PS. 1996. Liberación, dispersión y parasitismo de *Cephalonomia stephanoderis* en condiciones de campo. Avances Técnicos de Cenicafé 224.
- Barrera, JF; Infante, F; Gómez, J; Castillo, A; de la Rosa, W. 1992. Guía Práctica. Cría y manejo de parasitoides para el control biológico de la broca del café en comunidades rurales. Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste. Gobierno del Estado de Chiapas. Chiapas, MX, Secretaría de Desarrollo Rural y Ecología. 31 p.
- Barrera, JF; Infante, F; Gómez, J; Castillo, A; de la Rosa, W. 1993. Guía práctica. Umbrales Económicos para el control de la broca del café. Tapachula, Chiapas, MX, Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste. 49 p.
- Benavides, P; Arévalo, H. 2002. Manejo Integrado: Una estrategia para el control de la broca del café en Colombia. Cenicafé 53(1):39-48.
- Benavides, P; Bustillo, A; Cárdenas, R; Montoya, E. 2003. Análisis biológico y económico del manejo integrado de la broca del café en Colombia. Cenicafé 54(1):5-23.
- Bentley, JW. 1992. Learning about biological pest control. ILEIA Newsletter 8(4):16-17.
- Bentley, J; Andrews, K. 1996. Through the roadblocks: IPM and Central American smallholders. International Institute for Environment and Development. Gatekeeper Series 56:4-14.
- Braun, AR; Thiele, G; Fernández, M. 2000. Plataformas complementarias para la innovación de los agricultores LEISA 16(2):25-26.
- Bustillo, A; Cárdenas, MR; Villalba, GD; Benavides, PM; Orozco, JH; Posada, FF. 1998. Manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Colombia. Chinchina, Caldas, CO, Cenicafé. 134 p.
- Calvo, G; Von Platen, D. 1996. Cacao-laurel-plátano. Costos y beneficios financieros. Turrialba, CR, CATIE/GTZ. p. 1-25. (Serie Técnica no. 264).
- Castaño, G. 2002. Estudio sociocultural de los caficultores y su relación con el manejo integrado de la broca del café. Cenicafé 53(1):34-38.

- CATIE. 1994. Apuntes sobre manejo integrado de la broca del café. *In* Cómo implementar MIP en café con productores y técnicos. Managua, NI, CATIE. p. 40-53.
- CATIE. 1998. Informe final proyecto CATIE/INTA-MIP. Febrero 1995-Julio1998. Managua, NI. 25 p.
- Ceja I, E. 2000. Análisis de la situación actual de la campaña contra la broca del café y su importancia fitosanitaria en Chiapas. *In* Ramírez, M; Reyes González, B. eds. Reunión nacional de la campaña contra la broca del café (3, 2000) . Tepic, Nayarit, MX, SAGAR-CONASAG-DGSV. p. 1-6.
- Consejo Mexicano del Café. 2000. Encuesta Nacional 1999-2000. Programa Alianza para el Campo-Programa Café 1995-2000. Mimeo. México, D.F. p. 1-44.
- Consejo Mexicano del Café. 2001. Crónica Cafetalera. No.73:1-4.
- De la Rosa, W; Barrera, JF. 1997. Guía Práctica. Propagación del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* para el combate biológico de la broca del café. Chiapas, MX, El Colegio de la Frontera Sur. p. 24.
- De la Rosa, W; Alatorre, R; Barrera, JF; Toriello, C. 2000. Effect of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisoplae* (Deuteromycetes) upon the coffee berry borer (Coleoptera: Scolytidae) under field conditions. *J. Econ. Entomol.* 93:1409-1414.
- Dufour, B; Barrera, JF; Decazy, B. 1999. La broca de los frutos del café: ¿La lucha biológica como solución? *In* Bertrand, B; Rapidel, B. eds. Desafíos de la Caficultura en Centroamérica. San José, CR, IICA-PREMECAFE-CIRAD-IRD-CCCR. p. 293-325.
- Duque, OH; Márquez, A; Hernández, M. 2002. Estudios de caso sobre costos de manejo integrado de la broca del café en el departamento de Risaralda. *Cenicafé* 53(2):106-118.
- Florez, ME; Bustillo, A; Montoya, E. 1997. Evaluación de equipos de aspersión para el control de *Hypothenemus hampei* con el hongo *Beauveria bassiana*. *Cenicafé* 48(2):92-98.
- Gittinger, P. 1972. Análisis económico de proyectos agrícolas. IDE-BIRF. Madrid, ES, Editorial Tecnos. p. 27-116.
- Guharay, F; Monterrey, J. 1997. Ecological management of coffee berry borer in Central America. *Manejo Integrado de Plagas* 45:1-8.
- Guharay, F; Monterrey, J; Monterroso, D; Staver, C. 2000. Manejo integrado de plagas en el cultivo del café. CATIE. Managua, NI. p. 267. (Manual Técnico no. 44).
- IICA. 1999. Elementos para programar, ejecutar y evaluar actividades de capacitación. Manual Técnico Especializado. Distrito Federal, MX, IICA, IDE, Banco Mundial. p. 39-42.
- Jarquín, GR; Barrera, JF; Nelson, K; Martínez, A. 1999. Métodos no químicos contra la broca del café y su transferencia tecnológica en Los Altos de Chiapas, México. *Agrociencia* 33:431-438.
- Mata, GB. 2000. Transferencia de tecnología y desarrollo rural. *In* Mata, B; Sepúlveda, I. eds. Estrategias de transferencia de tecnología. Chapingo, MX, UACH- IICA. p. 71-92.
- Morse, S; Buhler, W. 1997. Integrated pest management. Ideas and realities in developing countries. Londres, UK, Lynne Rienner Publishers. p. 103-153.
- Ochoa, MM; Campos, O; Vidal, B; Decazy, B. 1989. Determinación de pérdidas en la cosecha por broca del fruto del café (*Hypothenemus hampei* Ferr.) en función de diferentes porcentajes de infestación. *In* Taller Regional de Broca (3). Antigua, GT, IICA/ PROMECAFE. p. 81-89.
- Pedigo, LP. 1994. Introduction to sampling arthropod populations. *In* Pedigo LP; Buntin, GD. eds. Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture. Boca Raton, FL, US, CRC Press. p. 1-11.
- Potvin, C; Roff, DA. 1993. Distribution-free and robust statistical methods: viable alternatives to parametric statistics? *Ecology* 74:1617- 1628.
- Pretty, NJ. 1995. Participatory learning for sustainable agriculture. *World Development* 23(8):1247-1263.
- Price, LL. 2001. Demystifying farmer's entomological and pest management knowledge: A methodology for assessing the impacts on knowledge from IMP-FFS and NES interventions. *Agriculture and Human Values* 18:153-176.
- Ramírez, M; Reyes González, B. 2000. Reunión nacional de la campaña contra la broca del café (3, 2000). Tepic, Nayarit, MX, SAGAR-CONASAG-DGSV. p. 110.
- StatSoft. 2003. Data analysis software system. Version 6.0. www.statsoft.com.
- Sims, B; Bentley, J. 2000. Investigación participativa: Un juego de herramientas, pero no la clave del universo. *ProCampo* 85:16-21.