ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES
Y CONSERVACIÓN BIOLÓGICA

VALORACIÓN ECONÓMICA DEL IMPACTO AMBIENTAL DE DOS SISTEMAS DE MANEJO DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE TOMATE, EN EL VALLE DE COMAYAGUA, HONDURAS.

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciatura

por

DARWIN XAVIER ROMERO SANDOVAL

Falta de Inventario.

MICROFICHA: 10520
FECHA: NOV. 12/97
ENCARGADO:

Honduras, agosto de 1997.

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Darwin Xavier Romero Sandoval

Zamorano, Honduras, agosto de 1997.

DEDICATORIA

A la memoria de tres grandes hombres: Alfredo Sandoval, Jorge Sandoval y José Sandoval.

A mi Madre, Fanny Sandoval, a quien debo todo lo que soy, y cuyo ejemplo espero algún día poder igualar.

A todas aquellas personas que de un modo u otro son concientes de que el planeta no es nuestro, sino de nuestros hijos, y que buscan herramientas para lograr un mundo mejor.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, porque me ha dado una mente amplia para ver las cosas, aceptar su voluntad, fortalecerme para luchar cada día y buscar la verdadera felicidad.

A mi madre, Fanny Sandoval, por su amor y ejemplo de entrega y cariño. Gracias madre.

A mis hermanos, Paúl y Anita, no sólo por su cariño y apoyo, sino además porque junto a ellos he aprendido a vivir y a crecer, y sé que nuestra hermandad podrá vencer siempre cualquier problema.

A mi padre, Rubén Romero, por todo el apoyo y cariño que me ha brindado.

A María Esther García, por su alegría en los buenos momentos, apoyo y consuelo en los momento dificiles, cariño y amor siempre.

Un agradecimiento muy especial al Ing. Roberto Rivera y al Lic. Tulio Osorio, sin cuyo apoyo y confianza, este proceso no hubiese llegado a feliz término.

A Graciela Andrango, un agradecimiento especial, por su apoyo, cariño y amistad.

A Lola, Hernán, David, Anita, Aminaed, Daniel, Natalia, Oscar, Andrés, Lucía, Adriana, Marco, Sofía, María y Luis; gracias por su constante apoyo hacia mi; y hacia mi madre y hermanos.

A Rosita Sandoval, Melida, Rvda. Madre Rosita Sánchez y Bachita Mera; sus oraciones y el cariño de toda una vida para mi familia, y de manera particular para mi en estos cuatro años. Dios las bendiga siempre.

A Fabían Sandoval y su familia, por la confianza que han tenido en mi.

A Eduardo Sotomayor y su familia, por la confianza que tuvieron en mi, y el apoyo que siempre recibi de su parte.

A mis primos, Carlos Sandoval y Gabriel Ramos, por su apoyo moral y técnico. (G.G.R.)

A la familia Bravo, Paula, Carlos, Nicolás y Carlita, por darme el cariño y apoyo como una segunda familia durante este último año.

A Silvia Chalukian, por ser una buena maestra, y una buena amiga.

A Mike y Patt, por su asesoría técnica, por la confianza que tuvieron en mi, pero en especial por mostrarme otros aspectos más importantes de la vida.

A Sally Gladstone, y al Doctor Freddy Arias por su apoyo en la elaboración de este trabajo.

Al personal de Cultivos Palmerola, particularmente Carlos Ramos, por su apoyo técnico durante mi estadía en Comayagua.

A toda mi familia porque siempre he contado con su cariño y apoyo.

A los buenos amigos que me han ayudado en este último año, César Solórzano, Ricardo López, Wilfredo Márquez, Lenín Rosero, Bolívar Canelos, James Andrade, Oscar Zelaya, Diego Román y toda la colonia ecuatoriana de las clases 95 y 96, gracias por su apoyo y amistad.

Un agradecimiento muy particular a Iván Borja, Jorge Merino, Claudia Maldonado y Mónica Duarte, por su apoyo técnico para la presentación oral de este trabajo, pero en especial por la confianza que supieron darme, en el momento preciso.

A Carolina Galo, en representación de toda la gente buen de la EAP, que siempre ha estado ayudandome.

Son tantas las personas que de una u otra manera me han ayudado, que resultaría muy difícil el listarlas a todas. A todas las que no aparecen aquí mencionadas, les pido mil disculpas, y les hago manifiesto mi sincero agradecimiento.

Resumen

El proceso de valoración de factores externos (externalidades) proporciona información importante a un análisis económico convencional, que debe ser considerada junto con los costos directos en la toma de decisiones. El objetivo general del presente estudio fue establecer una metodología para identificar, cuantificar y valorar económicamente las externalidades de dos sistemas de manejo de plagas en el cultivo de tomate (*Lycopersicon sculentum*). Estos sistemas fueron: un manejo principalmente químico, y un manejo integrado de plagas (MIP). Ambos sistemas fueron aplicados en años diferentes dentro de la empresa Cultivos Palmerola, ubicada en el valle de Comayagua, Departamento de Comayagua, Honduras. Para lograrlo, en primer lugar, se hizo un análisis costo-beneficio convencional de los costos de fitoprotección e ingresos correspondientes a los años desde 1992 hasta 1996, de esta empresa; y un análisis de varianza de los mismos datos. En segundo lugar se analizaron los cambios en el uso de insecticidas y fungicidas, con un ANDEVA. Estos dos primeros análisis establecieron diferencias económicas y técnicas entre los dos sistemas. De esta manera, en el sistema MIP se aplicaron menos plaguicidas, y sus costos e ingresos fueron significativamente menores al sistema anterior a MIP. Como tercer punto de este procedimiento, se cuantificó la externalidad identificada como el impacto de los parasitoides (*Encarsia negricephala, E. pergandiella, E. formosa* y *Eretmocerus* spp.) de mosca blanca (*Bemisia tabaci*); que se reprodujeron en el área de producción de Cultivos Palmerola, en los campos de los productores de frijol vecinos a esta empresa. Basado en características reproductivas y de movimiento de estas especies de parasitoides, se logró estimar el impacto biológico potencial de estos parasitoides como controladores de mosca blanca, durante el ciclo de frijol de primera. Se concluyó que utilizando MIP se han favorecido las poblaciones de parasitoides, por lo que hay un mayor beneficio potencial para estos agricultores, que incluso podría ser subestimado, por cuanto, se consideraron únicamente cuatro meses de cada año. Como punto final, se propusieron procedimientos para cuantificar y valorar económicamente el impacto de los parasitoides, la infiltración de plaguicidas en la capa freática en el Valle de Comayagua, y los residuos de plaguicidas en los productos finales de consumo de Cultivos Palmerola, los dos últimos importantes porque afectan la salud humana.

TABLA DE CONTENIDO

Portadilla i
Derechos de autor ii
Página de firmas iii
Dedicatoria iv
Agradecimientos v
Resumen vii
Contenido viii
Indice de Cuadros x
Indice de Figuras xii
Indice de Anexos xiii

I. INTRODUCCIÓN 1

1.1 OBJETIVOS 6
1.1.1 Objetivo general 6
1.1.2. Objetivos específicos 6

II. REVISION DE LITERATURA 8

2.1 VALORACION ECONOMICA DE RECURSOS NATURALES 9
2.1.1 Externalidades 10
2.1.2. Métodos para la valoración de externalidades 11
2.2 EFECTOS DE LOS PLAGUICIDAS 12
2.2.1 Algunas definiciones claves sobre los plaguicidas 12
2.2.2 Realidad en el uso de plaguicidas 13
2.2.2.1 Resistencia 13
2.2.2.2 Efectos adversos para especies que no fueron objetivo 14
2.2.2.3 Impacto de los plaguicidas en la Salud Humana 15
2.2.2.4 Efectos fisiológicos de los plaguicidas en las plantas 18
2.2.3 Posibles efectos de los plaguicidas usados en Cultivos Palmerola 18
2.2.3.1 Toxicidad aguda 19
2.2.3.2 Toxicidad crónica 21
2.2.3.3. Efectos ecológicos 26
2.3 MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS 29
2.4 EL CULTIVO DEL TOMATE Y SUS PLAGAS 30

2.4.1 El cultivo del tomate 30
2.4.2 Plagas principales 33
2.5 EL PROBLEMA DE MOSCA BLANCA 33
2.5.1 Aspectos generales de la mosca blanca 34
2.5.2 Combate químico 35
2.5.3 Esquema de un manejo integrado de mosca blanca 36

III. MATERIALES Y METODOS 39

3.1 AREA DEL ESTUDIO 39
3.2 IDENTIFICACION DE POSIBLES EXTERNALIDADES 41
3.3 ANALISIS COSTO-BENEFICIO 42
3.4 ANALISIS DEL CAMBIO EN EL USO DE PLAGUICIDAS 48
3.5 CUANTIFICACION DEL IMPACTO DE PARASITOIDES EN CAMPOS DE AGRICULTORES VECINOS 53
3.5.1 Cuantificación del impacto 54
3.5.2 Planteamiento de una metodología para la valoración económica del impacto..... 61
3.6 METODOLOGIA PARA LA VALORACION DE DOS EXTERNALIDADES..... 62

IV. RESULTADOS 63

4.1 ANALISIS COSTO-BENEFICIO 63
4.2 ANALISIS DEL CAMBIO EN EL USO DE PLAGUICIDAS 67
4.3 CUANTIFICACION DEL IMPACTO DE PARASITOIDES EN CAMPOS DE AGRICULTORES VECINOS 68
4.3.1 Cálculo del número inicial de parasitoides 68
4.3.2 Cálculo del número de parasitoides que llegan a los campos de los agricultores vecinos. 69
4.4 METODOLOGIA PARA LA VALORACION DE DOS EXTERNALIDADES..... 79
4.4.1 Metodología para la cuantificación y valoración del impacto de la infiltración de plaguicidas en la capa freática del Valle de Comayagua, en la salud humana. 79
4.4.2 Metodología para la cuantificación y valoración del posible impacto de residuos de plaguicidas en los productos finales de consumo de Cultivos Palmerola, en la salud humana. 81

V. DISCUSIÓN 83

VI. CONCLUSIONES 87

VII RECOMENDACIONES 89

VIII. BIBLIOGRAFIA 92

IX. ANEXOS 103

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1. Incremento cronológico en el número de especies con resistencia..... 3
CUADRO 2. La ocurrencia de resistencia en insectos dependiendo del químico..... 14
CUADRO 3. Grupos químicos de plaguicidas, efectos en la salud y el ambiente 16
CUADRO 4. Tasas anuales de intoxicaciones y defunciones por plaguicidas 17
CUADRO 5. Dosis y concentración letal media para algunos plaguicidas 21
CUADRO 6. Plaguicidas que presentan un LMR o una IDA 25
CUADRO 7. Composición química de 100 g. de parte comestible de tomate 32
CUADRO 8. Fenología del tomate y sus plagas 33
CUADRO 9. Efectos directos y externalidades de las actividades de fitoprotección 41
CUADRO 10. Costos de fitoprotección e ingresos del p. Agropecuaria 44
CUADRO 11. Costos de fitoprotección e ingresos del p. Sunnit 45
CUADRO 12. Rendimiento de los tres proyectos durante 4 temporadas 45
CUADRO 13. Costos de fitoprotección e ingresos del p. Verduras 46
CUADRO 14. Producción de los tres proyectos durante 4 temporadas 46
CUADRO 15. Distribución de costos de control de insectos en el p. Agropecuaria 47
CUADRO 16. Distribución de costos de control de insectos en el p. Sunnit 47
CUADRO 17. Distribución de costos de control de insectos en el p. Verduras 47
CUADRO 18. Número de aplicaciones de insecticidas 48
CUADRO 19. Número de aplicaciones de fungicidas 49
CUADRO 20. Total de aplicaciones de insecticidas para el p. Agropecuaria 50
CUADRO 21. Total de aplicaciones de insecticidas para el p. Sunnit 50
CUADRO 22. Total de aplicaciones de insecticidas para el p. Verduras 51
CUADRO 23. Total de aplicaciones de fungicidas para el p. Agropecuaria 51
CUADRO 24. Total de aplicaciones de fungicidas para el p. Sunnit 52
CUADRO 25. Total de aplicaciones de fungicidas para el p. Verduras 52
CUADRO 26. Número de ninfas parasitadas en 100 plantas en varios muestreos 54
CUADRO 27. Parasitismo promedio para cada año 55
CUADRO 28. Número de moscas blancas por planta..... 55
CUADRO 29. Tasa reproductiva de hembras de *Eretmocerus* sp. 56
CUADRO 30. Distribución Poisson de los parasitoides en función de su movilidad y longevidad..... 59
CUADRO 31. Matriz de longevidad por distancia y rangos de distancia resultantes 60
CUADRO 32. Relación Beneficio-Costo del p. Agropecuaria durante 4 temporadas 63
CUADRO 33. Relación Beneficio-Costo del p. Sunnit durante 4 temporadas 64
CUADRO 34. Relación Beneficio-Costo del p. Verduras durante 4 temporadas 64
CUADRO 35. Análisis de varianza para el modelo utilizado para costos de fitoprotección..... 66

CUADRO 36. ANDEVA para costos, comparando Sistema contra Año (sistema)..... 66
CUADRO 37. Análisis de varianza para el modelo utilizado para ingresos totales 66
CUADRO 38. ANDEVA para ingresos, comparando Sistema contra Año (sistema) 67
CUADRO 39. Análisis de varianza para el número de aplicaciones de insecticidas 67
CUADRO 40. Análisis de varianza para el número de aplicaciones de fungicidas 67
CUADRO 41. Número de parasitoides producidos dentro del p. Sunnit 68
CUADRO 42. Distribución del Número total de huevos ovipositados durante los meses de mayo a agosto de 1993..... 71
CUADRO 43. Distribución del Número total de huevos ovipositados durante los meses de mayo a agosto de 1994. 72
CUADRO 44. Distribución del Número total de huevos ovipositados durante los meses de mayo a agosto de 1995. 73
CUADRO 45. Distribución del Número total de huevos ovipositados durante los meses de mayo a agosto de 1996. 74
CUADRO 46. Lista de los principales enemigos naturales de la zona de Comayagua encontrados en el Cultivo de Tomate 107
CUADRO 47. Niveles críticos de presencia de las principales plagas de Cultivos Palmerola, y su correspondiente acción de control. 108

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Casos de morbilidad y mortalidad por uso de plaguicidas en Nicaragua 4
FIGURA 2. Esquema de las prácticas MIP desarrolladas en Cultivos Palmerola 6
FIGURA 3. El cultivo de tomate 30
FIGURA 4. La flor y el fruto del tomate 31
FIGURA 5. Departamentos hondureños afectados por *Bemisia tabaci*..... 35
FIGURA 6. Efecto de la densidad de mosca blanca en el rendimiento de tomate 37
FIGURA 7. Ubicación del valle de Comayagua 39
FIGURA 8. Ubicación de los proyectos de Cultivos Palmerola en Comayagua 40
FIGURA 9. Cambios en el número de aplicaciones de insecticidas 49
FIGURA 10. Número de aplicaciones promedio de fungicidas de los tres proyectos 49
FIGURA 11. Esquema del procedimiento para cuantificar y valorar el impacto de parasitoides en los campos de agricultores vecinos..... 49
FIGURA 12. Ejemplo de una distribución Poisson 57
FIGURA 13. Distribución Poisson de parasitoides en función de su longevidad 59
FIGURA 14. Distribución Poisson de parasitoides en función de su movilidad 60
FIGURA 15. Relación B/C y Retorno a la Fitoprotección para los tres proyectos durante las cuatro temporadas..... 65
FIGURA 16. Comparación de la distribución de costos de control de insectos entre mosca blanca y larvas de Lepidóptera, antes de MIP y con MIP..... 65
FIGURA 17. Distribución de la población de parasitoides a lo largo de 4 años en el proyecto Sunnit 69
FIGURA 18. Distribución del Número total de huevos ovipositados durante los meses de mayo a agosto de 1993..... 71
FIGURA 19. Distribución del Número total de huevos ovipositados durante los meses de mayo a agosto de 1994. 72
FIGURA 20. Distribución del Número total de huevos ovipositados durante los meses de mayo a agosto de 1995. 73
FIGURA 21. Distribución del Número total de huevos ovipositados durante los meses de mayo a agosto de 1996. 74
FIGURA 22. Dispersión de parasitoides en el Valle de Comayagua durante el ciclo de frijol en el año 1993 75
FIGURA 23. Dispersión de parasitoides en el Valle de Comayagua durante el ciclo de frijol en el año 1994 76
FIGURA 24. Dispersión de parasitoides en el Valle de Comayagua durante el ciclo de frijol en el año 1995 77
FIGURA 25. Dispersión de parasitoides en el Valle de Comayagua durante el ciclo de frijol en el año 1996 78

FIGURA 26. Esquema de el muestreo de una trampa amarilla 105

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. MIP en Cultivos Palmerola 104

I. INTRODUCCIÓN

Desde la concepción de una rentabilidad tradicional[1] y la productividad agrícola, el uso de insecticidas sintéticos puede ser útil a corto plazo. Sin embargo, una sobredependencia y uso desmedido de estos, desde el enfoque de salud humana y ambiental, es generador de diversas situaciones de riesgo y efectos negativos, que se pueden clasificar como externalidades; y que por lo tanto, afectarían esta rentabilidad (Deedat, 1994).

Este trabajo plantea una metodología para valorar ciertos efectos positivos y negativos externales, que han sido generados al interior de un caso específico de cambio de un uso intensivo de plaguicidas por un manejo integrado de plagas, considerando los diferentes aspectos que entran en un análisis de esta naturaleza.

La importancia de un análisis aplicado a una valoración económica de aspectos ambientales y de salud humana radica en que proporciona información relevante que anteriormente no era considerada. Esta información, al ser considerada junto con los aspectos económicos directos, conduce a la toma de decisiones realmente adecuadas para lograr un desarrollo que sea sostenible económicamente, ecológicamente y socialmente (Azqueta, s.f.). Sin embargo, es preciso considerar que los supuestos de partida, así como el análisis aplicado a una valoración económica de aspectos ambientales y de salud humana, son discutibles. El contenido ético de los procesos de valoración no es siempre fácilmente aceptable, ya que la ausencia de datos obliga muchas veces a tomar atajos peligrosos (Dasgupta, 1993).

Considerando la creciente preocupación mundial por lograr un medio ambiente sostenible, la valoración económica de los recursos naturales y/o de la calidad ambiental surge como una herramienta de uso más frecuente (Suter, 1995). Se han publicado ya muchos trabajos con este enfoque ecológico-económico (Ekbom, 1993). Sin embargo, son pocos los que han considerado el incluir este análisis en el área de producción agropecuaria. Se pueden citar entre otros a Mausolff y Farber (1995) que evaluaron económicamente los impactos de la agricultura migratoria en Honduras. Morton *et al.* (1993), analizaron el impacto ambiental de las inversiones en productos agrícolas para exportación en Inglaterra. Aongola (1989) evaluó programas de conservación de suelo y agroforestería en Noruega con un enfoque de costo-beneficio. Stocking (1986) valoró económicamente el costo de la erosión de suelo en Zimbawe.

---

[1] Que no considera los aspectos externos como un componente más de calcular esta rentabilidad.

Hay relativamente pocos trabajos que han aplicado este enfoque al campo de la fitoprotección. Así, se pueden citar algunos ejemplos. James (1995), valoró el efecto de Furadan en un agente de control natural de plagas en Canadá. Pimentel(1992) calculó los costos económicos y ambientales del uso de plaguicidas. Rosset (1986) definió ciertos lineamientos generales para la evaluación económica y ambiental del manejo de plagas en tomate en Centro América.

Todos estos trabajos básicamente intentan incluir las "externalidades" dentro de un análisis económico común. Según McWilliams (1982), externalidades son efectos externos a los efectos sentidos por el agente económico que desarrolla una actividad económico-productiva o de consumo específica; que son afectados por esta actividad y que pueden ser cuantificados y valorados en términos monetarios. Estas externalidades se presentan cuando la actividad de una persona (o empresa) repercute sobre el bienestar de otra (o sobre la función de producción de esta otra), sin que se pueda cobrar un precio por ello en uno u otro sentido (Azqueta ,s.f.; Tietenberg, 1992; Shultz, 1996). Un buen ejemplo de este concepto lo constituye el desecho de productos industriales en Asia, que ha afectado a la fauna acuática, y el efecto de esta externalidad implica un efecto económico para los pescadores que viven de la pesca (Tietenberg, 1992).

Considerando el marco teórico de lo que es una externalidad, este trabajo pretende incluir este enfoque ecológico-económico en el campo del manejo de plagas. Esto es importante por cuanto es necesario conocer, cuantificar y valorar económicamente los efectos en el ambiente y en la salud humana que un programa de manejo de plagas pueda tener. De esta manera, las decisiones a tomar, se basarán en un análisis económico de todos los factores afectados.

Por lo tanto, se plantea una metodología aplicada a la identificación, cuantificación y valoración de externalidades de un programa principalmente químico (que podría ser llamado convencional) comparado con un programa de manejo integrado de plagas (MIP).

MIP significa hacer uso de todas las técnicas disponibles (química, cultural, física, mecánica, biológica y genética) para manejar la población plagas, evitando daño económico, y minimizando efectos adversos en el ambiente. MIP no condena el uso de plaguicidas, pero si avoca un uso apropiado. Los plaguicidas deben utilizarse luego de haber agotado todas las medidas de control bioambiental (Apple y Smith, 1976).

Aunque nuevos métodos para el manejo de plagas agrícolas continúan siendo desarrollados, para un futuro predescible los plaguicidas serán el componente más importante de programas de manejo de plagas. Los agricultores valoran los químicos en los cultivos por diversas razones, incluyendo la facilidad de la aplicación; la rapidez de sus efectos y la conveniencia para el manejo de la finca (Apple y Smith, 1976).

Una sobre dependencia de los pesticidas, resulta a menudo también en un uso más frecuente y con dosis más altas, lo cual trae consigo graves consecuencias para el medio ambiente y la salud humana. El agroecosistema se ve afectado porque los plaguicidas

reducen la acción de organismos benéficos como enemigos naturales o polinizadores. Al mismo tiempo se genera resistencia en las plagas primarias. El Cuadro 1 presenta el incremento cronológico en número de especies de insectos que han presentado resistencia. Ante esta situación, el agricultor aplica dosis más altas, con mayor frecuencia, o aplica un producto más tóxico, ocasionando mayores problemas (Metcalf, 1982).

Cuadro 1. Incremento cronológico en número de especies de insectos con casos documentados de resistencia a plaguicidas (Metcalf, 1982).

	NÚMERO DE ESPECIES	
Período	**Nuevas por década**	**Total**
1908	1	1
1909-1918	2	3
1919-1928	2	5
1929-1938	2	7
1939-1948	7	14
1949-1957	62	76
1958-1967	148	224
1968-1978	190	414
1979-1988	90	504

Por otro lado, desde el estricto punto de vista de la salud humana, el uso frecuente de insecticidas constituye un riesgo, puesto que se trata de la utilización de compuestos peligrosos, destinados a matar. Los insecticidas organosintéticos son neurotoxinas que afectan las mismas funciones del sistema nervioso en seres humanos tanto como en insectos. Su diaria presencia en las labores del campo significa, especialmente en países en vías de desarrollo, enfermedad, envenenamiento, efectos crónicos y muerte (Davies *et al.*, 1992).

Envenenamiento con insecticidas, especialmente la contaminación accidental de harina con parathion y endrin, han envenenado cientos de personas y causado muchas muertes en India, Egipto, Colombia y México (Mrak, 1969). Se ha estimado que al rededor de 500.000 envenenamientos accidentales y 20.000 muertes ocurren anualmente en las naciones en desarrollo debido al uso de plaguicidas (Cooplestone, 1977; Nuila, 1996). Según Morton *et al.* (1993), en Uganda se reportan anualmente 270.000 casos de envenenamiento agudo por plaguicidas (1% fatal).

La Figura 1, presenta los resultados del informe presentado por el Ministerio de Salud de Nicaragua en 1991. Este informe indica además que estos son solo los casos reportados, que se calcula son un 40% del total de casos, y esto a raíz de que en Nicaragua se mejoro el sistema de recolección de esta información.

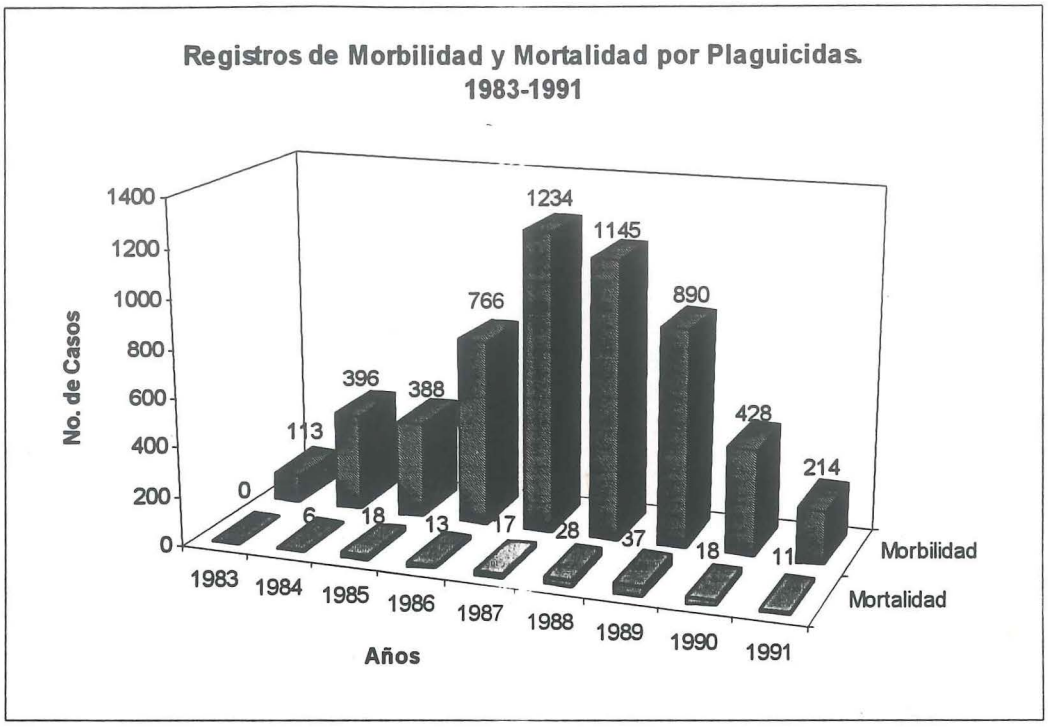


Figura 1. Casos de morbilidad y mortalidad por uso de plaguicidas en Nicaragua entre 1983 y 1991 (MSN, 1991)

Todos estos problemas constituyen externalidades de programas de manejo de plagas que deben valorarse económicamente, a fin de obtener la información necesaria para tomar las mejores decisiones.

En este trabajo se estudio el caso específico de la empresa Cultivos Palmerola, ubicada en el valle de Comayagua, Honduras (Figura 7, capítulo III). Esta empresa se distribuye en diferentes proyectos de producción a lo largo de todo el valle de Comayagua. Forma parte del grupo empresarial Corporación Cressida, lo cual le permite participar en todo el proceso productivo, de industrialización y de comercialización.

Cultivos Palmerola produce diferentes hortalizas, frutales, e incluso productos forestales madereros y no madereros a lo largo de todo el año, de entre los que se destaca el tomate, con cerca de 1000 ha. anuales; que representan más del 50% de las 1941,3 ha. sembradas de tomate en el Valle de Comayagua. Casi la totalidad de su producción es destinada a la procesadora de alimentos Natura´s, que a su vez forma parte de Corporación Cressida. La producción anual del valle asciende a las 97.010,4 TM, representando el 79% de la producción nacional (SECPLAN, 1994).

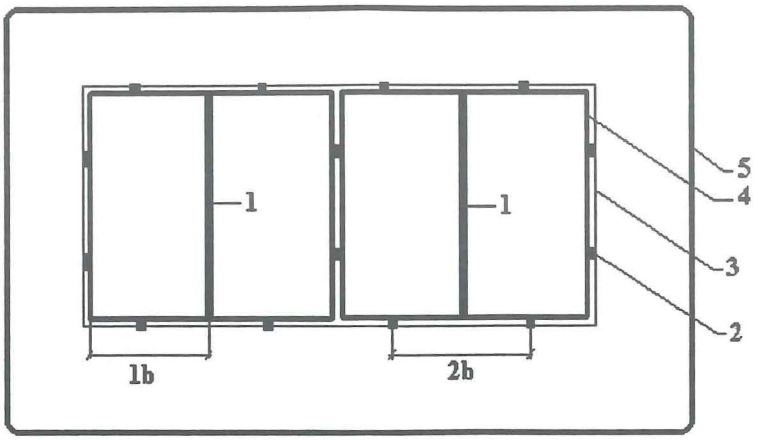
Por otro lado, el manejo de plagas empleado por esta empresa puede tener gran influencia en las 7614,6 ha. de frijol sembradas anualmente por pequeños agricultores en este valle, en las cuales se produce más de 3900 TM por año (SECPLAN, 1994).

En Septiembre de cada año se inicia el proceso de producción de tomate, con la preparación y siembra de la semilla en los semilleros. Aproximadamente en Octubre se inicia el transplante al campo, mismo que se realiza de manera escalonada, al rededor de seis lotes por día (de 11 a 12 hectáreas), terminando en el mes de Diciembre. Esto le permite tener producción desde finales de Diciembre llegando incluso hasta la primera quincena de Abril.

Desde que la Empresa inició sus operaciones, hasta inicios de 1994, manejaba un programa de fitoprotección basado principalmente en la aplicación de insecticidas cada 2 o 3 días, y el objetivo del muestreo de mosca blanca y del complejo de gusanos era determinar que tan eficiente había sido la aplicación anterior. Se utilizaban ciertas prácticas que aun se conservan y que bien podrían entrar dentro del contexto de lo que se define como MIP. De esta manera, la etapa de semillero siempre ha sido cuidadosamente llevada, y por otra parte, en el campo se ha utilizado plástico bicolor --blanco por fuera y negro por dentro-- para cubrir las camas a ser transplantadas con tomate; práctica que puede ser eficaz como repelente para moscas blancas (Sponagel y Fúnez ,1995). Además utilizaban barreras vivas para interferir con la llegada de mosca blanca al cultivo de tomate.

En Octubre de 1994, Cultivos Palmerola implementó un programa de Manejo Integrado de Plagas, reduciendo la cantidad y frecuencia de aplicaciones de plaguicidas.

Los componentes básicos de este programa MIP, desde su implementación, han sido: control de mosca blanca en invernadero, control preventivo malezas hospederas de esta plaga en los lotes de producción; uso de trampas amarillas para facilitar el muestreo y de berenjena como cultivo trampa para interferir con la llegada de mosca blanca; uso de barreras de sorgo como nectario para enemigos naturales y de King Grass como barreras rompevientos; y aplicaciones de plaguicidas con base a niveles críticos. Para facilitar la apreciación visual de estas prácticas se incluye un esquema de las mismas en la Figura 2.



1. Barrera de sorgo.
1b. Ubicación de la barrera de Sorgo cada 49 camas.
2. Trampas amarillas
2b. Ubicación de las trampas amarillas cada 150 m.
3. Barrera rompevientos de KingGrass alrededor de los lotes.
4. Berenjena como Cultivo Trampa rodeando a todo el cultivo de tomate.
5. Ubicación de las malezas de hoja ancha, en donde también se hace muestreo de mosca blanca.

Figura 2. Esquema representativo de las prácticas MIP desarrolladas en Cultivos Palmerola. (No está a escala).[2]

Se plantea por tanto, una metodología para la identificación, cuantificación y valoración de externalidades, aplicada al caso específico de control de plagas insectiles en tomate, en la empresa Cultivos Palmerola.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

Establecer una metodología para identificar, cuantificar y valorar económicamente las externalidades del manejo de plagas.

1.1.2 Objetivos específicos

1.1.2.1 Hacer un análisis costo-beneficio de dos sistemas de manejo de plagas (uso intensivo de plaguicidas, versus MIP) en campos de tomate de la empresa Cultivos Palmerola.

---

[2] Elaboración de el autor.

1.1.2.2 Analizar el cambio en el uso de plaguicidas para los dos sistemas de manejo de plagas de esta empresa.

1.1.2.3 Cuantificar el impacto biológico del incremento de los parasitoides de esta empresa, al controlar mosca blanca en los campos de productores de frijol y tomate, vecinos a Cultivos Palmerola.

1.1.2.4 Esquematizar el proceso de cuantificación y valoración económica del impacto anterior, así como de los posibles impactos de la infiltración de plaguicidas en la capa freática en el Valle de Comayagua, y de residuos de plaguicidas en los productos finales de consumo de Cultivos Palmerola, en la salud humana.

II. Revisión de Literatura.

Considerando que la demanda mundial de alimentos se incrementa año a año (Brown, 1993), proveer el suplemento adecuado de alimento y mejorar el estado de salud de la rápidamente creciente humanidad son dos de los grandes retos de hoy. La tasa anual de producción de alimentos en las naciones tropicales en vías de desarrollo se incrementa en menos de un 1.0 % anualmente, mientras que en la mayoría de estos países la población esta creciendo en una tasa anual del 2.0 % (Deedat, 1994).

Por lo tanto, no se puede permitir una pérdida en la producción agrícola ocasionada por el ataque de plagas insectiles, ya que estas son estimados en un promedio de 35%, y esto es mayor en los trópicos (Metcalf, 1982). Sin plaguicidas se estima que $^{2}/_{3}$ de todos los cultivos podrían perderse, privando a millones de personas de alimentación (Thyagarajan, 1988). Pimentel (1992) afirma que reemplazar el uso de plaguicidas en un 50% por tácticas no químicas, no implica sufrir algún tipo de pérdida, y que los precios aumentarían solo un 5 %. Sin embargo, otros economistas agrícolas han estimado que sin plaguicidas los costos de producción podrían incrementarse entre un 60 y un 200% (Thyagarajan, 1988). La necesidad de los plaguicidas en los países en desarrollo es obvia. Es por esto que esta ha sido la táctica que más se ha utilizado para el control de estas plagas.

Thyagarajan (1988) afirma que alrededor del 50% de todos los plaguicidas son usados para la protección de los productos agrícolas. Aproximadamente 40000 formulaciones y productos basados en 600 ingredientes activos son usados en el mundo hoy. Por lo tanto la tasa anual del consumo de plaguicidas es equivalente a una aplicación de 0.5 kg. para cada individuo en el mundo .

Todo esto ha traído consecuencias negativas en el medio ambiente, y en la salud humana, así, cada año mueren aproximadamente 20,000 personas en los países del Tercer Mundo debido a intoxicación durante o después de la aplicación de productos químicos en actividades agropecuarias (Nuila, 1996). De igual manera, debido al consumo humano de productos agropecuarios contaminados con residuos de plaguicidas pueden aparecer efectos subletales como afecciones al sistema nervioso, al hormonal, producción de esperma en hombres, entre otros (Edwards, 1993).

Existen tácticas de control de plagas que no dependen puramente de químicos, siendo las tácticas del Manejo Integrado de Plagas (MIP) las más utilizadas. MIP reduce las probabilidades de que se genere resistencia en plagas primarias. Requiere un uso eficiente de recursos generalmente escasos, tales como la tierra, la mano de obra y los insumos. Se

considera que los beneficios obtenidos no son solo para el agricultor, sino también para la sociedad, ya que el riesgo de intoxicaciones agudas y crónicas disminuye notablemente con este manejo (CATIE, 1990). Sin embargo estas tácticas pueden resultar en algunas ocasiones menos rentables si se consideran únicamente los costos y beneficios directos, aunque esto dependerá de factores ecológicos, grupos de productores y áreas geográficas (CATIE, 1990).

Por lo tanto, teniendo en mente que la continua degradación ecológica puede llegar a cobrarse un alto precio económico (Brown, 1993), y considerando que el sistema de contabilidad actual no valora los efectos negativos en el ambiente, ni en la salud humana, se plantea como una necesidad el cambiar este sistema por uno que incluya las externalidades dentro de sus aspectos valorativos (Brown, 1993; Dasgupta, 1993; Lutz, 1993; Solórzano *et al.*, 1991). Tomando en cuenta además que la necesidad de incluir las externalidades dentro de un sistema contable es también un requisito para la elaboración de apropiadas políticas ambientales tendientes a lograr un desarrollo sostenible, tal y como lo señalan la CAAM (1995) y Chávez (1996).

2.1 VALORACIÓN ECONÓMICA DE RECURSOS NATURALES

Azqueta (s.f.) afirma que valorar económicamente el medio ambiente significa poder contar con un indicador de su importancia en el bienestar de la sociedad, que permita compararlo con otros componentes del mismo. Por tanto, lo normal será utilizar para ello un denominador común, que ayude a sopesar unas cosas y otras y que, en general no es otro que el dinero. Finalmente este indicador de la importancia de cualquier componente del medio ambiente debe formar parte de un análisis costo-beneficio (Shultz, 1996).

Suter (1995) afirma que una buena valoración del ecosistema requiere una buena valoración ecológica. Estimaciones de daños monetarios resultados de acciones humanas en el ambiente son derivados de estimaciones monetarias de daños ecológicos. Análisis costo-beneficio ambientales estiman los beneficios de las acciones regulatorias por la estimación del mejoramiento en la calidad ambiental si se ha incurrido en costos de acciones reguladoras. La calidad de los esfuerzos en la valoración de ecosistemas depende de la calidad de los resultados generados por el procedimiento de valoración ecológica.

El desarrollo de una valoración de riesgo ecológico que prediga decrementos en una característica ecológica, que sean suficientemente bien especificados para que se les asigne un valor monetario, requiere de métodos de valoración novedosos y aun no probados (Pimentel, 1992). La incertidumbre es inherente a la valoración de riesgo ecológico debido a la inherente variabilidad del ambiente en el tiempo y en el espacio. El apropiado tratamiento de la incertidumbre en la frontera común entre ecología y economía debe ser considerado por ecologistas y economistas (Tietenberg, 1992).

Ecologistas están desarrollando hoy una práctica de valoración de riesgo ecológico que mantenga la promesa de ser capaz de predecir efectos ecológicos en una forma factible para asignar un valor monetario (Shultz, 1996). Se deben desarrollar puentes conceptuales entre ecologistas y economistas separando el problema de la predicción de efectos ecológicos de la estimación ecológica de costos y beneficios (Lutz, 1993).

El problema de la valoración puede ser dirigido al enfoque de la valoración de decisiones pasadas que han causado consecuencias ecológicas que pueden ser medidas más que predecidas. Si casos de prueba fueran tomados desde sistemas ecológicos bien monitoreados, la colaboración ecológica/ económica podría enfocarse en la expresión de cambios ecológicos medidos en términos económicos (Lutz, 1993). Valoraciones de riesgo ecológico pueden enfocarse en los conceptualmente difíciles problemas asociados con la valoración de los varios cambios en las numerosas entidades y procesos que cambian cuando un ecosistema ha sido modificado sin que se haya considerado la calidad de las predicciones (Tietenberg, 1992).

También pueden enfocarse en modelos predictivos de los riesgos para la valoración ecológica de puntos claves que puedan tener un valor económico claro, como la producción de peces o árboles (Suter, 1995). En la medida en que los economistas desarrollen mejores técnicas para valoración para un rango más amplio de puntos claves, los ecologistas podrían tener una mejor idea de que problemas técnicos adicionales necesitan ser resueltos para ser capaces de predecir cambios en el valor total del ecosistema, resultado de futuras acciones humanas (Azqueta, s.f.).

2.1.1 Externalidades

Edwards (1993), basa su definición de externalidades en el concepto de la propiedad común. De esta manera, se considera que los recursos naturales no pueden ser reducidos a la propiedad individual, por lo cual no entran en el proceso de mercado y tampoco en el sistema de precios. Si existiera la propiedad privada de los recursos, entonces el dueño puede obligar a la gente a pagar una compensación por el uso de su propiedad; pero si esta compensación no existe porque no hay propietario, el recurso es disponible sin que nadie obligue un pago, y esta propiedad común es entonces objeto de congestión, sobreuso y degradación de su calidad.

Si en las transacciones económicas entre productores y consumidores, terceras partes son adversamente afectadas, ellos aguantan costos que no son incluidos en los cálculos de los costos particulares del productor, esto causa que los costos sociales sean mas altos que los privados, y el resultado es una producción deficiente (Edwards, 1993).

Lo esencial es que quien genera una externalidad negativa no tiene que pagar por ello en un sistema de mercado, a pesar del perjuicio que causa; y que quien produce una externalidad positiva no se ve recompensado monetariamente. El resultado es, en definitiva, que el sistema de mercado produce demasiadas externalidades negativas, y menos externalidades positivas de las deseables (James, 1995).

2.1.2 Métodos para la valoración de externalidades.

Existen diversos métodos para la valoración de aspectos ambientales y de salud humana. Azqueta (s.f.) ha determinado como los más comunes, los siguientes métodos de valoración:

2.1.2.1 El método de los costos evitados o incurridos.

El hecho de carecer de mercado no impide que los bienes ambientales estén relacionados con bienes que sí lo tienen. Estos bienes ambientales pueden tener una función de dosis-respuesta con los bienes de mercado. Es decir, un efecto en el bien ambiental puede tener un efecto directo en el bien de mercado. Este método sirve para calcular el costo para reparar el daño o reemplazar el recurso perdido. Algunos ejemplos de la aplicación de este método son: Alvarez *et al.* (1991) valoraron el impacto del tendido de oleoductos en Laguna Pom (Campeche, México) sobre la pesca de almeja. Anderson (1989) valoró los beneficios de programas de reforestación y conservación de suelos en países en vías de desarrollo.

2.1.2.2. El método del costo de viaje.

Este método se aplica a la valoración de áreas naturales que cumplen una función de recreación en la función de producción de la utilidad familiar: que la gente visita para su esparcimiento. El fundamento teórico del método es simple. Aunque en general el disfrute de los parques naturales es gratuito, el visitante incurre en unos gastos para poder disfrutar de ellos: unos costos de viaje. Se trataría por tanto de intentar estimar como varía la demanda del bien ambiental (el número de visitas, por ejemplo), ante cambios en este costo de disfrutarlo. Entre otros trabajos realizados con este método se pueden citar a Garrod y Willis (1992), que valoraron los aspectos recreativos del bosque. Mungatana (1992) valoró en Kenya la recreación de los turistas al mirar animales salvajes.

2.1.2.3 El método de los precios hedónicos.

Las personas adquieren bienes en un mercado, porque éstos pueden ser útiles, satisfacen alguna necesidad. Ahora bien, muchos bienes no tienen un único valor de uso, no satisfacen una única necesidad humana, sino que satisfacen varias necesidades al mismo tiempo. Los llamados precios hedónicos intentan descubrir todos los atributos del bien que explican su precio, y discriminar la importancia cuantitativa de cada uno de ellos. Es decir, atribuir a cada característica del bien su precio implícito. Este método calcula los valores de los servicios ecológicos. Así, algunas aplicaciones de este método son, entre otras, las de Aongola (1993), que se refiere al valor de la tierra en la ciudad africana de Accra. Brown y Mendelshon (1984) combinan este método con el de costo de viaje para valorar los cambios en la calidad del agua de los ríos para los pescadores.

2.1.2.4 El método de la valoración contingente.

Este método intenta averiguar la valoración que otorgan las personas a los cambios en el bienestar que les produce la modificación en las condiciones de oferta de un bien ambiental. Su mecanismo puede resultar sencillo, ya que se averigua a través de la pregunta directa. Este es tal vez el método con el que más se ha trabajado. Tiene diversas aplicaciones como: Brown y Henry (1989) calcularon el valor económico de elefantes. Tobias y Mendelshon (1991) valoraron el ecoturismo en una reserva de bosque tropical. Briscoe (1990) utilizó esta metodología para valorar el recurso agua en el Brasil.

2.2 EFECTOS DE LOS PLAGUICIDAS.

2.2.1 Algunas definiciones claves sobre los plaguicidas.

Para comprender la realidad de los plaguicidas será de mucha utilidad el conocer algunos términos definidos por el CODEX ALIMENTARIUS (1993). Además, estos serán útiles para entender los Cuadros 5 y 6 de este capítulo.

Plaguicida: Cualquier sustancia destinada a prevenir, destruir, atraer, repeler o combatir cualquier plaga, incluidas las especies indeseables de plantas o animales, durante la producción, almacenamiento, transporte, distribución y elaboración de alimentos, productos agrícolas o alimentos para animales, o que pueda administrarse a los animales para combatir ectoparásitos. No incluye ningún tipo de fertilizante, ni medicinas.

Residuo de plaguicida: cualquier sustancia especificada presente en alimentos, productos agrícolas o alimentos para animales como consecuencia del uso de un plaguicida. El término incluye cualquier derivado de un plaguicida, como productos de conversión, metabolitos y productos de reacción, y las impurezas consideradas de importancia toxicológica.

Ingestión diaria admisible (IDA): De una sustancia química es la dosis diaria que ingerida durante todo el período vital, parece no entrañar riesgos apreciables para la salud del consumidor, sobre la base de todos los hechos conocidos en el momento de la evaluación de la sustancia química por la Reunión Conjunta la Organización Mundial de la Alimentación y de la Organización Mundial de la Salud (FAO/OMS) sobre Residuos de Plaguicidas. Se expresa en miligramos de sustancia química por kilogramo de peso corporal.

Límite máximo de residuos de plaguicidas (LMR): Concentración máxima de residuos de un plaguicida (expresada en mg/kg), recomendada por la Comisión del Codex Alimentarius, para que se permita legalmente su uso en la superficie o la parte interna de productos alimenticios para consumo humano y de piensos.

Dosis letal media (DL_{50}): Cantidad de un plaguicida que es letal al 50% de los animales experimentales alimentados con este material. Esta es referida a la dosis letal oral aguda.

Concentración letal media (CL_{50}): Concentración de un químico en el aire o en el agua, que mata a la mitad de los animales experimentales expuestos a esta por un período de tiempo dado.

2.2.2 Realidad en el uso de plaguicidas.

McEwen y Stephenson (1979) afirman que el descubrimiento de los antibióticos, del papel de la atrazina en la producción de maíz y del papel del DDT en la reducción de las enfermedades transmitidas por insectos están entre los desarrollos de las 5 décadas pasadas que han contribuido mas significativamente en la salud y bienestar de la humanidad. Ningún valor monetario podría aplicarse, por ejemplo, para las muchas vidas salvadas gracias a la acción del DDT. Sin embargo, Matteson[1] afirma que en la actualidad existen diversas alternativas químicas menos peligrosas para la salud humana y ambiental, que integradas junto con otras tácticas como el control cultural y el control biológico, resultan eficaces para controlar vectores transmisores de tifo, peste bubónica y paludismo.

Los países en vías de desarrollo consumen solo 7-8 % de la producción mundial de plaguicidas (Deedat, 1994). Sin embargo, hay un uso creciente de diversos tipos de plaguicidas en el mundo moderno, lo que ha conducido a un mayor énfasis en la posibilidad de una severa contaminación ambiental surgida de su uso. Los efectos negativos de los plaguicidas son muy diversos (Hanson e Hilje, 1993), siendo los más importantes los que se listan a continuación.

2.2.2.1 Resistencia.

Según Cremlyn (1995) la resistencia puede ser definida como la habilidad de una cepa dada de insectos para tolerar dosis de un insecticida, que mataría a la mayoría de una población normal de insectos de la misma especie. Los insecticidas logran matar a los miembros susceptibles en la población de una plaga, pero siempre sobreviven algunos que tienen dentro de sí la capacidad genética para tolerar la toxicidad del pesticida. Este grupo hereda esta carácteristica a la siguiente generación, misma que estará constituida por organismos resistentes.

Sin embargo, los enemigos naturales pocas veces, si acaso, presentan resistencia. Esto probablemente se deba a la coevolución que ha existido entre ciertas plagas y sus plantas hospederas. Así, las plagas han desarrollado la habilidad de detoxificar las toxinas que producen estas plantas (Deedat, 1994).

---

[1] Matteson, P. 1997. Alternativas al uso de DDT. Programa del Fondo Mundial para la Conservación de Vida Silvestre (WWF) para eliminar el uso mundial de DDT. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. (Comunicación Personal).

Algunos de los casos mejor documentados de resistencia en insectos han sido observados con el DDT y otros insecticidas organoclorados persistentes, aunque también se ha advertido una seria resistencia a los organofosforados y otros insecticidas, lo que ha ocasionado graves problemas de control (Davies, 1992). El Cuadro 2 presenta la incidencia de resistencia en grupos de insectos y acaros, dependiendo del grupo químico del insecticida.

Cuadro 2. La ocurrencia de resistencia en insectos y ácaros dependiendo del grupo químico (Luckmann, Metcalf, 1982).

Grupo Químico	Número de Especies	Porcentaje del total
Ciclodienos	291	29,1
DDT	263	26,3
Organofosforados	260	26,0
Carbamatos	85	8,5
Piretroides	48	4,8
Fumigantes	12	1,2
Otros	40	4,0

2.2.2.2 Efectos adversos para especies que no fueron objetivos.

Carbaryl, toxafeno, malathion y carbofuran están entre los insecticidas mas ampliamente usados. Estos tienen un amplio espectro de actividad y son tóxicos para una gran variedad de animales (James, 1995). En los Estados Unidos se usan insecticidas para controlar al rededor de 1.000 insectos plagas, pero pueden afectar adversamente muchas de las 200.000 especies de plantas y animales remanentes, que pueden ser esenciales para la sobrevivencia humana (Deedat, 1994).

Muchos insecticidas ampliamente usados son tóxicos para peces, pájaros y abejas. En especial los que tienen una LD_{50} valuada en menos de 15 mg/kg como aldicarb, carbofuran, parathion, phorate y terbufos, que están entre los químicos más tóxicos conocidos (Mineau, 1993).

Deedat (1994) afirma que los derrames de insecticidas son responsables de un gran número de mortalidad de peces y algunas muertes humanas cada año. De esta manera, por ejemplo, ciertos compuestos del DDT causan el ablandamiento de cáscaras de huevos, y por ende, rompimientos y baja reproducción en ciertas aves (Risebrugh, 1986). Mientras, en algunos peces las tasas reproductivas son reducidas a causa de DDT concentrado en las yemas de sus huevos, el cual envenena los embriones (Edwards, 1993). Para efectos de toxicidad de plaguicidas en organismos invertebrados, se puede considerar a Jepson (1989), que edito un libro completo sobre estos efectos.

2.2.2.3 Impacto de los plaguicidas en la Salud Humana.

Aunque la mayoría de plaguicidas no se bioacumulan, algunos pertenecientes al grupo de los organoclorados si lo hacen, incrementándose los casos de cáncer, problemas reproductivos y otros efectos crónicos debido a este hecho (Swezey y Daxl, 1983). Otro tipo de plaguicidas, como el bromuro de metilo, no solo causa envenenamiento agudo, sino que además es responsable del 10% de la perdida de la capa de ozono en la atmósfera, por lo cual interviene indirectamente en el aumento de los casos de cáncer a la piel (Davies *et al.*, 1992).

El Cuadro 3 presenta un resumen de los efectos en salud y en el ambiente de los grupos químicos más comunes de plaguicidas. Como se puede apreciar, exceptuando a los piretroides, todos los grupos tienen efectos crónicos y agudos en las salud humana. En lo referente a efectos ambientales, todos presentan cierto grado de persistencia. Forget (1991) considera que aún falta investigar mucho sobre los efectos totales de los plaguicidas, en la salud humana y ambiental.

Cuadro 3. Grupos químicos de plaguicidas, efectos en la salud y en el ambiente (MSN, 1991).

Grupo químico	Efectos en la salud	Efectos en el ambiente	Ejemplos
Organoclorados	Acumulación en grasa del cerebro, hígado, leche materna. Cáncer, esterilidad, abortos, defectos al nacimiento.	Muy persistentes. Residuos en agua, suelos, alimentos. Eliminación de organismos útiles. Resistencia de insectos.	DDT Aldrin Dieldrin
Organofosforados	Intoxicaciones mortales. Cáncer. Lesiones en el Sistema Nervioso	Algunos son persistentes. Muy tóxicos para la fauna.	Nemacur Counter Folidol Tamaron
Carbamatos	Intoxicaciones mortales. Lesiones al sistema nervioso, cáncer, defectos natales.	Algunos son persistentes. Muy tóxicos para la fauna.	Temik Lannate Baygon
Ditiocarbamatos	Baja toxicidad aguda. Efectos crónicos. Lesiones de órganos reproductores y de glándula hormonales. Cáncer. Defectos de nacimiento.	Persistencia. Acumulación de materiales pesados.	Maneb Mancozeb Zineb
Piretroides	Poco tóxicos. Alergias.	Resistencia de plagas de insectos. Muy tóxicos para peces y abejas.	Ambush Cymbush Pay Off
Bipiridilos	Altamente tóxicos. Intoxicaciones mortales. Quemaduras en la piel. Daño en riñones, pulmones, hígado, cerebro. Cáncer.	Persistentes	Gramoxone Radex
Derivados de Ácido fenoxiacetico	Medianamente tóxicos. Daños permanentes en el sistema nervioso. Producción de dioxina. Cáncer. Abortos. Defectos de nacimiento.	Persistentes. Tóxicos para peces	Tordon 101 Hedonal Hormonil
Otros grupos Triazinas, derivados de urea, dicaroximidas, derivados de arsénico.	Cáncer. Defectos de nacimiento. Trastornos hormonales. Lesiones del sistema nervioso.	Generalmente persistentes	Captafol Arseniato plomo

Cole *et al.* (1988) han trabajado en Nicaragua en la vigilancia de enfermedades provocadas por plaguicidas. Encontraron que de las intoxicaciones registradas la distribución por grupo de plaguicidas es la siguiente:

1 10.0% desconocidos
2 40.8% Organofosforados
3 30.5% Carbamatos
4 7.04% Herbicidas
5 4,22% Piretroides.

Las intoxicaciones por plaguicidas se mantienen como el primer problema de salud ocupacional en Nicaragua y en general en toda la region. Aunque, se debe considerar que apenas 3% de las intoxicaciones registradas se deben a aplicación de plaguicidas en hortalizas (Cole *et al.*, 1988).

El problema de intoxicaciones se da a nivel general. Debido al proceso educativo necesario para prevenir estos problemas en la población, esta situación se ha ido rezagando más al área rural, sin que sea un problema superado en el resto de la población (Davies *et al.*, 1992). En el Cuadro 4 se presentan las tasas anuales de intoxicaciones y defunciones por plaguicidas, en cinco países en desarrollo y su distribución entre la población a nivel general y a nivel rural.

Cuadro 4. Tasa anuales de intoxicaciones y defunciones (por 100000 habitantes) relacionadas con plaguicidas registradas cinco países en desarrollo entre 1979 y 1984 (IGSS, 1986).

País o Ciudad	Años	Intoxicaciones	Defunciones	Población de Referencia
Sri Lanka	1979	79	7.3	General
Nicaragua	1984	74.6	1.1	General
(León y Chinandega)	1984	165	2.5	Rural
Colombia				
Medellín	1979-1982	34.9	1.4	General
Antioquía	1977-1982	11.6	0.75	General
Guatemala	1983	20.3	no disponible	Rural
Venezuela	1980-1984	6.0	0.4	General

Insecticidas piretroides sintéticos aparecen como implicados en algunos serios casos de intoxicaciones, aunque se pensaba que estos eran relativamente seguros para seres humanos (Forget, 1991).

Por otro lado, Cremlyn (1995) afirma que el uso presente de plaguicidas esta basado primariamente en la deposición de residuos persistentes. La persistencia en si mismo es un atributo valido. Sin embargo, en la mayoría de casos, es imposible utilizar la persistencia contra las plagas sin contaminar el ambiente y producir efectos colaterales no deseados (Deedat, 1994). Algunos insecticidas están ahora presentes en el cuerpo humano en el tejido graso. DDT, dieldrin y epoxido heptacloro son comúnmente encontrados en seres humanos en muchas partes del mundo y son secretados en la leche materna en niveles mas altos de lo recomendable (McEwen, Stephenson, 1979).

Según Luckmann y Metcalf (1982), aplicaciones de plaguicidas a menudo flotan a la deriva grandes distancias desde el sitio en el que se hizo la aplicación. De el total de los plaguicidas aplicados en spray en los cultivos, menos del 50% son depositados en la superficie de la planta para un control efectivo, y menos del 1% alcanza la plaga objetivo. Residuos son presentes en donde sea, y los químicos altamente persistentes y no

degradables como DDT, dieldrin, toxafeno y otros son detectables en el aire, suelo, agua, y tejido adiposo de humanos y animales (Davies *et al.*, 1992). También se debe considerar la magnificacion biológica de este tipo de químicos, ya que pueden resultar en otras consecuencias negativas como el cáncer en humanos y efectos teratogenicos/mutagenicos (Deedat, 1994).

2.2.2.4 Efectos fisiológicos de los plaguicidas en las plantas.

Desde el punto de vista de desarrollo fisiológico vegetal, un uso adecuado de plaguicidas puede tener efectos benéficos para la planta. De esta manera, la mayoría de los usos de plaguicidas no perjudica la germinación de la semilla, pero si existe el peligro al tratar de intercambiar datos con especies y condiciones que no se hayan estudiado en forma específica. No obstante en muchos casos, no existen los estudios fundamentales sobre la respuesta de las semillas a las dosis definidas de plaguicidas (NAS, 1980).

Al tratar de relacionar los efectos de los pesticidas sobre el desarrollo y rendimiento de las plantas, es arriesgado no considerar los cambios que éstos puedan causar en la composición química. Se ha comprobado la influencia de los pesticidas sobre los procesos fisiológicos básicos, pero no deberán omitirse los efectos sobre el metabolismo de la planta debidos a otros factores, como una deficiencia nutricional, o el efecto de plaguicidas sobre microorganismos del suelo, en especial los hongos de micorriza y la rizosfera (NAS, 1980).

En cuanto al desarrollo de órganos vegetativos de almacenamiento, aparentemente ciertos plaguicidas podrían tener un efecto de estimulación y de mejoría en la calidad de la cosecha, sin embargo falta investigar más este aspecto. De igual manera, la reproducción sexual de las plantas se ve afectada indirectamente por la acción de los pesticidas, sin embargo en este libro mismo se menciona la falta de investigación respecto a este fenómeno (NAS, 1980).

Por último en cuanto a la calidad comercial de frutas y hortalizas debido al efecto de plaguicidas, hay algunos aspectos a considerar, pero particularmente el sabor puede afectarse debido a efectos químicos en el crecimiento de las plantas y en procesos metabólicos específicos. Esto debido a que las plantas pueden sufrir daños, puede haber cambios en el contenido de azúcar, disminución en el contenido de lípidos, cambios en el contenido de líquidos solubles y cambios en el contenido de ácidos orgánicos. Todo lo anterior, dependiendo de que fruta u hortaliza se trate, así como de que plaguicida, se resaltará el sabor natural , mejorándolo, o puede producir sabores indeseables en forma directa, o encubriendo los sabores deseables (NAS, 1980).

2.2.3 Posibles efectos de algunos plaguicidas utilizados en Cultivos Palmerola, en la salud humana y ambiental.

A continuación se presentan los resultados de la información recopilada de la página de INTERNET de la base de datos EXTOXNET(1997). Se presenta la información de los plaguicidas presentes en esta base de datos. Esto no indica que los plaguicidas no

presentados aquí no puedan tener algún tipo de efecto agudo o crónico en la salud humana y ambiental.

2.2.3.1 Toxicidad aguda (EXTOXNET, 1997).

Acefato
La toxicidad oral aguda de acefato para mamíferos va de media a alta (ver Cuadro 5). Se han reportado ciertos efectos negativos en conejos y conejillos de india por intoxicación dermal. Tanto para aves como para peces, acefato presenta una toxicidad moderada.

***Bacillus thuringiensis* (Bt.)**
No se han presentado efectos patológicos en humanos que han consumido producto comercial con Bt. durante cinco días. Tampoco se han reportado efectos negativos en humanos que han inhalado producto comercial. Otros estudios en animales sugieren que Bt. no tiene efectos negativos, a parte de pequeñas irritaciones en la piel.

Endosulfan
Es una substancia altamente tóxica, y presenta la palabra PELIGRO en la etiqueta de cualquiera de sus formulaciones. Esta toxicidad depende parcialmente de la forma en que se haya administrado el producto.

La estimulación del sistema nervioso central es la mayor característica de envenenamiento. Los síntomas de exposición aguda incluyen: descordinación, vomito, convulciones, pérdida de conciencia. Hay reportes de ceguera temporal.

Methamidophos (MTD)
Es altamente tóxico por las vías de exposición oral, dermal e inhalación. Y los síntomas de intoxicación se presentan dentro de las 12 horas posteriores a la exposición. Estos síntomas son muy variados y dependen mucho de la vía de exposición; así, van desde una simple comezón (exposición dermal), hasta una parálisis de las extremidades y de los músculos respiratorios luego de las 24 a 96 horas de la exposición por inhalación o ingestión. Luego de lo cual pueden presentarse problemas neurológicos.

Methomyl
Es potencialmente un material altamente venenoso para humanos. Es altamente tóxico si es ingerido o absorbido a través de los ojos, moderadamente venenoso cuando es inhalado, pero tiene poca toxicidad cuando la exposición ha sido vía dermal. Methomyl es un inhibidor altamente tóxico de la colinesterasa. Síntomas de esta actividad anticolinestarasa incluyen desde debilidad hasta temblor muscular, y disminución del ritmo cardíaco.

La muerte puede continuar a consecuencia de la interferencia en la respiración, por la parálisis de los músculos del sistema respiratorio. La ocurrencia de la muerte, así como la aparición de los diversos síntomas va a depender del tiempo de exposición. Una completa recuperación de un envenenamiento agudo con Methomyl solo es posible si la exposición cesa y la víctima tiene tiempo para recobrar sus niveles normales de colinesterasa. Este

insecticida generalmente es excretado rápidamente, y no se acumula en tejidos de mamíferos. Si la exposición no continúa, la inhibición de colinesterasa se revierte rápidamente.

Oxamyl
Este insecticida es extremadamente venenoso para humanos. Puede entrar al cuerpo por tres rutas de acceso: inhalación, ingestión o absorción a través de la piel. Exposición oral a oxamyl es letal para seres humanos. Oxamyl es un inhibidor de colinesterasa, proceso que puede ser reversible. Los síntomas son similares a la intoxicación aguda por methomyl.

Fungicidas

Chlorothalonil
Es levemente tóxico contra mamíferos, pero ciertas formulaciones pueden causar cierta irritación en piel y ojos. Dosis muy altas pueden causar perdida de coordinación muscular, molestias en la respiración, vómito, dermatitis, sangrado vaginal, tumores renales y muerte.

Sulfato de Cobre
Es un fuerte irritante de la piel y los ojos. Sulfato de cobre es moderadamente tóxico por exposición oral aguda. Sin embargo, puede ser letal si se ingieren dosis altas. La dosis más baja ingerida por seres humanos que ha sido tóxica es de 11 mg/kg. La ingestión de sulfato de cobre es a menudo no tóxica, porque el vómito es automáticamente provocado debido a su efecto irritante en el tracto gastrointestinal.

Sin embargo, si la víctima está inconsciente y retiene el sulfato de cobre en su estómago, los síntomas se presentan severos. Estos pueden ir desde sentir un sabor metálico en la boca, hasta daño cerebral permanente. Este compuesto puede ser corrosivo a la piel y a los ojos. Cuando se ha inyectado este fungicida vía intravenosa en conejillos de indias y conejos, cantidades tan pequeñas como 2 mg/kg fueron letales.

Iprodiona
Es un compuesto levemente tóxico. Se requeriría más de 3 g/kg para que se presente alguna intoxicación. No hay información sobre los síntomas de intoxicación.

Mancozeb
Tiene una toxicidad aguda muy baja para mamíferos. Los síntomas de envenenamientos van desde afecciones leves en la garganta, hasta bronquitis. No hay evidencia de neurotoxicidad.

Metalaxyl
Conejos han demostrado una leve irritación de piel y ojos, pero conejillos de indias no han exhibido ningún efecto de intoxicación. Se puede considerar este químico como levemente tóxico para mamíferos.

En el Cuadro 5 se presentan las concentraciones y dosis letales medias para algunos insecticidas y fungicidas de los utilizados en Cultivos Palmerola, información extraída de EXTOXNET (1997).

Cuadro 5. Dosis y concentración letal media para algunos insecticidas y fungicidas utilizados en Cultivos Palmerola.

Insecticidas	Peces LC_{50}	Abejas LC_{50}	Pájaros LD_{50}	Mamíferos LD_{50}
Acefato	> 1000 ppm	1.2 ug/ab.	140 - 350 mg/kg	50 - 50.000 mg/kg
Ácidos grasos	No tóxico	No tóxico	No tóxico	No tóxico
Bifenthrin	0,15 - 0,35 ppb	No disponible	1800 - 2150 mg/kg	No disponible
Bt.	No tóxico	No tóxico	No tóxico	No tóxico
Bt. var. aizawai	No tóxico	No tóxico	No tóxico	No tóxico
Bt. var. kurstaki	No tóxico	No tóxico	No tóxico	No tóxico
Bt. var. kurstaki d.e.e.	No tóxico	No tóxico	No tóxico	No tóxico
Cypermethrin	2,0 - 2,8 mg/l	Tóxico	No disponible	No disponible
Endosulfan	0,01 - 30,9 ppb	Moderad. tóxico	33 - 805 mg/kg	2 - 220 mg/kg
Fenpropathrin	2,3 - 5,5 ppb	No disponible	1089 - 9026 ppm	No disponible
Flufenoxuron	Poco tóxico	Poco tóxico	Poco tóxico	No disponible
Methamidophos	25 - 100 mg/l	No disponible	8 - 11 mg/kg	10 - 50 mg/kg
Methomyl	300 - 320 ppm	No disponible	15,9 - 42 mg/kg	10 - 5880 mg//kg
Oxamyl	5,6 - 42 mg/l	Tóxico	4 - 40 mg/kg	5,4 - 37 mg/kg
Fungicidas				
Banrot	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible
Carbendazim	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible
chlorothalonil	0,25 -0,43 mg/l	No disponible	5000 mg/kg	5000 - 10000 mg/kg
Copper hydroxide	No disponible	No disponible	No disponible	30 mg/kg
Cymoxanil	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible
Iprodione	2,25 - 6,7 mg/l	No disponible	930 mg/kg	3500 - 4400 mg/kg
Mancozeb	No disponible	No disponible	No disponible	4500 - 15000 mg/kg
Metalaxyl	No disponible	No disponible	No disponible	669 - 3600 mg/kg
Oxadixyl	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible

2.2.3.2 Toxicidad Crónica (EXTOXNET, 1997).

Acefato.

En dos años de alimentar perros con una dieta de 100 mg de acefato/kg, estos exhibieron una depresión de la colinesterasa, pero no presentaron otros efectos significativos. Ratas presentaron una depresión de colinesterasa, pero no mostraron efectos de ganancia de peso u otros efectos patológicos a una dieta de 30 mg/kg. Acefato tiene un efecto insignificante de toxicidad crónica para peces.

Acefato ha sido considerado una fetotoxina (puede envenenar al feto), y hay evidencia de efectos hormonales. No se han reportado efectos teratogénicos, mutagénicos ni cancerígenos en perros alimentados con dieta de acefato.

Efectos en seres humanos por la exposición a acefato pueden incluir: respuestas cardíacas (bradicardia/taquicardia, bloqueo del corazón). También se han reportado efectos en el sistema nervioso central, problemas oculares, problemas gastrointestinales, efectos respiratorios y muerte debido a fallas respiratorias. El Cuadro 6 se presentan la IDA y el LMR de este insecticida en hortalizas.

***Bacillus thuringiensis* (Bt.)**

No se han reportado efectos negativos en seres humanos por exposiciones prolongadas a inhalación o consumo de formas comerciales de este insecticida. No hay evidencias de toxicidad crónica para perros, conejillos de indias, ratas y otros animales.

No existe información disponible sobre efectos en la reproducción. No hay evidencia de que formulaciones de Bt. causen efectos de nacimiento en los mamíferos. Sin embargo, se ha reportado que Bt. tiene cierto potencial mutagénico en tejido vegetal, por lo que un uso extensivo de cualquier formulación de este insecticida en plantas alimenticias podría ser peligroso. No se han reportado efectos carcinogénicos.

Endosulfan

Algunos efectos crónicos han sido reportados en animales expuestos a endosulfan. Entre otros, hay efectos en riñones, hígado, la composición química de la sangre, y la glándula paratiroides.

Ratas alimentadas con dosis altas de endosulfan (5.0 mg/kg/día) tuvieron una progenie con esqueletos deformes. También se ha reportado daño en los órganos reproductivos. No se ha reportado efectos teratogénicos en ratas. Sin embargo, es posible que la exposición crónica a endosulfan pueda resultar en dificultades reproductivas o de desarrollo en seres humanos. No hay evidencias directas de esta situación.

Endosulfan y sus metabolítos han presentado efectos mutagénicos en células bacterianas y de levaduras. Además se han reportado efectos en dos diferentes especies de mamíferos. Es posible que este insecticida pueda inducir cambios celulares en seres humanos. Se han reportado efectos carcinogénicos en ratas y ratones machos. No se han reportado casos de cáncer en humanos debido a una exposición crónica a endosulfan. La EPA ha colocado a endosulfan en la categoría de "no clasificable", debido a la falta de información de su carcinogenicidad.

Methamidophos (MTD)

En un estudio se alimento a perros con una dosis de 32 mg de MTD/kg de comida/día, durante un año, sin que estos presentarán ningún efecto adverso en el peso corporal o en el consumo de alimento, ni en la composición química de la sangre y de la orina. Sin embargo, si se encontró una disminución en los niveles de colinesterasa.

Dos generaciones de ratas fueron alimentadas con diversas dosis de MTD, encontrándose que hubo una disminución de la progenie en la segunda generación. En seres humanos, se detecto una reducción en el número de espermatozoides y en la viabilidad de estos, cuando se analizó la situación hombres expuestos al producto Tamarón en China.

Con respecto a efectos teratogénicos, se han observado cambios patológicos en el hígado de conejos neonatos, cuando sus madres fueron expuestas a MTD. Sin embargo otros estudios no han encontrado ningún efecto teratogénico en ratas y conejos, excepto en perdida de peso. Algunos estudios demuestran la habilidad de MTD de inducir cambios patológicos en cromosomas, otros han encontrado lo contrario. En todo caso, se puede afirmar que MTD puede ser débilmente mutagénico. No se ha encontrado pruebas de carcinogenicidad en ratas y ratones.

Methomyl

Pulmones, piel, ojos, tracto intestinal, riñones, y bazo han sido afectados en varios experimentos, dependiendo de la ruta de entrada, la duración de la exposición y la dosis. Exposiciones prolongadas o repetidas a methomyl pueden causar síntomas similares a los de intoxicación aguda. Los efectos de inhibición de colinesterasa pueden ser más severos en personas con exposiciones continuas a este químico. La EPA ha establecido que agua que contenga 200 ppb o menos de Methomyl es aceptable para beber cada día durante todo el tiempo de vida de una persona, sin riesgos para la salud.

Methomyl no ha causado efectos en la reproducción, ni anormalidades congénitas en ratas. Tampoco se han encontrado efectos teratogénicos en la progenie de conejos alimentados con dosis de 50 y 100 ppm de methomyl. Luego de varia pruebas hechas, se ha concluido que este insecticida no es mutagénico ni carcinogénico.

Oxamyl

Una exposición repetida y prolongada a oxamyl puede causar síntomas similares a los de intoxicación aguda. La EPA ha determinado en 200 µg/l la concentración máxima de oxamyl en agua, para que esta sea consumida durante toda la vida de una persona sin que esto represente riesgos para su salud.

En un estudio en ratas alimentadas con 100 y 150 ppm de oxamyl, se encontró que las progenies disminuían su tamaño de camada, la viabilidad de la misma, la lactación y el peso de los neonatos. Este insecticida no presenta efecto teratogénicos en progenies de conejos y ratas. Tampoco se han presentado efectos mutagénicos. Por otro lado, los resultados de muchas investigaciones indican que oxamyl no incrementa el riesgo de cáncer en humanos.

Fungicidas

Chlorothalonil

No se han reportado efectos en la apariencia física, comportamiento o sobrevivencia en ratas expuestas a dosis de chlorothalonil. Cambios en los riñones, como alargamiento, fueron comunes.

Irritación de la piel y ojos ha sido una consecuencia de la exposición a este fungicida. Esto ocurre principalmente en trabajadores expuestos directamente al producto.

No se han detectado efectos del chlorothalonil en la reproducción de ratas. Sin embargo, aplicando dosis altas a hembras de conejo embarazadas, resulto en un 50 % de abortos. Estos estudios sugieren que este químico no afecta la reproducción humana, excepto a dosis muy altas. Tampoco se espera que chlorothalonil produzca defectos al nacimiento ni riesgos mutagénicos en seres humanos. Chlorothalonil es un potencial cancerígeno para seres humanos, afectando los riñones, ureteres, y la vejiga en varios estudios con animales.

Sulfato de cobre
Aplicadores de Caldo Bordeles en viñedos luego de 3 a 15 años de exposición a este químico experimentaron enfermedades en el hígado. Anemia puede aparecer como consecuencia de exposición a nivel bajos de sulfato de cobre.

El crecimiento de ratas fue retardado cuando se incluyo 25 mg/kg de sulfato de cobre en sus dietas. 200 mg/kg causaron inanición y muerte. Este material causó un significante incremento de la tasa de mortalidad en ratones que fueron expuestos a niveles en el aire equivalentes a los niveles de exposición humanos. El límite de sulfato de cobre en el agua potable impuesto por la EPA es de 1 ppm.

Reabsorción de embriones por hembras de roedores, atrofia testicular en aves, así como interrupción de la producción de esperma, son algunos de los efectos de sulfato de cobre en la reproducción. Afecciones cardíacas ocurrieron en la progenie sobreviviente de hembras de roedores a las que se aplico sales de cobre por vía intravenosa.

A concentraciones de 400 y 1000 ppm, sulfato de cobre causo mutaciones en dos tipos de microorganismos. Se ha encontrado que 10 mg/kg pueden causar tumores en el sistema endocrino en aves. Una sobreexposición a este material puede resultar en daño en el hígado, riñones, tracto gastrointestinal y daño cerebral permanente.

Iprodiona
Estudios en perros y en ratas no han podido determinar ningún efecto crónico por una continua exposición a este fungicida. Esto contrasta con otros estudios, que reportan daños en la próstata y moléculas de hemoglobina en perros, y efectos en riñones e hígado. De cualquier manera el riesgo de toxicidad crónica para humanos es imposible de medir.
No se han encontrado efectos en la progenie de ratas alimentadas con dosis de iprodiona. No hay información sobre la mutagenicidad de este químico. Diversos estudios han reportado que no existe riesgo de cáncer en animales.

Mancozeb
Perros alimentados durante dos años con dosis de 0, 0,625, 2,5, o 25 mg/kg de mancozeb presentaron bajas en el contenido de Iodo.

Metalaxyl
Este químico ha demostrado tener cierto efecto en el alargamiento celular en el hígado de ratas a dosis altas. Perros han manifestado un incremento en el fosfato alcalino y en la relación del peso hígado/cerebro. No se han reportado efectos reproductivos ni de toxicidad de hembras en estudios conducidos en ratas. Tampoco se han reportado efectos de teratogenicidad, ni potencial mutagénico de este compuesto. Metalaxyl no pudo ser clasificado como oncogénico por la EPA *Cancer Assessment Group* (Grupo de Valoración del Cáncer).

En el Cuadro 6 se presentan el metabolíto residual, la ingesta diaria aceptable (IDA), y el límite máximo de residuos (LMR) de algunos plaguicidas utilizados en Cultivos Palmerola. Esta información ha sido calculada en base al consumo de ciertas hortalizas y/o tomate (Pesticide residues in food, s.f; Códex Alimentarius, 1993).

Cuadro 6. Plaguicidas que presentan un límite máximo de residuos (LMR) y/o una ingesta máxima aceptable.

Plaguicida	*Residuo*	*IDA*	*Producto*	*LMR*
		mg/kg de peso corporal		mg/kg
Insecticidas				
Acefato	Acefato	0.03	Hortalizas	0.1- 0.5
Bifenthrin				0.01 - 10
Cipermetrin	Cipermetrin	0.05	Tomates	0.5
Endosulfan	Suma de α- y β-endosulfan y de endosulfan sulfato	0.06	Hortalizas	2
Metamidofos	Metamidofos	0.004	Hortalizas	0.01- 1
Metomil	Metomil + metomilo oxima	0.03	Tomates	1
Oxamil	Oxamil	0.03	Tomates	2
Fungicidas				
Carbendazim	Metabolitos de benomilo	0.01	Hortalizas	0.1- 0.5
Clorotalonil	Clorotalonil	0.03	Tomates	5
Iprodiona	Iprodiona	0.2	Tomates	5
Metalaxil	Metalaxil	0.03	Tomates	0.5

2.2.3.3 Efectos Ecológicos (EXTOXNET, 1997).

Acefato

Como se aprecia en el Cuadro 5, acefato es considerado moderadamente tóxico para algunas aves, afectando su comportamiento y el éxito en la reproducción. Con respecto a los peces, es considerado relativamente no tóxico. Para especies que no fueron objetivo, como por ejemplo las abejas, es considerado tóxico. Algunos estudios con este insecticida han reportado efectos negativos en diversas especies de parasitoides.

Acefato se disipa rápidamente en el suelo, con una vida de 3 a 6 días en condiciones aeróbicas y anaeróbicas, respectivamente. El mayor metabolíto es CO2 en ambos casos. Estudios de suelo indican que acefato es móvil en la mayoría de suelos.

No hay información disponible para el efecto de acefato en el agua superficial.

***Bacillus thuringiensis* (Bt.)**

Bt. no es tóxico para las aves, se degrada y no persiste en su sistema digestivo. Tampoco se ha reportado ningún peligro para peces. Diversos niveles de aplicación de formulaciones de Bt. no han causado ningún nivel de toxicidad en insectos benéficos, ni tampoco en la miel producida por las abejas. Sin embargo, la EPA no ha completado aún estudios acerca de los peligros para especies de mariposas amenazadas o en peligro de extinción.

Bt. es un patógeno de ocurrencia natural, por lo que está sujeto a los mismos procesos de degradación y de desactivación que el resto de seres vivientes. Se degrada rápidamente por exposición a luz ultravioleta. Debido a su corta vida media, es menos propenso a causar resistencia en insectos plagas.

En condiciones adecuadas, Bt. puede permanecer varios meses en el suelo. Esto ocurre cuando las esporas quedan dentro de los cadáveres de los insectos infectados, ya en descomposición. No presenta ninguna movilidad en el suelo, y no representa ninguna amenaza para el agua subterránea.

No se ha reportado ningún peligro al utilizar formulaciones de Bt. cerca de cuerpos de agua.

Endosulfan

Las aves en general son bastante sensibles al envenenamiento con endosulfan. Muchas especies de peces son susceptibles a endosulfan. Este insecticida es moderadamente tóxico para insectos benéficos, como los parasitoides.

Endosulfan no se disuelve fácilmente en agua. Se inserta en las partículas de suelo. Cantidades grandes de este químico pueden ser encontradas en el agua superficial, cercanas a las áreas de aplicación. Se han encontrado además concentraciones pequeñas en el aire. Se han encontrado residuos de este insecticida en agua de pozo en California; pero no se espera que este sea un peligro en el agua subterránea.

Methamidophos
Es muy tóxico para aves. Es un compuesto tóxico para organismos acuáticos, principalmente para crustáceos, que a concentraciones tan bajas como 0.22 ng/l (0.00000022 mg/l) han presentado una mortalidad completa, luego de 96 horas de exposición.

MTD es tóxico para las abejas, puede reducir severamente su actividad de polinización por un período prolongado de tiempo después de la aplicación del insecticida.

En suelos de condición aeróbica, la vida media de MTD es: 1,9 días en sedimentos, 4,8 días en arcilla, 6,1 días en arena, y 10 - 12 días en arena arcillosa. Tiene una vida media en agua superior a los 90 días en un pH de 5, reduciéndose a medida que aumenta el pH del agua.

Methomyl
Es altamente tóxico para aves. Se han reportado muertes de gallinas y faisanes luego de 10 minutos de exposición a methomyl. Es altamente tóxico para peces e invertebrados acuáticos. En relación a las abejas, es altamente tóxico, tanto por contacto como por ingestión.

Debido a su alta solubilidad en agua (58,000 μg/ml) y a su vida media en el suelo (33 días), methomyl puede tener el potencial para contaminar el agua subterránea. Puede tener mucha movilidad dependiendo del tipo de suelo. La adsorción de methomyl por las partículas de suelo es débil; es rápidamente degradado por los microbios del suelo.

Methomyl no debe ser aplicado cerca de cuerpos de agua, o en lugares donde ocurre fácilmente escorrentía. Se ha estimado que puede permanecer activo en el agua, por un período de 25 semanas en promedio, dependiendo del pH de la misma. Este insecticida aparentemente no se bioconcentra en sistemas acuáticos.

Oxamyl
Oxamyl es extremadamente tóxico para aves. Es moderadamente tóxico para peces, y altamente tóxico para abejas.

Este insecticida se adsorve a la materia orgánica de los suelos. Sin embargo, se descompone rápidamente en el suelo debido a las bacterias aeróbicas y anaeróbicas. Oxamyl es hidrolizado rápidamente en suelos neutros y alcalinos, y más lentamente en suelos ácidos.

Oxamyl es altamente soluble en agua (280 g/l a 25°C), y aunque generalmente la alta solubilidad promueve la contaminación del agua subterránea, este insecticida es rápidamente descompuesto por las bacterias del suelo. Por lo tanto es considerado un plaguicida no persistente, con un bajo potencial para la contaminación del agua subterránea. Sin embargo, si es aplicado en lugares donde hay altos volúmenes de agua superficial, puede ocurrir contaminación del agua subterránea.

Fungicidas

Chlorothalonil

Este fungicida es prácticamente no tóxico para aves. Sin embargo, es altamente tóxico para la vida acuática. Este compuesto no es tóxico para abejas.

En suelos aeróbicos, la vida media de chlorothalonil es de uno a tres meses. No es degradado por la luz del sol en la superficie del suelo. Se considera que chlorothalonil no representa riesgos de contaminación del agua subterránea.

Sulfato de cobre

Este fungicida es menos tóxico para aves que para otros animales. Sulfato de cobre es muy tóxico para peces, esto varía según la especie y las características físicas y químicas del agua. Una aplicación directa de sulfato de cobre al agua puede causar una disminución significante de las poblaciones de organismos acuáticos.

Otros organismos afectados son los camarones, cangrejos y ostras. Aún se desconoce el efecto real en otras especies que están en peligro de extinción. Sulfato de cobre presenta un alto riesgo de toxicidad para abejas, lombrices de tierra, e incluso algunos animales de granja.

El cobre es fuertemente bioacumulado. La actividad biológica es un factor que determina la ocurrencia y la distribución de cobre en el ecosistema.

Es uno de los metales pesados más móviles en la superficie del suelo. El sulfato de cobre es parcialmente lavado hasta el nivel de agua subterránea, pero se disuelve rápidamente en el agua. Por lo tanto es un potencial contaminante de agua, si se aplican grandes cantidades directamente en los cuerpos de agua.

Iprodiona

Es tóxico únicamente para aves silvestres y moderadamente tóxico para especies de peces. Iprodiona no es tóxico para abejas. No existen reportes de que sea fitotóxico. La vida media de iprodiona en el suelo va de los 20 a los 160 días. La información acerca de la presencia o ausencia de iprodiona en el agua subterránea o superficial no es actualmente disponible.

Metalaxyl

Es prácticamente no tóxico para pájaros y peces. Los invertebrado acuáticos son más susceptibles a metalaxyl. Actualmente no existe documentación referente a la toxicidad de este compuesto para organismos marinos. Metalaxyl no es tóxico para abejas. La EPA ha indicado que metalaxyl posee una pequeña amenaza para especies acuáticas o terrestres en peligro de extinción.

En condiciones de campo, metalaxyl tiene una vida media de una a ocho semanas. En un sondeo a nivel nacional en los Estados Unidos se detectaron concentraciones de 0,27 a 2,3 ppb de este compuesto.

2.3 MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS. (MIP)

El amplio rango de problemas con plagas en la agricultura y la necesidad de plaguicidas, con sus efectos negativos en la salud humana y ambiental, demanda un enfoque básico y amplio del control de plagas. Al parecer el MIP es la mejor, y probablemente la única ruta, para un control de plagas en la agricultura que sea ambientalmente aceptable (Luckmann y Metcalf, 1982).

Diversas Definiciones de MIP.

El Manejo Integrado de Plagas "es una inteligente selección y uso de acciones para el control de plagas que asegurará consecuencias económicas, ecológicas, y sociales favorables" (Rabb, 1972).

El MIP es un sistema de manejo de la población de plagas que anticipa y previene el alcance de la plaga de un nivel de daño, utilizando todas las técnicas idóneas, como: enemigos naturales, control cultural, y el uso juicioso de plaguicidas (Farm and Forest INSHIGTS).

El MIP es un sistema basado en prácticas científicas, comprobadas a nivel de la producción del cultivo y conservación de los recursos naturales. Utiliza técnicas adecuadas, como enemigos naturales, plantas resistentes a plagas, prácticas culturales, y plaguicidas, en un sistema total de producción de cultivo, para anticipar y prever que la plaga llegue a un nivel de daño (Bruhn, 1992).

El MIP es un enfoque sostenible al manejo de plagas, combinando herramientas biológicas, culturales, físicas y químicas en una forma que minimice los riesgos económicos, de salud humana y ambientales (NCIPM, 1994).

El MIP es un complejo conjunto de conductas, procedimientos para la toma de decisiones, métodos, tecnologías y valores organizados para proveer un método alternativo eficiente para el control de plagas (Apple y Smith, 1976).

El MIP es una filosofía del agricultor para el manejo de plagas. Un enfoque cuidadoso y comprensivo del reto de la agricultura que utiliza diferentes disciplinas, buscando establecer conexiones y relaciones entre estas. Es una estrategia de control de plagas con una base ambiental, ofrecida como parte de todo un sistema de producción agrícola. El MIP provee un conjunto diverso de prácticas que pueden ser utilizadas juntas en la lucha contra las plagas, en una manera eficiente ecológica y económicamente (Farrel, s.f.).

Según Matteson y Meltzer (1994) MIP protege la salud humana y ambiental, minimizando el uso de plaguicidas. Su énfasis es en el crecimiento de un cultivo sano, de manera que la infestación por plagas sea mínima. Se prefiere el uso de medidas no químicas para el control de plagas, con lo cual la aplicación de plaguicidas menos tóxicos es el ultimo recurso a utilizar para impedir un daño económico significativo.

Prioridades en investigación para el desarrollo de sistemas de MIP incluyen, 1) la selección de cultivos resistentes a plagas; 2) practicas en el cultivo que impidan los problemas con plagas; 3) el reforzamiento y aumento de enemigos naturales para mantener las plagas bajo control la mayoría del tiempo y 4) la determinación de los niveles de infestación para los cuales es rentable la aplicación de plaguicidas ayuda en evitar tratamientos que no son rentables (Matteson y Meltzer, 1994).

2.4 EL CULTIVO DEL TOMATE Y SUS PLAGAS.

2.4.1 El Cultivo del Tomate.

Según Ospina y Aldana (1995), tomate es el nombre común de una planta herbácea de la familia de las *solanaceas*, nativa de los Andes sudamericanos. Alguna vez se penso que eran venenosos, sin embargo, este fruto se ha vuelto uno de los cultivos vegetales mas ampliamente desarrollados y comercializados a nivel mundial (ver Figura 3). Son cultivados como anuales en la mayoría de regiones del mundo, y son valorados como fuente de minerales y de vitaminas, particularmente la vitamina A y C. Las numerosas variedades difieren grandemente en forma de planta y tipo de fruto (Ospina y Aldana ,1995).

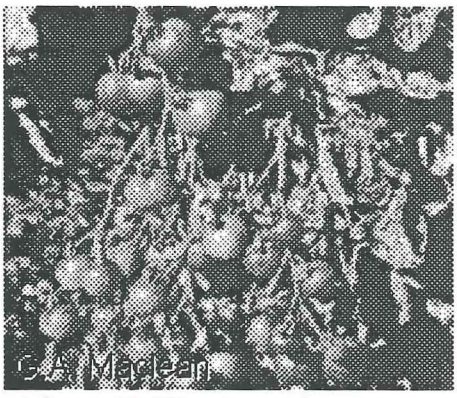


Figura 3. El cultivo de tomate.

2.4.1.1 Descripción Botánica.

El tomate es una hortaliza que dependiendo de la variedad, puede medir más de 2 m de altura por lo que requeriría tutoreo. La raíz es pivotante o ramificada, según sea de siembra directa o de transplante. Los tallos son de consistencia herbácea ; por ello no pueden sostenerse solos; pueden ser determinados o indeterminados, angulares o semileñosos, con ramificaciones o con forma simploidal, y de las axilas de las hojas producen nuevas ramas, que terminan en la yema floral. Las hojas son compuestas, anchas, ovaladas, dentadas, vellosas, glandulosas, pecioladas, con distribución alterna y de color verde intenso (Gudiel, 1987).

Las flores se presentan en racimo simple, dicotómico y policotómico, amarillas, conformados por cinco sépalos, cinco pétalos, cinco estambres y un pistilo con la polinización bisexual y autógama. Los frutos son bayas carnosas de diferente forma y color según las variedades (ver Figura 4). Las semillas son aplanadas, reniformes de color amarillo, con poder germinativo que mantienen por varios años (Gudiel, 1987).

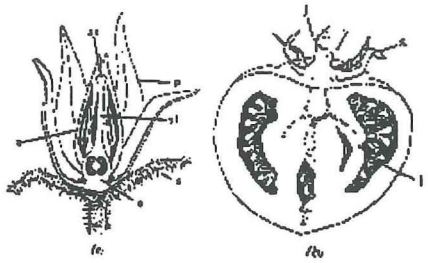


Figura 4. La flor y el fruto del tomate (Pierce, 1987).

Puede ser un cultivo anual o perenne, que comienza a germinar a los cuatro a siete días después de sembrada la semilla ; transplantadas las plántulas a los 18 a 25 días, se cosechan entre los 80 y 120 días, según la variedad. Se adapta a todos los climas de acuerdo con las variedades o tipos para cada piso térmico. La temperatura óptima para la germinación de la semilla está entre 15 y 20°C y para el desarrollo de la planta entre 21 y 24 °C ; los vientos fuertes y las temperaturas inferiores a 15 °C alargan el período vegetativo. La humedad relativa muy alta favorece el desarrollo de agentes patógenos que atacan el follaje y los frutos. Las precipitaciones apropiadas son de 1000 a 1500 mm anuales (Gudiel, 1987).

2.4.1.2 Cosecha y rendimiento

Dependiendo de la variedad y del piso térmico donde se desarrolle el cultivo, el tomate inicia su producción a partir de los 85 a 90 días siguientes al transplante, y continúa produciendo hasta el agotamiento del cultivo. Se acostumbra hacer dos o tres recolecciones por semana, recogiendo la fruta de su estado de madurez fisiológica óptima cuando el tomate ha logrado un máximo desarrollo e inicia el cambio de verde a rojo. Las variedades industriales se cosechan cuando el fruto se vuelve rojo. El rendimiento

promedio varía entre 20000 y 30000 kg./ha, según la variedad, el clima y el manejo del cultivo (Gudiel, 1987).

2.4.1.3 Suelo

La planta tolera diversos suelos, y se adapta tanto a los arenosos como a los arcillosos, aunque prefiere suelos francos de buena fertilidad, profundos, aireados y sueltos con buen drenaje, sobre los cuales el cultivo produce mejores resultados. El pH del suelo debe estar entre 6,4 y 7 para que la planta asimile bien los nutrimentos y crezca normalmente (Pardee, 1994).

2.4.1.4 Importancia.

El tomate se constituye en una importante fuente de vitaminas, entre otros nutrientes (ver Cuadro 7) (Ospina y Aldana, 1995).Por otro lado se debe considerar que el tomate es la más importante hortaliza de fruto que se explota a nivel centroamericano (CATIE, 1990). Se calcula que para el año 2000 el consumo mundial de hortalizas alcance los 66 millones de toneladas (FAO, 1995). Por lo tanto se debe favorecer la producción de esta hortaliza en un sistema que no implique riesgos al medio ambiente ni a la salud humana. Además este sistema debe ser rentable para el agricultor, asumiendo una aplicación correcta de políticas económicas y ambientales dirigidas hacia este sector. Considerando que, como lo señala Siman (1990), es importante que todo lo que se logre en este sentido debe ser transmitido al consumidor, ya que es el quien, de cierta manera, puede llegar a decidir que tan rentable puede ser un producto.

Cuadro 7. Composición Química de 100 gr. de parte comestible de Tomate.

Componentes principales	%
Agua	94.30
Proteínas	0.90
Grasas	0.10
Carbohidratos	3.30
Fibra	0.80
Cenizas	0.60
OTROS COMPONENTES	MG Y UI
Calcio	7.00
Fósforo	19.00
Hierro	0.70
Vitamina A	1100
Tiamina	0.05
Riboflavina	0.02
Niacina	0.60
Ácido ascórbico	20.00
Calorías	17

2.4.2 Plagas principales.

Tres de las plagas claves provienen de la zona algodonera centroamericana, donde históricamente han sido expuestas a una de las mayores tasas de uso de insecticida conocida en el mundo, y como consecuencia son sumamente resistentes a una gama amplia de productos (Vaughan y Leon, 1977; Swezey *et al.*, 1986; Rosset, 1986). Estas son la mosca blanca, *Bemisia tabaci* Genn. (Homoptera : Aleyrodidae), el complejo de gusanos del fruto, *Heliothis* spp. (Lepidóptera : Noctuidae), y el complejo de gusanos soldados, *Spodoptera* spp. (Lepidóptera : Noctuidae).

Las especies conocidas como plagas secundarias son la mosca minadora de la hoja, *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera :Agromyzidae) (Oatman y Kennedy, 1976), el gusano alfiler, *Keiferia lycopersicella* Walsingham (Lepidóptera : Gelechiidae) (Poe *et al.*, 1975), y en ciertas circunstancias aun la misma mosca blanca (Pollard, 1955). El Cuadro 8 presenta la importancia de estas plagas en el cultivo de tomate, según su desarrollo vegetativo. El complejo de gusanos (*Spodoptera* sp. y *Heliothis* sp.) son las plagas más molestas al final de la temporada, y que requieren mayores medidas de control, después de mosca blanca. Esto concuerda con lo expuesto por Mauricio Suazo en Cultivos Palmerola.

Cuadro 8. Fenología del Tomate y sus plagas (Rosset y Secaira, 1989)

Plaga	Plántula	Crec. Vegetativo	Floración	Formac. Frutos
Bemisia tabaci	********	*******+++++++		
***Diabrotica* spp.**	++++			
Gusanos cortadores	++++			
Liriomyza sativae		++++++++++++++	++++++++	
Keiferia lycopersicella		++++++++++++++	++++++++	+++++++++
***Heliothis* spp.**			+++++++	**********
***Spodoptera* spp.**	++++++++			**********

***** Plaga grave
++++++ Plaga ocasional

2.5 EL PROBLEMA DE MOSCA BLANCA.

Siendo que mosca blanca es el principal problema reportado en Comayagua (Caballero y Pitty, 1995), y que el programa MIP de Cultivos Palmerola se dirigió para su control[2], se ha considerado el hacer una breve descripción de este problema, haciendo especial énfasis

[2] Comunicación personal con Carlos Ramos. Jefe de la Sección de Investigación de Cultivos Palmerola. Teléfonos: 72 02 09, 72 14 95, 72 01 18 y 72 10 80.

en la especie *Bemisia tabaci*, que es la más común encontrada en el Valle de Comayagua[2]. Aunque también se ha reportado la presencia de *Bemisia tuberculata* y *Tetraleurodes mori*[2].

2.5.1 Aspectos generales de la mosca blanca.

Hasta ahora se han descrito unas 1200 especies de moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) (Bink-Moenen y Mound, 1990). En América Central, el Caribe y Colombia se encuentran al menos 30 especies, agrupadas en 15 géneros (Caballero, 1993). Sin embargo, las especies clave son *Bemisia tabaci* (Gennadius) y *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hilje, 1993).

B. tabaci puede transmitir muchos virus, incluyendo el geminivirus (Lastra, 1993). En América Central alcanzó densidades explosivas a inicios de la década de los sesenta (Rosset, 1986). En años recientes los problemas han recrudecido y alcanzado proporciones devastadoras, especialmente en el cultivo de tomate, con la transmisión de geminivirus (Lastra, 1993). Actualmente, la situación es más compleja, debido a la presencia del biotipo B, conocido como *B. argentifolli* (De Quattro *et al.*, 1997).

En América Central y el Caribe, *B. tabaci* ha generado en el tomate una situación de crisis y emergencia desde 1986 (Hilje, 1993). En Honduras, las explosiones poblacionales de la mosca blanca aparecieron en 1989, especialmente en el valle de Comayagua, donde anualmente se siembran 770 hectáreas de tomate. Para 1992, cerca de 460 hectáreas del cultivo de tomate fueron arrasadas por la transmisión del virus de la mosca blanca. En esta zona de Comayagua existen unos 500 pequeños productores de los que dependen más de 2000 personas que han sufrido pérdidas de sus cosechas de hasta un 100% (Caballero y Pitty, 1995). La importancia de esta plaga a nivel nacional puede apreciarse en la Figura 5.

La complejidad del problema con *B. tabaci* obedece a varios factores claves. Su tamaño pequeño (cercano a 1,5 mm) y la brevedad de su ciclo de vida (3-4 semanas) contribuyen mucho para alcanzar altas poblaciones, especialmente en la estación seca (Hilje, 1993).

En segundo lugar, el geminivirus transmitido por el insecto es particularmente nocivo, ya que asocia on los tejidos vasculares de la planta (Lastra, 1993); puede ser adquirido en apenas 4 horas al alimentarse sobre una planta enferma.

En tercer lugar, *B. tabaci* es muy polífaga, con al menos 500 especies vegetales pertenecientes a 74 familias, casi todas silvestres, en la que se alimenta y/o se reproduce (Rosset, 1986). Finalmente, el insecto muestra mucha plasticidad genética, manifiesta en su gran variabilidad intraespecífica, capacidad de desarrollar resistencia a los insecticidas, la existencia de biotipos o razas particulares asociados con hospedante específicos y tolerantes a climas diversos (Hilje, 1993).

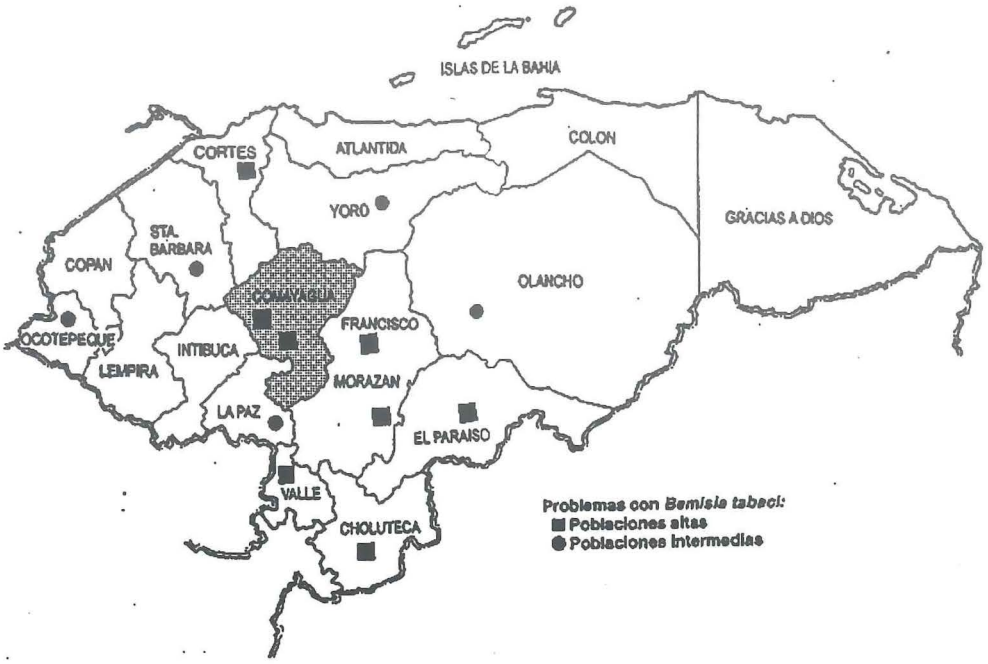


Figura 5. Departamentos hondureños más afectados por *Bemisia tabaci* (Caballero, 1995).

2.5.2 Combate químico.

Productores de tomate en toda la región centroamericana y del Caribe se enfrentan a la disyuntiva de abandonar su cultivo, ante la carencia de métodos de combate eficaces y rentables (Hilje, 1993). Los insecticidas han sido el método más utilizado, por con resultados insatisfactorios. Aunque hay productos que reducen en más del 90% el número de huevos, ninfas o adultos de *B.* tabaci en el tomate, el problema es combatir al insecto en su condición de vector de virus (Lastra, 1993).

Para los productores es desesperante observar que a pesar de las aplicaciones de insecticidas por la mañana, ya en la tarde los campos están infestados de nuevo. Aunque esto podría obedecer al desarrollo de resistencia, más bien debe obedecer a la afluencia continua y masiva de adultos desde los cultivos vecinos (Lastra, 1993). Además, lo más grave es la expresión de la virosis en todas las plantas de sus parcelas en un intervalo corto, lo cual decrece substancialmente la cantidad y la calidad de los frutos (Lastra, 1993).

En síntesis, los insecticidas pueden reducir substancialmente la cantidad de adultos presentes en un momento dado, pero no evitan la reinvasión posterior, ni la diseminación generalizada de la virosis (Hilje, 1993). Esto da fundamento a cuestionar la validez de utilizar insecticidas, como se hace actualmente para su combate. Ya que esta situación termina en el empleo más frecuente de insecticidas, y a dosis más altas, conduciendo a problemas de resistencia. Además, aunque se controlara una cantidad notoria de adultos, el problema de la virosis se manifestaría severamente (Asiático y Zoebich, 1992).

2.5.3 Esquema de un manejo integrado de mosca blanca.

Ante la problemática situación de mosca blanca como un vector de virus, el mejor esquema de manejo de esta plaga debería evitar o minimizar el contacto entre el vector y la planta de tomate. El punto clave en el manejo de *B. tabaci* es evitar que una vez adquirido el virus lo inocule en la planta (Hilje, 1993). Esto podría lograrse con varias prácticas de interferencia, repelencia y distracción (Rosset y Secaira, 1989).

Lo importante es considerar cualquier acción con respecto al período crítico del cultivo en relación al virus. Rooset (1986) ha encontrado que la planta es susceptible a la infección solamente durante los primeros 48 días, por lo que este autor opina que el combate no es necesario a partir de este momento. Lastra (1993) ha correlacionado la época de infección y el rendimiento del cultivo, observando que el período crítico corresponde aproximadamente a los primeros 50 - 60 días desde la germinación. Es posible que esta cifra varíe según el virus, la variedad de tomate, la altitud, etc., en todo caso esta parece ser una buen aproximación.

Siendo que los primeros 50 a 60 días son los más susceptibles a ataque de virosis, Hilje (1993) sugiere las siguientes tácticas de manejo:

- Durante la etapa de semillero, la táctica recomendada es la interferencia, es decir la exclusión física del insecto. Esto podría lograrse utilizando mallas. Ya que, como afirman Anzola y Lastra (1978), el transplante de matas ya infectadas del semillero al campo constituye un verdadero problema que abre espacio a la alternativa preventiva y eficaz de cubrir el semillero con una jaula de nylon.

- Una vez en el campo, se recomienda:
    * Interferencia, a través de:
        - ⇒ barreras físicas (Hein, 1984).
        - ⇒ coberturas inertes de color pálido.
        - ⇒ coberturas vivas como maní forrajero al rededor de la plantación.
        - ⇒ riego aéreo.

    * Repelencia, por medio de:
        - ⇒ aceites (minerales y vegetales)
        - ⇒ productos botánicos
        - ⇒ insecticidas sintéticos.

    * Distracción
        - ⇒ utilizando cultivos trampa (Al-Musa, 1982).

    * Mortalidad
        - ⇒ Insecticidas botánicos y sintéticos.
        - ⇒ control biológico.

Es importante anotar que, aunque un procedimiento propio del MIP es el uso de umbrales de acción, o niveles de daño económico, la experiencia indica que para *B. tabaci* en tomate, esto no es posible, al menos en la estación seca (Caballero, 1993). Ello se debe a las desmesuradas poblaciones que alcanza y a la eficiencia como vector de geminivirus.

En cuanto a alternativas repelentes se destaca el uso de aceite liviano rociado sobre el cultivo, lo cual provoca incluso, cierto grado de mortalidad de la mosca blanca, y con mayor rapidez que los productos químicos. Son aceptables los aceites minerales y vegetales, tales como los de ajonjolí, maní y semilla de algodón (Hein, 1984; Shaheen, 1983). Estos se emplearían con un nivel de daño económico basado en la relación entre la densidad poblacional de la mosca blanca y el rendimiento del tomate determinado por Rosset (1986) como se muestra en la Figura 6. La densidad se estima en base al número de adultos encontrados en 4 hojas compuestas de la mitad inferior de la planta (Rosset 1986).

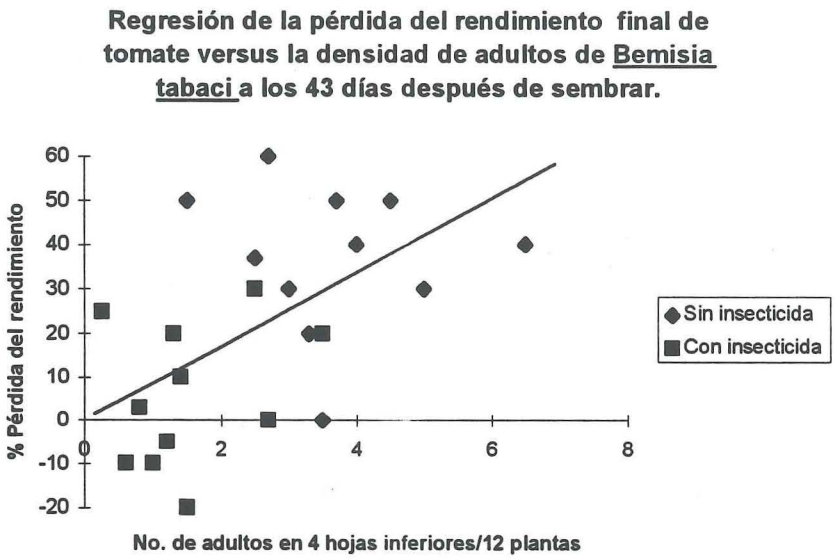


Figura 6. Efecto de la Densidad de mosca blanca durante los primeros 43 días del tomate después de transplante, en el rendimiento.

Cave (1994) afirma con respecto al control biológico de *B. tabaci*, que en América Central existe un buen complejo de parasitoides y depredadores de la plaga, que se deben aprovechar con prioridad. Sin embargo, no se logrará ningún resultado positivo con estos enemigos naturales, o introduciendo especies exóticas, a menos que haya una reducción notoria, o inclusive la eliminación, de insecticidas tóxicos a estos agentes de control biológico.

La acción complementaria y sinérgica de estos controles, como el sistema manejado en Cultivos Palmerola, aumentará la eficacia de cada táctica (Hilje, 1993). Todo intento de un manejo integrado de esta plaga debe hacerse como una acción regional, y no en fincas

aisladas. Las fincas vecinas en una misma zona agrícola se deben unir para desarrollar e implementar programas conjuntos de control, enfatizando controles no químicos (Cave, 1994).

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 ÁREA DEL ESTUDIO.

La Empresa Cultivos Palmerola se localiza en el Valle de Comayagua, en la región central de Honduras (ver Figura 7).

Para el análisis costo-beneficio, y para el análisis de cambios en el uso de plaguicidas, se trabajó con la información de tres proyectos de la empresa Cultivos Palmerola (ver Figura 8): Agropecuaria (90,91 ha), Sunnit (108,6 ha) y Verduras (122.38 ha). Se utilizó la información de estos proyectos debido a que fue la más completa a la que se pudo acceder.

Específicamente se escogio el proyecto Sunnit como base para la cuantificación del impacto biológico de los parasitoides en los campos de los agricultores vecinos. Se trabajo de esta manera por cuanto no fue posible recopilar información completa de los otros dos proyectos.

Figura 7. Ubicación del valle de Comayagua (Microsoft, 1995)

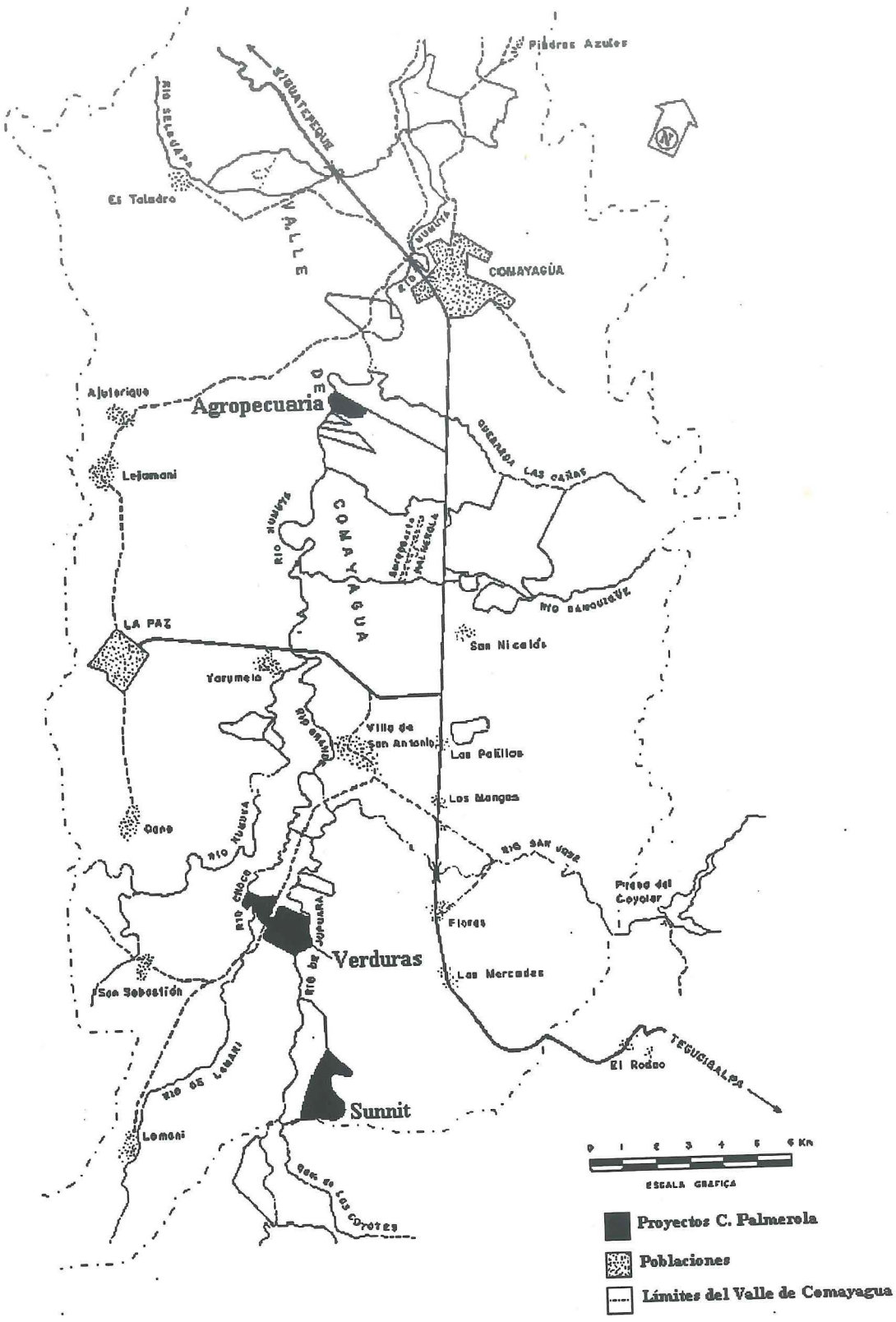


Figura 8. Ubicación de los Proyectos de Cultivos Palmerola en el Valle de Comayagua. (Corporación CRESSIDA, 1995).

3.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS POSIBLES EXTERNALIDADES DE LOS DOS SISTEMAS DE MANEJO DE PLAGAS.

Se hizo un análisis de las actividades de fitoprotección, en cuanto a sus efectos ambientales directos --que han sido considerados dentro de los campos de la Empresa Cultivos Palmerola-- y ciertas externalidades --efectos ambientales y de salud humana que no han sido considerados dentro del área física de Cultivos Palmerola--. Este análisis se resume en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Efectos Directos y Externalidades de las Actividades de fitoprotección de la Empresa Cultivos Palmerola.

Antes de MIP	Efectos Directos		Externalidades Potenciales	
	Costos	Beneficios	Costos	Beneficios
Control químico	· Costo de plaguicidas, aplicación, mano de obra y equipo.	· Disminución de plagas	·Potencial de costos de problemas de salud por beber agua contaminada ·Potencial de disminución en el ingreso neto de agricultores vecinos por la acción de m.b. a falta de enemigos naturales (EN) y por la resistencia debida a plaguicidas. · Potencial de costo de días perdidos de trabajo por agricul tores intoxicados (intoxicación aguda) · Potencial de costo de tratamiento de personas enfermas al consumir productos con residuos de plaguicidas (intoxicaciones crónicas)	

Con MIP	Efectos Directos		Externalidades Potenciales	
	Costos	Beneficios	Costos	Beneficios
Control manual de malezas en las rondas.	· Costo de mano de obra	· Disminución de competidores · Disminución de plagas	· Disminución de E.N.	· Mayor empleo para las personas del Valle. · Disminución de efectos negativos por el uso de plaguicidas.
Control mecánico de malezas en los lotes	· Costo de equipo y de mano de obra.	· Disminución de competidores · Disminución de plagas	· Disminución de E.N.	· Mayor empleo para las personas del Valle. · Disminución de efectos negativos por el uso de plaguicidas.

Uso de trampas amarillas	Costo de materiales, elaboración y muestreo.	· Disminución de mosca blanca · Disminución de uso de plaguicidas · Facilita el muestreo, volviendo más barata la mano de obra.		· Disminución de efectos negativos por el uso de plaguicidas.
Uso de cultivo trampa	· Costo de la berenjena.	· Disminución de la llegada de moscas blancas al tomate.		· Ayuda a la conservación de EN.
Uso de camas de sorgo	· Costo del sorgo.	· Disminución de la llegada de moscas blancas al tomate.		· Reducción de la Erosión eólica · Incremento de los E.N.
Uso de feromonas	· Costo de feromonas, y su muestreo.	· Disminución de gusanos.		
Liberación de *Trichogramma*	· Costo de Trichogrammas.	· Disminución de plagas		· Incremento de los E.N.
Uso de un control químico menos frecuente.	· Costo menor de plaguicidas, aplicación, mano de obra y equipo.	· Disminución de gusanos. · Disminución de E.N.	· Menor potencial de costos de problemas de salud por beber agua contaminada. · Menor potencial de disminuciòn en el ingreso neto de agricultores vecinos por la acción de m.b. a falta de enemigos naturales (EN) y por la resistencia debida a plaguicidas. · Menor potencial de costo de días perdidos de trabajo por agricul tores intoxicados (intoxicación aguda) · Menor costo potencial de de tratamiento de personas enfermas al consumir productos con residuos de plaguicidas (intoxicaciones crónicas)	

3.3 ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO.

De la sección de Contabilidad de Cultivos Palmerola, se recopiló la siguiente información de los proyectos Agropecuaria, Sunnit y Verduras, durante las temporadas 1992/1993 y 1993/1994, para el período anterior a MIP; y, 1994/1995 y 1995/1996, para el período de utilización de MIP:

- Costos de fitoprotección en US$.
- Ingresos totales en US.$
- Rendimientos por hectàrea (Ton/ha).
- Producciòn total de tomate (ton/proyecto).

Dado que la empresa no vende su producción, sino que la transfiere a la fábrica Natura's, se consideró que para fines de su contabilidad interna, Cultivos Palmerola ha trabajado con un precio de transferencia, que para el caso de los años analizados, se asumió como constante[3].

Utilizando el programa *Statistical Analysis System* (SAS, 1985), se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) de los datos presentados en los Cuadros 10, 11, 12, 13 y 14, que fueron actualizados con una tasa de incremento de 5% anual (Paniagua, 1997). El objetivo fue comprobar la hipótesis nula de que no existen diferencias en el ingreso neto entre el sistema anterior a MIP y utilizando MIP. Se uso un modelo de bloques completos, consistiendo de los proyectos, con año anidado dentro de cada uno de los dos sistemas de manejo de plagas.

Para el análisis de retornos se consideró la forma de un presupuesto parcial[1]. Para esto se utilizaron las siguientes fórmulas:

Retorno a la fitoprotección = Ingresos totales - Costos de fitoprotección *(1)*

Retorno al control de malezas = Ingresos totales - Costos de control de malezas *(2)*

Retorno al control de insectos = Ingresos totales - Costos de control de insectos *(3)*

Retorno al control de enfermedades = Ingresos totales - Costos de control de enfermedades *(4)*

La relación Beneficio/Costo se realizó en base a la siguiente fórmula:

Relación Beneficio/Costo = Retorno al costo X / costo X *(5)*

[1] Comunicación personal con Freddy Arías. Departamento de Economía Agrícola. Escuela Agrícola Panamericana.

Cuadro 10. Costos de fitoprotección e ingresos totales para el proyecto Agropecuaria.

Proyecto	Agropecuaria (90,91ha.)			
	Antes de MIP		Utilizando MIP	
Años	*92-93*	*93-94*	*94-95*	*95-96*
Costo de Fitoprotección.	**U.S.$**	**U.S.$**	**U.S.$**	**U.S.$**
Control de malezas	**14.688,33**	**13.988,88**	**13.322,75**	**13.665,26**
Control de insectos	**81.819,00**	**77.922,86**	**19.176,44**	**21.035,44**
Insecticidas	40.909,50	38.961,43	6.232,18	6.836,16
Equipo	20.454,75	19.480,71	1.917,97	2.103,86
Ayudantes	8.181,90	7.792,29	0,00	0,00
Muestreo	12.272,85	11.688,43	1.917,97	2.103,86
Berenjena	0,00	0,00	479,08	526,16
Limpieza de rondas	0,00	0,00	2.876,14	3.155,39
Trampas de plástico	0,00	0,00	958,99	1.051,54
Trampas de feromonas	0,00	0,00	1.917,97	2.103,86
Barreras de sorgo	0,00	0,00	958,99	1.051,54
Liberación de *Trichogramma*	0,00	0,00	1.917,97	2.103,86
Control de enfermedades	**21.592,03**	**20.563,84**	**19.584,61**	**22.621,78**
Insumos	12.955,58	12.338,65	11.751,10	13.573,38
Equipo	6.477,34	6.168,89	5.875,14	6.786,69
Mano de obra	2.159,11	2.056,30	1.958,38	2.262,49
Costo total	**118.099,36**	**112.475,58**	**52.083,80**	**57.322,48**
Ingreso total	**879.895,99**	**716.160,76**	**378.881,66**	**199.325,14**

Cuadro 11. Costos de Fitoprotección e Ingresos totales para el proyecto Sunnit.

Proyecto	Sunnit (108,60 ha.)			
	Antes de MIP		Utilizando MIP	
Años	*92-93*	*93-94*	*94-95*	*95-96*
Costo de Fitoprotección.	**U.S.$**	**U.S.$**	**U.S.$**	**U.S.$**
Control de malezas	**17.546,54**	**16.710,99**	**15.915,23**	**15.157,36**
Control de insectos	**97.740,00**	**93.085,71**	**22.908,37**	**21.817,50**
Insecticidas	48.870,00	46.542,86	7.445,22	7.090,69
Equipo	24.435,00	23.271,43	2.290,84	2.181,75
Ayudantes	9.774,00	9.308,57	0,00	0,00
Muestreo	14.661,00	13.962,86	2.290,84	2.181,75
Berenjena	0,00	0,00	572,71	545,44
Limpieza de rondas	0,00	0,00	3.436,25	3.272,62
Trampas de plástico	0,00	0,00	1.145,41	1.090,87
Trampas de feromonas	0,00	0,00	2.290,84	2.181,75
Barreras de sorgo	0,00	0,00	1.145,41	1.090,87
Liberación de *Trichogramma*	0,00	0,00	2.290,84	2.181,75
Control de enfermedades	**25.793,55**	**24.565,29**	**23.395,51**	**22.281,44**
Insumos	15.476,13	14.739,17	14.037,31	13.368,86
Equipo	7.738,07	7.369,59	7.018,66	6.684,44
Mano de obra	2.579,36	2.456,53	2.339,56	2.228,15
Costo total	**141.080,09**	**134.361,99**	**62.219,11**	**59.256,30**
Ingreso total	**1.615.855,09**	**906.064,38**	**528.706,83**	**487.668,21**

Cuadro 12. Rendimiento por hectárea de los tres proyectos durante 4 temporadas.

		Antes de MIP		Utilizando MIP	
Proyectos	*Area*	*92/93*	*93/94*	*94/95*	*95/96*
	Ha.	ton/ha	ton/ha	ton/ha	ton/ha
Sunnit	108,60	40,74	31,60	51,37	54,40
Agropecuaria	90,91	26,50	18,40	51,40	54,00
Verduras	122,38	37,18	28,30	51,37	54,30

Cuadro 13. Costos de Fitoprotección e Ingresos totales para el proyecto Verduras.

Proyecto	Verduras (122,38 ha.)			
	Antes de MIP		Utilizando MIP	
Años	*92-93*	*93-94*	*94-95*	*95-96*
Costo de Fitoprotección.	**U.S.$**	**U.S.$**	**U.S.$**	**U.S.$**
Control de malezas	**19.772,94**	**18.831,37**	**17.934,64**	**17.080,61**
Control de insectos	**110.142,00**	**104.897,14**	**25.814,69**	**32.047,94**
Insecticidas	55.071,00	52.448,57	8.389,55	10.415,18
Equipo	27.535,50	26.224,29	2.581,91	3.205,32
Ayudantes	11.014,20	10.489,71	0,00	0,00
Muestreo	16.521,30	15.734,57	2.581,91	3.205,32
Berenjena	0,00	0,00	644,92	801,33
Limpieza de rondas	0,00	0,00	3.871,76	4.806,93
Trampas de plástico	0,00	0,00	1.290,96	1.602,66
Trampas de feromonas	0,00	0,00	2.581,91	3.205,32
Barreras de sorgo	0,00	0,00	1.290,96	1.602,66
Liberación de *Trichogramma*	0,00	0,00	2.581,91	3.205,32
Control de enfermedades	**29.066,47**	**27.682,36**	**26.364,15**	**35.796,65**
Insumos	17.440,37	16.609,88	15.818,93	21.478,41
Equipo	8.719,58	8.304,36	7.908,91	10.738,68
Mano de obra	2.906,53	2.768,12	2.636,30	3.579,56
Costo total	**158.981,41**	**151.410,87**	**70.113,47**	**84.925,19**
Ingreso total	**1.661.784,42**	**1.198.602,49**	**552.798,19**	**409.179,43**

Cuadro 14. Producción de los tres proyectos durante 4 temporadas.

		Antes de MIP		Utilizando MIP	
Proyectos	*Area*	*92/93*	*93/94*	*94/95*	*95/96*
	Ha.	Ton.	Ton.	Ton.	Ton.
Sunnit	108,60	4424,4	3431,8	5578,8	5907,8
Agropecuaria	90,91	2409,1	1672,7	4672,8	4909,1
Verduras	122,38	4550,1	3463,4	6286,7	6645,2

Cuadro 15. Distribución de costos del control de insectos en el proyecto Agropecuaria.

Proyecto	Agropecuaria			
	Antes de MIP		Utilizando MIP	
Años	*92-93*	*93-94*	*94-95*	*95-96*
	U.S.$	U.S.$	U.S.$	U.S.$
Control de insectos	**81.819,00**	**77.922,86**	**19.176,44**	**21.035,44**
Costo de control de m.b.	57.273,30	54.546,00	5.752,93	6.310,63
Costo de control de gusanos.	24.545,70	23.376,86	13.423,51	14.724,81

Cuadro 16. Distribución de costos del control de insectos en el proyecto Sunnit.

Proyecto	Sunnit			
	Antes de MIP		Utilizando MIP	
Años	*92-93*	*93-94*	*94-95*	*95-96*
	U.S.$	U.S.$	U.S.$	U.S.$
Control de insectos	**97.740,00**	**93.085,71**	**22.908,37**	**21.817,50**
Costo de control de m.b.	68.418,00	65.160,00	6.872,51	6.545,25
Costo de control de gusanos.	29.322,00	27.925,71	16.035,86	15.272,25

Cuadro 17. Distribución de costos del control de insectos en el proyecto Verduras.

Proyecto	Verduras			
	Antes de MIP		Utilizando MIP	
Años	*92-93*	*93-94*	*94-95*	*95-96*
	U.S.$	U.S.$	U.S.$	U.S.$
Control de insectos	**110.142,00**	**104.897,14**	**25.814,69**	**32.047,94**
Costo de control de m.b.	77.099,40	73.428,00	7.744,41	9.614,38
Costo de control de gusanos.	33.042,60	31.469,14	18.070,28	22.433,56

En los Cuadros 15, 16 y 17 se presenta la distribución de los costos de control de insectos entre el control de mosca blanca (m.b.) y el control de gusanos, que comprenden *Spodoptera* spp. y *Heliothis* sp.

3.4 ANÁLISIS DEL CAMBIO EN EL USO DE PLAGUICIDAS PARA LOS DOS SISTEMAS DE MANEJO DE PLAGAS.

De los registros mantenidos en la bodéga de productos químicos de Cultivos Palmerola, se recopiló la siguiente información, para los tres proyectos escogidos, durante las cuatro temporadas estudiadas:

- Nombre comercial de los insecticidas y fungicidas aplicados.
- Dosis de aplicación.
- Cantidad aplicada durante cada temporada.

En base a esta información, que aparece en los Cuadros 20 al 25, se determinó el número de aplicaciones de insecticidas y de fungicidas en cada temporada. Para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$\textbf{Número de aplicaciones} = \frac{\text{Total de producto aplicado (lt o kg)}}{\text{Dosis (lt o kg)/aplicación}} \qquad (6)$$

Como se puede apreciar en los Cuadros 18 y 19, y las Figuras 9 y 10, el cambio básico al programa MIP fue orientado a la reducción en el uso de insecticidas. El número de aplicaciones de cada proyecto en cada temporada (Cuadros 18 y 19), resultado de la fórmula (*6*), fue objeto de un análisis de varianza (ANDEVA), utilizando el programa *Statistical Analysis System* (SAS, 1985).

El objetivo de este análisis fue comprobar la hipótesis nula de que no existen diferencias en el número de aplicaciones de insecticidas y de fungicidas entre el sistema anterior a MIP y utilizando MIP. Se uso un modelo de bloques completos, consistiendo de los proyectos, con año anidado dentro de cada uno de los dos sistemas de manejo de plagas. Para esto se consideraron los proyectos Sunnit, Agropecuaria y Verduras. Además, en la sección 2.2.6 de este trabajo, se presentan los resultados de investigaciones sobre la posible toxicidad de algunos de los plaguicidas utilizados en este empresa, extraídos de la base de datos EXTOXNET.

Cuadro 18. Número de aplicaciones de insecticidas.

	Antes de MIP		Utilizando MIP	
Proyectos	*92/93*	*93/94*	*94/95*	*95/96*
Agropecuaria	19,0	18,0	16,0	12,0
Sunnit	23,0	21,0	19,0	12,0
Verduras	26,0	24,0	21,0	18,0
Promedio	**22,7**	**21,0**	**18,7**	**14,0**

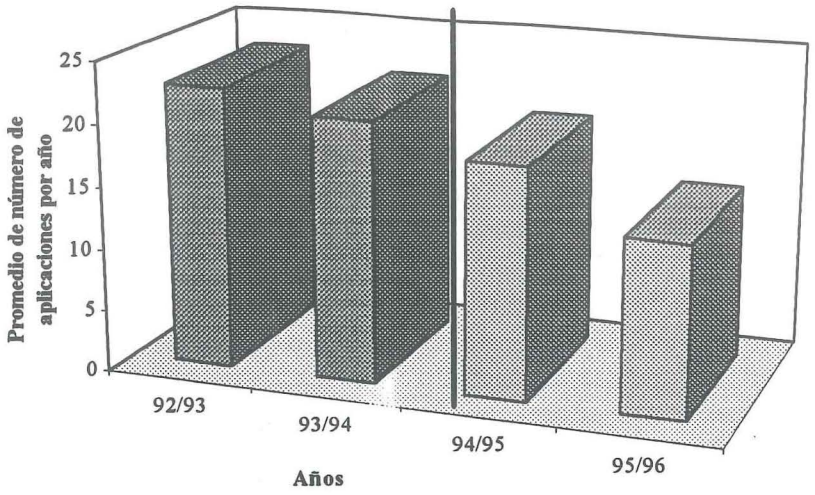


Figura 9. Cambios en los números de aplicaciones de insecticidas, antes de MIP y utilizando MIP.

Cuadro 19. Número de aplicaciones de fungicidas.

	Antes de MIP		Utilizando MIP	
Proyectos	*92/93*	*93/94*	*94/95*	*95/96*
Agropecuaria	9,0	9,0	9,0	9,0
Sunnit	11,0	11,0	11,0	9,0
Verduras	12,0	12,0	12,0	14,0
Promedio	**10,7**	**10,7**	**10,7**	**10,7**

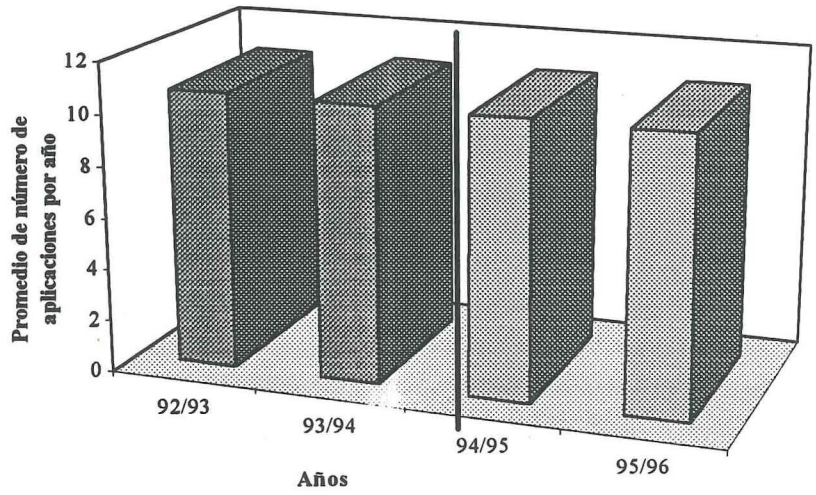


Figura 10. Número de aplicaciones promedio de los tres proyectos para las temporadas 92/93 , 93/94 (Antes de MIP), y 94/95, 95/96 (Utilizando MIP).

Cuadro 20. Total de Aplicaciones de Insecticidas para el proyecto Agropecuaria.

Insecticidas/Proyecto			Antes de MIP		Utilizando MIP	
Nombre común	N. comercial	unidad	92/93	93/94	94/95	95/96
acephate	Orthene	kg	0,00	0,00	108,60	0,00
ácidos grasos	M-PEDE	lt	0,00	0,00	0,00	814,50
bifenthrin	Talstar	lt	215,00	200,66	209,60	0,00
Bt.	Dipel 2x	kg	265,18	273,38	853,60	325,80
Bt. var. aizawai	XenTari	kg	0,00	0,00	0,00	54,30
Bt. var. kurstaki	Javelin	kg	166,76	163,49	0,00	0,00
Bt. var. kurstaki,d. e. e.[1]	MVP	lt	0,00	0,00	0,00	760,20
cypermethrin	Tambo	lt	590,00	586,27	348,60	0,00
endosulfan	Thiodan	lt	235,00	228,15	465,89	304,08
fenpropathrin	Herald	lt	613,97	584,73	279,10	0,00
flufenoxuron	Cascade	lt	0,00	0,00	155,30	0,00
metamidophos	Metamidophos	lt	730,93	664,48	387,70	0,00
methomyl	Lannate	kg	0,00	0,00	155,30	0,00
oxamyl	Vydate	lt	1.160,00	1.143,28	930,70	543,00
feromona	Feromona	unidades	0,00	0,00	0,00	8.145,00

[1] *Bacillus thuringiensis* var. kurstaki, delta endotoxina encapsulada.

Cuadro 21. Total de Aplicaciones de Insecticidas para el proyecto Sunnit.

Insecticidas/Proyecto			Antes de MIP		Utilizando MIP	
Nombre común	N. comercial	unidad	92/93	93/94	94/95	95/96
acephate	Orthene	kg	0,00	0,00	90,91	0,00
ácidos grasos	M-PEDE	lt	0,00	0,00	0,00	681,83
bifenthrin	Talstar	lt	250,00	239,69	175,46	0,00
Bt.	Dipel 2x	kg	316,76	326,56	714,55	272,73
Bt. var. aizawai	XenTari	kg	0,00	0,00	0,00	45,46
Bt. var. kurstaki	Javelin	kg	111,03	108,85	0,00	0,00
Bt. var. kurstaki,d. e. e.[1]	MVP	lt	0,00	0,00	0,00	636,37
cypermethrin	Tambo	lt	700,00	700,31	291,82	0,00
endosulfan	Thiodan	lt	470,00	454,22	390,00	254,55
fenpropathrin	Herald	lt	733,40	698,48	233,64	0,00
flufenoxuron	Cascade	lt	0,00	0,00	130,00	0,00
metamidophos	Metamidophos	lt	873,11	793,74	324,55	0,00
methomyl	Lannate	kg	0,00	0,00	130,00	0,00
oxamyl	Vydate	lt	950,00	910,45	779,10	454,55
feromona	Feromona	unidades	0,00	0,00	0,00	6.818,25

[1] *Bacillus thuringiensis* var. kurstaki, delta endotoxina encapsulada.

Cuadro 22. Total de Aplicaciones de Insecticidas para el proyecto Verduras.

Insecticidas/Proyecto			Antes de MIP		Utilizando MIP	
Nombre común	N. comercial	unidad	*92/93*	*93/94*	*94/95*	*95/96*
acephate	Orthene	kg	0,00	0,00	122,38	0,00
ácidos grasos	M-PEDE	lt	0,00	0,00	0,00	917,85
bifenthrin	Talstar	lt	280,00	270,12	236,19	0,00
Bt.	Dipel 2x	kg	356,96	368,00	961,90	367,14
Bt. var. aizawai	XenTari	kg	0,00	0,00	0,00	61,19
Bt. var. kurstaki	Javelin	kg	286,89	281,26	0,00	0,00
Bt. var. kurstaki,d. e. e.[1]	MVP	lt	0,00	0,00	0,00	856,66
cypermethrin	Tambo	lt	805,00	789,22	392,84	0,00
endosulfan	Thiodan	lt	340,00	307,13	525,00	342,66
fenpropathrin	Herald	lt	826,51	787,15	314,52	0,00
flufenoxuron	Cascade	lt	0,00	0,00	175,00	0,00
metamidophos	Metamidophos	lt	983,96	894,51	436,90	0,00
methomyl	Lannate	kg	0,00	0,00	175,00	0,00
oxamyl	Vydate	lt	1.570,00	1.539,05	1.048,80	611,90
feromona	Feromona	unidades	0,00	0,00	0,00	9.178,50

[1] *Bacillus thuringiensis* var. kurstaki, delta endotoxina encapsulada.

Cuadro 23. Total de Aplicaciones de Fungicidas para el proyecto Agropecuaria.

Fungicidas/Proyecto			Antes de MIP		Utilizando MIP	
Nombre común	N. comercial	unidad	*92/93*	*93/94*	*94/95*	*95/96*
banrot	Banrot	kg	0,00	0,00	61,90	1,63
carbendazim	Bavistin	kg	0,00	0,00	77,11	108,60
chlorothalonil	Bravo 720	lt	0,00	0,00	0,00	608,16
chlorothalonil	Bravo C/M	lt	1.564,16	1.461,83	0,00	271,50
copper hydroxide	Champion	kg	0,00	310,23	310,60	217,20
cymoxanil	Curzate	kg	0,00	0,00	232,40	543,00
iprodione	Rovral	kg	0,00	0,00	232,40	0,00
mancozeb	Mancozeb	kg	3.480,00	3.450,00	930,70	434,40
metalaxyl	Ridomil	kg	0,00	0,00	0,00	0,00
oxadixyl	Sandofan	kg	0,00	0,00	232,40	0,00

Cuadro 24. Total de Aplicaciones de Fungicidas para el proyecto Sunnit.

Fungicidas/Proyecto			Antes de MIP		Utilizando MIP	
Nombre común	N. comercial	unidad	92/93	93/94	94/95	95/96
banrot	Banrot	kg	0,00	0,00	51,82	1,36
carbendazim	Bavistin	kg	0,00	0,00	64,54	90,91
chlorothalonil	Bravo 720	lt	0,00	0,00	0,00	509,10
chlorothalonil	Bravo C/M	lt	934,21	873,09	0,00	227,28
copper hydroxide	Champion	kg	0,00	370,58	260,00	181,82
cymoxanil	Curzate	kg	0,00	0,00	194,55	454,55
iprodione	Rovral	kg	0,00	121,84	194,55	0,00
mancozeb	Mancozeb	kg	4.200,00	4.121,14	779,10	363,64
metalaxyl	Ridomil	kg	0,00	121,84	0,00	0,00
oxadixyl	Sandofan	kg	0,00	0,00	194,55	0,00

Cuadro 25. Total de Aplicaciones de Fungicidas para el proyecto Verduras.

Fungicidas/Proyecto			Antes de MIP		Utilizando MIP	
Nombre común	N. comercial	unidad	92/93	93/94	94/95	95/96
banrot	Banrot	kg	0,00	0,00	69,76	1,84
carbendazim	Bavistin	kg	0,00	0,00	86,89	122,38
chlorothalonil	Bravo 720	lt	0,00	0,00	0,00	685,33
chlorothalonil	Bravo C/M	lt	2.105,62	1.967,87	0,00	305,95
copper hydroxide	Champion	kg	0,00	417,62	350,00	244,76
cymoxanil	Curzate	kg	0,00	0,00	261,89	611,90
iprodione	Rovral	kg	0,00	0,00	261,89	0,00
mancozeb	Mancozeb	kg	4.670,00	4.644,32	1.048,80	489,52
metalaxyl	Ridomil	kg	0,00	0,00	0,00	0,00
oxadixyl	Sandofan	kg	0,00	0,00	261,89	0,00

3.5 CUANTIFICACIÓN DEL IMPACTO DE LOS PARASITOIDES DE CULTIVOS PALMEROLA EN LOS CAMPOS DE LOS AGRICULTORES VECINOS.

Se utilizaron datos del proyecto Sunnit para cuantificar el impacto biológico del aumento en poblaciones de parasitoides fuera de la empresa. Unicamente se consideró este proyecto porque era el que tenía la información más completa. Para esto se planteó el proceso que se presenta en la Figura 11, aplicado a las 4 temporadas en estudio.

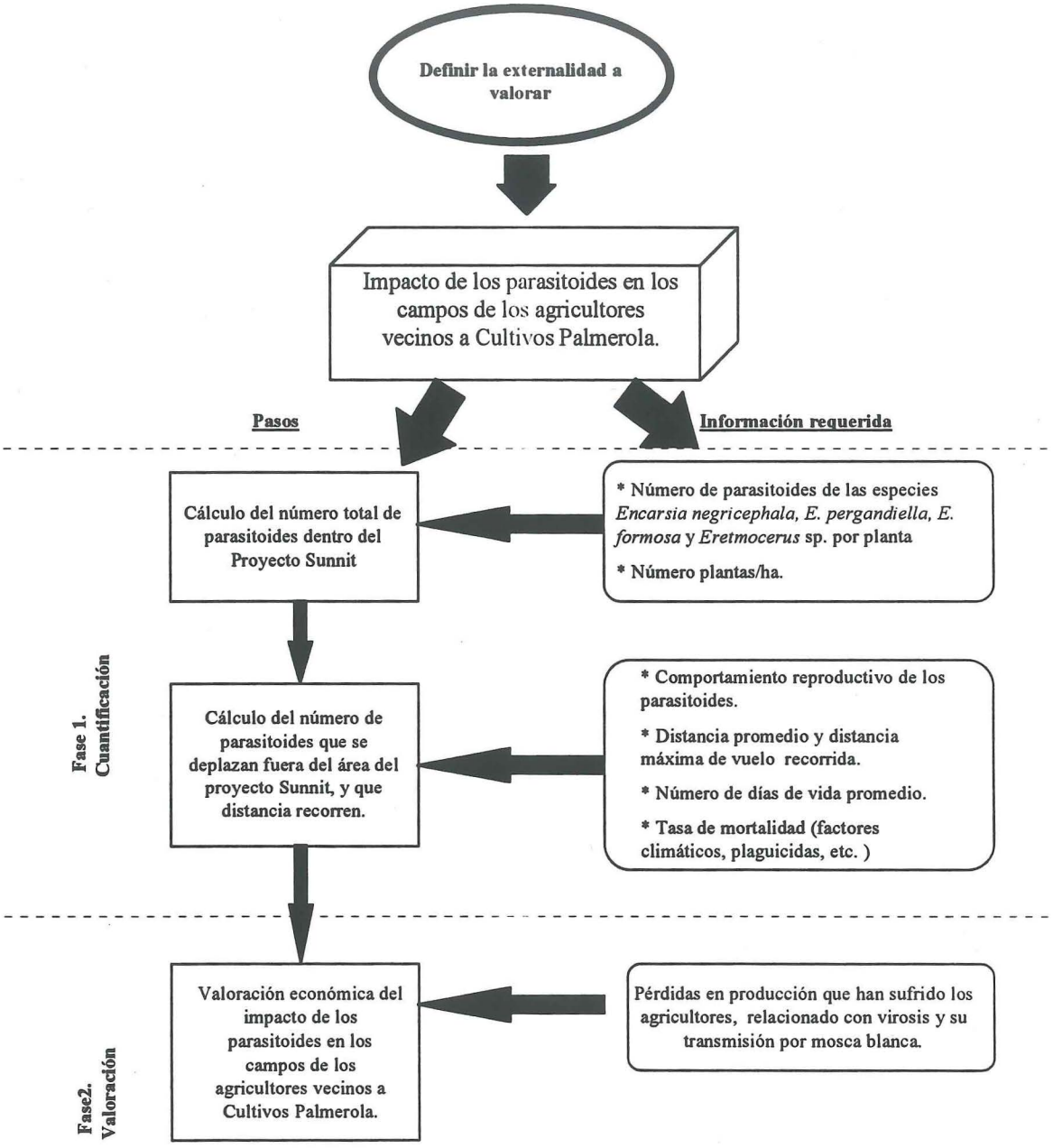


Figura 11. Esquema del procedimiento para la valoración económica del impacto de los parasitoides en los campos de los agricultores vecinos.

3.5.1 Cuantificación del impacto.

Considerando el procedimiento presentado en la Figura 11, se obtuvo la siguiente información:

- **Número total de parasitoides dentro del Proyecto Sunnit**. Para conseguir esta información fue necesario utilizar:
  - Porcentajes de parasitismo de mosca blanca por parte de las siguientes especies: *Encarsia negricephala*, *E. pergandiella*, *E. formosa*, y *Eretmocerus* sp (todas pertenecientes al orden Hymenoptera, familia Aphelinidae).
  - Número de moscas blancas parasitadas por planta. (ver Cuadros 26, 27 y 28)
  - Número de plantas por hectárea.

  El porcentaje de parasitismo se determinó a través del muestreo realizado en el campo por los empleados de Cultivos Palmerola, cuyo procedimiento se explica en el punto A.1.8 del Anexo 1. Una vez recolectadas las muestras de huevos y ninfas de mosca blanca, se llevaron al laboratorio de Control Biológico de la Empresa, y luego de dos a tres días se contaron cuantos parasitoides habían salido de los huevos y ninfas[2].

Cuadro 26. Número de ninfas parasitadas en 100 plantas, durante diferentes fechas de muestreo.

Proyecto	Fecha:	No. Ninfas	No. parasitadas	% parasitismo
Sunnit	25/05/95	110	72	65,45
	30/05/95	42	18	42,86
	11/04/96	89	13	14,61
	27/04/96	67	12	17,91
	6/05/96	144	19	13,19
	18/05/96	121	23	19,01
	26/06/96	104	17	16,35
	30/07/96	120	21	17,50
	19/08/96	51	10	19,61
	30/08/96	47	10	21,28

[2] Comunicaciòn personal con Mauricio Suazo, encargado del área de fitoprotección en Cultivos Palmerola.

Cuadro 27. Parasitismo promedio para cada año[3]

	Antes de MIP				Utilizando MIP			
	92/93		*93/94*		*94/95*		*95/96*	
Proyecto	TOM	RON	TOM	RON	TOM	RON	TOM	RON
Sunnit	4	4	3	3	2,5	6,5	19,9	17,9

TOM: Muestreada en el cultivo.
RON: Muestreada en la ronda, despúes de la cosecha de tomate.

Cuadro 28. Número de moscas blancas por planta durante los años 1993, 1994, 1995 y 1996.

		Antes de MIP		Utilizando MIP	
Meses		**1993**	**1994**	**1995**	**1996**
Enero	TOM	1,96	1,80	0,95	0,71
Febrero	TOM	0,98	0,85	0,50	0,52
Marzo	TOM	0,36	0,39	0,22	0,24
Abril	TOM	0,19	0,21	0,13	0,11
Mayo	RON	0,19	0,20	0,10	0,07
Junio	RON	0,09	0,08	0,05	0,05
Julio	RON	0,15	0,20	0,07	
Agosto	RON	0,19	0,14	0,09	
Septiembre	RON	0,30	0,24	0,14	
Octubre	TOM	0,20	0,17	0,15	
Noviembre	TOM	0,55	0,51	0,44	
Diciembre	TOM	1,18	0,75	0,73	

TOM: Muestreada en el cultivo.
RON: Muestreada en la ronda, despúes de la cosecha de tomate.

A partir de los datos del % de parasitismo de los Cuadros 26 y 27; y del número de moscas blancas muestreadas por planta, cuyo resumen se presenta en el Cuadro 28, se calculó el número de parasitoides. Basado en la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Número de parasitoides}}{\text{planta}} = \frac{\text{\% parasitismo X \# moscas blancas/planta}}{100} \qquad (7)$$

[3] Información extraída de los registros de Cultivos Palmerola y proporcionada por Carlos Ramos.

El resultado de la fórmula (7) fue el número de parasitoides por planta. Considerando que dentro de cada hectárea se sembraron aproximadamente 20.000 plantas, y que el tamaño del proyecto Sunnit es de 108.6 has., se planteó la siguiente fórmula:

$$\text{Número total de parasitoides} = \frac{\text{Número de parasitoides}}{\text{planta}} \times \frac{\text{20000 plantas}}{\text{ha.}} \times \frac{\text{108.6 ha.}}{\text{proyecto}} \qquad (8)$$

El resultado de la fórmula (8) fue el número total de parasitoides dentro del proyecto.

Una vez estimadas las poblaciones de parasitoides del proyecto Sunnit, se procedió a calcular cuantos parasitoides llegarón a los campos de agricultores vecinos en el valle de Comayagua durante el ciclo de primera del mismo año.

- **Biología y comportamiento reproductivo de las especies de parasitoides**. El Cuadro 29 presenta los resultados de Powell y Bellows (1992), para el comportamiento reproductivo promedio de una hembra del género *Eretmocerus* .

Cuadro 29. Tasa reproductiva de hembras de *Eretmocerus* sp. (Powell y Bellows, 1992).

	Huevos depositados por hembra		Longe vidad		Huevos/día
Temperatura °C	*Media*	*Rango*	*Media*	*Rango*	*Media*
14	20	8 - 37	14,8	5 - 20	1,35
25	27,4	8 - 41	9,6	4 - 15	2,85

Simmons [4] señala que la tasa de migración de los parasitoides se encuentra en proceso de investigación, al igual que la distancia máxima de desplazamiento fuera del campo de origen. Sin embargo, resultados preliminares de sus investigaciones indican que dentro de un campo de algodón en California, *Eretmocerus eremicus* ha presentado una tasa promedio de desplazamiento dentro del campo de 1,5 m. por día, y el movimiento más largo que ha sido observado fue de 92 m por día.

En lo referente a la proporción de machos y de hembras dentro de esta especie, Cave (1995) señala que cuando las hembras de ciertas especies de la familia Aphelinidae ovipositan sobre otros individuos de su misma especie, procrean machos (adelfoparasitismo), pero cuando ovispositan en ninfas de moscas blancas, procrean solamente hembras. Para efectos de este estudio se trabajará considerando que toda la progenie es de hembras.[5]

---

[4] Comunicación personal con Gregory Simmons, entomólogo del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) (E -mail: gsimmons@quix.net).

[5] Comunicación personal con Sally Gladstone, entomóloga, Profesora Asociada del Departamento de Recursos Naturales y Conservación Biológica, de la Escuela Agrícola Panamericana.

Además de estas características, para efectos de este estudio se consideraron las siguientes asunciones:

- Las características del parasitoide *Eretmocerus* sp. son similares para las otras especies de parasitoides más importantes que actúan en el Valle de Comayagua.

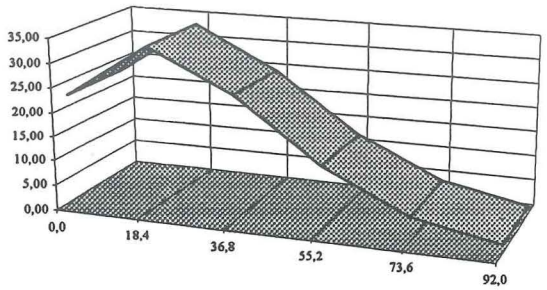


Figura 12. Ejemplo de Distribución Poisson

- En virtud de que la distancia máxima de desplazamiento está siendo aún investigada, y que la única información estima en 1 a 2 m/día la distancia promedio de desplazamiento de un parasitoide y la observación máxima es de 92 m.; se tomó como una asunción que la población de parasitoides tiene una distribución Poisson, ya que esta distribución depende únicamente del promedio[6]. Esta situación es similar para el caso de la longevidad de esta especie. Un ejemplo gráfico de esta distribución se presenta en la Figura 12. El proceso para el cálculo de esta distribución ha sido descrito por Pedigo y Zeiss (1996), y tiene tres pasos básicos:

1. Determinar una columna con categorías desde 0 hasta *n*, que representen el rango del factor que se está observando en la población (Por ejemplo, distancia de vuelo recorrida).

2. Calcular el porcentaje de la población que corresponde a cada categoría, en base a un valor exponencial para cada categoría, iniciando con la categoría 0, en base a las fórmulas (*3*) y (*4*):

$$\mathbf{Z_0} = \text{Log N} - (\text{X} * \text{Log e}) \qquad (3)$$

Donde **N** es el número de individuos muestreados, **X** es el promedio de la característica observado en la población, **e** es la constante equivalente a 2,7183; y $\mathbf{Z_0}$ es un valor exponencial que es utilizado en la siguiente fórmula:

$$\textbf{\% de la población} = 10^{Zn} * 100 \qquad (4)$$

genera el porcentaje de la población que corresponde a esa categoría. Para calcular el valor $\mathbf{Z_n}$ de cada una de las siguientes categorías se procede con una variación de (*3*):

$$\mathbf{Z_n} = Z_{n-1} + \text{Log X} - \text{Log } C_n \qquad (5)$$

---

[6] Comunicación personal con Michael Zeiss, Jefe de la Sección de Entomología del Departamento de Protección Vegetal de la Escuela Agrícola Panamericana.

Donde C_n es el logaritmo de cada categoría y Z_n es el valor exponencial para calcular el porcentaje de la población que se distribuye en cada categoría, utilizando la misma fórmula (*4*).

3. Para calcular el rango del fenómeno observado que se está observando en la población, que corresponde a cada categoría, se continúa calculando el porcentaje de distribución en las categorías, hasta que este sea menor a 5%. Se hace coincidir el valor promedio de la carácterística que se está distribuyendo, con la categoría promedio. Luego se distribuyen los valores de esta característica según el número de categorías, a través de una división.

- Se asumió también que la distribución de la población en función de la distancia es independiente de la distribución de la población en función de la longevidad.

- Finalmente se consideró que solo un 10% de los parasitoides sobreviven para reproducirse, debido a otros factores ajenos a la longevidad.

De esta manera, se obtuvieron 16 categorías de rangos de número de días de vida, y seis categorías de rangos de distancia de desplazamiento por día (Cuadro 30). El rango promedio de número de días de vida estuvo comprendido entre los 9,6 y los 12, 9 días de vida, correspondiente al 12, 92% de la población de parasitoides. El rango promedio de distancia comprendió de los 1,5 a los 24 metros, correspondiente al 33,47% de la población.

Por consiguiente, sobre la longevidad se puede apreciar en la Figura 13 que, trabajando con una distribución Poisson, la mayoría de la población se distribuyó en los rangos cercanos al promedio. Pocos individuos vivieron muy poco, y pocos individuos vivieron más de 20 días. Por lo cual es muy probable que la población de parasitoides en la realidad se distribuya de manera normal en relación a esta característica[7].

Sobre la distancia de desplazamiento, la Figura 14 ilustra con claridad que la gran mayoría de individuos tendieron a moverse distancias cortas; más del 50% no alcanzan los 25 metros por día. Esta situación pudó depender mucho de dos factores: presencia o no de mosca blanca u otros hospederos alternos y características del viento como su dirección y velocidad[8].

---

[7] Comunicación personal con Michael Zeiss.
[8] Comunicaciòn personal con Greg Simmons.

Cuadro 30. Distribución Poisson de la población de parasitoides en relación a la longevidad (Número de días de vida). Y Distribución Poisson de la población en relación a la distancia recorrida por día.

Rango de Longevidad

N. Días	% parasitoides
0,0 - 1,0	0,01
1,1 - 2,0	0,07
2,1 - 3,1	0,31
3,2 - 4,2	1,00
4,3 - 5,2	2,40
5,3 - 6,3	4,60
6,4 - 7,4	7,36
7,5 - 8,4	10,10
8,5 - 9,5	12,12
9,6 - 12,9	12,92
13,0 - 16,3	12,41
16,4 - 19,7	10,83
19,8 - 23,1	8,66
23,2 - 26,5	6,40
26,6 - 29,9	4,39
30,0 o más.	2,81

Rango de Distancia

Distancia (m)	% parasitoides
0,0 - 1,4	22,31
1,5 - 24,0	33,47
24,1 - 46,7	25,10
46,8 - 69,3	12,55
69,4 - 91,9	4,71
92,0 o más.	1,41

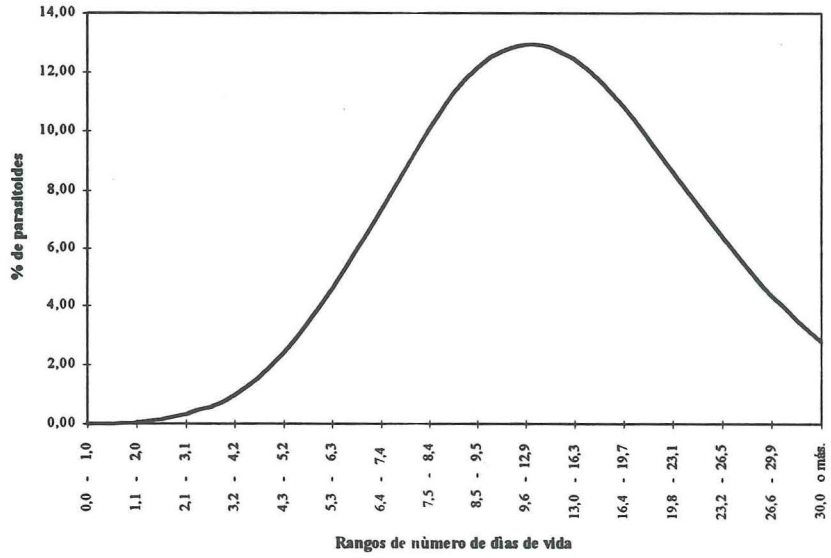


Figura 13. Distribución Poisson de la población de parasitoides en relación a la longevidad (Número de días de vida).

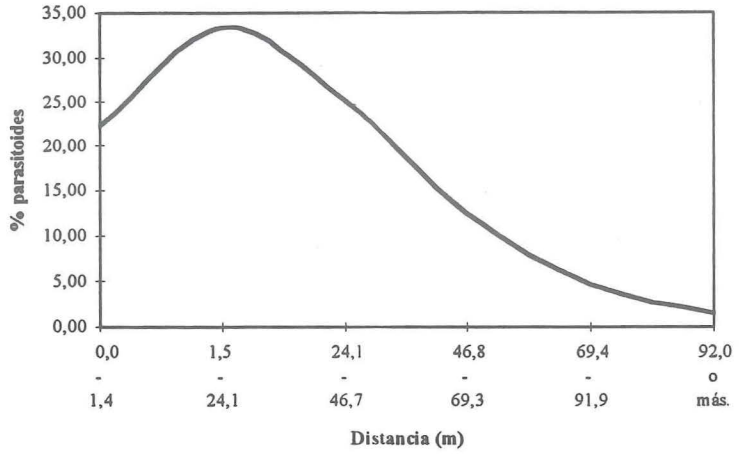


Figura 14. Distribución Poisson de la población en relación a la distancia recorrida por día.

Considerando los rangos de distancia y de longevidad, se realizó una matriz a fin de determinar la distancia máxima que pudieron avanzar los parasitoides. Estos datos se presentan en el Cuadro 31. Los diferentes matices de color significan la agrupación de distancias que se realizó, y que se presentan junto a la matriz.

Cuadro 31. Matriz de longevidad (días) por distancia (m/día). Y rangos de distancia resultantes.

		DISTANCIA DIARIA RECORRIDA (m)						Rangos de
		0,0 - 1,4	1,5 - 24,0	24,1 - 46,7	46,8 - 69,3	69,4 - 91,9	92,0 o más.	Distancia resultantes (m).
	0,0 - 1,0							
	1,1 - 2,0							2. 518,0 - 901,8
	2,1 - 3,1							3. 1084,6 - 1402,5
DÍAS	3,2 - 4,2							4. 1508,8 - 1845,4
	4,3 - 5,2							5. 2081,3 - 2760,0
DE	5,3 - 6,3							
	6,4 - 7,4						588,80	
VIDA	7,5 - 8,4					518,00	686,93	
	8,5 - 9,5					592,00	785,07	
	9,6 - 12,9					666,00	883,20	
	13,0 - 16,3				607,75	901,88	1196,00	
	16,4 - 19,7				766,70	1137,75	1508,80	
	19,8 - 23,1				925,65	1373,63	1821,60	
	23,2 - 26,5			559,70	1084,60	1609,50	2134,40	
	26,6 - 29,9			641,73	1243,55	1845,38	2447,20	
	30,0 o más.			723,75	1402,50	2081,25	2760,00	

Con el fin de cuantificar el efecto de los parasitoides durante los meses de mayor producción de frijol, se trabajó con los datos correspondientes a los meses de mayo a agosto de 1993 a 1996.

Para llegar a determinar la distancia máxima de desplazamiento, se consideraron 15 categorías, en base a los diferentes rango de distancia que se desplazan los parasitoides mes a mes. También se considero que la mitad de los parasitoides sobrevivientes se desplazaban hacia afuera, y la mitad regresaban. El número de parasitoides se obtuvo con base al número de huevos promedio, correspondiente a 2,85 huevos por hembra/día (Bellows, 1992).

Con todo el procedimiento anterior se logró establecer el impacto potencial de los parasitoides de Cultivos Palmerola como controladores biológicos de mosca blanca en los campos de los agricultores vecinos en los meses de producción de frijol de primera, en las 4 temporadas estudiadas.

Para facilitar la visualización del impacto de los parasitoides en el Valle de Comayagua, se acompañan los resultados con una serie de mapas del valle que representan el avance de los parasitoides.

3.5.2 Planteamiento de una metodología para la valoración del impacto de los parasitoides en los campos de los agricultores vecinos.

Una vez cuantificado este impacto, se debe valorarlo económicamente, para lo cual se consideró, en primer instancia, tomar como un indicador de este valor a una probable disminución del costo de control de moscas blancas para los productores de frijol y tomate. Esto resulta sumamente complicado, por cuanto los agricultores realizan un control químico que no es dirigido exclusivamente a mosca blanca, sino más bien a otras plagas insectiles. A pesar de que la han determinado como su plaga más importante, los agricultores identifican su daño cuando su plantación presenta síntomas de virosis, momento en el cual intuyen que ya no es posible controlar esta plaga[9].

Se estableció entonces que la medida más adecuada para valorar el impacto de los parasitoides en los campos de los agricultores vecinos, es el incremento o la baja en su rendimiento, considerando al problema de virosis muy difícil a controlar por el pequeño productor.

Bajo este contexto, se proponen dos métodos que podrían culminar esta valoración:

1. Si un agricultor tuvo un incremento en su rendimiento de XX ton. de frijól o de tomate, por sobre su promedio normal en los años posteriores a 1993. Y sus campos fueron muestreados, resultando en un incremento de la población de parasitoides con respecto a las temporadas anteriores; eliminando todos los otros factores que pueden afectar este

[9] Comunicación personal con Adalberto Zuñiga, técnico del Departamento de Protección Vegetal de la Escuela Agrícola Panamericana.

incremento, entonces se asume que este incremento se debió al mayor número de parasitoides, y el valor monetario del mismo, corresponde al valor del control de los parasitoides.

2. A través de una valoración contingente. Se pregunta a los agricultores, cuanto estarían dispuestos ellos a pagar por el control que realizan los parasitoides en sus campos de frijól o de tomate.

3.6 METODOLOGÍA PARA LA CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE DOS EXTERNALIDADES:

1. El impacto de la infiltración de plaguicidas en la capa freática en el Valle de Comayagua, en la salud humana.
2. El impacto de residuos de plaguicidas en los productos finales de consumo de Cultivos Palmerola, en la salud humana.

Cuantificar y valorar las externalidades restantes de los dos sistemas de manejo de plagas sería objeto de otras investigaciones. En vista de lo cual, esta sección se basará en el proceso utilizado para la sección 3.5 de este capítulo.

El marco general para el establecimiento de esta metodologías fue resultado de diversas reuniones mantenidas por el cómite asesor y el autor de este trabajo.

La guía de la metodología para cuantificar y valorar estas dos externalidades se incluye en el capítulo de resultados.

IV RESULTADOS.

4.1 ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

Los Cuadros 32, 33, y 34 presentan los retornos a la fitoprotección, y a cada uno de sus componentes con sus respectivas relaciones de Beneficio-Costo. En la Figura 15 se puede apreciar que en promedio por sistema de manejo de plagas, el retorno a la fitoprotección es casi tres veces más grande en el sistema anterior a MIP. La relación Beneficio-Costo es aproximadamente 1,3 veces mayor para el sistema anterior a MIP. En los retornos al control de malezas, al control de insectos y al control de enfermedades, se mantiene esta situación. Sin embargo, en la relación Beneficio-Costo para los costos de control de insectos, MIP tiene una relación casi dos veces mayor que el sistema de control químico. Esto puede deberse a que MIP estuvo enfocado básicamente en el manejo de plagas insectiles, dentro de lo cual, el aspecto principal es la reducción de costos de plaguicidas. Por otro lado, en el período en que se utilizó MIP se reportaron mayores rendimientos por hectárea (Cuadro 12).

Cuadro 32. Relación Beneficio-Costo del proyecto Agropecuaria durante las temporadas 1992/1993, 1993/1994 (Antes de MIP); 1994/1995 y 1996 (Utilizando MIP).

Actividad	Antes de MIP 92/93	Antes de MIP 93/94	Utilizando MIP 94/95	Utilizando MIP 95/96
Retorno a la fitoprotección	761.796,63	603.685,17	326.797,86	142.002,66
Relación Beneficio/Costo	6,45	5,37	6,27	2,48
Retorno al control malezas	865.207,66	702.171,87	365.558,91	185.659,88
Relación Beneficio/Costo	58,90	50,19	27,44	13,59
Retorno al control insectos	798.076,99	638.237,90	359.705,22	178.289,70
Relación Beneficio/Costo	9,75	8,19	18,76	8,48
Retorno al control enfermedades	858.303,96	695.596,91	359.297,05	176.703,36
Relación Beneficio/Costo	39,75	33,83	18,35	7,81

Cuadro 33. Relación Beneficio-Costo del proyecto Sunnit durante las temporadas 1992/1993, 1993/1994 (Antes de MIP); 1994/1995 y 1996 (Utilizando MIP).

Actividad	Antes de MIP 92/93	Antes de MIP 93/94	Utilizando MIP 94/95	Utilizando MIP 95/96
Retorno a la fitoprotección	1.474.775,00	771.702,39	466.487,72	428.411,91
Relación Beneficio/Costo	10,45	5,74	7,50	7,23
Retorno al control malezas	1.598.308,55	889.353,39	512.791,60	472.510,85
Relación Beneficio/Costo	91,09	53,22	32,22	31,17
Retorno al control insectos	1.518.115,09	812.978,67	505.798,46	465.850,71
Relación Beneficio/Costo	15,53	8,73	22,08	21,35
Retorno al control enfermedades	1.590.061,54	881.499,10	505.311,32	465.386,77
Relación Beneficio/Costo	61,65	35,88	21,60	20,89

Cuadro 34. Relación Beneficio-Costo del proyecto Verduras durante las temporadas 1992/1993, 1993/1994 (Antes de MIP); 1994/1995 y 1996 (Utilizando MIP).

Actividad	Antes de MIP 92/93	Antes de MIP 93/94	Utilizando MIP 94/95	Utilizando MIP 95/96
Retorno a la fitoprotección	1.502.803,01	1.047.191,63	482.684,72	324.254,24
Relación Beneficio/Costo	9,45	6,92	6,88	3,82
Retorno al control malezas	1.642.011,49	1.179.771,12	534.863,56	392.098,83
Relación Beneficio/Costo	83,04	62,65	29,82	22,96
Retorno al control insectos	1.551.642,42	1.093.705,35	526.983,51	377.131,49
Relación Beneficio/Costo	14,09	10,43	20,41	11,77
Retorno al control enfermedades	1.632.717,95	1.170.920,14	526.434,05	373.382,79
Relación Beneficio/Costo	56,17	42,30	19,97	10,43

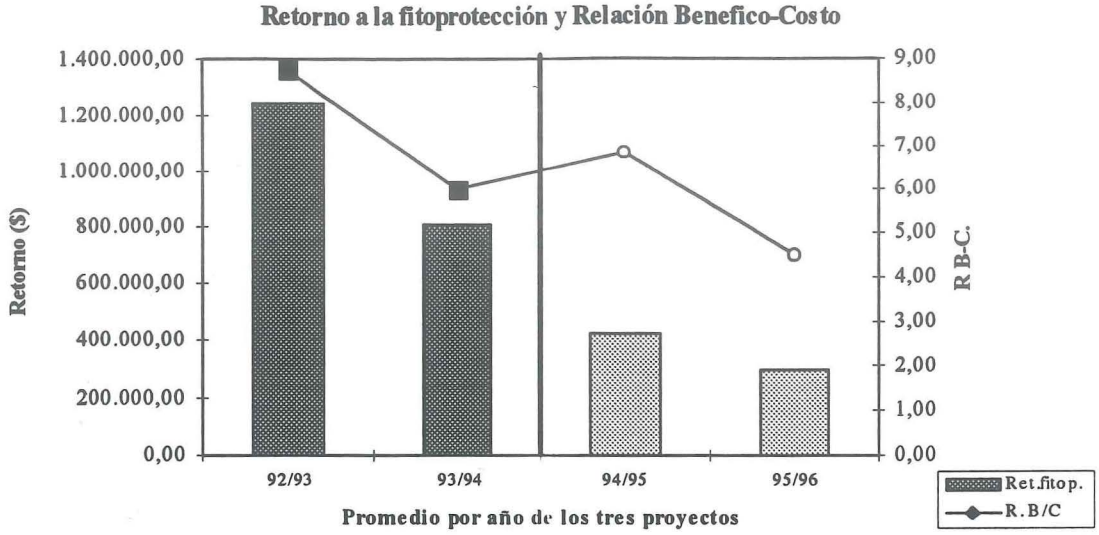


Figura 15. Promedio anual de la Relación Beneficio/Costo y el Retorno a la Fitoprotección para los tres proyectos durante cuatro temporadas.

El cambio a MIP, con las prácticas dirigidas básicamente a reducir el efecto negativo de mosca blanca, ha significado a su vez un cambio en la distribución de los costos de control de insectos. De esta manera, se puede apreciar en la Figura 16 como antes de MIP, el 70% del costo de control de insectos, que consistía en aplicaciones de insecticidas, era dirigido a mosca blanca, y lo restante para control de larvas de *Heliothis* sp y de *Spodoptera* sp. En cambio, una vez que se inició el programa MIP, solamente el 30% de este costo se debe a control de mosca blanca.

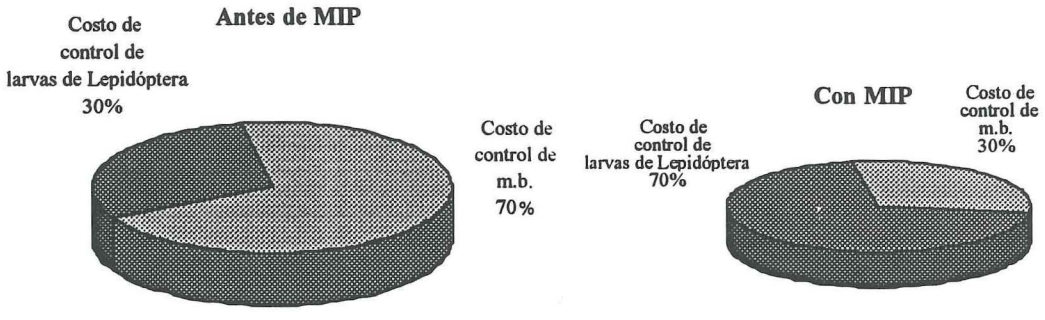


Figura 16. Comparación de la distribución de costos de control de insectos entre mosca blanca y larvas de Lepidópteras, antes de MIP y utilizando MIP.

Análisis estadístico de los costos de fitoprotección y los ingresos totales.

Se encontró que existe una diferencia significativa entre los costos de fitoprotección antes de MIP y con MIP. Esta diferencia se debe principalmente al uso de los dos sistemas de manejo de plagas (Pr > F= 0.0001). Sin embargo, no se puede descartar que haya existido cierto efecto por el año (Pr > F= 0.0249) (Cuadro 35).

Comprobando si existe una diferencia en los costos de fitoprotección entre los dos sistemas, se probo contra el cuadrado medio de año anidado dentro de sistema, lo cual indicó que existe una diferencia significativa entre los dos sistemas (Pr > F = 0.0013) (Cuadro 36).

Cuadro 35. Análisis de Varianza para el Modelo utilizado para Costos de Fitoprotección.

Fuente	GL	SC Tipo III	CM	Valor F	Pr > F
Proyectos	2	464,67	232,33	1,00	0,4219
Sistemas	1	1296550,58	1296550,58	5580,55	0,0001
Años dentro de Sistemas	2	3382,57	1691,28	7,28	0,0249
Error	5	1394,00	232,33		

Cuadro 36. ANDEVA para costos, comparando Sistema contra Año (Sistema).

Fuente	GL	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Sistema	1	1296550,58	766,607	0,0013
Error = Año (Sistema)	2	1691,28		

Haciendo el análisis, utilizando únicamente el cuadrado medio del error, resulta que los ingresos en el programa anterior a MIP fueron significativamente mayores a los de MIP (Pr > F = 0,0001) (Cuadro 37). Sin embargo, realizando la misma prueba que para los Costos, comparando contra el cuadrado medio de año (sistema), se comprueba que no existe una diferencia significativa para los ingresos totales, entre el sistema anterior a MIP, y MIP (Pr > F= 0.0996) (Cuadro 38).

Cuadro 37. Análisis de Varianza para el Modelo utilizado para Ingresos totales de cada proyecto.

Fuente	GL	SC Tipo III	CM	Valor F	Pr > F
Proyectos	2	10950001,8	5475000,9	3,74	0,0883
Sistemas	1	111336539,1	111336539,1	76,02	0,0001
Años dentro de Sistemas	2	25999596,5	12999798,2	8,88	0,0161
Error	6	8787724,9	1464620,8		

Cuadro 38. ANDEVA para ingresos, comparando Sistema contra Año (Sistema).

Fuente	GL	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Sistema	1	111336539,12	8,564	0,0996
Error = Año (Sistema)	2	12999798,23		

4.2 ANÁLISIS DEL CAMBIO EN EL USO DE PLAGUCIDAS PARA LOS DOS SISTEMAS DE MANEJO DE PLAGAS.

Se encontró que existe una diferencia significativa (Pr < 0.05) entre el sistema anterior a MIP y el MIP, en el número de aplicaciones de insecticidas (Cuadro 39), aunque hubo cierto efecto debido al año. Sin embargo, en relación al número de aplicaciones de fungicidas, el modelo no hubo diferencia entre los dos sistemas (Cuadro 40).

En concordancia con lo expuesto en los gráficos y cuadros anteriores, el programa MIP se dirigió a reducir el uso de insecticidas, y no ha existido ningún efecto aparente en el uso de fungicidas.

Cuadro 39. Análisis de varianza del número de aplicaciones de insecticidas.

Fuente	GL	SC tipo III	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Sistema	1	90,75	90,75	9,15	0,0164
Año (Sistema)	2	36,83	18,41	1,86	0,2175
Error	8	79,33	9,92		

Cuadro 40. Análisis de varianza del número de aplicaciones de fungicidas*.

Fuente	GL	SC tipo III	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Sistema	1	0,00	0,00	0,00	1,00
Año (Sistema)	2	0,00	0,00	0,00	1,00
Error	8	0,00	0,00		

* El programa *SAS* no considera cantidades decimales demasiado pequeñas, por lo que en los resultados de este ANDEVA, no aparecen cifras numéricas diferentes a cero.

4.3 CUANTIFICACIÓN DEL IMPACTO DE LOS PARASITOIDES EN LOS CAMPOS DE AGRICULTORES VECINOS.

4.3.1 Cálculo del número inicial de parasitoides.

Los datos de los dos años anteriores a la utilización de MIP, desde Enero de 1993 hasta Junio de 1994, demuestran que existía cierta tendencia a la disminución del número de parasitoides (Cuadro 41); (Figura 17). Esto puede deberse al alto número de aplicaciones y en las dosis de los insecticidas utilizados en esos años (Cuadros 20 a 25).

Una vez que se inició el programa MIP, los datos demuestran un incremento en el número de parasitoides. Este incremento en promedio corresponde a 2,3 veces el número de parasitoides en 1996 comparado con 1993.

Cuadro 41. Número de parasitoides producidos dentro del proyecto Sunnit para la temporadas 1992/1993; 1993/1994; 1994/1995; 1995/1996.

		Antes de MIP		Utilizando MIP	
		1993	199	1995	1996
Meses		**Parasitoides**	**Parasitoide**	**Parasitoides**	**Parasitoides**
Enero	TOM	105356	99492,	53477,5	116082
Febrero	TOM	57570,2	35245,	36614,1	200394
Marzo	TOM	32197,2	19506,	14665,2	89001,5
Abril	TOM	23716	12937,	7774,81	30336,1
Mayo	***RON***	***11810,3***	***10629,2***	***14480,1***	***19147,6***
Junio	*RON*	*7001,44*	*5568,9*	*6684,69*	*14321,5*
Julio	*RON*	*10265,6*	*10607,4*	*10510,4*	*36925.4**
Agosto	*RON*	*16722,6*	*10706,6*	*6993,21*	*24568.7**
Septiembre	RON	20515,6	14194,2	10798,3	
Octubre	TOM	11939,9	6964,95	15389,2	
Noviembre	TOM	43303,4	27809,5	57892,3	
Diciembre	TOM	81827,2	36252,6	106265	

TOM = Resultado de los datos del muestreo en los lotes.
RON = Resultado de los datos del muestreo en las rondas, luego de la cosecha del tomate.
* Estimado en base a la proporción entre los datos anteriores del 95 y 96.

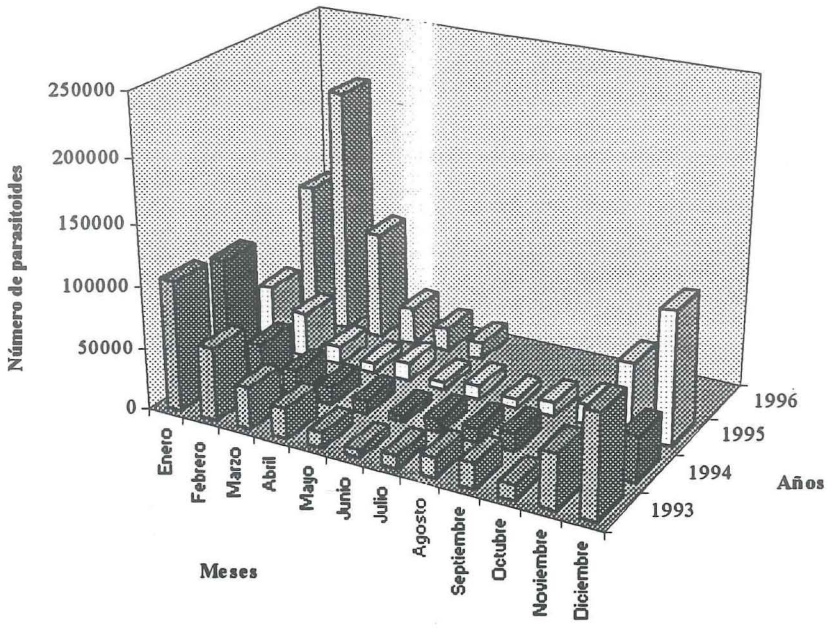


Figura 17. Distribución de la población de parasitoides a lo largo de cuatro años en el proyecto Sunnit.

4.3.2 Cálculo del número de parasitoides que llegan a los campos de los agricultores vecinos.

Como puede apreciarse en el Cuadro 31, de las 96 distancias resultantes, 68 se encuentran en el rango que va de 0,00 a 490,67 metros de desplazamiento durante la vida adulta de los parasitoides. En los Cuadros 42 a 45, se puede ver como afecta este fenómeno al desplazamiento de los parasitoides sobrevivientes durante los cuatro meses que se calcularon.

La distancia mayor de recorrido fue de 2760 metros durante una longevidad de 30 días o más, considerados desde el centro de cada proyecto. Esto corresponde a 2,7 km de desplazamiento durante un mes, llegando a 8,2 km en los cuatros meses estudiados.

En los Cuadros 42 a 45 (Figuras 18 a 21) se presentan los resultados del número de parasitoides que se desplazan desde el proyecto Sunnit hacia los campos de los agricultores vecinos, durante los meses de mayo a agosto de cada uno de los años estudiados.

El número de parasitoides que llegan a desplazarse los 8,2 km es mínimo hasta el mes de agosto de cada uno de los cuatro años estudiados. Sin embargo, considerando el conjunto de todos los datos resultantes, se puede apreciar un incremento global en el número de parasitoides una vez que se implemento el MIP en Cultivos Palmerola.

De esta manera, en agosto de 1993, se distribuyeron entre los 8,2 km de desplazamiento un total de 44477,40 parasitoides; mientras que en el mismo mes, en 1996 se distribuyeron un

total de 80465,53. Por lo tanto, la población registrada en agosto de 1996 fue 1,81 veces mayor a la registrada en agosto de 1993. Si se considera el promedio de los cuatro meses de estos dos años, en 1996 hubo una población 12 veces mayor a la registrada en 1993.

La representación gráfica de los resultados dará una idea más clara del impacto de estos parasitoides (ver Figuras 22, 23, 24 y 25). Para facilitar la apreciación visual de este impacto, se dividieron las 15 categorías de distancia en tres, agrupando cinco categorías cada una.

Cuadro 42. Distribución del Número total de huevos ovipositados durante los meses de mayo a agosto de 1993.

	1993			
Rango de distancia	Mayo	Junio	Julio	Agosto
0,0 - 490,7 m.	11810,30	10284,79	10290,05	16778,64
518,0 - 925,7 m.	0,00	600,95	47,84	109,64
1084,6 - 1402,5 m.	0,00	210,55	171,90	393,99
1508,8 - 1845,4 m.	0,00	58,59	490,64	1124,54
2081,3 - 2760,0 m.	0,00	29,94	2680,69	6144,06
2760,0 - 3250,7 m.	0,00	0,00	2680,69	6187,36
3278,0 - 3685,7 m.	0,00	0,00	490,64	1209,26
3844,6 - 4162,5 m.	0,00	0,00	171,90	698,44
4268,8 - 4605,4 m.	0,00	0,00	47,84	978,60
4841,3 - 5520,0 m.	0,00	0,00	24,45	4803,73
5520,0 - 6010,7 m.	0,00	0,00	0,00	4747,69
6038,0 - 6445,7 m.	0,00	0,00	0,00	868,96
6604,6 - 6922,5 m.	0,00	0,00	0,00	304,45
7028,8 - 7365,4 m	0,00	0,00	0,00	84,72
7601,3 - 8280,0 m.	0,00	0,00	0,00	43,30

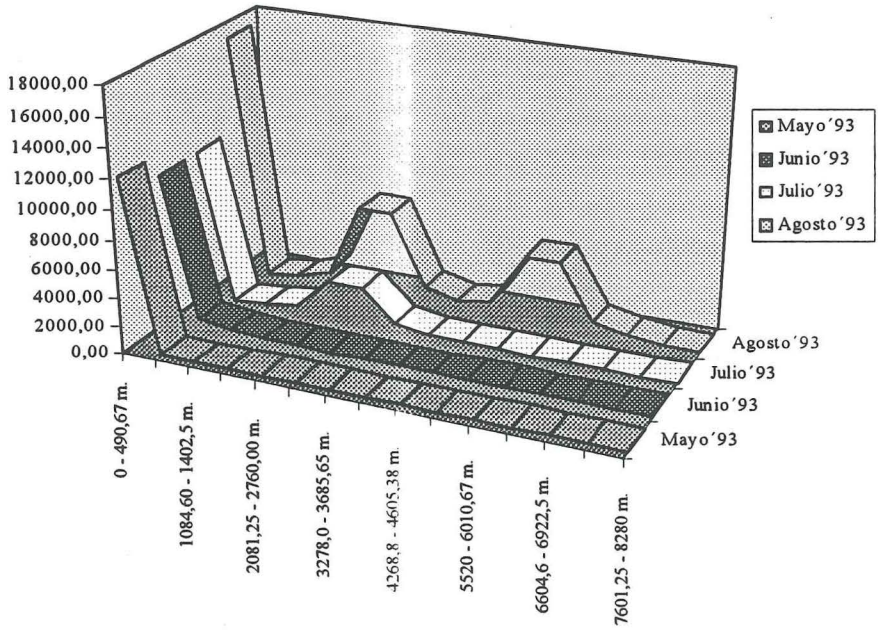


Figura 18. Distribución del Número total de huevos ovipositados durante los meses de mayo a agosto de 1993.

Cuadro 43. Distribución del Número total de huevos ovipositados durante los meses de mayo a agosto de 1994.

	1994			
Rango de distancia	Mayo	Junio	Julio	Agosto
0,0 - 490,7 m.	10629,27	8523,95	10628,48	10757,13
518,0 - 925,7 m.	0,00	540,85	41,24	98,87
1084,6 - 1402,5 m.	0,00	189,49	148,18	355,30
1508,8 - 1845,4 m.	0,00	52,73	422,95	1014,11
2081,3 - 2760,0 m.	0,00	26,95	2310,82	5540,73
2760,0 - 3250,7 m.	0,00	0,00	2310,82	5578,06
3278,0 - 3685,7 m.	0,00	0,00	422,95	1087,14
3844,6 - 4162,5 m.	0,00	0,00	148,18	617,75
4268,8 - 4605,4 m.	0,00	0,00	41,24	847,94
4841,3 - 5520,0 m.	0,00	0,00	21,08	4143,16
5520,0 - 6010,7 m.	0,00	0,00	0,00	4092,63
6038,0 - 6445,7 m.	0,00	0,00	0,00	749,07
6604,6 - 6922,5 m.	0,00	0,00	0,00	262,44
7028,8 - 7365,4 m.	0,00	0,00	0,00	73,03
7601,3 - 8280,0 m.	0,00	0,00	0,00	37,33

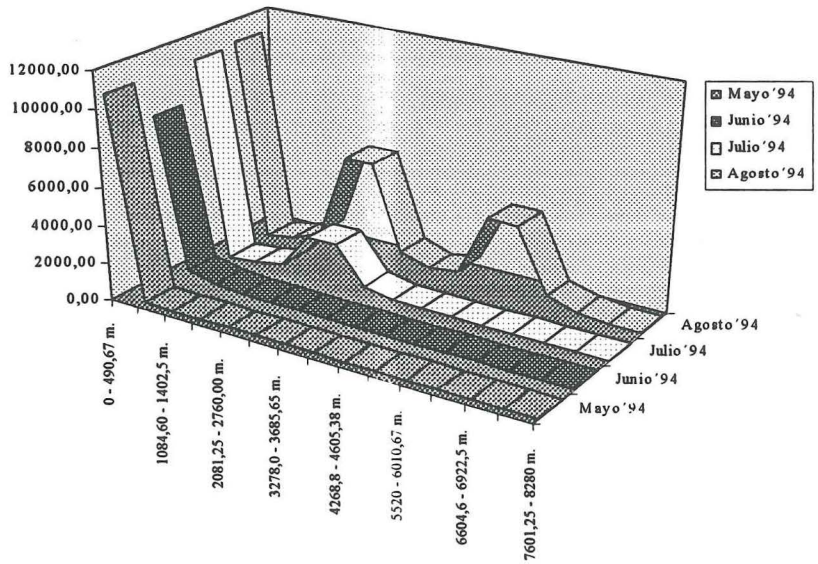


Figura 19. Distribución del Número total de huevos ovipositados durante los meses de mayo a agosto de 1994.

Cuadro 44. Distribución del Número total de huevos ovipositados durante los meses de mayo a agosto de 1995.

	1995			
Rango de distancia	Mayo	Junio	Julio	Agosto
0,0 - 490,7 m.	14480,10	8132,70	10599,28	7162,94
518,0 - 925,7 m.	0,00	4138,18	173,90	332,08
1084,6 - 1402,5 m.	0,00	1449,85	624,94	1193,37
1508,8 - 1845,4 m.	0,00	403,46	1783,70	3406,11
2081,3 - 2760,0 m.	0,00	206,20	9745,48	18609,72
2760,0 - 3250,7 m.	0,00	0,00	9745,48	18767,14
3278,0 - 3685,7 m.	0,00	0,00	1783,70	3714,11
3844,6 - 4162,5 m.	0,00	0,00	624,94	2300,18
4268,8 - 4605,4 m.	0,00	0,00	173,90	3491,14
4841,3 - 5520,0 m.	0,00	0,00	88,88	17429,66
5520,0 - 6010,7 m.	0,00	0,00	0,00	17259,94
6038,0 - 6445,7 m.	0,00	0,00	0,00	3159,06
6604,6 - 6922,5 m.	0,00	0,00	0,00	1106,81
7028,8 - 7365,4 m	0,00	0,00	0,00	308,00
7601,3 - 8280,0 m.	0,00	0,00	0,00	157,42

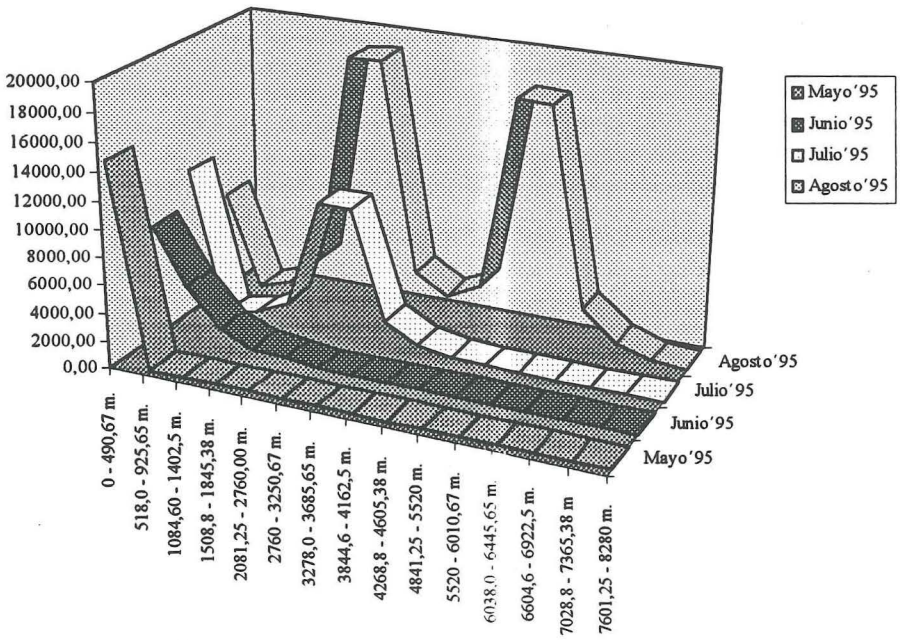


Figura 20. Distribución del Número total de huevos ovipositados durante los meses de mayo a agosto de 1995.

Cuadro 45. Distribución del Número total de huevos ovipositados durante los meses de mayo a agosto de 1996.

	1996			
Rango de distancia	Mayo	Junio	Julio	Agosto
0,0 - 490,7 m.	19147,60	67631,49	30913,76	24691,89
518,0 - 925,7 m.	0,00	28608,72	9824,50	241,03
1084,6 - 1402,5 m.	0,00	11153,07	32594,98	866,15
1508,8 - 1845,4 m.	0,00	3361,66	83609,34	2472,16
2081,3 - 2760,0 m.	0,00	1163,25	155799,12	13506,97
2760,0 - 3250,7 m.	0,00	0,00	155799,12	13583,84
3278,0 - 3685,7 m.	0,00	0,00	83609,34	2622,56
3844,6 - 4162,5 m.	0,00	0,00	32594,98	1406,63
4268,8 - 4605,4 m.	0,00	0,00	9824,50	1783,68
4841,3 - 5520,0 m.	0,00	0,00	3399,62	8551,70
5520,0 - 6010,7 m.	0,00	0,00	0,00	8428,51
6038,0 - 6445,7 m.	0,00	0,00	0,00	1542,66
6604,6 - 6922,5 m.	0,00	0,00	0,00	540,49
7028,8 - 7365,4 m.	0,00	0,00	0,00	150,40
7601,3 - 8280,0 m.	0,00	0,00	0,00	76,87

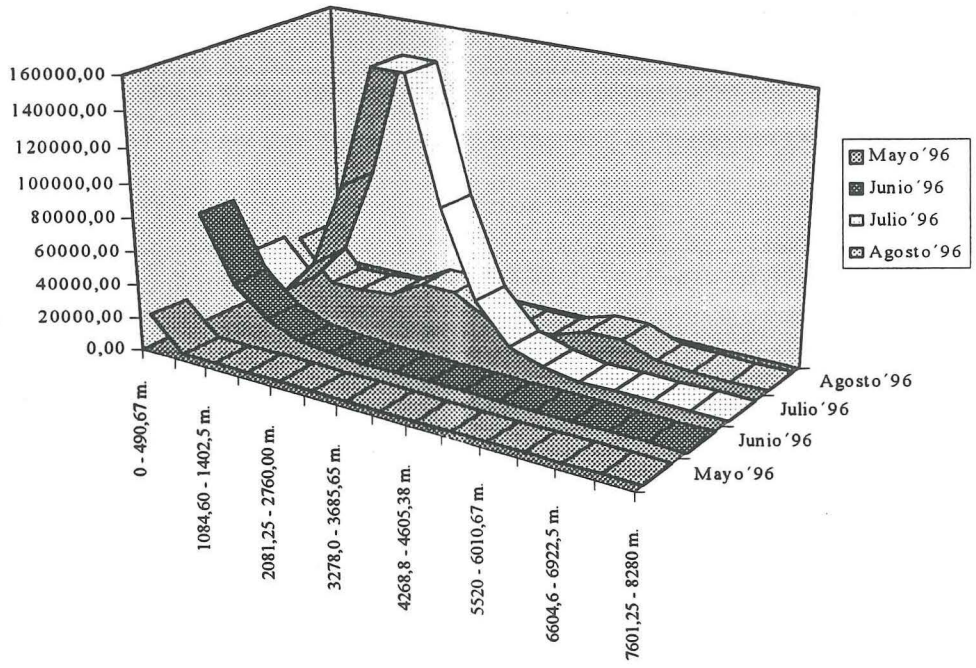
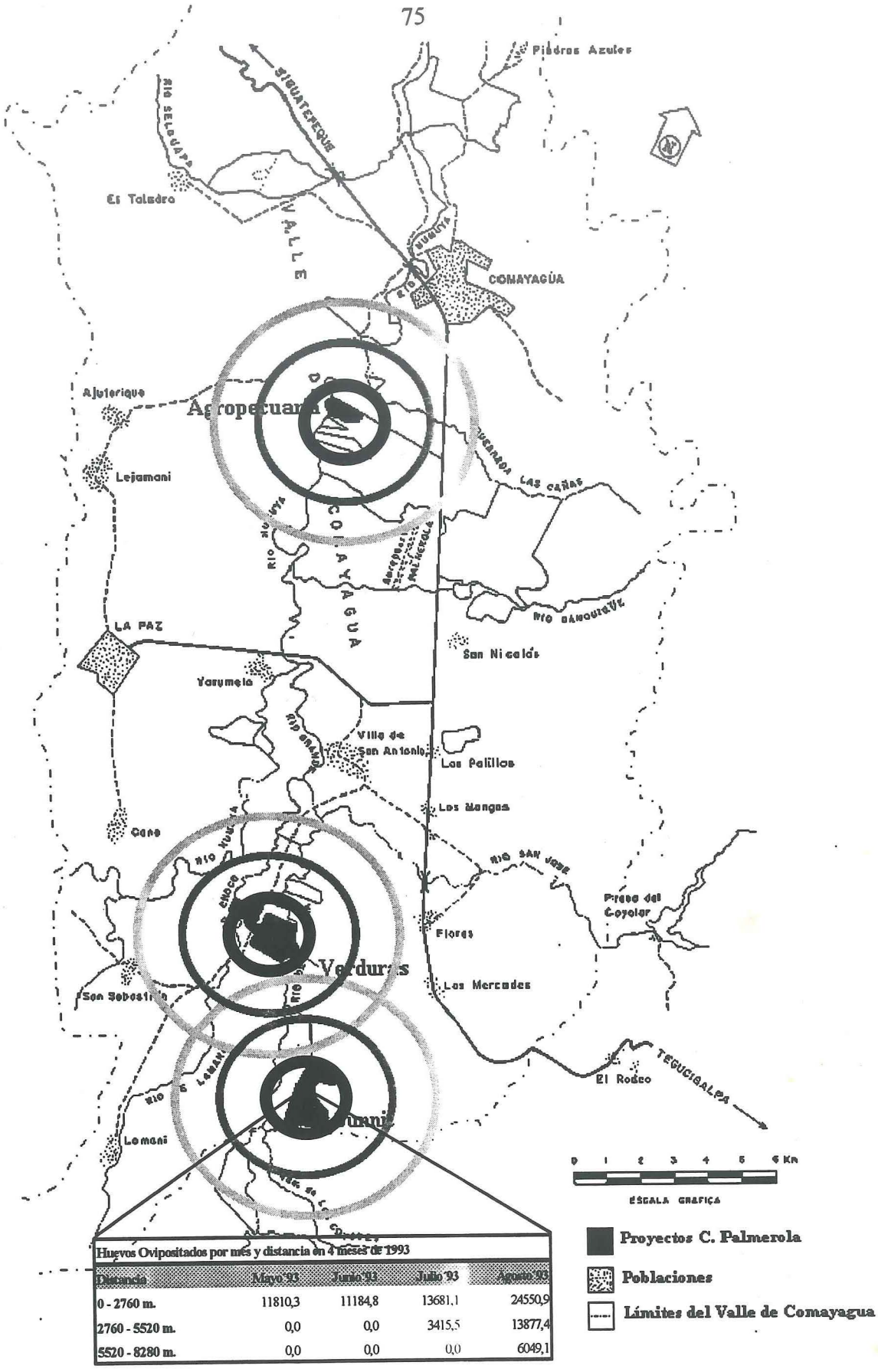


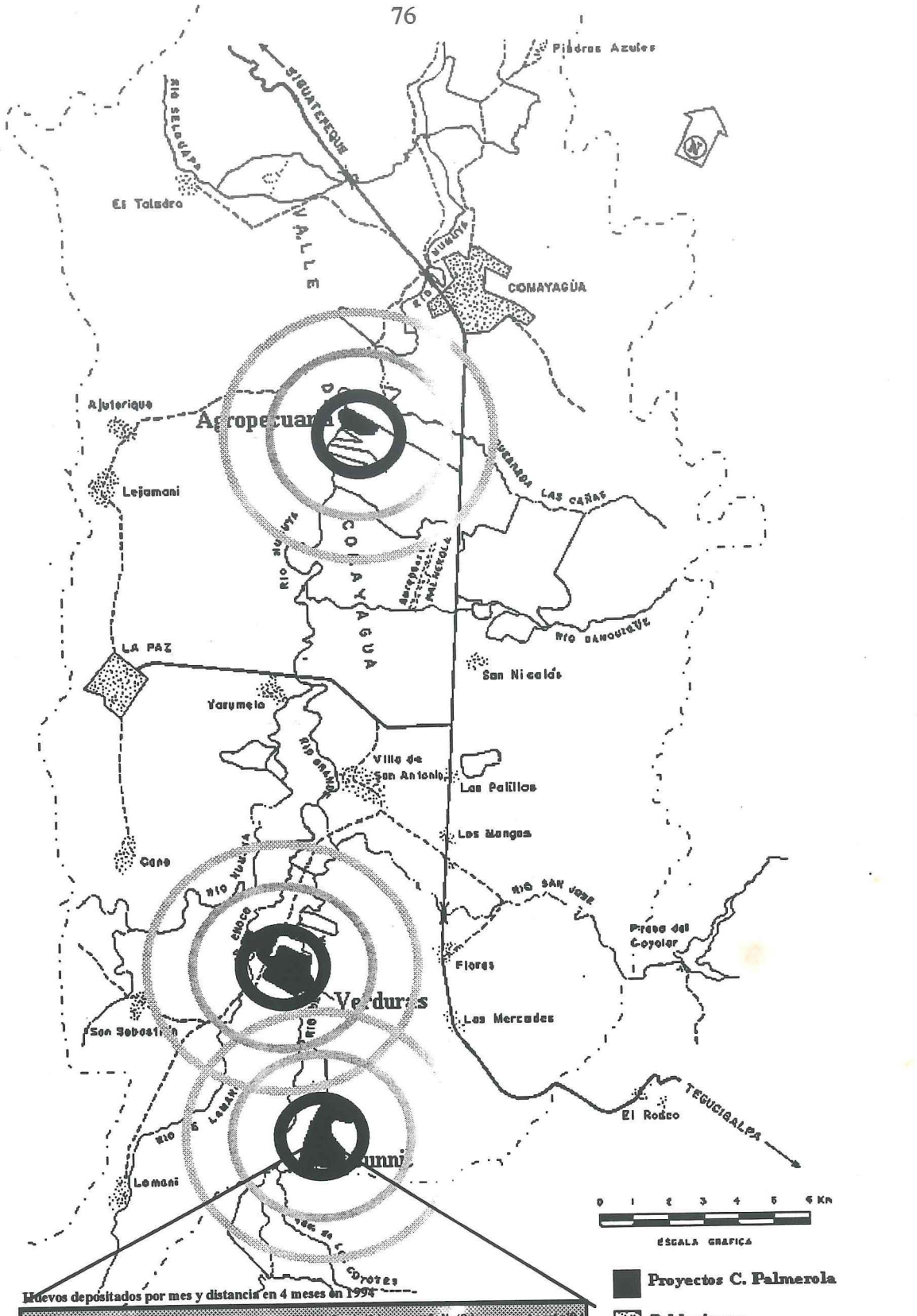
Figura 21. Distribución del Número total de huevos ovipositados durante los meses de mayo a agosto de 1996.



Huevos Ovipositados por mes y distancia en 4 meses de 1993

Distancia	Mayo'93	Junio'93	Julio'93	Agosto'93
0 - 2760 m.	11810,3	11184,8	13681,1	24550,9
2760 - 5520 m.	0,0	0,0	3415,5	13877,4
5520 - 8280 m.	0,0	0,0	0,0	6049,1

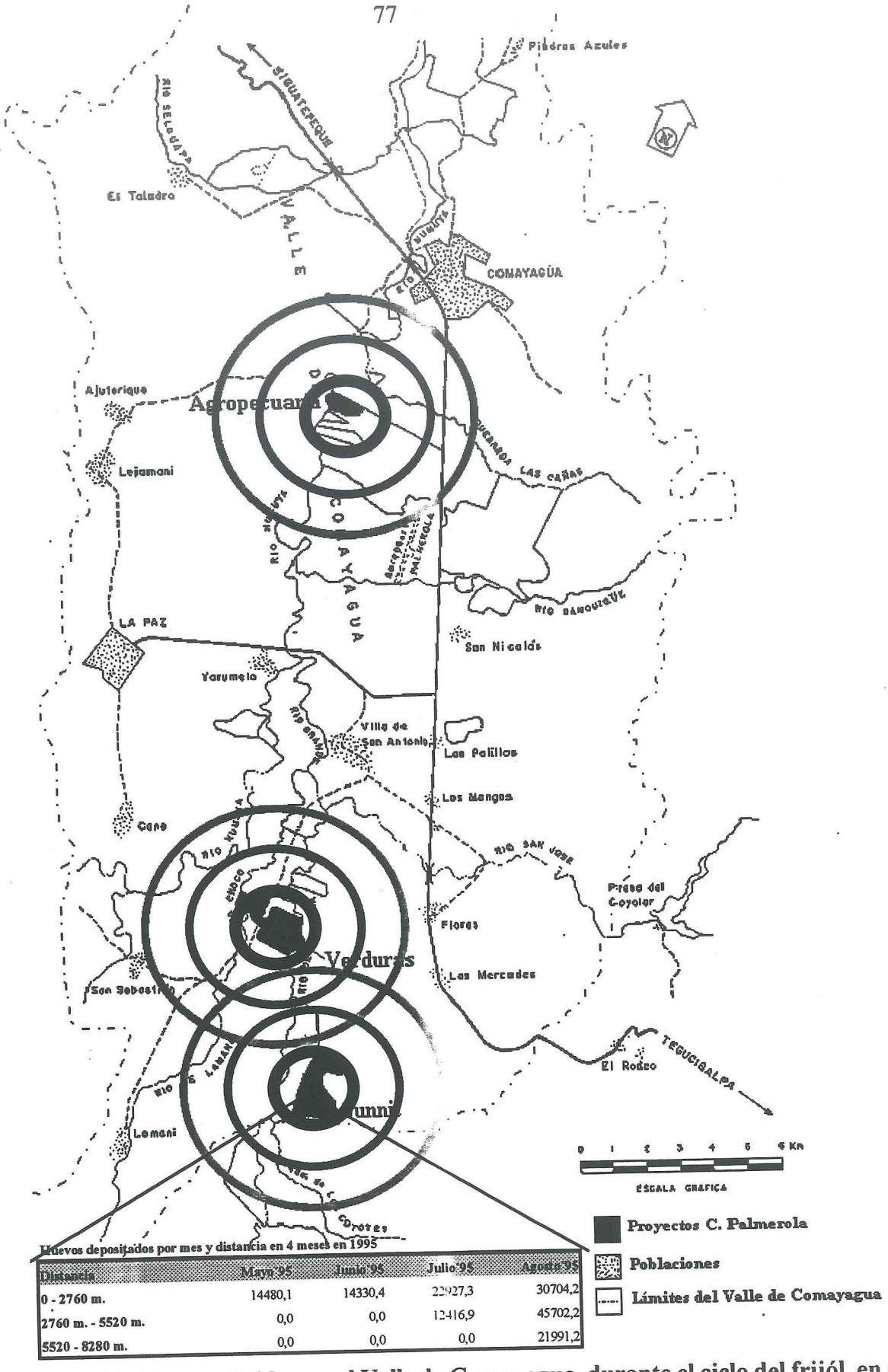
Figura 22. Dispersión de parasitoides en el Valle de Comayagua, durante el ciclo del frijól, en el año 1993.



Huevos depositados por mes y distancia en 4 meses en 1994

Distancia	Mayo'94	Junio'94	Julio'94	Agosto'94
0 - 2760 m.	10629,3	9334,0	13551,7	17766,2
2760 m. - 5520 m.	0,0	0,0	2944,3	12274,0
5520 - 8280 m.	0,0	0,0	0,0	5214,5

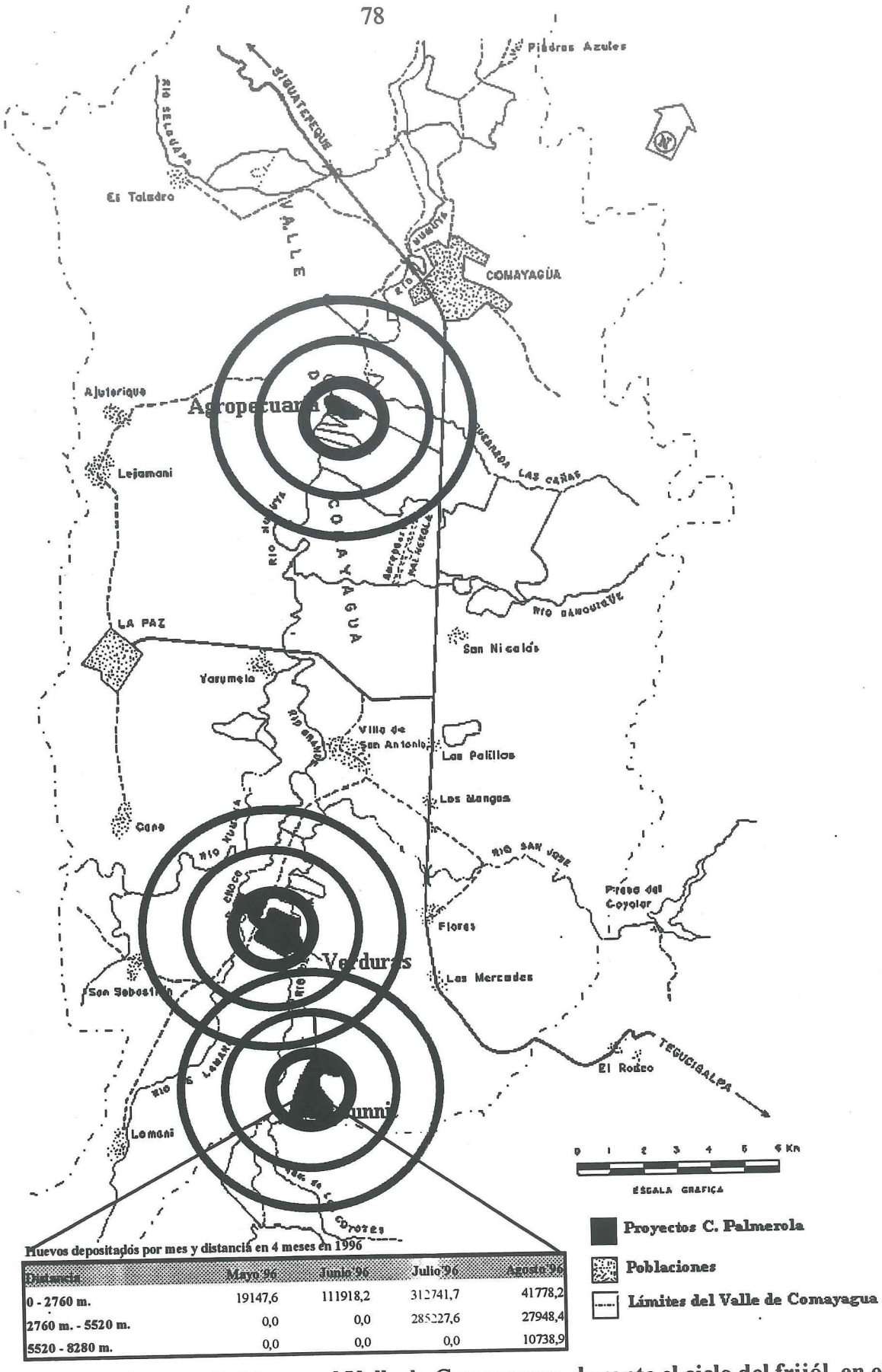
Figura 23. Dispersión de parasitoides en el Valle de Comayagua, durante el ciclo del frijól, en el año 1994.



Huevos depositados por mes y distancia en 4 meses en 1995

Distancia	Mayo 95	Junio 95	Julio 95	Agosto 95
0 - 2760 m.	14480,1	14330,4	22927,3	30704,2
2760 m. - 5520 m.	0,0	0,0	12416,9	45702,2
5520 - 8280 m.	0,0	0,0	0,0	21991,2

Figura 24. Dispersión de parasitoides en el Valle de Comayagua, durante el ciclo del frijól, en el año 1995.



Huevos depositados por mes y distancia en 4 meses en 1996

Distancia	Mayo 96	Junio 96	Julio 96	Agosto 96
0 - 2760 m.	19147,6	111918,2	312741,7	41778,2
2760 m. - 5520 m.	0,0	0,0	285227,6	27948,4
5520 - 8280 m.	0,0	0,0	0,0	10738,9

Figura 25. Dispersión de parasitoides en el Valle de Comayagua, durante el ciclo del frijól, en el año 1996.

4.4. METODOLOGÍA PARA LA VALORACIÓN DE DOS EXTERNALIDADES.

Antes de empezar es necesario aclarar que no existen pruebas que demuestren que las externalidades negativas aquí consideradas, sean reales. En vista de lo cual solo pueden considerarse como posibilidades que pueden ser objeto de futuras investigaciones.

En esta sección se plantea la metodología para cuantificar y valorar otras dos posibles externalidades de los dos programas de manejo de plagas. Siendo que las dos son negativas, se constituyen en costos. Quien asuma el costo o el beneficio de estas, o de las otras externalidades consideradas en este trabajo, es objeto de un debate de interés público, y escapa de los alcanzes de esta investigación.

4.4.1 Metodología para la cuantificación y valoración del impacto de la infiltración de plaguicidas en la capa freática en el Valle de Comayagua, en la salud humana.

Este impacto corresponde a una externalidad negativa, cuyo indicador final será el costo de tratamiento de las posibles enfermedades de personas que presenten intoxicación crónica. Esta intoxicación sería producto de el consumo de agua subterránea, por medio de pozos perforados; misma que contendría concentraciones de plaguicidas en niveles que son peligrosos para la salud humana. Esta concentración de plaguicidas sería resultado de la infiltración de los plaguicidas utilizados, para este caso específico, en Cultivos Palmerola.

Para visualizar de una manera clara y concisa este procedimiento, se presenta a continuación un resumen de los pasos a seguir para cuantificar y valorar esta externalidad:

1. Aplicaciòn de plaguicidas ➡ Producto o residuos de producto llegan al suelo
2. Del suelo ➡ Se infiltran hacia el agua subterrànea
3. Agua subterrànea ➡ Consumo humano
4. Consumo humano ➡ Residuos en el cuerpo (Exposiciòn)
5. Residuos en el cuerpo ➡ Enfermedades
6. Enfermedades ➡ Costo

Por lo tanto, en primer lugar se debe determinar si los plaguicidas utilizados en Cultivos Palmerola (incluyendo sus dosis y frecuencias de aplicación), tienen un potencial de infiltración en el nivel freático del Valle de Comayagua. Para esta determinación es necesario conocer:

- Cantidad de producto aplicado, para poder determinar la cantidad de ingrediente activo. Información que se encuentra en la sección 4.2 de este capítulo.

- De acuerdo al procedimiento utilizado por Jury *et al.* (1987); con el que estas personas evaluaron el potencial de contaminación del agua subterránea, en base a los índices de adsorpción química del suelo, y a la biodegradación del plaguicida en diferentes tipos de

suelo; es necesario conocer algunas características de cada plaguicida, que pueden ser encontradas en la base de datos EXTOXNET (1997):

⇒ Vida media bioquímica de cada plaguicida.
⇒ Velocidad de degradación por microorganismos en el suelo (Persistencia del plaguicida en el suelo.
⇒ Movilidad del plaguicida en el suelo (Esto va a depender de las características del suelo).
⇒ Solubilidad en el agua.
⇒ Temperatura de descomposición.

- Según el mismo estudio, las características del suelo necesarias para esta determinación son:
  ⇒ Textura[a].
  ⇒ Contenido de materia orgánica[a].
  ⇒ Profundidad de la zona radicular y del nivel freático[b].
  ⇒ Tasa de drenaje del suelo[b].
  ⇒ Contenido volumétrico de agua[b].
  ⇒ Densidad de la masa del suelo.
  ⇒ Población microbial del suelo.

[a] Información que puede obtenerse del Laboratorio TECNOLAB de la Corporación Cressida.
[b] Información que puede obtenerse del Sistema Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillado (SANAA).

Utilizando el procedimiento propuesto por Jury *et al.* (1987) con estas características, se determina si existe o no un riesgo de contaminar el nivel fréatico del valle de Comayagua, con los plaguicidas utilizados en Cultivos Palmerola. De existir este riesgo, este modelo permite estimar la concentración de estos plaguicidas en la capa freática, que puede ser medido en lt o kg por litro de agua.

Otros modelo que puede utilizarse con este mismo fin es el de Becker *et al.* (1989), que clasificó el potencial de contaminar el agua subterránea de algunos plaguicidas, basado en sus características físicas.

Por otro lado, se debe considerar que aproximadamente el 33% del abastecimiento público de agua en el valle de Comayagua, se suple a través de pozos perforados, cuyos rendimientos oscilan entre 1 y 15 l/s. El principal uso que se le da al agua subterránea es irrigación de cultivos hortícolas y arroz, en granjas privadas (SANAA, 1995).

El SANAA (1995) estima que aproximadamente un total de 18.000 m^3/día (6,6 millones m^3/año) de agua subterránea se extraen para irrigación y abastecimientos de agua potable. Muchas comunidades rurales del valle dependen totalmente de los pozos perforados

equipados con bombas manuales para abastecerse de agua potable. Se estima que estos pozos producen un total aproximado de 1.130 m^3/día (412,450 m^3/año).

Por lo tanto, a fin de determinar la concentración de plaguicidas a través de un monitoreo directo en los pozos, se sugiere como otra posible alternativa, utilizar la metodología de Robertson (1994), la cual se basa en los métodos de muestreo y análisis químicos estandarizados por la *Environmental Protection Agency* (EPA = Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos).

Una vez detectada la concentración de plaguicidas en el agua subterránea, se puede acudir al organismo gubernamental que maneja la información del consumo humano de agua a través de estos pozos. Para este caso, los dos organismos pueden ser el SANAA, y el Ministerio de Salud Pública. De esta etapa se obtendrán los mg o cc de ingrediente activo de plaguicida por litro de agua que consuma una persona.

A partir de la información anterior se puede acceder a la página de Internet de EPA[1], en la cual se detallan los niveles de concentraciones máximos de plaguicidas, permitidos en diversos alimentos, incluida el agua de consumo. De presentarse niveles por encima de lo standarizado por EPA, se puede utilizar la información de la base de datos EXTOXNET, a fin de conocer cuales son los efectos de toxicidad aguda y crónica por el consumo de esta agua con residuos.

Conociendo los efectos en la salud humana, se puede acudir a los centros de salud del Valle de Comayagua, a fin de determinar el número de personas que posiblemente esten enfermas por el consumo de esta agua. En estos centros de salud, se puede obtener la información del costo de tratamiento de estas enfermedades, y cuantos días de incapacidad para trabajar pueden ser consecuencia de las mismas. Finalmente se obtiene el costo de este impacto en un valor monetario.

4.4.2 Metodología para la cuantificación y valoración del posible impacto de residuos de plaguicidas en los productos finales de consumo de Cultivos Palmerola, en la salud humana.

Al igual que en el punto 4.4.1, el indicador del valor de esta externalidad lo constituye el costo de los tratamientos de personas enfermas por consumo de productos de esta empresa, que pueden contener residuos de plaguicidas. De igual manera, para facilitar la comprensión de la metodología para cuantificar y valorar este impacto, a continuación se presenta un resumen esquemático:

1. Aplicación de plaguicidas ➡ Residuos en el tomate y sus subproductos
2. Residuos en tomate ➡ Consumo humano
3. Consumo humano ➡ Residuos en el cuerpo (Exposición)
4. Residuos en el cuerpo ➡ Enfermedades
5. Enfermedades ➡ Costo

[1] Dirección en el Internet de EPA: http://www.epa.gov

El procedimiento inicia con la comprobación de que los productos de esta empresa contienen residuos de plaguicidas. Para lo cual se puede sugerir:

- Llevar muestras de tomate o del producto final de Cultivos Palmerola, a los laboratorios de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) o del Centro para el Estudio de Contaminantes (CESCO), a fin de determinar la presencia de residuos de plagucidas.

- Otra alternativa puede ser utilizar el método propuesto por Reed *et al.* (1987), que es utilizado por la *Food and Drug Administration* (FDA = Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos), para determinar residuos de plaguicidas.

- Y una última alternativa es utilizar los métodos químicos propuestos en el CODEX ALIMENTARIUS (1993).

Cual método utilizar, dependerá de los recursos y limitaciones del investigador.

Una vez determinada la presencia de residuos de plaguicidas en el producto, se estima el consumo humano de este producto. Esto puede lograrse a través de la misma empresa, o de el organismo gubernamental que maneje esta información, se puede considerar al Ministerio de Salud Pública como una posible fuente de información.

Una vez determinado el consumo humano de este producto, se sigue el mismo procedimiento propuesto para la externalidad del punto 4.4.1., que brevemente implicaría:

- Acceder a los límites de residuos en alimentos, dictaminados por EPA.
- Acceder a la base de datos EXTOXNET, para determinar las posibles afecciones a la salud humana por el consumo de productos con ciertos niveles de residuos.
- A través del Ministerio de Salud Pública, o de Centros de Salud, estimar el número de personas enfermas, posiblemente por el consumo de estos productos.
- Finalmente, determinar los costos de tratamiento de estas enfermedades, y el número de días de trabajo perdidos por enfermedad. Esto determinará el valor económico de esta externalidad.

A manera de conclusión, es posible que a lo largo de los dos procedimientos se deban hacer ciertos ajustes, para lo cual se sugiere siempre consultar con los especialistas en Salud Humana, y en Suelos, según sea el caso.

V. DISCUSIÓN

Cultivos Palmerola implementó su programa MIP con el fin de disminuir el efecto negativo que mosca blanca ha tenido en sus lotes de producción de tomate. Se debe considerar como efecto negativo no tan solo el efecto biológico-productivo (pérdida de producción = pérdida de ingresos), sino también el incremento en costos, para controlar esta plaga, que significó para la empresa. De esta manera, en los resultados, se encontraron significativamente menores costos de fitoprotección y menores ingresos totales en MIP en relación al control químico. Sin embargo, el no haber podido tener datos de los dos sistemas empleándose en el mismo período de tiempo, no elimina el efecto que pudo haber tenido cada año en cada sistema. Este efecto pudo deberse a cambios climáticos, ó, a cambios en las condiciones de mercado, entre otros.

La utilización de MIP en Cultivos Palmerola vino acompañada de un mejor sistema de aplicación de fertilizantes[1]. Por lo tanto, no se puede atribuir que, los incrementos en rendimiento en los proyectos de esta empresa una vez que se implementó MIP, se debieron al MIP *per se*, ya que fueron otros factores, a cuya información no se pudo acceder, los responsables de este incremento. Entre los posibles factores que pudieron causar el hecho de que aunque hubieron mejores rendimientos con el programa MIP, los ingresos eran más bajos que en el sistema anterior a MIP, se pueden mencionar:

a) Las áreas de siembra en un mismo proyecto cambiaron a través de las 4 temporadas en estudio. Para fines de esta investigación, se asumió que el área sembrada fue igual durante estos períodos.

b) Cambios en el precio de transferencia del tomate de Cultivos Palmerola a la fábrica Natura's.

Cultivos Palmerola ha reducido el número de aplicaciones de insecticidas al implementar el programa MIP. Las aplicaciones calendarizadas de insecticidas en esta empresa, fueron reemplazadas por prácticas culturales, y etológicas (de manejo de la población de plagas) más baratas, y que son eficaces en controlar poblaciones de mosca blanca. No existe ningún cambio aparente en el manejo de enfermedades, ni de malezas dentro de los lotes de producción. Aunque, en un análisis posterior sería de mucha utilidad el separar dentro del control de malezas, que parte corresponde al control de malezas en rondas, ya que esta actividad pertenecería más bien al control de insectos. Actualmente, la empresa está en vías

[1] Comunicación personal con Carlos Ramos. No se pudo acceder a registros que corroboren esta información.

de mejorar sus prácticas de control de enfermedades[2], lo cual puede ir generando más externalidades positivas.

Cuando Cultivos Palmerola implementó MIP, no solo redujo sus costos directos de control de plagas insectiles, sino que además, hay la posibilidad de que haya disminuido el riesgo de efectos negativos a la salud humana y ambiental. Según la base EXTOXNET (1997), estos insecticidas y fungicidas, por sus características (bioacumulación, velocidad de degradación por bacterias aeróbicas y anaeróbicas, persistencia, facilidad para adherirse a tejido graso, entre otros), no pueden considerarse realmente peligrosos. En el capítulo VII se sugieren algunos tipos de análisis para determinar el nivel de riego real de estos plaguicidas. Ya que, como afirma Deedat (1994), el alcance y el nivel de toxicidad varia ampliamente entre plaguicidas, por lo que no hay ninguno que pueda considerarse absolutamente inofensivo.

Por otro lado, el grado en que los plaguicidas son tóxicos, es solo conocido para algunas especies de animales. Por lo tanto, algo que debe concernir a todos es preguntarse: ¿Cuales plagucidas usar y como usarlos, para minimizar los riesgos?. En respuesta a esta pregunta debería siempre recordarse que la aplicación de plaguicidas representa una determinada contaminación ambiental y solo puede ser justificada donde la proporción beneficio/riesgo, en relación a otras tácticas posibles de manejo de plagas, este en favor del uso de plaguicidas (Deedat, 1994).

Según Edwards (1993), es muy probable que los plaguicidas continúen jugando un gran rol en la agricultura y la salud pública, para un futuro predescible. Aunque en la agricultura y la foresteria existen posibilidades de substituir algunos de los plaguicidas que poseen peligro para especies no-objetivos, la gran mayoría de científicos agrícolas y especialistas concuerdan con que los plaguicidas son necesarios y que son herramientas esenciales en programas para el control de plagas.

Por lo tanto, Edwards (1993) sugiere que todos los programas de control de plagas deberían considerar de vital importancia el uso adecuado de plaguicidas, para:

- prevenir un desbalance ecológico.
- minimizar efectos adversos en la vida animal, y
- asegurar la salud y seguridad humana.

Copplestone (1977) sugiere además, que para un uso adecuado de plaguicidas, se tome en cuenta que:

1. No se requiere un 100% de mortalidad en el control de plagas para prevenir perdidas económicas.
2. Seleccionar plaguicidas en base a la seguridad para humanos, animales domésticos y organismos no objetivos en el ambiente.

---

[2] Comunicación personal con Mauricio Suazo.

3. Aplicación de plaguicidas selectivos, o suaves, en lugar de pesados o no-degradables puede conseguir igual o mejor control de plagas.
4. Reducir tasa de aplicación y mejorar el tiempo de aplicación.
5. Aplicar solo cuando sea necesario.
6. Restringir el uso de plaguicidas altamente tóxicos, y establecer leyes para remover plaguicidas carcinogénicos y mutagénicos.

Considerando estos puntos, sería posible lograr un uso adecuado de plaguicidas, disminuyendo de esta manera las posibles externalidades negativas o costos sociales intrínsecos en el uso de plaguicidas. Cultivos Palmerola, al implementar su programa MIP, ha considerado estos hechos. De esta manera, y enmarcado únicamente dentro del contexto de esta tesis, se ha generado una externalidad positiva o beneficio, el impacto de los parasitoides en los campos de los agricultores vecinos; cuyo efecto se ha ido presentando de forma gradual.

Otra externalidad positiva, que gradualmente se puede presentar a concecuencia del MIP, podría ser la reducción de la presión de selección en la mosca blanca, por un uso más limitado de insecticidas. Esto puede reducir los problemas de resistencia de mosca blanca, que han sido tan graves en el Valle de Comayagua (Caballero, 1995). En el capítulo VII se sugieren dos posibles metodologías para medir la resistencia de mosca blanca. Si en verdad se logra detectar una reducción en los niveles de resistencia, una vez que Cultivos Palmerola implementó su programa MIP, esta empresa habría pasado de ser el generador del problema, a ser parte de la solución del mismo.

En referencia específicamente a la cuantificación del impacto de los parasitoides en los campos de los agricultores vecinos, al establecer la distribución Poisson de la población de parasitoides, se consideró a la longevidad como único factor de mortalidad, y al desplazamiento promedio normal como único factor que afecta la movilidad de esta especies. Por lo tanto, en otras investigaciones se debe discernir el efecto de plaguicidas (mayor frecuencia y mayores dosis = mayor mortalidad), clima (mayor húmedad, temperatura, lluvia, o vientos más fuertes, pueden representar una mayor mortalidad, e interferir con el desplazamiento de los parasitoides), y otros factores que afecten la mortalidad y el desplazamiento de estos parasitoides.

Los resultados de este trabajo llegan a estimar el potencial de control mosca blanca en el valle de Comayagua por parte de los parasitoides que parten desde Cultivos Palmerola. Si se consideran solo los meses en que hay cultivo de frijol en el valle de Comayagua, hay la posibilidad de subestimar el impacto real de estos parasitoides en los campos de los agricultores vecinos. Este impacto, por lo tanto, debe medirse en el largo plazo.

El efecto principal del cambio a un manejo integrado de plagas lo va a sentir la empresa que lo implemento. Como ejemplo, para este caso, y tal y como se aprecia en los cuadros 44 a 47, el grueso de la población de parasitoides permanece al interior de los proyectos de la empresa.

La falta de información sobre la situación de los pequeños agricultores en el valle de Comayagua, tanto antes como despúes de que se implementará el MIP en Cultivos Palmerola, no ha permitido establecer el valor económico del impacto real de los parasitoides en los campos de los agricultores vecinos a esta empresa. Sin embargo, los resultados de la cuantificación de esta externalidad, pueden servir como base para futuros estudios en este caso específico.

Finalmente, y a manera de reflexión: ¿Hasta que punto se debe considerar ético el valorar económicamente cada aspecto de las actividades humanas y de las actividades de la naturaleza que afectan al hombre? Es una pregunta dificil de contestar; sin embargo, el Jefe Seattle, de la tribu Dwash en 1855, contestaba esta pregunta al entonces presidente de los Estados Unidos, Franklin Pierce, con estas palabras: "¿ Cómo se puede comprar o vender el firmamento, ni aun el calor de la tierra? Si no somos dueños de la frescura del aire ni del fulgor de las aguas, ¿cómo podrán ustedes comprarlos? ... Esto sabemos: la tierra no pertenece al hombre; el hombre pertenece a la tierra; y todo va enlazado, como la sangre que une a una familia. Todo lo que le ocurrá a la tierra, le ocurrirá a los hijos de la tierra. El hombre no tejió la trama de la vida, él es solo un hilo. Lo que hace con la trama se lo hace a sí mismo..." (Barcelona, 1977).

VI. CONCLUSIONES

Considerando los objetivos planteados, y el procedimiento seguido en este trabajo, se puede concuir que:

- Este proceso de cuantificación y valoración de externalidades ha seguido una ruta no explorada anteriormente en la Escuela Agrícola Panamericana. Por lo tanto, el autor reconoce que el contenido de este proceso de valoración puede no ser fácilmente aceptable, ya que la ausencia de datos ha obligado a tomar atajos peligrosos en ciertas asunciones. Sin embargo, siendo un trabajo pionero en esta institución, se considera que el procedimiento seguido, con los resultados obtenidos, son válidos; tomando en cuenta los recursos y limitaciones que se tuvieron.

- La importancia de este trabajo no radica exclusivamente en sus resultados, sino màs bien en el procedimiento que se ha seguido. La planificaciòn y elaboraciòn de este procedimiento, requiriò, en màs de una ocasiòn, trabajo en equipo del comite asesor, junto con el autor de este trabajo. Las reuniones fueron de aprendizaje tanto para los docentes, como para el autor.

- El procedimiento tuvo ciertos errores, de entre los cuales se pueden destacar: 1) darle una prioridad innecesaria a la recopilaciòn de los datos econòmicos directos de Cultivos Palmerola, 2) no se pudieron considerar las opiniones de los agricultores respecto a que externalidades debian ser las màs apropiadas para valorar y 3) al momento de planificar, no se tomaron en cuenta todos los factores que intervienen en el impacto de una externalidad. Sobre este ùltimo, en la secciòn de recomendaciones se plantean los factores restantes que no se consideraron para la valoraciòn econòmica del impacto de los parasitoides en los campos de los agricultores vecinos.

- Aunque no fue posible establecer un valor económico para el impacto de los parasitoides en los campos de los agricultores vecinos, no se puede descartar que este efecto biológico represente un impacto económico en los productores, ya que como lo señala Ellis (1987), los agricultores adaptan sus prácticas en el manejo del cultivo, de acuerdo a las condiciones presentes en ese momento determinado.

- No se puede concluir, en base a un anàlisis econòmico que incluya las externalidades, cual de los dos sistemas de manejo de plagas es el mejor. Sin embargo, desde el punto de vista de salud humana y ambiental, el uso de plaguicidas siempre tiene un riesgo; por

lo tanto, lo que se puede concluir es que MIP tiene un riesgo mucho menor, que el uso de insecticidas, como tàctica principal de control de plagas.

- Para finalizar, se puede decir que las externalidades positivas o benéficas de un adecuado manejo de plagas dentro de una empresa, aunque por su tamaño podría hablarse también de una cooperativa o un grupo de fincas, impactarán positivamente en las fincas vecinas, a través de un proceso gradual, que va a depender en gran medida de las actitudes y actividades de estos agricultores vecinos.

VII. RECOMENDACIONES.

A las personas interesadas en la valoración económica de aspectos ambientales y de salud humana:

- Los resultados de un proceso de valoración económica de aspectos ambientales y de salud humana, deben utilizarse para corregir errores del pasado, y prevenir problemas en el futuro. El proceso de valoraciòn no debe ser visto como un simple juego o ejercicio de números y ecuaciones, que pongan precio a todo lo que nos rodea.

- El decidir que aspectos o externalidades valorar, debe ser resultado de la participación y discusiòn de las personas afectadas. Y en la planificación del procedimiento a seguir, se deben considerar todos los factores que estén afectando la(s) externalidad(es) a valorar.

- El objetivo de este enfoque económico-ecológico, debe ser obtener la información más completa, que permita tomar las decisiones apropiadas para que la actividad económica o productiva sobre la que se va a trabajar, llegue a tener una rentabilidad real, desde la óptica económica, ecológica y social.

A las personas que quieran concluir con el proceso iniciado en este trabajo:

- Con el fin de hacer una estimación más precisa del impacto de los parasitoides, se recomienda obtener la información sobre el resto de factores que afectan este impacto. El fin de esto es poder discernir o separar el efecto que tiene cada factor en este impacto. De esta manera se puede asignar el valor económico real a cada factor, incluyendo el control de moscas blancas realizado por los parasitoides.

  Como se expuso en el capítulo III de este trabajo, un probable indicador para la valoración de este impacto es el cambio en el rendimiento reportado por los productores de frijol y tomate. Dentro de este contexto, entre los factores que afectan este indicador, a parte del impacto de los parasitoides, se pueden considerar:

  ⇒ Documentar los cambios en rendimientos, cambios en las practicas de manejo del cultivo (fertilización, riego, control de malezas, etc.) y en las prácticas de fitoprotección (incluyendo categorías de plaguicidas, número de aplicaciones y dosis/aplicación) de los productores de tomate y frijol en el Valle de Comayagua; antes de que se implementara el programa MIP, y una vez que este fue implementado. Para este punto se pueden considerar los resultados de Santamarìa

(1994), que evaluó las implicaciones de las poblaciones de plagas y enemigos naturales en los rendimientos y costos parciales de producción de frijol.

⇒ Documentar la situación de la población de moscas blancas y de parasitoides en los campos de los agricultores, durante estos períodos. Considerando que esta información probablemente no exista, como una alternativa se sugiere el iniciar y continuar con un monitoreo de las dos poblaciones, con el fin de ver los cambios paulatinos que MIP vaya provocando en estas poblaciones.

⇒ Documentar información de las condiciones del mercado y precios para los períodos antes mencionados. De igual manera, el conocer cuales fueron los programas gubernamentales y/o las políticas implementadas que se dirigieron hacia la producción de estos cultivos puede ser de mucha utilidad. Cualquier análisis económico de información de diferentes años debe realizarse bajo un mismo nivel de precios para neutralizar el efecto del cambio de precios.

⇒ Documentar los cambios climáticos del Valle de Comayagua. Para esto se puede acudir a la estación meteorológica del Centro de Desarrollo Agrícola (CEDA).

⇒ Para trabajar sobre este estudio de caso, finalmente se recomienda utilizar la información del mayor número de años posible, ya que los datos aquí utilizados presentan mucha variabilidad.

- Por otro lado, se recomienda, realizar una valoraciòn contigente de esta externalidad, con los agricultores, para compararla con los resultados de la metodologìa anterior. Esto puede ser muy ùtil, por cuanto, puede ser mucho màs pràctico y menos costoso que todo lo propuesto; y como lo señala Windevoxhel (1994), los resultados de una valoraciòn contingente son similares a los logrados con otros mètodos de valoraciòn, y por tanto, igualmente vàlidos.

Para la valoraciòn de otras externalidades de este estudio de caso especìfico, se recomienda:

- Determinar si existe un posible efecto de resistencia de mosca blanca a los insecticidas utilizados en Cultivos Palmerola. Para esto puede ser útil la metodología planteada por Ovalle (1990), que determino la resistencia de *Plutella xylostella* L. a los insecticidas utilizados en Honduras. De igual manera, se puede considerar la metodología de Shong (1990), que dirigió su estudio hacia la resistencia de los enemigos naturales.

- Para establecer cual es el riesgo de cada plaguicida a la salud humana y ambiental, se debe determinar la concentración de ingrediente activo para cada plaguicida en base a la información obtenida en este trabajo sobre la cantidad total de cada plaguicida aplicado. Esta concentración puede compararse con patrones establecidos, como por ejemplo los manejados por la *Environmental Protection Agency* (EPA) sobre concentración y

riesgos de plaguicidas. En relación a este riesgo se pueden considerar tres posibles externalidades:

1. Costos de intoxicaciones crònicas de personas que consuman productos con residuos de plaguicidas, para lo cual sería útil hacer los anàlisis quìmicos correspondientes, para determinar si hay residuos de plaguicidas en el tomate producido en esta empresa (se sugiere seguir los análisis propuestos por Reed *et al.*(1987), en cuyos resultados se basa el Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos, para dictar políticas sobre restricción en el uso de pesticidas en los alimentos). En caso de resultados positivos, se puede validar la metodologìa planteada para la valoraciòn de los, presentada en el capìtulo IV.

2. Para la determinaciòn del potencial de contaminaciòn del nivel freàtico en el valle de Comayagua, se recomienda hacer anàlisis de suelo, a fin de comprobar si existen o no residuos de plaguicidas en el mismo. En caso positivo, se puede validar la metodologìa planteada en este trabajo.

3. Finalmente, se recomienda hacer las pruebas de los niveles de colinesterasa en los trabajadores que tienen contacto en algùn momento con los plaguicidas utilizados en Cultivos Palmerola (bodeguero, aplicador, ayudantes, etc.). En caso de presentarse niveles por debajo del promedio normal, estas personas podrìan estar sufriendo grados de intoxicaciòn aguda y/o crònica. A continuaciòn serìa necesario determinar con la administraciòn de la empresa si esta situaciòn puede considerarse o no una externalidad; es decir, si la empresa asume los costos de tratamiento de estas personas. En caso de que la empresa no cubra estos costos, se recomienda adaptar la metodologìa propuesta en este trabajo para la valoraciòn de esta externalidad.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

AL-MUSA, A. 1982. Incidence, economic importance, and control of tomato yellow leaf curl in Jordan. Plant Disease 66(7) :561-563.

Citado por: P. Rosset,; E. Secaira, 1989. El cultivo del tomate en Nicaragua. Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura : Estado Actual y Futuro. Cap. 32. Ed. por : Keith Andrews y José Quezada. Departamento de Protección Vegetal. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras Centro América. pp 508-514.

ALVAREZ, R.; DURAN, R.; GONZALEZ, C. 1991. Evaluación del impacto ambiental de las actividades de Petróleos Mexicanos en la Laguna Pom. Evaluaciones del Impacto Ambiental en América Latina y el Caribe. CEPAL, Naciones Unidas. Santiago de Chile.

Citado por: D. Azqueta, s.f. Valoración Económica de la Calidad Ambiental. McGraw-Hill. Madrid (Esp.). 299 p.

ANDERSON, D. 1989. Economic aspects of afforestation and soil conservation projects.

Citado por: G. Schramm y J. Warford (eds.), 1989. Environmental management and economic development. The Johns Hopkins University Press para el Banco Mundial. Baltimore.

ANZOLA, D. y R. LASTRA. 1978. Protección de semilleros de tomate y su relación con la incidencia del virus mosaico amarillo del tomate. Agron. Tropical (Venezuela) 28(5) :473-482.

Citado por: P. Rosset,; E. Secaira, 1989. El cultivo del tomate en Nicaragua. Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura : Estado Actual y Futuro. Cap. 32. Ed. por : Keith Andrews y José Quezada. Departamento de Protección Vegetal. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras Centro América. pp 508-514.

AONGOLA, L. 1993. Soil Conservation and Agroforestry Extension Programme. Chipata North and South Agricultural Districts: A Cost-Benefit Approach. Agricultural University of Norway.

APPLE, J.; SMITH, R. 1976. Integrated Pest Management. Plenum Press. New York, EEUU.

ASIATICO, J.; ZOEBISCH, T. 1992. Control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en tomate con insecticidas de origen biológico y químico. Manejo Integrado de Plagas. Costa Rica. 24-25: 1-7.

AZQUETA, D. s.f. Valoración Económica de la Calidad Ambiental. McGraw-Hill. Madrid (Esp.). 299 p.

BECKER, R.; HERZFELD, D.; OSTLIE, K.; STAMM-KATOVICH, E. 1989. Pesticides: surface runoff, leaching, and exposure concerns. Minnesota Extension Service Publication.

BINK-MOENEN, R.; MOUND, L. 1990. Whiteflies: Diversity, biosystematics and evolutionary patterns. Whiteflies: their bionomics, pest status and management. Ed. por D. Gerling. Athenaum Press. New Castlle, (U.K.). p. 1-12.

BRISCOE, R. 1990. Toward Equitable and Sustainable Water Supplies: a Contingent Valuation Study of Brazil. World Bank Economic Review. 4: 115-143.

BROWN, G; MENDELSOHN, R. 1984. The Hedoni Travel Cost Method. Review of Economics and Statistics. LXVI (3): 427-433.

Citado por: D. Azqueta, s.f. Valoración Económica de la Calidad Ambiental. McGraw-Hill. Madrid (Esp.). 299 p.

———— ; HENRY, W. 1989. The Economic Value of Elephants. LEEC Discussion Paper 1989-12, IIED; Londres.

BROWN, L. 1993. La Situación en el Mundo: El Informe Worldwatch. Buenos Aires, Argentina. Editorial Sudamericana.

BRUHN. 1992. Consumer Response to Information on Integrated Pest Management. Journal of Food Safety. 12:315-326.

CAAM, 1995. Propuesta de Políticas y Estrategias Ambientales. Tercera Propuesta de Discusión del Plan Ambiental Ecuatoriano. Quito, Ecuador. Comisión Asesora Ambiental de la Presidencia de la República. 155 p.

CABALLERO, R. 1993. Moscas blancas neotropicales (Homoptera: Aleyrodidae): hiopedantes, distribución, enemigos naturales e importancia económica. Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. CATIE. Serie técnica. Informe técnico No. 205. 66p.

———— ; PITTY, A.(Eds.). 1995 Memoria del IV Taller Latinoamericano sobre Moscas Blancas y Geminivirus (1995, Zamorano, Hond.). CEIBA. Zamorano, Hond. Reporte de Honduras. 168 p.

CATIE, 1990. Guía para el Manejo Integrado de Plagas del cultivo de Tomate. Turrialba, Costa Rica. CATIE.

CAVE, R. 1994. Es viable el control biológico de un vector de geminivirus, como *Bemisia tabaci*?. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica).No. 34: 18-22.

CAVE, R. 1995. Manual para el Reconocimiento de Parasitoides de Plagas Agrícolas en América Central. Zamorano Academic Press. Tegucigalpa (Hond.). 202 p.

CENTRO DE INVENTARIO AGROECOLóGICO Y DIAGNOSTICO. 1993. Inventario de Enemigos Naturales de Plagas Insectiles en varios Cultivos de Honduras. Ed. por Boris Castro. Honduras. Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana. 315-318.

COLE, D.; MCCONNELL, R.; MURRAY, D.; Y PACHECO, F. 1988 Vigilancia de las Enfermedades Provocadas por Plaguicidas: La experiencia Nicaragüense. Boletín de la OFICINA SANITARIA PANAMERICANA. Washington, DC, EEUU. 105(3): 231-244.

COMISIÓN DEL CODEX ALIMENTARIUS. 1993. Códex Alimentarius. FAO/OMS. Roma (Italia). Vol. 2. 500 p.

COOPLESTONE, J. 1977. A global view of pesticide safety. Pesticide Management an Insecticide Resistance (Editado por Watson D.L. y Brown A.W.A.) Academic Press, New York. pp. 117 - 155.

Citado por: Y. Deedat 1994. Problems associated with the use of pesticides: An overview. Insect Sci. Applic. Nairobi, Kenya. 15.(3): 247-251.

CHÁVEZ, R. 1996. La economía de los recursos naturales y del ambiente. El Comunicador. (Hond.) 9(1): 1.

CREMLYN, R. 1995. Plaguicidas modernos y su acción bioquímica. Trad. por E. Baradon y E. Frixione. Mexico, D.F., Limusa p. 141-147.

DASGUPTA, P. 1993. Optimal versus Sustainable Development. *In* Valuing the Environment: Proceedings of the first annual international conference on Environmentally Sustainable Development. Washington, D.C., E.E.U.U. The World Bank. p. Irr.

DAVIES, J.; FREED, V.; WHITTEMORE, F. 1992. An Agromedical Approach to Pesticide Management: Some health and environmental considerations. Consortium for International Crop Protection. (EE.UU.). 320 p.

DAVIES, W.P. 1992. Prospects for Pest Resistance to Pesticides. Pest Management and the Evironment in 2000. Ed. por Abdul Aziz; S.A Kadir; H. Barlow. Wallingford, G.B., CAB International. p. 95-111.

DEEDAT Y. 1994. Problems associated with the use of pesticides: An overview. Insect Sci. Applic. Nairobi, Kenya. 15.(3): 247-251.

DE QUATTRO, J.; SENFT, D. ; WOOD, M. 1997. The Whitefly Plan 5-year Update. Agricultural Research. Agricultural Research Service. Departament of Agriculture. Washington, D. C. (EE.UU.). 45 (2): 4-12.

EDWARDS, C. 1993. The pesticide question: Environment, economics, and ethics. New York, USA., Chapman & Hall, Inc.

EKBOM, A. 1993. 75 Case Studies on Environmental Economic Valuation in Developing Countries. Departamento de Economía. Gothenburg University (Suecia). 11 p.

ELLIS, F. 1987. Peasants Economics: Farm households and agrarian development. WYE Studies in Agricultural and Rural Development. EE.UU. 257 p.

EXTOXNET, 1997. Extension Toxicology Network. A Pesticide Information Project of Cooperative Extension Offices at Cornell University, Michigan State University, Oregon State University, and University of California at Davis. Major support and funding was provided by the USDA/Extension Service/National Agricultural Pesticide Impact Assessment Program. Dirección en el Internet: http:// ace.ace.orst.edu/info/extoxnet. Contacto a través de E-mail: Terry L. Miller: miller@ace.orst.edu.

FAO, 1995. Perspectivas a plazo medio de los productos básicos: Proyecciones de productos básicos agrícolas el año 2000. Roma, Italia. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Farm and Forest INSHIGTS.

FARREL, K. Agriculture and Natural Resources, University of California.

FORGET, G. 1991. Pesticide and the Third World. Journal of Toxicology and Environmental Health 32:11-31.

Citado por: M. Meltzer, P. Matteson, y W. Knausenberger, 1994 Environmental Implications of Agricultural Trade and Policy Reform Programs in Uganda: Pest

and Pesticide Management. Office of Sustainable Development. Division of Productive Sector Growth and the Environment Bureau for Africa. U.S. Agency for International Development. Winrock International Environmental Alliance. Virginia, USA. Pp. 8, 15-16.

GARROD, G.; WILLIS, K. 1992. The amenity value of woodland in Great Britain: A comparison of economic estimates. Environmental and Resource Economics. 2: 415 -434.

Citado por: D. Azqueta, s.f. Valoración Económica de la Calidad Ambiental. McGraw-Hill. Madrid (Esp.). 299 p.

GUDIEL, V. 1987. Manual Agrícola SUPERB. Sexta Edición. Guatemala, Gua. Productos SUPERB. p. 202-220.

HANSON, P.; HILJE, L. 1993. Control Biológico de Insectos. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, C.R. Serie Técnica Informe Técnico No. 208. Colección Temas de Fitoprotección para Extensionistas. 40 p.

HEIN, A. 1984. The leaf curl virus in tomatoes and possbilities of its control - a review. Acta Horticulture 143 :439-450.

Citado por: P. Rosset,; E. Secaira, 1989. El cultivo del tomate en Nicaragua. Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura : Estado Actual y Futuro. Cap. 32. Ed. por : Keith Andrews y José Quezada. Departamento de Protección Vegetal. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras Centro América. pp 508-514.

HILJE, L. 1993. Un esquema conceptual para el manejo integrado de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de Tomate. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica). 29: 51-57.

HONDURAS. SERVICIO AUTÓNOMO NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS; INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR. 1995. Mapa Hidrogeológico de la Zona Central de Honduras. Tegucigalpa (Hond.). Esc. 1: 50.000. Color.

INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL. 1986. Departamento de Medicina Preventiva, Sección Seguridad e Higiene. Primer Seminario Centroamericano sobre Ambiente y Desarrollo con Enfasis en Agroquímicos. Guatemala. Ecol Hum Salud 5(2):2-3.

Citado por: D. Cole, R. McConnell, D. Murray y F. Pacheco, 1988 Vigilancia de las Enfermedades Provocadas por Plaguicidas: La experiencia Nicaragüense.

Boletín de la OFICINA SANITARIA PANAMERICANA. Washington, DC, EEUU. 105(3): 231-244.

JAMES, P. C. 1995. Internalizing externalities: granular carbofuran use on rapeseed in Canada. Ecological Economics 13: 181-184.

JEPSON, P. (Ed.). 1989. Pesticides and non-target invertebrates. Intercept, Dorset, Inglaterra.

LASTRA, R. 1993. Los geminivirus: un grupo de fitovirus con características especiales. Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. CATIE. Serie técnica. Informe técnico No. 205. 66p.

LUCKMANN, W.; METCALF R. 1982. The pest management concept. Introduction to Insect Pest Management Segunda Edicion. John Wiley & Sons, New York (EE.UU.) pp. 1-31.

LUTZ, E. 1993. Toward improved accounting for the environment. Washington, D.C., E.E.U.U. The World Bank. p. Irr.

MATTESON, P.; MELTZER, M. 1994 Environmental Implications of Agricultural Trade and Policy Reform Programs in Cameroon: Pest and Pesticide Management. Office of Sustainable Development. Division of Productive Sector Growth and the Environment Bureau for Africa. U.S. Agency for International Development. Winrock International Environmental Alliance. Virginia, USA Pp. 8, 15-16

MAUSOLFF Ch., FARBER S. 1995 An economic analysis of ecological agricultural technologies among peasant farmers in Honduras. Ecological Economics 12: 237-248

McWILLIAMS, D. 1982. Diccionario de Economia. Barcelona, España. Ediciones Grijalbo p. 48-49.

McEWEN, F.; STEPHENSON, G. 1979. The Use and Significanse of Pesticides in Environment. John Wiley & Sons, New York.

McLAUGHLIN, L. 1997. The Whitefly Plan-- 5- year Update. Agricultural Research Magazine. EE.UU. 45(2): 5-13.

MELTZER, M., MATTESON, P. y KNAUSENBERGER, W.. 1994 Environmental Implications of Agricultural Trade and Policy Reform Programs in Uganda: Pest and Pesticide Management. Office of Sustainable Development. Division of Productive Sector Growth and the Environment Bureau for Africa. U.S. Agency for International Development. Winrock International Environmental Alliance. Virginia, USA. Pp. 8, 15-16.

METCALF, R. 1982. Insecticides in pest management. Introduction to Insect Pest Management. 2 ed. John Wiley & Sons. New York (EE.UU.) pp. 217-277.

MINEAU, P. 1993. The hazard of carbofuran to birds and other vertebrate wildlife. CWS Tech. Rep. 177.

MINISTERIO DE SALUD (Republica de Nicaragua). 1991. Vigilancia Epidemiologica de Intoxicac iones por plaguicidas. Programa Uso Racional y Seguro de Plaguicidas. Region II y IV. Boletin Epidemiologico. pag. irr.

MORTON, A.C.; SERGEANT, A.; SMEDLY, M. 1993. Environmental Impact Reviews. Investment in Developing Agricultural Exports (IDEA) Project, 617-0215, y Agricultural Nontraditional Export Promotion Program (ANEPP), 617-0113-0114, USAID. Uxbridge, U.K.: High Value Horticulture plc.

Citado por: M. Meltzer, P. Matteson, y W. Knausenberger, 1994 Environmental Implications of Agricultural Trade and Policy Reform Programs in Uganda: Pest and Pesticide Management. Office of Sustainable Development. Division of Productive Sector Growth and the Environment Bureau for Africa. U.S. Agency for International Development. Winrock International Environmental Alliance. Virginia, USA. Pp. 8, 15-16.

MUNGATANA, E. 1992. Recreational value of wildlife viewing. A case of study of Lake Nakuru National Park, Kenya. Agricultural University of Norway.

MRAK, E. 1969. Report of the Second Commission on Pesticides and Their Relationship to Envronmental Health. US Departm. Health, Educ., and Welfare, Washington DC.

Citado por: Y. Deedat 1994. Problems associated with the use of pesticides: An overview. Insect Sci. Applic. Nairobi, Kenya. 15.(3): 247-251.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1980. Efectos de Plaguicidas en la Fisiología de Frutas y Hortalizas. Trad. Por Joaquín Palenzuela. Mexico, D.F., Limusa. Vol. 6.

NATIONAL COALITION FOR INTEGRATED PEST MANAGEMENT. 1994.

NATURALEZA IGUAL A FUTURO. APRENDAMOS A SOBREVIVR. 1977. Mensaje del Jefe Seattle. Barcelona, España. p. 1-2.

NUILA, R. 1996. Ecomentarios. La Tribuna, Tegucigalpa (Hond.); Julio, 1:83.

OATMAN, E.; KENNEDY, G. 1976. Methomyl induced outbreaks of *Liriomyza sativae* on tomato. J. Econ. Entomol. 69 :667-668.

Citado por: P. Rosset,; E. Secaira, 1989. El cultivo del tomate en Nicaragua. Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura : Estado Actual y Futuro. Cap. 32. Ed. por : Keith Andrews y José Quezada. Departamento de Protección Vegetal. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras Centro América. pp 508-514.

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. The Development of Integrated Pest Control in Agriculture: Formulation of a Cooperative Global Programme. FAO Report on Ad Hoc Session, October 15-25, 1974, Appendix B. Roma, 1975.

OSPINA, J.; ALDANA, H. 1995. Enciclopedia Agropecuaria TERRANOVA; Producción Agrícola. Santa Fé de Bogotá, D. C. , Col. Terranova Editores, Ltda. V. 3, p 297-302.

OVALLE, O. 1989. Determinaciòn de la resistencia de *Plutella xylostela* L. (Lepidòptera: Plutellidae) a los insecticidas utilizados en Honduras. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrìcola Panamericana. Honduras.

PANIAGUA, A. 1997. Caracterización del análisis comparativo de los niveles de degradación en suelos de la microcuenca de la Lima, Tatumbla, Francisco Morazán, Honduras. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.

PARDEE, W.D. ©1994. Tomato. Microsoft ® Encarta. Copyright © 1994 Microsoft Corporation. Copyright Funk & Wagnall's Corporation.

PEDIGO, L; ZEISS, M. 1996. Analyses in Insect Ecology and Management. Cap. 2 Analyzing Insect Dispersion. Iowa State University. (EE.UU.) p. 10-40.

PESTICIDE RESIDUES IN FOOD. s.f. Technologies for detection. Technic Publishing. Pennsylvania (EE.UU.) 230 p.

PIERCE, L. 1987. Vegetables, characteristics, production and marketing. John Wiley &Sons. (EE.UU.) 433 p.

PIMENTEL, D. 1992. Environmental and economic costs of pesticide use. BioScience 42: 750-760.

Citado por: P. C. James, 1995. Internalizing externalities: granular carbofuran use on rapeseed in Canada. Ecological Economics 13: 181-184.

POE, S.L., J.P. CRILL y P.H. EVERETT. 1975. Tomato pinworm management in semitropical agriculture. Proc. Fla. State Hort. Soc. 88 :160-165.

Citado por: P. Rosset,; E. Secaira, 1989. El cultivo del tomate en Nicaragua. Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura : Estado Actual y Futuro. Cap. 32. Ed. por : Keith Andrews y José Quezada. Departamento de Protección Vegetal. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras Centro América. pp 508-514.

POLLARD, D.G. 1955. Feeding habits of the cotton whitefly, *Bemisia tabaci* Genn. (Homoptera : Aleyrodidae). Ann. Appl. Biol. 43 :664-671.

Citado por: P. Rosset,; E. Secaira, 1989. El cultivo del tomate en Nicaragua. Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura : Estado Actual y Futuro. Cap. 32. Ed. por : Keith Andrews y José Quezada. Departamento de Protección Vegetal. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras Centro América. pp 508-514.

POWELL, D.; BELLOWS, T. 1992. Development and Reproduction of two populations of *Eretmocerus* species (Hymenoptera: Aphelinidae) on *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). Environ. Entomol. 21(3): 651-658.

RABB, R.L. 1972. Association of Applied Insect Ecologists. NCSU.

REED,D.; LOMBARDO, P.; WESSEI, J. 1987. The FDA pesticides monitoring program. Journal of the Association of Official Analytical Chemists. 70(3): 593 p.

RISEBRUGH, R.W., 1986. Pesticides and bird populations. Curr. Ornithol., 3: 397-427.

ROBERTSON, S. 1994. Sampling for pesticides in South Georgia's shallow aquifers. Second International Conference on Ground Water Ecology. U.S. Environmental Protection Agency. American Water Resources Association. (EE.UU.) p. 231-238.

ROSSET, P.; SECAIRA, E. 1989. El cultivo del tomate en Nicaragua. Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura : Estado Actual y Futuro. Cap. 32. Ed. por : Keith Andrews y José Quezada. Departamento de Protección Vegetal. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras Centro América. p. 508-514.

——— 1986. Ecological & Economic Aspects of Pest Management and Polycultures of Tomatoes in Central America. Ph. D. dissertation, University of Michigan, 128 p.

Citado por: P. Rosset,; E. Secaira, 1989. El cultivo del tomate en Nicaragua. Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura : Estado Actual y Futuro. Cap. 32. Ed. por : Keith Andrews y José Quezada. Departamento de Protección Vegetal. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras Centro América. pp 508-514.

SANTAMARIA, E. 1994. Efecto de tres manejos de malezas sobre las poblaciones de plagas y enemigos naturales. Sus implicaciones en los rendimientos y costos parciales de producciòn de frijol. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrìcola Panamericana. Honduras.

SCHRAMM, G.; WARFORD, J. 1989. Environmental Management and Economic Development. Baltimore, U.S.A, The Johns Hopkins University Press.

SECRETARIA DE PLANIFICACIÓN, COORDINACIÓN Y PRESUPUESTO (SECPLAN) 1994. IV Censo Nacional Agropecuario 1993. Tomo III Cultivos Anuales. Tegucigalpa (Hond.) p. 120-137.

SHAHEEN, A. H. 1983. Some ecological aspectos on the white fly *Bemisia tabaci* Genn., the main insect vector transmitting tomato leaf curl virus diseases. Ann. Agric. Sci. Moshtohor (Moshtohor, Tukh. A.R.E.) 19(2) :453-457.

Citado por: P. Rosset,; E. Secaira, 1989. El cultivo del tomate en Nicaragua. Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura : Estado Actual y Futuro. Cap. 32. Ed. por : Keith Andrews y José Quezada. Departamento de Protección Vegetal. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras Centro América. pp 508-514.

SHONG, D. 1990. Interface of the natural enemies and environment. New directions in biological control: Alternatives for suppressing agricultural pests and diseases. Proceedings of a UCLA Colluquium Enero 20-27, 1989, Frisco, Colorado (EE.UU.). ed. por: R. Baker y P. Dunn. Wiley-Liss. v. 112: 57-64.

SHULTZ, S. 1996. Seminario-Taller: Metodologías de Valoración Económica de los Recursos Naturales y Ambientales. Escuela Agrícola Panamericana (Hond.)

SIMÁN, J. 1990. Daño cosmético, calidades, precios y uso de plaguicidas en la producción de tomate : qué piensan los consumidores y los agricultores ?. Agroecología Neotropical 1(1) :1-6.

SPONAGEL, K.; FÚNEZ, M. 1995. Efectos del uso de mulch plástico sobre adultos de Bemisia tabaci en el cultivo de tomate. Memoria del IV Taller Latinoamericano sobre Moscas Blancas y Geminivirus (1995, Zamorano, Hond.). 1995. CEIBA. Ed. por R. Caballero y A. Pitty. Zamorano, Hond. Reporte de Honduras. 168 p.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 1985. SAS/STAT. Guide for personal personal computer. Versión 6. Cary, N.C. SAS. Institute INC. USA. 378 p.

STOCKING, M. 1986. The cost of soil erosion in Zimbabwe in terms of the loss of three major nutrients. Consultant's working paper No. 3, Soil Conservation Programme, Land and Water Development Division. FAO. Roma (Italia).

SUTER G. 1995 Adapting ecological risk assessment for ecosystem valuation. Ecological Economics 14: 137-141.

SWEZEY, S.L. y DAXL, R. 1983. Breaking the Circle of Poison: The Integrated Pest Management Revolution in Nicaragua. San Francisco, Institute for Food and Development Policy, , p. 2.

----------; MURRAY, D.; DAXL R. 1986. Nicaragua's revolution in pesticide policy. Environment 28(1) :6-9, 29-36.

Citado por: P. Rosset,; E. Secaira, 1989. El cultivo del tomate en Nicaragua. Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura : Estado Actual y Futuro. Cap. 32. Ed. por : Keith Andrews y José Quezada. Departamento de Protección Vegetal. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras Centro América. pp 508-514.

THYAGARAJAN G. 1988. Pesticide safety, storage and disposal. en Crop Production for Small-scale Farms in East and Central Africa -A review ed. por Prinley R. y Terry G. Commonwealth Science Council of London.(G.B.) pp. 89-96.

TIETENBERG, T. 1992. Environmental and Natural Resource Economic, Third Edition. New York, U.S.A, HarperCollins Publisher Inc. 678 p.

TOBIAS, D.; MENDELSHON, R. 1991. Valuing Ecoturism in a Tropical Rain-Forest Reserve. Ambio. 20(2).

VAUGHAN, M.A. y G. LEON. 1977. Pesiticide management on a major crop with severe resistence problems. Proceedings of the XV International Congress of Entomology (Washington, DC) pp. 812-815.

Citado por: P. Rosset,; E. Secaira, 1989. El cultivo del tomate en Nicaragua. Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura : Estado Actual y Futuro. Cap. 32. Ed. por : Keith Andrews y José Quezada. Departamento de Protección Vegetal. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras Centro América. pp 508-514.

WINDEVOXHEL, N. 1994. Valoraciòn econòmica de los manglares: demostrando la rentabilidad de su aprovechamiento sostenible. Caso Hèroes y Màrtires de Veracruz, Nicaragua. Revista Forestal Centroamericana. No. 9: 18-26.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Manejo Integrado de Plagas en Cultivos Palmerola.

Los componentes del programa de Manejo Integrado de Plagas empleado por la Empresa Cultivos Palmerola son los siguientes:

A.1.1 Control dentro del invernadero y transplante sincronizado.

Las practicas para evitar la llegada de mosca blanca a las plantulas incluyen:

- Barreras vivas al rededor de los invernaderos.
- Invernaderos con doble entrada, a fin de lograr cierto nivel de asepcia en los trabajadores que manipulan las plantulas.
- Riego mediante aspersores moviles.
- Aplicacion de un plaguicida volatil, Confidor, que funciona como insecticida y tiene cierto grado de fungicida y nematicida.

Una vez terminada la etapa de invernadero, al rededor de 30 dias, inicia la etapa de campo, para lo cual se sigue un transplante sincronizado de 6 lotes por dia, en contra de la direccion del viento, a fin de evitar que lotes viejos que pudieran estar infestados, sirvan de fuente de infestacion para los lotes nuevos que se vayan sembrando.

A.1.2 Control preventivo de malezas.

Tres meses antes del transplante del cultivo al campo se eliminan las malezas hospederas de mosca blanca y/o portadoras del virus y aquellas que presentan síntomas del mismo (achaparramiento, clorosis, etc.)[1]. Esto incluye un control general de malezas de hoja ancha que se realiza dos meses antes del transplante con enfasis en los diez metros de ronda más cercanos a los lotes (ver Figura 2). Este práctica se considera preventiva y puede hacerse manualmente o utilizando herbicidas para hoja ancha. La limpieza dentro de los lotes se realizará con una rastra liviana si se encontrara una alta población de maleza hospedera de moscas y malezas hospederas de virus.

A.1.3 Muestreo de mosca blanca en las rondas.

Los muestreos de rondas se realizan cada 15 días después de terminada la cosecha hasta dos meses antes de comenzar el nuevo transplante con el fin de llevar un registro todo el año de la dinámica de población y parasitismo natural que se encuentre en cada proyecto y de determinar focos de malezas que podrían ser hospederas del virus. Se realiza una muestra cada 25-30 pasos en las rondas de los proyectos. En estos muestreos se determinan:

a) Número de ninfas por planta.
b) Número de adultos por planta.
c) Malezas más frecuentes.

---

[1] Para mayores detalles sobre el virus y sus efectos, consultar McLaughlin (1995) y Caballero, Pitty (1995).

d) Malezas más susceptibles a virosis.
e) Porcentaje de parasitismo, que se determina en el laboratorio.

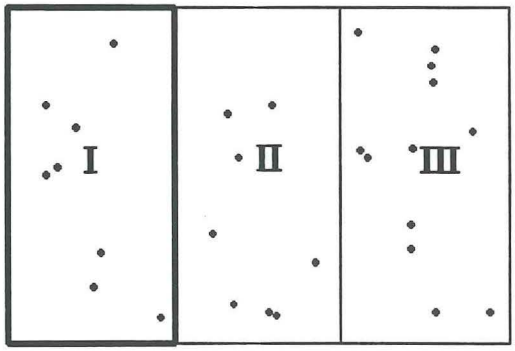
Esto servirá para determinar si las moscas blancas han alcanzado los niveles críticos que son una base para la toma de desiciones en lo que respecta a la limpieza de malezas viróticas en las rondas o inclusive al interior de los lotes. Se han determinado dos niveles críticos:

Nivel crítico	**Acciones a tomar**
*** Tres ninfas o adultos de mosca blanca por planta.**	* Aspersión de rondas con detergente (Xedex) al 1.5%.
*** 5 % de plantas viróticas**	* Limpieza selectiva química o manual de malezas.

A.1.4 Trampas amarillas. Estas trampas tienen una forma cuadrangular de aproximadamente 1 m^2 de superficie. Están recubiertas de un pegamento especial que atrapa a los adultos de moscas blancas, una vez que estas se han posado sobre la superficie de la trampa. Este pegamento resiste por un período superior a los dos meses a los factores de degradación ambiental.

Se colocan paulatinamente en los lotes a medida que la preparación de suelo se haya concluido --subsoleo, arado, rastreado, surcado, mullido, colocación de mangueras para riego por goteo y plástico--. Las trampas amarillas son ubicadas entre las barreras de king grass y el lote; a una distancia inicial de 150 m entre trampa (ver Figura 2).

El muestreo de estas trampas se hace una vez por semana hasta los 30 días después del transplante (ddt) para establecer los puntos principales de migración de mosca blanca de las rondas al cultivo. Cada semana se muestrea una tercera parte de la trampa (ver figura 6), retirando de esta los adultos de mosca blanca presentes.



I Se muestrean ninfas y adultos solo en este tercio en la primera semana.
II Se muestrean ninfas y adultos solo en este tercio en la siguiente semana.
III Se muestrean ninfas y adultos solo en este tercio en la siguiente semana.

Figura 26. Esquema de el muestreo de una trampa amarilla.

A.1.5 Cultivo Trampa. La berenjena (*Solanum melongena*) es utilizada como cultivo trampa, ya que es altamente atrayente para la mosca blanca, y porque además, dada la cantidad de plantas que se utilizan, no afecta económicamente la producción de tomate. La berenjena es transplantada a los lotes con la idea de que forme un anillo al rededor del cultivo de tomate (ver Figura 2).

Se colocan dos plantas de berenjena en la cabecera de cada surco, dos al final de cada surco, y el primer y el último surco de cada lote son completamente de berenjena. El muestreo se hace semanalmente, usando el mismo criterio que el muestreo en rondas, tomando dos plantas cada 25-30 pasos y se determina:

a) número de adultos de mosca blanca por planta
b) número de ninfas de mosca blanca por planta
c) número de afidos por planta
Esto ha determinado dos niveles críticos:

Nivel Crítico	**Acción**
*1.5 adultos de mosca blanca por planta	*Aspersión de insecticida sitémico
* 5 afidos por planta	

A.1.6 Barreras vivas de sorgo (*Sorghum bicolor* L.). El sorgo se siembra una vez terminada la preparación del suelo en cada lote, dos surcos cada 49 camas o 7 entradas de la asperjadora. Sembrado a chorro corrido, sirve como barrera rompevientos y nectario de insectos benéficos. En el Cuadro 46 se listan los principales enemigos naturales de la zona de Comayagua.

A.1.7 Barreras de King Grass. Utilizadas como barreras rompevientos, interfieren con la llegada de mosca blanca directamente al cultivo de tomate, y ayudan a controlar la erosion eolica. Estan ubicadas al rededor de los invernaderos, y de los lotes de produccion.

A.1.8 Muestreo de lotes transplantados. Inmediatamente después de transplantar la planta al campo definitivo se inician los muestreos en dos lotes de tomate, se realizan dos veces por semana según el siguiente plan:

- De 1 a 30 ddt se muestrean 100 estaciones de 1 planta cada estación.
- De 31 ddt en adelanten se toman 10 estaciones de 10 plantas cada estación.
- Las plantas o estaciones se escogen al azar, siguiendo una distribución de zig-zag a travez de todo el lote.

En cada muestreo se determina: Número de adultos de mosca blanca por planta y cualquier otra observación sobre otras plagas insectiles.

Los costos de muestreo disminuyeron significativamente al implementarse este programa, debido a que se redujo la cantidad de trabajadores que se dedicaban a esta actividad. El muestreo se volvio mucho mas eficiente. Se motivó a los trabajadores que permanecieron

en la empresa, para que respondieran de una forma responsable, a través de mayores salarios.

Cuadro 46. Lista de los principales enemigos naturales de la zona de Comayagua encontrados en el Cultivo de Tomate (CIAD; 1993).

	Nombre científico	Familia	Orden	Categoría	Hospedante	Etapa afectada	Estacionalidad
1	*Apanteles* sp.	Braconidae	Hymenoptera	Parasitoide			Junio
2	*Brachiacantha bistripustulata* (Fabricius)	Coccinelidae	Coleoptera	Depredador			Junio
3	*Chrysocharis* sp.	Eulphidae	Hymenoptera	Parasitoide	*Liriomyza sativae*	Larva	Enero-marzo
4	*Chrysonotomyia diastatae* (Howard)	Eulphidae	Hymenoptera	Parasitoide	*Liriomyza sativae* *Liriomyza* sp.	Larva	Enero-marzo, mayo.
5	*Opius dissitus* (Muesebeck)	Braconidae	Hymenoptera	Parasitoide	*Liriomyza sativae* *Liriomyza* sp.	Larva	Marzo
6		Cicindelidae	Coleoptera	Depredador			Junio
7		Tachinidae	Diptera	Parasitoide	*Spodoptera sunia*	Larva	Marzo, junio.

A.1.9 Niveles críticos. Se han determinado los niveles críticos listados en el Cuadro 47, dependiendo de la plaga y del estadío del cultivo.

Cuadro 47. Niveles críticos de presencia de las principales plagas de Cultivos Palmerola, y su correspondiente acción de control.

PLAGA	DDT	NIVEL CRITICO	ACCION
Mosca blanca	1 a 30 31 a 45 45 a 60	0.5 mb / planta 1.0 mb / planta 1.5 mb / planta	Aspersión de detergente al 1 %, usando 500 lt agua/ ha. Agregar 1.4 lt de endosulfan/ ha.
Spodoptera sp.	1 a 100	2 masas de huevos en 100 plantas o 0.5 larvas de 1°, 2° y 3° instar. 0.5 larvas de 4° y 5° instar.	Aspersión de B.t.'s en rotación usando 750 lt de agua/ ha.
Heliothis sp. **Afidos**	30 a 100	12 huevos viables/ 100 plantas. 0.5 larvas de 1°, 2° y 3° instar 1.0 afidos alados por planta	Aspersiones de B.t.'s en 500 lt/ ha. Aspersiones de aceite agrícola o detergente al 1%.
Gusano alfiler	1 a 30 30 a 60 60 a 90	5 adultos/ trampa/ noche 4 adultos/ trampa/ noche 3 adultos/ trampa/ noche	Anillado de 1/3 del área total del lote(s) con feromonas a razón de 150 feromonas/ ha.