

Manejo Holístico de plagas en zonas cafetaleras: Concepto y método

1. Introducción: Una propuesta para un gran problema

Cuando las plagas amenazan, no queda más que defenderse para evitar pérdidas. Muchas veces la defensa significa hacer algo, lo que se traduce como un gasto, ya sea de dinero, de tiempo u otro recurso. El problema es que la gran mayoría de los agricultores son pequeños productores de muy bajos recursos. Esto es particularmente cierto para muchas comunidades cafetaleras, donde los **bajos ingresos** son la preocupación más sentida, sobre todo en tiempos de **precios bajos del café**.

¿Cómo pueden defenderse estos productores ante la amenaza que significan las plagas?
¿Cómo hacer un manejo efectivo de las plagas si sus magros ingresos apenas solventan las necesidades más básicas de vida?

Aunque los problemas más importantes para otros agricultores pueden ser sociales o ambientales, sin duda los problemas económicos son el reto más grande del campo. Esta situación obliga a replantear el manejo de las plagas. El objetivo de este folleto es una contribución para cambiar las cosas; para ello, se presenta el **Manejo Holístico de Plagas (MHP)**, un nuevo paradigma de la protección fitosanitaria.



Fig. 1. Problemas comunes de muchos pequeños caficultores.

2. ¿Qué es Manejo Holístico de Plagas?

El **Manejo Integrado de Plagas (MIP)** es la forma más aceptada para defenderse de las plagas. Sin embargo, el **enfoque reduccionista** del MIP se atora cuando la limitante del agricultor son factores socioeconómicos. Además, otro problema del MIP es que es más reactivo que preventivo.

El manejo de plagas requiere ver el sistema como un todo, donde disminuir los daños de las plagas sea la consecuencia y no el fin. Esto plantea un enfoque distinto, un **enfoque holístico**.

Esta necesidad da pie a proponer el **Manejo Holístico de Plagas (MHP)** que se define como *un sistema regional participativo de toma de decisiones para el manejo de plagas dirigido al bienestar de la población*; considera el desarrollo de procesos y productos inocuos, de calidad para el autoconsumo y competitivos en el mercado; y funciona mejor en sistemas

integrales de producción agroecológica. El MHP construye un andamiaje donde el ser humano es lo fundamental.

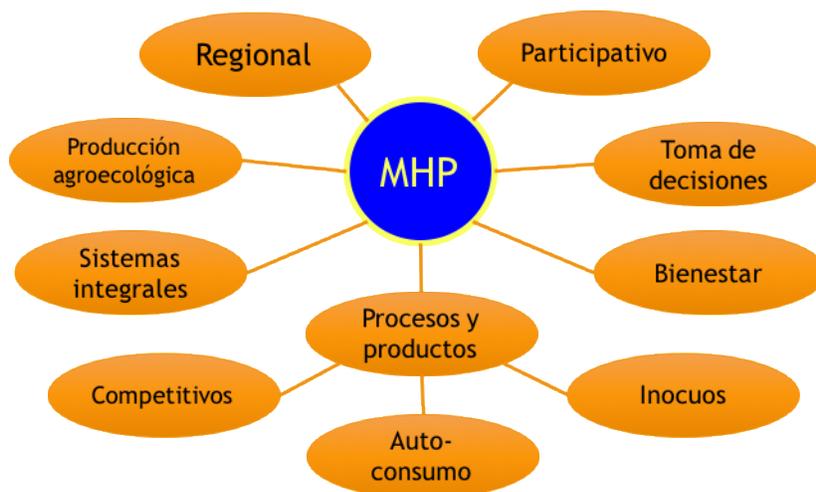


Fig. 2. Componentes del Manejo Holístico de Plagas (MHP).

3. La Piedra Angular del MHP

Dos conceptos interconectados emergen con el enfoque holístico: reducir el riesgo–vulnerabilidad e incrementar la resiliencia del sistema.

Se entiende por **riesgo** la posibilidad de que los agricultores puedan sufrir daños a causa de una plaga, en tanto que la **vulnerabilidad** son las características de los agricultores y fincas, que determinan su grado de exposición ante una plaga. Por su parte, la **resiliencia** es la habilidad de los hogares, comunidades y naciones para absorber y recuperarse de los impactos, mientras adaptan y transforman positivamente sus estructuras y medios para vivir bajo estreses, cambios e incertidumbres en periodos de largo plazo. Estos conceptos se relacionan con la **capacidad de respuesta y recuperación** del sistema, que son los atributos y mecanismos de productores, organizaciones, instituciones y sociedad para reducir los riesgos de plagas y para sobrevivir, resistir y recuperarse de los daños causados por dichas plagas. Al reducir el riesgo– vulnerabilidad e incrementar la resiliencia, se pretende “blindar” ecológica, económica y socialmente al sistema.

Estos conceptos son “**la piedra angular**” del MHP, pues para este no solo es importante disminuir la incidencia de las plagas, también en ocuparse en reducir la vulnerabilidad y mejorar las capacidades de respuesta y resiliencia del sistema bajo manejo.

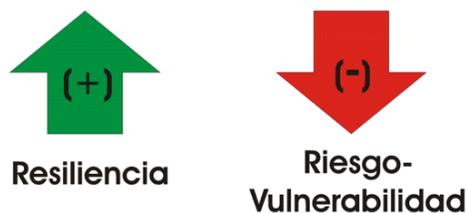


Fig. 3. La piedra angular del MHP.

4. Filosofías que sustentan el MHP

El MHP se sustenta en tres filosofías con enfoque sistémico, integral y complejo:

Manejo holístico (A. Savory): El término “holístico” proviene de *holos*, raíz griega de **Holismo**, que significa todo, entero, total; pregona que las propiedades de un sistema no pueden ser determinadas solo por la suma de sus partes; más bien el sistema determina cómo las partes funcionan.

Agroecología (M. Altieri): Esta filosofía enfatiza en la restauración de los mecanismos naturales de control de plagas, principalmente mediante el manejo de la vegetación, la cual también, conserva la energía, mejora la fertilidad del suelo, minimiza los riesgos de erosión y reduce la dependencia de insumos externos.

Pensamiento complejo (E. Morin): A diferencia del método científico cartesiano, propone el estudio de la complejidad mediante la detección de las uniones, articulaciones, solidaridades, implicaciones, imbricaciones, interdependencias y complejidades de la realidad y de la condición humana.

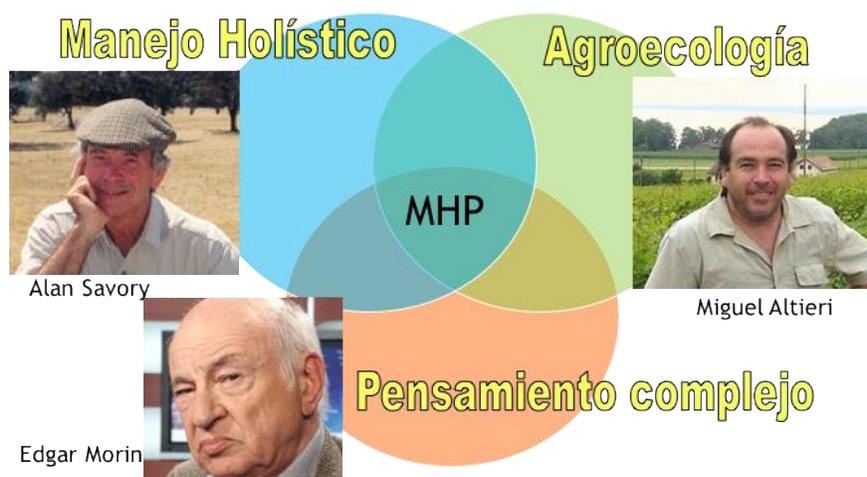


Fig. 4. Principales filosofías que sustentan el MHP.

5. Primer paso: Mejorar los ingresos

Mientras **la pobreza** ronde el campo, el agricultor será muy vulnerable a amenazas como las plagas. El **círculo vicioso** de la pobreza ocurre y se acentúa con los **malos ingresos económicos** que perciben las familias de muchos agricultores; si no hay suficientes ingresos no es posible trabajar los cafetales, por lo tanto, la productividad disminuye y la pobreza se acentúa.

Mejorar los ingresos se transforma en una acción primordial –no única– para romper el ciclo vicioso de la pobreza. Los buenos ingresos bien aplicados permiten atender las necesidades de las familias y destinar excedentes al trabajo del cafetal.

Las plantas bien cuidadas producirán más café, que colocado en el mercado adecuado podrá propiciar la posibilidad de incrementar los ingresos y con ello abrir la puerta del **círculo virtuoso** y dar los primeros pasos hacia el bienestar.

La estrategia del MHP sitúa al ser humano en el centro del sistema manejado, pues la mejora de sus ingresos es el punto de partida para un manejo efectivo de las plagas.

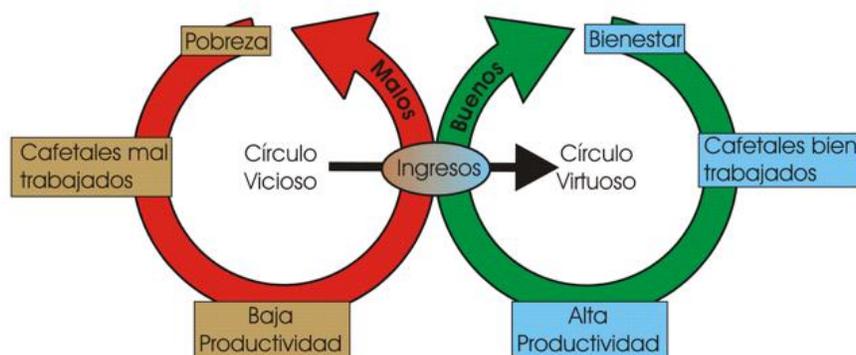


Fig. 5. Los ingresos como medio para salir del ciclo vicioso de la pobreza.

6. Plagas y sistemas complejos

Las plagas, es decir, todos aquellos organismos que causan daños o malestar al ser humano y sus bienes, se encuentran entre los factores más importantes que afectan su bienestar.

Con el propósito de reducir el efecto negativo de las plagas, a lo largo de la historia de la humanidad se han desarrollado diferentes estrategias y tácticas de combate. Las más de las veces, el combate se realiza sin tomar en cuenta que las plagas son uno de los muchos elementos que intervienen en el sistema. Por naturaleza, los **sistemas socioambientales** donde se desenvuelven las plagas son **sistemas complejos**, y como tales, su manejo requiere un enfoque holístico.



Fig. 6. Las plagas son uno de los elementos del sistema.

7. ¿Por qué las plagas son plagas?

Por lo general, ante un problema de plagas los agricultores (y muchos técnicos) preguntan “¿Qué líquido debo aplicar?”. La respuesta esperada es recomendar un plaguicida (efecto “bala de plata”). Desafortunadamente, la pregunta y la respuesta se dirigen al **síntoma**, no a la **causa** del problema. El proceso de tratar los síntomas está tan arraigado, que ante la ineficacia o peligrosidad de estos productos hay una constante y desafortunada búsqueda del plaguicida ideal (**sustitución de insumos**).

Un principio básico del control de plagas debe ser conocer las causas que las originan para tener posibilidad de hacer un manejo efectivo. Por lo tanto, la pregunta más pertinente sería “¿Por qué esa plaga es plaga?”. La respuesta lleva necesariamente a analizar la estructura y función del sistema, y con ello, a utilizar el enfoque holístico.

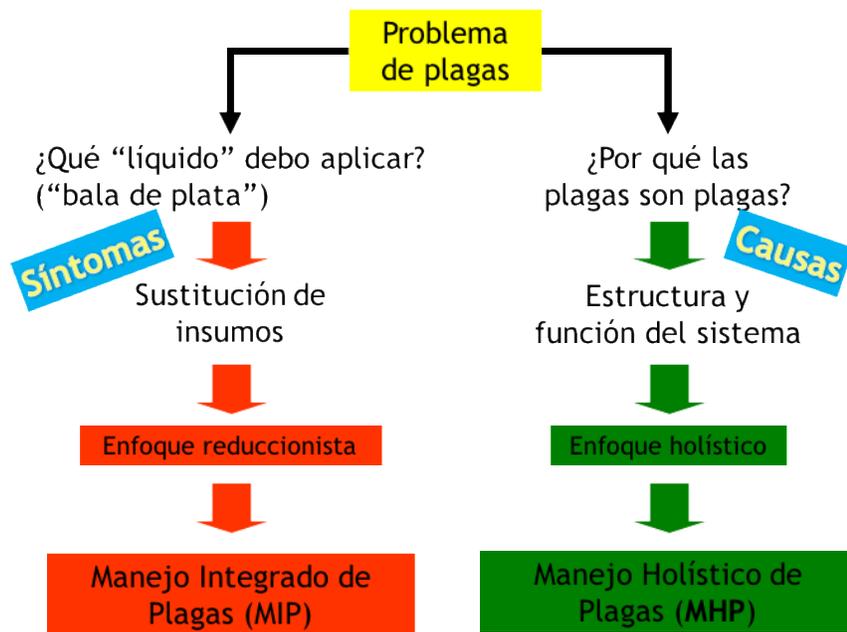


Fig. 7. Comparación de los enfoques reduccionista y holístico.

8. Cuando la solución de los problemas depende de otros

El análisis de sistemas complejos requiere de herramientas especiales. Una de ellas es el **Análisis Estructural**, que permite determinar interacciones entre los elementos de un sistema. De acuerdo con este análisis, la solución de problemas ocasionados por plagas tiene dos características: Son **problemas muy dependientes**, es decir, que para resolverlos primero se requiere solucionar otros; y **tienen muy baja motricidad**, lo que se interpreta como problemas cuya solución tiene bajo impacto en la solución de otros. Los problemas con estas características se sitúan en la **Zona de Salida** del análisis estructural.

Por el contrario, hay problemas en el sistema cuya solución es menos dependiente de la de otros y también contribuyen a resolver otros. Estos problemas se hallan en la **Zona de Poder**. El MHP se enfoca primero a solucionar estos problemas.

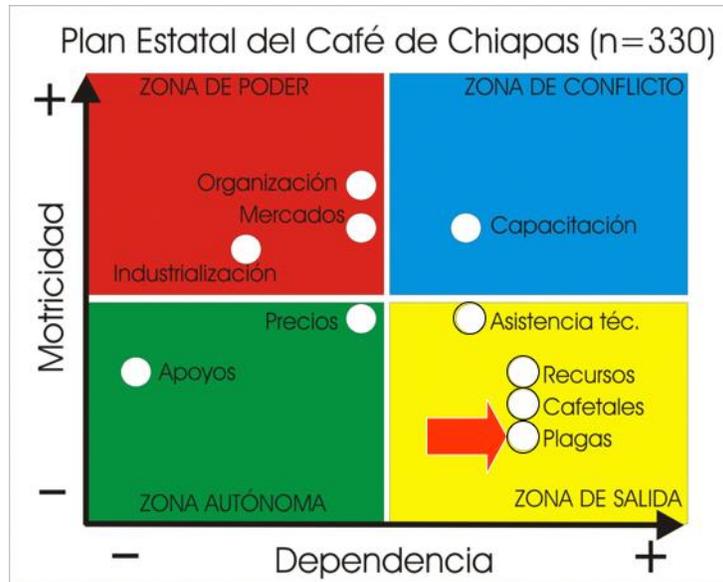


Fig. 8. Ejemplo de análisis estructural.

9. El círculo virtuoso del MHP

Entrar en el **círculo virtuoso** del MHP requiere **pensar y actuar holísticamente**. Como se ha mencionado, esto principia colocando al ser humano en el centro del sistema para facilitar los procesos, productos y servicios que promuevan su bienestar.

En este contexto, las plagas pasan a un segundo plano de interés, pues su manejo efectivo es consecuencia de **mejorar los ingresos**, lo cual se logra organizando y fortaleciendo la autogestión y participación de las personas; facilitando el acceso al conocimiento para prevenir plagas y a los mercados para mejorar el precio de sus procesos y productos; y promoviendo la responsabilidad socioambiental. Estos procesos podrán tener más impacto en la economía del agricultor con el apoyo de **especialistas con enfoque holístico**, es decir, personas que saben mucho de algo y que tienen la capacidad y actitud para colaborar con otros a fin de resolver problemas complejos.

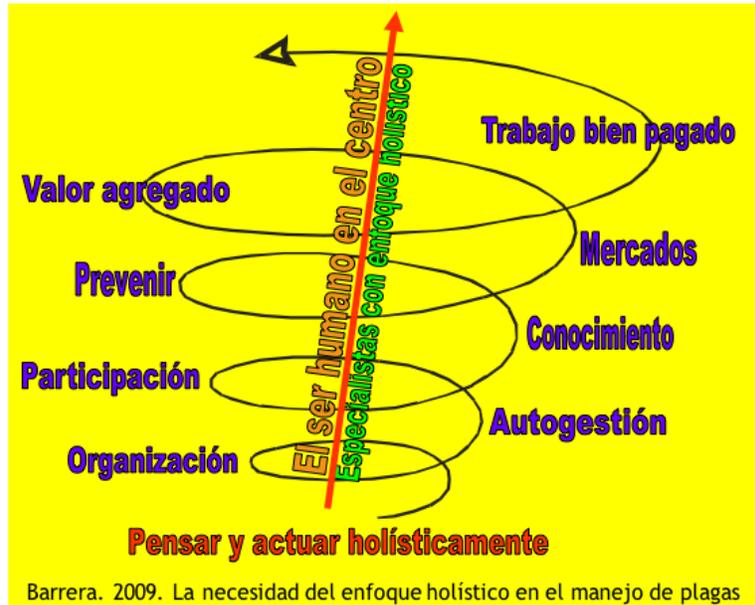


Fig. 9. Círculo virtuoso del enfoque holístico.

10. El equipo holístico

El pensamiento y la acción holística son puestos en práctica por los **equipos holísticos**. Estos equipos deberán promover en las primeras etapas de implementación del MHP la reforma del pensamiento y la educación.

Los integrantes básicos de estos equipos son los **agricultores**, dueños de los sistemas productivos y principales interesados en mejorar sus ingresos y resolver los problemas de plagas; los **académicos**, generadores de conocimiento y tecnología; y los **facilitadores**, enlaces entre productor y academia y responsables del seguimiento de los procesos y compromisos.

Para mejor resultado, los equipos deben operar bajo **Escuelas de Campo y Experimentación Agrícola** (ECEAs), modelo de trabajo y capacitación basado en la filosofía de "aprender-haciendo". A fin de replicar los esfuerzos, estos equipos deberán trabajar en redes de colaboración, de tal manera que se comparta el intercambio de experiencias y productos.



Fig. 10. Los tres componentes del equipo holístico.

11. Capacitación integral

A diferencia de otros procesos de capacitación, el MHP promueve una **capacitación integral** ya que debe fortalecer tanto las aptitudes como las actitudes.

Las **aptitudes** se refieren al conocimiento adquirido, a las herramientas desarrolladas, mientras que las **actitudes** hacen énfasis en los principios y valores. Así, las aptitudes y las actitudes conforman un binomio indispensable para el buen funcionamiento del MHP.

Una capacitación integral como ésta implica la participación de instructores de las **ciencias naturales** (ingenieros, biólogos, médicos, etc.) y **ciencias sociales** (sociólogos, antropólogos, psicólogos, etc.).

La **multidisciplina** y la **interdisciplina** son formas de trabajo cotidiano que se promueve desde el MHP.

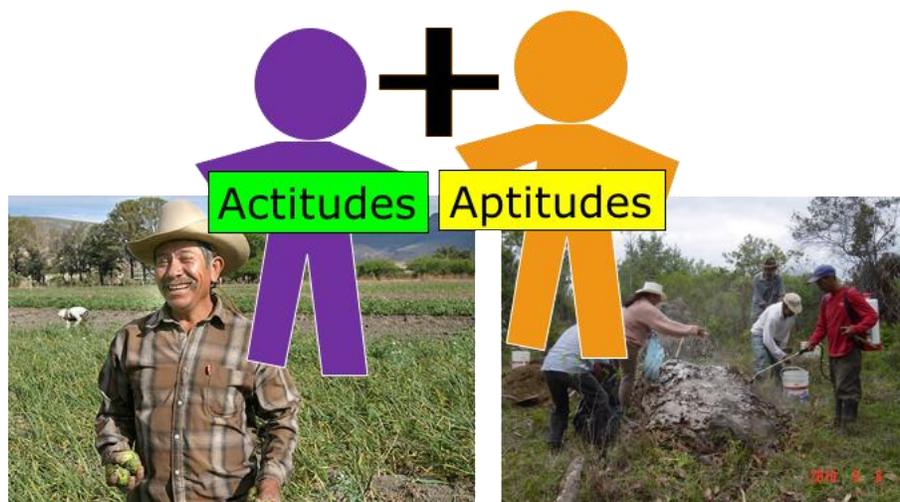


Fig. 11. Actitudes y aptitudes: el binomio indispensable.

12. La ruta del MHP

Primero se evalúa el **estado del sistema** que se desea manejar, es decir, hay que hacer un **diagnóstico**. Es esencial que el diagnóstico se realice con la participación de los implicados para que la problemática esté lo más posible apegada a la realidad.

Los **problemas identificados** dan origen a **variables**, las cuales deben asociarse a **indicadores** para conocer o valorar las características, intensidad y evolución futura del sistema.

Después, la información que alimenta a los indicadores se obtiene con un **Muestreo Agroecológico Rápido (MAR)**, mediante el cual se muestrea la unidad productiva (p.e. cafetal) y se encuesta a los agricultores (y a otros actores sociales). Con los indicadores se estima el **Índice Holístico de Riesgo** para la **toma de decisiones**. Esta información permite llevar a cabo el manejo del sistema a través de acciones de **mitigación** y **adaptación** para reducir riesgo e incrementar **resiliencia**.

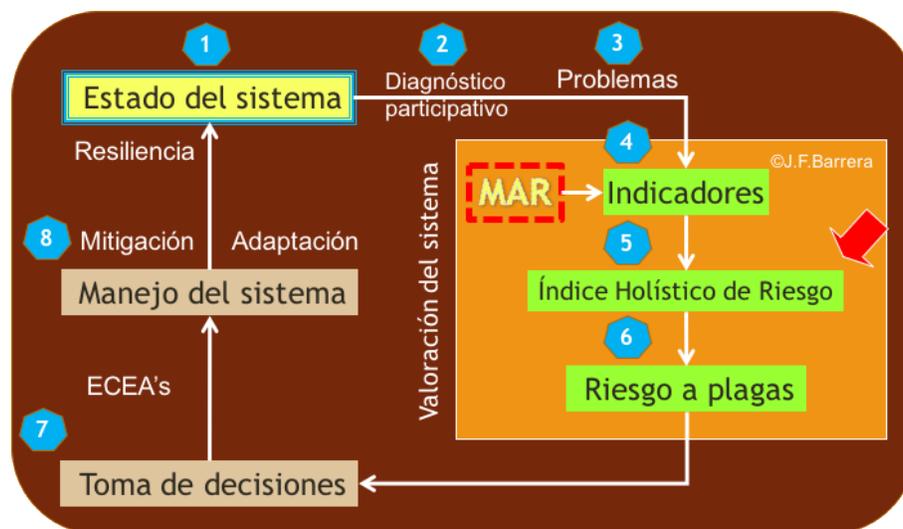


Fig. 12. Ruta para valorar el sistema y tomar decisiones en MHP.

13. ¿Cómo se manejan los organismos plaga en el MHP?

La estrategia del MHP para manejar a los organismos plaga consiste en dar prioridad a **tácticas preventivas**, seguidas de tácticas más directas si las preventivas no son suficientes.

Esta estrategia promueve la prevención antes que la cura.

En gran medida, las tácticas preventivas deben ser compatibles con los procesos y ciclos naturales, en particular, deben conservar y proteger a los enemigos naturales de las plagas.

En otras palabras, se requiere “producir conservando”.

Entre las medidas directas de control, el MHP prefiere usar agentes de control biológico (parasitoides, depredadores y patógenos), semioquímicos (atrayentes y repelentes) e insecticidas fisiológica y ecológicamente selectivos.



Fig. 13. Estrategia para el manejo de organismos plaga bajo enfoque holístico.

14. Pasos para implementar el MHP

Primero se conforman los equipos para planificar y dar seguimiento al programa de trabajo.

Segundo, los equipos hacen el diagnóstico para conocer los problemas de los agricultores; con los métodos de lluvia de ideas y parejas al infinito se identifican y priorizan los problemas. Después, se establecen las relaciones entre los problemas con el análisis estructural y a partir de aquí se determinan objetivos, estrategias y acciones de adaptación y mitigación.

Tercero, se define el riesgo y sus componentes (amenaza, vulnerabilidad y capacidad de respuesta) y éstos se traducen en variables e índices que se alimentan con información disponible (o hipotética) a fin de establecer la línea base del sistema.

Cuarto, las actividades se operan con un programa de capacitación y transferencia de tecnología hacia y desde los productores, con ECEAs.

Y **quinto**, una vez que las acciones de adaptación y mitigación se echan a andar, se monitorea el sistema para evaluar el riesgo; una reducción del riesgo– vulnerabilidad y un incremento de la resiliencia, significará una mejora del sistema ante las plagas.

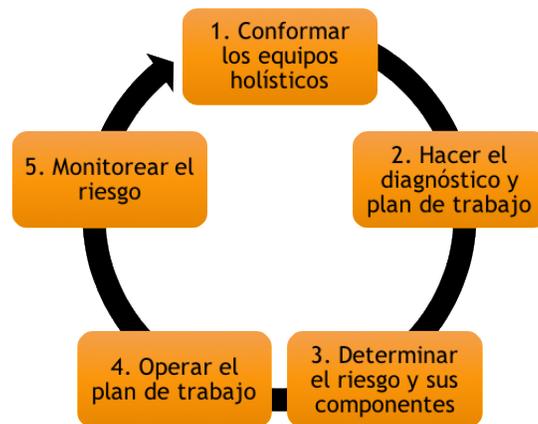


Fig. 14. Pasos para implementar el MHP.

15. El riesgo y sus componentes

La práctica del MHP requiere, entre otros aspectos, tomar decisiones para orientar el sistema en cuestión hacia el objetivo y meta que se hayan definido. Un concepto que permite englobar y resumir el estado que guarda un sistema particular con especial referencia en la población humana es el **riesgo o Índice Holístico de Riesgo (IHR)**.

Se parte de la idea que las plagas constituyen una amenaza y que la población de agricultores presenta diferentes grados de vulnerabilidad hacia sus daños y capacidad de respuesta para evitarlos. De acuerdo con la ecuación del riesgo, un agricultor está en mayor riesgo en la medida que la amenaza y la vulnerabilidad son mayores y su capacidad de respuesta y recuperación es menor.

La **amenaza** se refiere a la infestación del predio del agricultor (y sus vecinos).

La **vulnerabilidad** está dada por características de la finca (altitud y ubicación geográfica; precio, calidad y cantidad de la cosecha, etc.) y del mismo productor (edad, escolaridad, actitudes, etc.).

La **capacidad de respuesta** se refiere a todas aquellas acciones que el agricultor puede llevar a cabo para evitar la amenaza (conocimiento y disponibilidad de tecnología; acceso a mercados de mejores precios, etc.).

$$\text{IHR} = \frac{\text{Amenaza} + \text{Vulnerabilidad}}{\text{Capacidad de respuesta y recuperación}}$$

Fig. 15. La ecuación del Índice Holístico de Riesgo (IHR).

16. Muestreo agroecológico rápido

El Muestreo Agroecológico Rápido (MAR) es el método que se emplea en el MHP aplicado a sistemas de producción de café.

Consiste en recabar información socioeconómica a través de encuestas a los agricultores (y otros actores sociales) y agroecológica por medio de muestreo de diversas variables de la unidad productiva.

La información recabada se usa para estimar los componentes del riesgo y, en consecuencia, estimar el riesgo.

La infestación de las plagas (insectos, hongos y malezas) más comunes del cafetal se determina por medio de una metodología modificada del “recuento integral” desarrollado por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE); la cobertura vegetal y el contenido de carbono en las plantas se estima con la metodología de la Asociación Nacional del Café (ANACAFÉ); y la cosecha se estima con el método del extinto Instituto Mexicano del Café (INMECAFÉ).

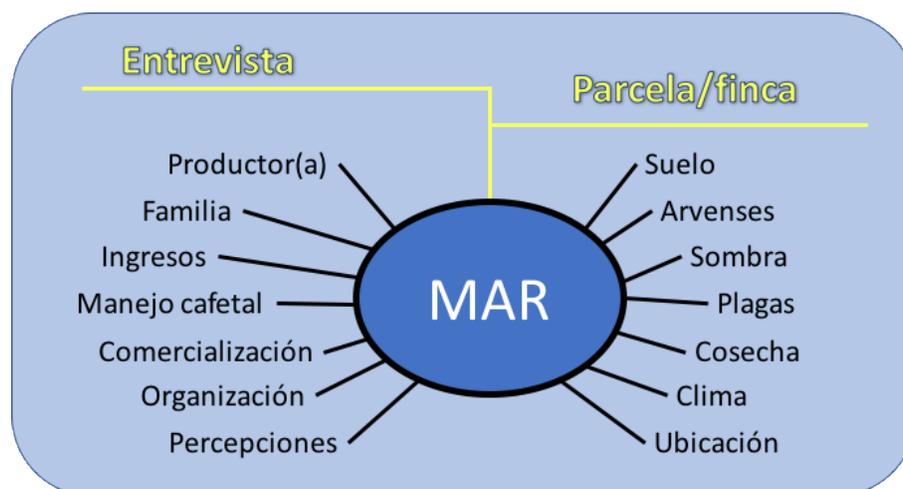


Fig. 16. Principales variables que considera el muestreo agroecológico rápido (MAR).

17. Análisis del riesgo: Un ejemplo

Para ilustrar la metodología del análisis del riesgo se presentan datos de 12 productores de café certificados (6) y no certificados (6) como orgánicos del Soconusco, Chiapas, México que participaron en el proyecto “Cambios Globales y Café”. A nivel de campo los productores estuvieron dispuestos en parejas: uno certificado y otro, su vecino, no certificado; en total fueron seis parejas. Las primeras cuatro parejas (productores 1 a 8) fueron pequeños productores (ejidatarios) y las otras dos parejas (9 al 12) fueron grandes (finqueros). El objetivo del estudio fue determinar la importancia de la certificación como medida de adaptación ante la incertidumbre provocada por precios bajos del café, clima extremo y ataque de plagas. El ejemplo que aquí se presenta corresponde a calcular el riesgo (IHR) de estos productores ante la roya del café (*Hemileia vastatrix*). Para ello se siguen los siguientes pasos:

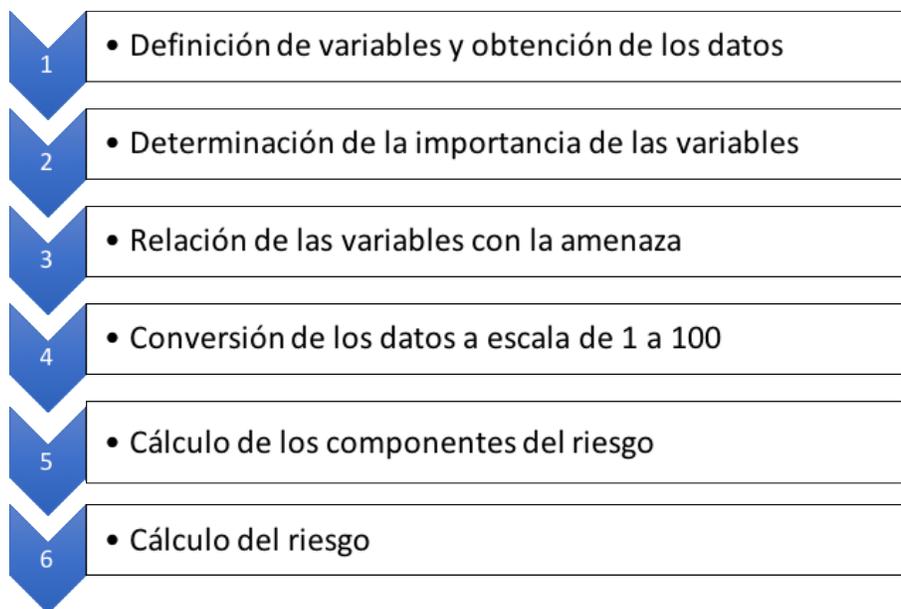


Fig. 17. Pasos para calcular el riesgo a roya.

18. Definición de las variables

Para cada uno de los componentes del riesgo hacia la roya del café se definen las variables.

En este caso, la amenaza (roya) estuvo representada por la infección de los cafetos (% de hojas con roya).

La vulnerabilidad se conformó por tres variables: altitud del cafetal (msnm), tasa de incremento de la roya (relación entre dos fechas de muestreo) y la superficie sembrada de café (hectáreas).

La capacidad de respuesta estuvo integrada también por tres variables: la ganancia neta del productor por venta de café, la participación del productor en un programa de certificación de café orgánico y si usaba o no fungicidas.

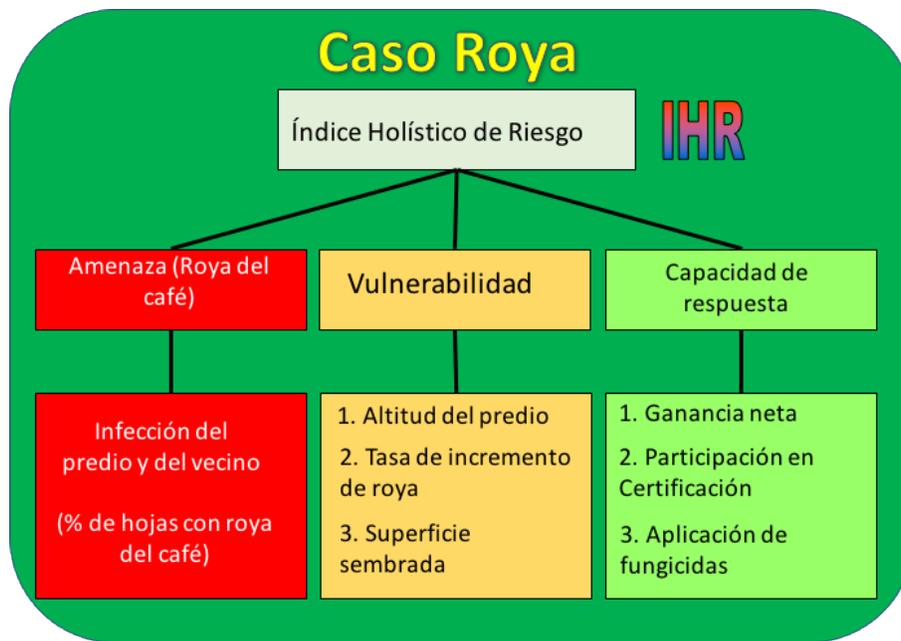


Fig. 18. Ejemplo de variables usadas para calcular el riesgo a roya.

19. Los datos de las variables

Una vez que se definen las variables, hay que obtener los datos. Como antes se explicó, los datos se pueden obtener mediante el Muestreo Agroecológico Rápido (MAR), o bien, recurriendo a la información que posee el agricultor o la organización de la cual es socio. En dado caso que no se disponga de datos reales para alguna o algunas de las variables, se pueden usar datos hipotéticos.

En el ejemplo, los datos recabados se presentan en el cuadro de abajo. Dado que los productores se encontraban en parejas (uno certificado y el otro no), uno fue vecino del otro. La infección de roya se puede expresar de varias formas; aquí se prefirió usar el porcentaje de hojas con roya por rama por cafeto. La tasa de incremento de roya se calculó a partir de dos muestreos, uno realizado en septiembre y el otro en diciembre. En el caso de los productores grandes, las ganancias por el total de café producido son hipotéticas. Con respecto a la certificación y el uso de fungicidas, el “1” significa que sí era certificado o que sí aplicaba fungicidas; el “0” significa lo contrario.

Cuadro 1. Datos originales provenientes de 12 productores de café certificados (6) y no certificados (6) como orgánicos.

Caso (productor)	% de roya en predio	% de roya en predio de vecino	Altitud (msnm)	Tasa de incremento de la roya	Área sembrada (hectáreas)	Ganancia neta por venta del café (en pesos)	Certificación (café orgánico)	Uso de fungicidas
Prod	Inf_Pred	Inf_Veci	Alt	Tasa_Inc	Sup	Gan_Neta	Cert	Fungi
Certificado01	42.69	33.09	1156	2.33	2.5	265.38	1	0
No Certificado01	33.09	42.69	1128	1.32	2.5	233.23	0	0
Certificado02	73.75	50.51	1109	2.57	3.5	2174.36	1	0
No Certificado02	50.51	73.75	1099	5.48	2.5	180.00	0	0
Certificado03	56.35	42.92	988	1.84	3	1642.31	1	0
No Certificado03	42.92	56.35	982	1.47	2	132.69	0	0
Certificado04	3.95	28.37	1329	0.58	3	2794.87	1	0
No Certificado04	28.37	3.95	1366	0.91	3.5	-8.79	0	0
Certificado05	20.73	45.49	710	31.07	300	200001.00	1	1
No Certificado05	45.49	20.73	711	1.39	42.5	200001.00	0	1
Certificado06	1.48	3.61	857	4.73	301	200001.00	1	1
No Certificado06	3.61	1.48	1191	0.72	287	200001.00	0	1

20. Relación de las variables con la roya

Establecer la relación entre las variables bajo estudio y la amenaza, en este caso la roya del café, es un aspecto fundamental del análisis del riesgo. Ello requiere conocer el comportamiento de la enfermedad bajo diversas situaciones. De preferencia, estas relaciones deben estar fundamentadas en información procedente de investigación científica o conocimiento empírico; en último caso, se pueden establecer relaciones hipotéticas. Como se puede apreciar más abajo, en el ejemplo algunas relaciones fueron lineales positivas (más daño de roya conforme la variable se incrementó) o negativas (menos daño); solo en el caso de la altitud del predio se estableció una relación curvilínea con la roya.

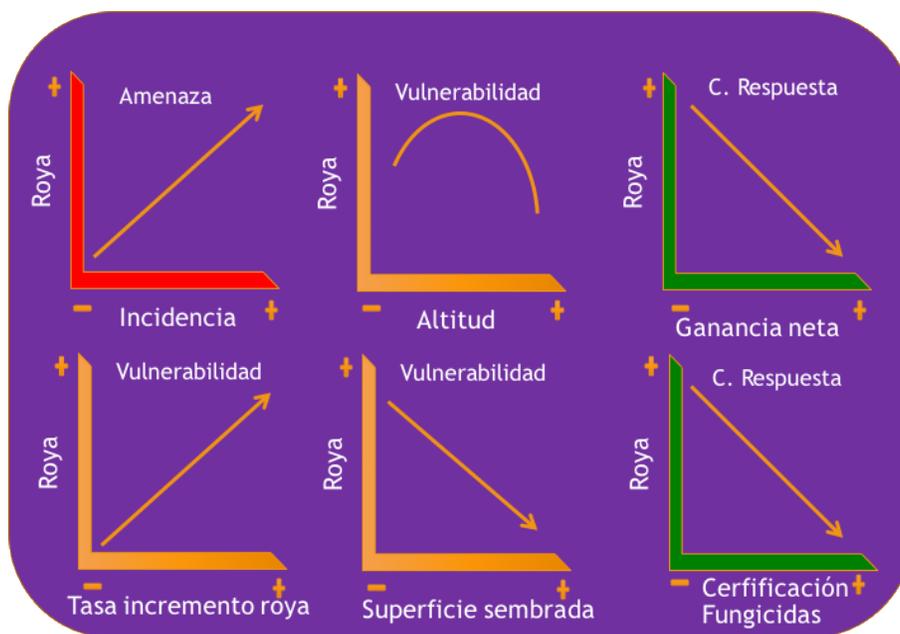


Fig. 19. Relaciones entre las variables que integran los componentes del riesgo y la roya.

21. Conversión de los datos a escala 1-100 (estandarización)

Con base en las relaciones establecidas entre las variables y la roya, se procede a convertir los datos originales en una escala de 1 a 100. Así, como se puede apreciar más abajo en esta página, el efecto negativo de la roya fue mayor en la escala conforme se incrementó la infección. Un caso diferente fue la altitud, donde la vulnerabilidad a la roya tuvo valor de 100 en la zona media y valores menores en las zonas baja (50), alta (75) o muy alta (25). En la certificación del café y el uso de fungicidas, cuyas variables tuvieron solo dos opciones, correspondió valor de “0” para el “no” y “100” para el “sí”.

Cuadro 2. Conversión (estandarización) a la escala 1-100 de los valores de las variables que integran los componentes del riesgo y la roya.

Amenaza	Variables	Zona libre	Muy baja (<3%)	Baja (3.1-5%)	Media (5.1-20%)	Alta (20.1-60%)	Muy alta (>60.1%)
1	Infestación del predio	0	20	40	60	80	100
2	Infestación del vecino	0	20	40	60	80	100
Vulnerabilidad	Variables	Muy alta (>1200 m)	Baja (<600 m)	Alta (1001-1200 m)	Media (600-1000 m)		
3	Altitud	25	50	75	100		
4	Tasa de incremento de la roya	Valores negativos 0	Baja (<1) 33	Media (1-2) 66	Alta (>2) 100		
5	Área sembrada	>5.1 ha 25	3.1-5.0 ha 50	0.5.1-3.0 ha 75	<0.5 ha 100		
Capacidad de respuesta	Variables	Valores negativos	< \$ 50,000	\$ 50,000 - \$ 100,000	\$ 100,000 - \$ 200,000	>\$ 200,000	
6	Ganancia neta por venta de café \$	0	25	50	75	100	
7	Certificación (café orgánico)	No 0	Sí 100				
8	Uso de fungicidas	No 0	Sí 100				

22. Importancia de las variables

Considerando que unas variables pueden ser más importantes que otras, es deseable determinar el grado que cada una de ellas contribuye en explicar la **variabilidad observada** del sistema bajo estudio (en este ejemplo los 12 productores).

Para ello, se recomienda usar algún método multivariado como puede ser un **análisis factorial**.

En caso de no disponer de los medios para hacer este tipo de análisis estadístico, los pesos o importancia de las variables se pueden suponer (en el último de los casos se puede partir de que las variables tienen el mismo peso).

Como se puede apreciar en el cuadro de abajo, un análisis factorial aplicado a los datos del ejemplo indica que las variables bajo estudio se agruparon en dos factores que en total explicaron el 71% y 29% de la variabilidad observada. Las variables más importantes que agrupó el factor 1 fueron superficie sembrada de café, ganancia neta por la venta del café y el uso o no de fungicidas. El factor 2 agrupó las otras variables.

Cuadro 3. Análisis factorial de los datos originales.

Variables	Clave de variables	Factor 1	Factor 2
% Infección de roya en predio	Inf_Pred	-0.67	0.47
% Infección de roya en vecino	Inf_Veci	-0.61	0.64
Altitud (msnm)	Alt	-0.46	-0.78
Tasa de incremento de roya	Tasa_Inc	0.38	0.50
Superficie sembrada con café	Sup	0.90	0.03
Ganancia neta por venta de café	Gan_Neta	0.97	0.11
Programa de certificación	Cert	0.07	0.19
Aplicación de fungicidas	Fungi	0.97	0.11
Proportion Explained		0.71	0.29
Cumulative Proportion		0.71	1.00

23. Cálculo de valores de componentes del riesgo

Los datos originales convertidos a la escala 1-100 se multiplican por las constantes del análisis factorial para calcular los componentes del riesgo. Por ejemplo, en el caso del productor “Certificado01” se procede de la siguiente manera:

$$\text{Amenaza (A)} = (\text{Inf_Pred} * \text{Constante Factor 2}) + (\text{Inf_Veci} * \text{Constante Factor 2})$$

$$A = (80 * 0.47) + (80 * 0.64) = \underline{88.80}.$$

$$\text{Vulnerabilidad (V)} = (\text{Alt} * \text{Constante Factor 2}) + (\text{Tasa_Inc} * \text{Constante Factor 2}) + \text{Sup} * \text{Constante Factor 1}$$

$$V = (75 * 0.78) + (100 * 0.5) + (75 * 0.9) = \underline{176.00}.$$

$$\text{Capacidad de respuesta (C)} = (\text{Gan_Neta} * \text{Constante Factor 1}) + (\text{Cert} * \text{Constante Factor 2}) + \text{Fungi} * \text{Constante Factor 1}$$

$$C = (25 * 0.97) + (100 * 0.19) + (0 * 0.97) = \underline{43.25}.$$

Cuadro 4. Ajuste de los valores de los componentes del riesgo mediante las constantes del análisis factorial.

Productor	Amenaza	Vulnerabilidad	Capacidad de respuesta	Suma
Certificado01	88.80	176.00	43.25	308.05
No Certificado01	88.80	159.00	24.25	272.05
Certificado02	98.20	153.50	43.25	294.95
No Certificado02	101.60	176.00	24.25	301.85
Certificado03	88.80	178.50	43.25	310.55
No Certificado03	88.80	178.50	24.25	291.55
Certificado04	70.00	103.50	43.25	216.75
No Certificado04	63.20	81.00	0.97	145.17
Certificado05	88.80	150.50	213.00	452.30
No Certificado05	88.80	133.50	194.00	416.30
Certificado06	35.00	150.50	213.00	398.50
No Certificado06	31.60	97.50	194.00	323.10

24. Cálculo del riesgo

Los datos del cuadro de la página anterior se transforman en porcentaje para calcular el **Índice Holístico de Riesgo (IHR)**.

Por ejemplo, en el caso del productor “Certificado01” se procede multiplicando el valor ajustado del componente “x” mediante la constante del análisis factorial por 100 entre la suma de los valores ajustados de todos los componentes:

$$\text{Amenaza} = 88.8 * 100 / 308.05 = \underline{28.83\%}.$$

$$\text{Vulnerabilidad} = 176.00 * 100 / 308.05 = \underline{57.13\%}.$$

$$\text{Capacidad de respuesta} = 43.25 * 100 / 308.05 = \underline{14.04\%}.$$

Después, se aplica la ecuación del riesgo, cuyo valor en el caso del productor “Certificado01” se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Índice Holístico de Riesgo (IHR)} = [\text{Amenaza (A)} + \text{Vulnerabilidad (V)}] / \text{Capacidad de respuesta (C)}.$$

$$R = (28.83 + 57.13) / 14.04 = \underline{6.12}$$

Cuadro 5. Cálculo del Índice Holístico de Riesgo a partir del valor porcentual de sus componentes.

Productor	Amenaza (%)	Vulnerabilidad (%)	Capacidad de respuesta (%)	Riesgo
Certificado01	28.83	57.13	14.04	6.12
No Certificado01	32.64	58.45	8.91	10.22
Certificado02	33.29	52.04	14.66	5.82
No Certificado02	33.66	58.31	8.03	11.45
Certificado03	28.59	57.48	13.93	6.18
No Certificado03	30.46	61.22	8.32	11.02
Certificado04	32.30	47.75	19.95	4.01
No Certificado04	43.54	55.80	0.67	148.66
Certificado05	19.63	33.27	47.09	1.12
No Certificado05	21.33	32.07	46.60	1.15
Certificado06	8.78	37.77	53.45	0.87
No Certificado06	9.78	30.18	60.04	0.67

25. Análisis gráfico del riesgo

El Índice Holístico de Riesgo (IHR) se puede representar gráficamente de varias maneras. Una forma es el **Triángulo Holístico del Riesgo**, el cual relaciona la amenaza (roya) con la vulnerabilidad y la capacidad de respuesta mediante una gráfica triangular.

El triángulo está dividido en ocho regiones que indican el nivel del riesgo en una escala que va desde riesgo muy bajo (<1.0) y bajo (1.0–1.5) a medio (1.51–4.0) y alto o muy alto (>4.0); asimismo, estas regiones se clasifican de acuerdo con el componente de mayor influencia (amenaza o vulnerabilidad).

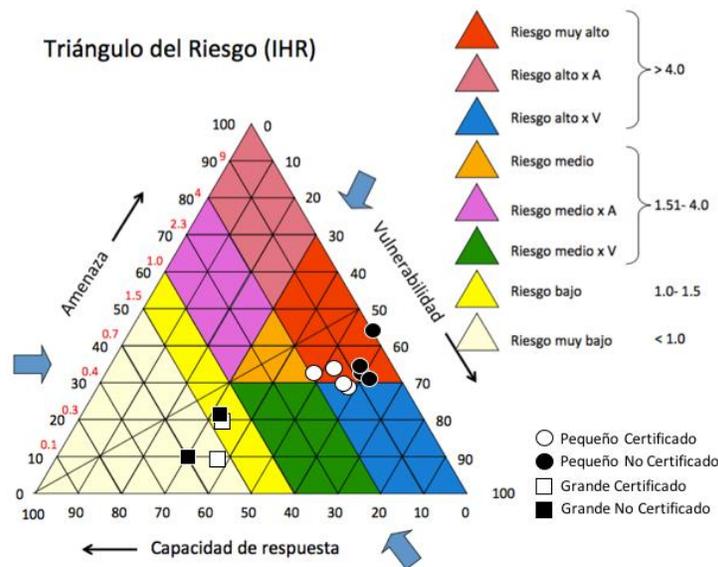


Fig. 20. Componentes del riesgo para productores de café certificados y no certificados como orgánicos.

Otra forma de representación gráfica son las **gráficas radiales o de araña**. Con estas se puede apreciar la importancia relativa de las variables que integran cada componente del riesgo.

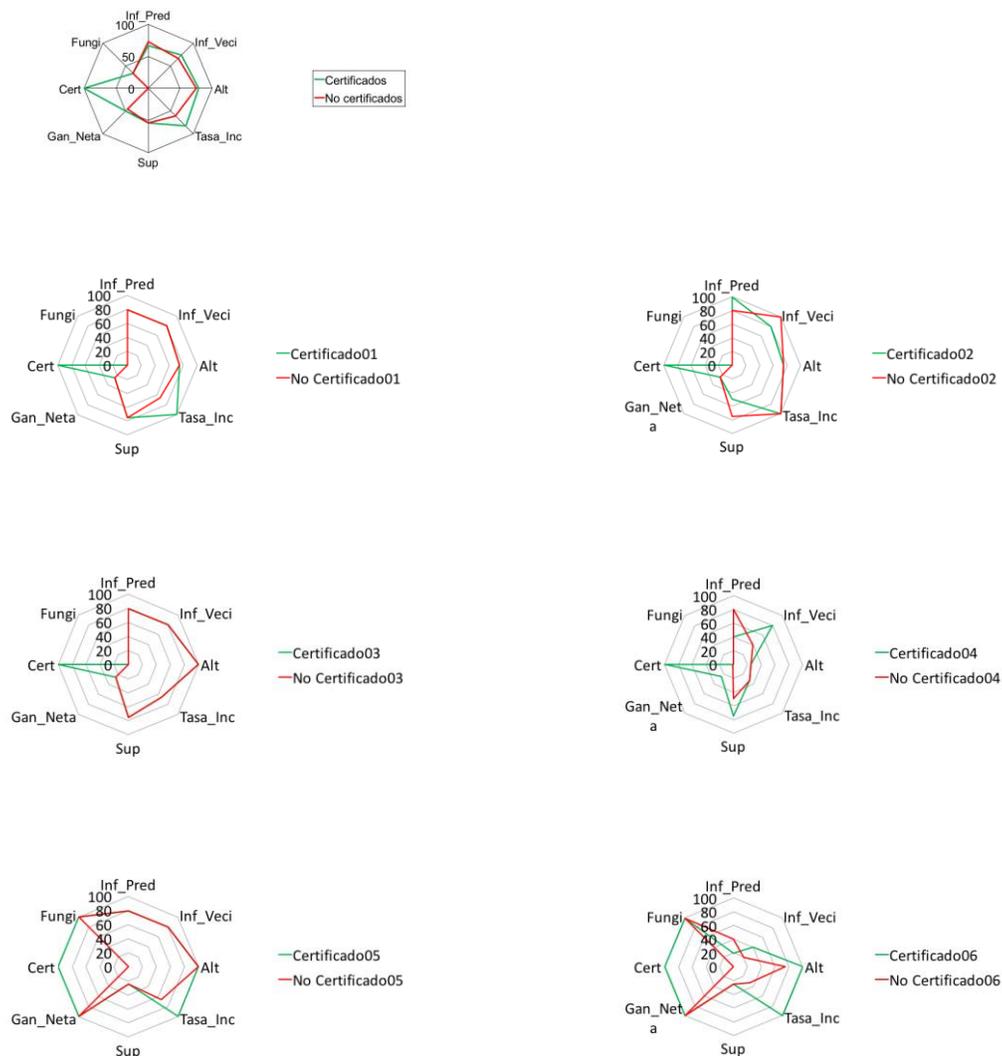


Fig. 21. Gráficas de araña que desglosan las variables que integran el riesgo para productores certificados y no certificados.

26. Riesgo y resiliencia

La relación entre el **Riesgo (R)** y la **Capacidad de respuesta (C)** no es lineal sino de tipo de potencia.

Esta relación es muy interesante porque si se asume que la capacidad de respuesta es una aproximación a la **resiliencia (E)**, entonces a través de conocer el riesgo podemos estimar el valor de la resiliencia con la ecuación $C \approx E \approx 54.325 * R^{-817}$.

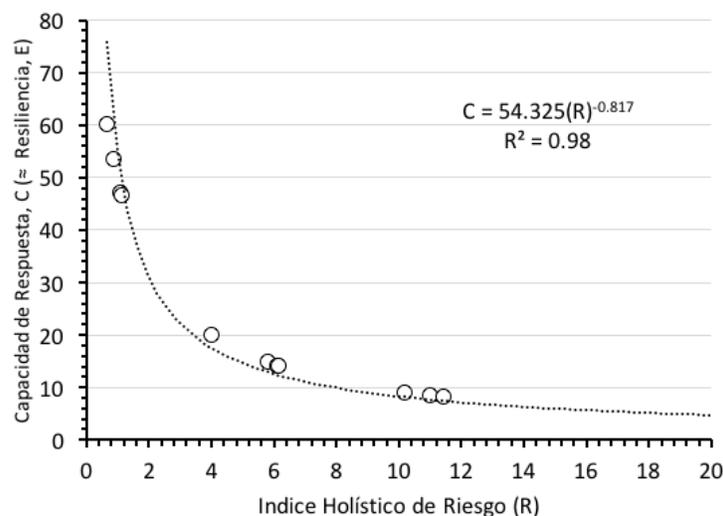


Fig. 22. La capacidad de respuesta como una aproximación a la resiliencia y su relación con el riesgo.

A través de la relación de R y E se propone la escala siguiente:

Cuadro 6. Relación entre las categorías del riesgo y la aproximación a la resiliencia.

	Categoría	Valores		Categoría	
Riesgo	Bajo	<1	>46	Alta	Capacidad de respuesta (≈Resiliencia)
	Medio	>1 - 3	23 - 46	Media	
	Alto	>3	<23	Baja	

El análisis del riesgo a través del concepto y la metodología aquí presentado, permite inferir que los pequeños productores de café (ejidatarios) considerados en este estudio, están en un riesgo muy alto de sufrir daños por la roya y su resiliencia es baja.

Incluso, los agricultores certificados como productores de café orgánico no se libraron de esta amenaza, aunque en términos generales tuvieron mejores capacidades de respuesta. La situación fue distinta para los productores grandes, quienes se ubicaron entre el riesgo bajo y el medio.

Desde el punto de vista del Manejo Holístico de Plagas, se debe llevar a cabo un plan de trabajo que no solo disminuya la incidencia de la roya, sino también, que procure mejorar los ingresos de los productores. Para ello, es fundamental renovar los cafetales, diversificar la producción y los mercados, transformar el producto para darle valor agregado, y consolidar la organización, entre otras acciones

27. En conclusión

El manejo de plagas requiere un enfoque holístico que no se puede conseguir desde la perspectiva del manejo convencional. Por lo tanto, se propone el Manejo Holístico de Plagas (MHP), un nuevo paradigma de la fitoprotección, basado en las necesidades de los agricultores.

La toma de decisiones en el manejo de plagas bajo un enfoque holístico sigue un proceso más complejo, pero también más realista; pues a través de valorar el riesgo hacia una plaga, se pueden tomar medidas para reducir la vulnerabilidad e incrementar la capacidad de respuesta y recuperación, elementos que contribuirán a robustecer la resiliencia del sistema.

El riesgo es un concepto útil como herramienta para guiar la toma de decisiones en manejo de plagas, que tiene la particularidad de plantear acciones con enfoque holístico orientadas a la mejora del bienestar del agricultor.

28. Agradecimientos

Los conceptos y métodos del MHP se han venido desarrollando por varios años con el apoyo de los siguientes proyectos:

- Proyecto “Diseño, construcción, equipamiento y puesta en marcha de un Centro Estatal de Innovación y Transferencia de Tecnología para el Desarrollo de la Caficultura Chiapaneca” (FOMIX #249930), del Instituto del Café del Estado de Chiapas.
- Proyecto Multidisciplinario y Transversal “Innovación Socioambiental en zonas cafetaleras para la reducción de la vulnerabilidad” de El Colegio de la Frontera Sur.
- Proyecto “Pequeños productores de café y sus opciones de adaptación ante un clima cambiante: Riesgos y desafíos de las certificaciones para servicios ecosistémicos”, del del Inter-American Institute for Global Change Research (IAI).
- Proyecto “Evaluación integral de los cambios en servicios ecosistémicos, biodiversidad y medios de vida esperados bajo distintos escenarios de cambio de uso de suelo en los principales territorios cafetaleros de México (02026)” del INECOL y el Programa de la Naciones Unidas del Medio Ambiente (PNUMA).
- Proyecto PRONACE “Sistemas Socioecológicos Sustentables en Territorios cafetaleros del sureste de México. Segunda fase” (Clave 319068) del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT).

29. Bibliografía

- Barrera, J.F. 2005. Manejo holístico de plagas: concepto, estrategia y el caso de las plagas del café. En: XXI Simposio Latinoamericano de Caficultura. 14 y 15 de julio de 2005. San Salvador, El Salvador, C.A.
- Barrera, J.F. 2006. Manejo holístico de plagas: Hacia un nuevo paradigma de la protección fitosanitaria, p. 63-82. En: J. Pohlan, L. Soto & J. Barrera (eds.), El cafetal del futuro: Realidades y Visiones. Aachen, Shaker Verlag, Alemania.

- Barrera, J.F. 2007. Manejo Holístico de Plagas: Más allá del MIP. En: I Curso Internacional en Sistemas Agroecológicos y Modelos Biomatemáticos “Bases Científicas e Informáticas para el Manejo de la Biodiversidad Amazónica”. Tarapoto, Perú del 20 al 24 de mayo de 2007.
- Barrera, J.F. 2007. Conferencia Magistral. Manejo Holístico de Plagas: Más allá del MIP. En: XXX Congreso Nacional de Control Biológico. Mérida, Yucatán, México. Noviembre 11-15, 2007.
- Barrera, J. F. 2009. La necesidad del enfoque holístico en el manejo de plagas, p. 1-28. En: J.C. Arrivillaga, M. El Souki & B. Herrera (eds.), Enfoques y temáticas en entomología. Sociedad Venezolana de Entomología. XXI Congreso Venezolano de Entomología. Caracas, Julio 2009.
- Barrera, J.F. 2013. El control biológico bajo el enfoque del manejo holístico de plagas, p. 182-193. In: M.C. del Rincón Castro & V. De J. Ríos Olivera (eds.), Memorias del XXIV Curso Nacional de Control Biológico. 4-6 de noviembre. Sociedad Mexicana de Control Biológico y Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR), Unidad Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional. Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México.
- Barrera, J.F. 2020. Beyond IPM: Introduction to the theory of Holistic Pest Management. Springer Nature Switzerland AG. 154 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-43370-3>.
- Barrera, J.F. 2020. Holistic Pest Management, p. 275-293. In: D. Perez-Staples, F. Diaz-Fleischer, P. Montoya & MT Vera (eds) Area-wide management of fruit fly pests. CRC Press, Taylor & Francis Group, LLC. Boca Raton. <https://doi.org/10.1201/9780429355738>
- Barrera, J.F. & J. Valle. 2019. Triángulo holístico de riesgo: Intervalos de confianza y función de densidad de probabilidad, p. 460. In: XXIV Simposio Latinoamericano de Caficultura. Guatemala, C.A. (Cartel).
- Barrera, J. F., W. Gamboa, J. Gómez & J. Valle. 2011. Método holístico para la toma de decisiones en el manejo de plagas. En: Resúmenes del Simposio “Estado del arte del Manejo Ecológico de Plagas en América Latina” en el Tercer Congreso Latinoamericano de Agroecología. 17 al 19 de agosto de 2011. Oaxtepec, Morelos, México.
- Barrera-Gaytán, J. F., J. Gómez-Ruiz, M. R. Parra-Vázquez, G. Mercado-Vidal & T. Williams. 2013. Análisis de problemas ocasionados por plagas del café bajo un enfoque holístico. A. Equihua M., E. G. Estrada V., Jesús A. Acuña S. y M. P. Chaires G. (eds.). Entomología Mexicana 12(2): 1128- 1133.
- Barrera, J.F., J. Herrera & J. Gómez. 2007. Riesgo-vulnerabilidad hacia la broca del café bajo un enfoque de manejo holístico, p. 131-141. En: Barrera, J.F., A. García, V. Domínguez & C. Luna (eds.), La Broca del Café en América Tropical: Hallazgos y Enfoques. Sociedad Mexicana de Entomología y El Colegio de la Frontera Sur. México.
- Barrera, J.F., J. Herrera, G. Jiménez, D. Jiménez, L. Escobar, G. Barrios, A. Arellano, M.A. Arellano, B. Mérida, G. López & J. Bernal. 2006. Implementación del Manejo Holístico de Plagas en cafetales. I. Diagnóstico Participativo, p. 199-201. En: X Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. Tapachula, Chiapas, México.

- Barrera, J.F., J. Herrera, G. Jiménez, D. Jiménez, L. Escobar, G. Barrios, A. Arellano, M.A. Arellano, B. Mérida, G. López & J. Bernal. 2006. Implementación del Manejo Holístico de Plagas en cafetales. II. Planificación Participativa, p. 202-203. En: X Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. Tapachula, Chiapas, México.
- Barrera, J.F., M. Parra Vázquez, O. B. Herrera Hernández, R. Jarquín Gálvez & J. Pohlan. 2004. Plan Estatal de Manejo Agroecológico del Café en Chiapas: Una Guía para una Cafecultura Sustentable. Comisión para el Desarrollo y Fomento del Café de Chiapas y El Colegio de la Frontera Sur. Tapachula, Chiapas, México. 164 p.
- Barrera, J.F., J.N. Pérez-Quintanilla, E.P. Pinson-Rincón, V.M. Díaz-Vicente & G. G. Rivas-Platero. 2014. Plagas y enfermedades del café: Identificación, bioecología y manejo agroecológico. ECOSUR-UNACH-IICA. 150 p.
- Barrera, J.F., J. Toledo Arreola & F. Infante. 2008. Introducción al Manejo Integrado de Plagas: Conceptos y Estrategias, p. 13-33. En: J. Toledo Arreola & F. Infante Martínez (eds.), Manejo Integrado de Plagas. Editorial Trillas. México.
- Béné, C., et al. 2012. Resilience: New Utopia or New Tyranny? IDS Working Paper.
- Guharay, F., J. Monterrey, D. Monterroso & C. Staver. 2000. Manejo integrado de plagas en el cultivo del café. Serie Técnica. Manual Técnico No. 44. CATIE, Managua, Nicaragua. 267 p.
- [INMECAFÉ] Instituto Mexicano del Café. 1985. Estimación de Cosecha de Café. Apuntes sobre caficultura entregados por las diferentes gerencias de la Dirección de Producción y Mejoramiento del Café, en la reunión llevada a cabo con los Jefes de Departamento los días 31 de enero y 1 de febrero de 1985. 13 p.
- Medina Fernández, B.Y. et al. 2006. Metodología para la evaluación de servicios ambientales. Asociación Nacional del Café. Foreign & Commonwealth Office London. 36 pp.
- Reyes-Robles, C., A. Moreno-Reséndez, J.L. Reyes-Carrillo, J.F. Barrera-Gaytán, A. Trejo-Sosa, J.R. López-Dubón. 2022. Índice holístico de riesgo para la toma de decisiones en el manejo de la roya (*Hemileia vastatrix*) en cafetales de Honduras. *Agrociencia* 56(2): 264-293. <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v56i2.2770>

Modificado de:

Barrera, J.F., J. Valle, J. Gómez, J. Herrera, E. López & J. de la Rosa. 2018. Manejo holístico de plagas en zonas cafetaleras: Concepto y método. Universidad Autónoma Chapingo-Centro Nacional de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico del Café-El Colegio de la Frontera Sur. 42 p. ISBN: 978-607-12-0537-7