

METODOS DE ANALISIS ECONOMICO PARA SU APLICACION EN EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS*

James B. French**

INTRODUCCION

Los programas de investigación en protección vegetal se han enfocado tradicionalmente a un corto plazo, dirigidos a la solución de los problemas de plagas más inmediatos, utilizando como principal método de control los plaguicidas. (En este documento se entiende como plagas: malezas, insectos, patógenos, nemátodos y vertebrados). Los programas de manejo integrado de plagas (MIP) en cambio, poseen un enfoque a largo plazo, cuyo objetivo es desarrollar métodos de manejo del agroecosistema buscando reducir la población de la plaga y su impacto en forma ecológicamente estable y sostenible.

Los programas MIP se basan en un mejor conocimiento del agroecosistema, incluyen las plagas y sus enemigos naturales, y enfatizan en la planificación de su manejo. La estrategia de un programa MIP busca desarrollar un plan de protección eficaz, ecológicamente más consciente, económicamente mejor y socialmente de mayor aceptación.

Un plan de protección debe estar basado en las metas y objetivos que tiene el productor para la finca y su familia. Estas son muchas y variadas e incluyen metas económicas, sociales, psicológicas e interacciones entre sí. A pesar de la cantidad y la complejidad de las metas, todo productor se interesa en aumentar la cantidad de ingreso para el negocio y la familia. Esto tiene mayor importancia para el productor a medida que compra sus insumos y vende sus productos en los mercados.

* Basado en material presentado en el Cursillo Internacional de Manejo Integrado de Plagas, Universidad del Valle de Guatemala, del 3 al 4 de agosto de 1987, Guatemala, C.A.

** Economista Agrícola, CATIE, Proyecto Manejo Integrado de Plagas, 7170 Turrialba, Costa Rica.

El ingreso neto es el valor total de los cultivos producidos, menos el costo total de producirlos y mide las ganancias para el productor relacionadas con cualquier actividad de producción. Cualquier táctica o plan de manejo que aumente las ganancias, sin afectar otras metas, sería más deseable por parte de los productores. Entonces, un plan de manejo integrado de plagas debería buscar el aumento de las ganancias para los productores, y además realizar los otros puntos de la estrategia mencionados arriba.

A continuación se explican cuatro tipos de evaluación económica útiles en el desarrollo y aplicación de programas de MIP, los cuales pueden sintetizarse así:

- a) El presupuesto parcial permite evaluar modificaciones en lo practicado por el agricultor, determinando la técnica que genera un mayor aumento en el ingreso neto.
- b) La función de producción permite determinar el nivel del insumo (plaguicidas) que optimiza el ingreso neto.
- c) El umbral económico es un criterio de decisión para el empleo de plaguicidas que permita asegurar su uso únicamente cuando sea económicamente justificable.
- d) La toma de decisiones MIP bajo condiciones de riesgo e incertidumbre, es un método de análisis que le permite evaluar técnicas alternativas, basadas en los valores esperados cuando los eventos (presencia de la plaga) y las consecuencias (rendimientos o ingresos) no son ciertos.

EL PRESUPUESTO PARCIAL

El presupuesto es una técnica de análisis útil, por lo general, en la planificación de una finca. Permite comparar entre actividades alternativas basadas en sus beneficios y costos, de tal manera, que se seleccionan actividades que aumentan al máximo el ingreso neto. Para el caso de MIP en particular, el presupuesto es útil como instrumento de análisis para elegir entre varios métodos de manejo según su contribución a las ganancias.

Los investigadores, los extensionistas y finalmente los agricultores se interesan en comparar los ingresos netos que obtienen de aplicar métodos nuevos o no ensayados de manejo de plagas, con los métodos de manejo practicados por los productores. Para evaluar nuevas tácticas de manejo es preciso examinar las variaciones en los gastos y los ingresos asociados con las nuevas tácticas. Para lograr esta evaluación se elabora el presupuesto, función que consiste en llevar a cabo la tabulación de los gastos y de los ingresos asociados con la actividad.

Cuando se proponen modificaciones en las tácticas de manejo de plagas practicadas por los agricultores, las pueden evaluar económicamente de resultados experimentales utilizando la técnica de análisis de presupuesto parcial (Perrin et al, 1976). El análisis con esta técnica permite evaluar diferentes métodos de manejo tales como controles culturales, controles químicos, variedades resistentes, criterios de decisión sobre la aplicación de plaguicidas y Programas MIP que incluyen varios de estos métodos.

El procedimiento incluye la cuantificación y valoración de los insumos, que varían entre las tácticas. Por ejemplo, presume que la modificación consiste en la introducción de una práctica que el productor no realiza actualmente, como el uso de umbrales de decisión antes de aplicar los plaguicidas. Esta práctica requiere la realización regular de conteo de la plaga. También implica un cambio en el número de aplicaciones de los plaguicidas. Entonces, para realizar el análisis es necesario valorizar, en el caso de la táctica nueva, la mano de obra utilizada para los conteos de plagas y para las aplicaciones de los plaguicidas; el producto químico aplicado; y el valor del equipo usado.

Para la táctica practicada actualmente, se valorizan los insumos utilizados en la aplicación de los plaguicidas; mano de obra, plaguicidas y equipo. Asimismo, se valoriza la producción para las dos aplicaciones, ya que esta también varía. No es necesario cuantificar y valorizar los insumos que no fluctúan entre tácticas.

El presupuesto parcial permite determinar cuál de las opciones evaluadas incrementa mayormente el ingreso neto. Sin embargo, no señala si la actividad productiva (ej. sembrar maíz) es económicamente rentable o

aceptable; es decir, si provee un ingreso neto positivo y admisible por el agricultor. Para lograr esto, sería necesario incluir todos los costos. Tampoco provee información sobre el nivel de riesgo relacionado con las opciones, ni el retorno a factores limitantes, que también tienen importancia en la selección de la mejor alternativa.

Para aplicar el presupuesto parcial es necesario valorar correctamente los factores y productos. La definición de los conceptos necesarios para aplicar el presupuesto parcial a la evaluación de experimentos pueden revisarse en Perrin, et al. (1976) y French, J. y Meseguer, M. (1986).

Ejemplo de presupuesto parcial en el manejo de plagas. Especialistas han propuesto el uso de herbicidas en la producción de maíz, en lugar de mano de obra para realizar el control de malezas durante épocas de escasez de mano de obra (CATIE, 1984). Los datos pertinentes al análisis del presupuesto parcial aparecen en el Cuadro 1.

Las únicas variables incluidas son las que difieren entre los dos métodos de manejo. El agricultor no usa herbicidas, mientras que la alternativa sí. Aunque los dos requieren actividades de chapia, la cantidad de mano de obra requerida es diferente. Las actividades que aparecen bajo costos variables de oportunidad usan estrictamente mano de obra familiar. Le dan un valor a la mano de obra familiar equivalente a lo que tendrían que pagar a un obrero en la zona por realizar esa misma labor. Este es el valor de oportunidad ya que la mano de obra es escasa en la zona y las familias podrían trabajar en otra finca a ese mismo precio.

El único costo monetario es el costo de los herbicidas. El ingreso neto parcial de la alternativa es mucho mayor que el del agricultor. Esto significa que el agricultor podría aumentar su ingreso en \$CA500.75 si adopta la alternativa que incluye herbicidas. Sin embargo, en este análisis no se consideran otros factores socioeconómicos que pudieran afectar la aceptabilidad de una táctica nueva como el riesgo y la disponibilidad de crédito para comprar los herbicidas. Se deberían tomar en cuenta estos

CUADRO 1. Comparación de presupuesto parcial entre una táctica nueva y la del agricultor para controlar malezas (por ha)*.

CONCEPTO	T A C T I C A S	
	AGRICULTOR	ALTERNATIVA
BENEFICIOS		
Rendimiento (hg/ha)	1.388.00	4000.00
Ingreso bruto (\$0.15 ha ⁻¹)	208.20	600.00
COSTOS VARIABLES PARCIALES (C.V.)		
<u>C.V. de oportunidad**</u>		
- Aplicación herbicidas		
Número de jornales	--	2
Total (\$4.50 jornal ⁻¹)	--	9.00
- Chapia de malezas		
Número de jornales	7	6
Total (\$4.50 jornal ⁻¹)	31.50	27.00
- Cosecha		
Número de jornales	3.50	6.50
Total (\$4.50 jornal ⁻¹)	15.75	29.25
<u>C.V. monetarios</u>		
- Herbicidas	--	14.00
COSTOS VARIABLES TOTALES	47.25	79.25
INGRESO NETO PARCIAL	160.95	520.75

* CATIE, 1984.

**C.V. de oportunidad, se refiere a insumos no comprados en el mercado y no fácilmente valorizados. En este caso mano de obra familiar.

otros factores antes de que se pueda juzgar si una táctica nueva es realmente deseable y adoptable por los productores.

FUNCIONES DE PRODUCCION

La función de producción es una relación técnica entre los factores que influyen la producción y el nivel de producción. Esta relación da la cantidad de producción que corresponde con diferentes niveles y combinaciones de los factores. Su conocimiento permite determinar los niveles de los factores de producción que optimizan la producción y, al conocer los valores correspondientes, optimizan también las ganancias.

La función de producción se representa teóricamente así: $Y=f(x)$ en donde: Y es el nivel de producción, f representa la función teórica que determina la relación y x es el nivel de factor que influye en la producción. En el caso de plagas, la densidad de la plaga es el factor que influye directamente en la producción por medio del daño que causa. Las tácticas de manejo influyen indirectamente en la producción por medio de sus efectos sobre la densidad y tasa de crecimiento de la plaga. Esta influencia sobre la plaga puede ser directa, reduciendo la densidad o la tasa de crecimiento como es el caso de plaguicidas o indirecta, alterando la función de producción como sería el caso de variedades resistentes. El impacto final al implementar las tácticas de manejo es aumentar la producción al bajar la población de la plaga o su daño. Nuestro interés económico es poder evaluar las pérdidas asociadas con las plagas y así determinar los beneficios asociados con su control.

Se pueden usar las técnicas de función de producción para los siguientes propósitos en la evaluación y planificación de programas de manejo de plagas: determinar la dosis de plaguicida que maximiza ganancias; evaluar el uso de plaguicidas por los productores; estimar el nivel de pérdidas económicas asociado a unas plagas a nivel de una región; determinar criterios de decisión a ser usados por el productor para la realización de un control racional de las plagas (nivel de daño económico, umbrales económicos y de decisión). Para realizar lo anterior, es necesario estimar la función de producción correspondiente a cada caso. Esto se

puede lograr utilizando la técnica estadística de regresión lineal o múltiple. Se basa la estimación en datos experimentales, de campo o de las fincas de los productores, dependiendo del propósito del análisis.

Para determinar la dosis de plaguicidas que maximiza ganancias es necesario estimar la relación entre el nivel de plaguicidas y el correspondiente nivel de producción. La relación teórica sería: $Y=f(\text{Plaguicidas})$. Sin embargo, hay que recordar que el plaguicida afecta a la producción indirectamente, por medio de su habilidad para reducir la densidad de la plaga o su tasa de crecimiento. Si hay variaciones en la densidad poblacional de la plaga, la relación entre el plaguicida y la producción también va a variar, afectando la función estimada. Entonces determinar la dosis de plaguicidas económicamente óptima, directamente en la función, como se plantea aquí, sería un método relevante solo cuando la densidad poblacional de la plaga es un problema continuo y se presenta por encima de un nivel crítico.

Bajo estas condiciones se puede estimar la función utilizando datos experimentales. Los tratamientos corresponderían a diferentes niveles de la dosis del plaguicida bajo estudio. Se determina el nivel de plaguicidas que optimiza ganancias por la siguiente relación: $P_y \frac{dY}{d \text{Plaguicidas}} = \text{Costo de plaguicidas}$, donde P_y es el precio del producto y, $\frac{dY}{d \text{Plaguicidas}}$, representa el incremento en la producción con respecto al aumento en la dosis de plaguicida (el producto marginal de plaguicidas) determinada por la función estimada y el costo de plaguicidas, corresponde al precio pagado por unidad del plaguicida. La dosis que maximiza ganancias es aquella donde el aumento en ingreso, lado izquierdo de la ecuación, es igual al aumento en costos, el lado derecho de la ecuación.

Utilizando la condición de optimización se puede evaluar el uso de los plaguicidas por parte de los productores (ICAITI, 1977). Se basa el análisis en datos provistos por los productores sobre las actividades realizadas por ellos en sus propias parcelas. La función de producción estimada con estos datos, representaría la tecnología practicada por los productores (French y Calvo, 1988). Se puede determinar si el uso de los plaguicidas tiene impacto significativo sobre la producción. También, se puede evaluar la cantidad de plaguicidas usada por los productores contra

la cantidad que maximiza ganancias. Esto permite evaluar económicamente la hipótesis de un uso excesivo por parte de los productores.

Otro método de análisis que usa la función de producción es la estimación de pérdidas asociadas con las plagas. Por medio de la función estimada, se pueden determinar las pérdidas en la producción debido a una plaga específica, o su daño en el caso que sea difícil hacer conteo de la plaga. Esta es útil en la determinación de nivel de pérdidas económicas causadas por plagas específicas en un área delimitada sea una parcela, una finca o una región (Teng, Krupa, 1980; Chiarappa, 1971). Esta información sirve a los planificadores e investigadores para evaluar los problemas de plagas y detectar cuales problemas son económicamente más serios.

La relación estimada entre la plaga, o su daño, y la producción se conoce como la función de daño. Esta función es necesaria para la determinación de umbrales de decisión, lo cual se trata en la siguiente sección (Hruska y Rosset, 1987).

Estimación del nivel óptimo de los plaguicidas. En 1976 se realizó una evaluación del uso de plaguicidas en la producción de algodón en Centroamérica (ICAITI, 1977). Una parte del estudio se dedicó a la determinación de los niveles óptimos de plaguicidas en la producción de algodón. Para lograr eso fue necesario determinar la relación entre rendimiento y plaguicida. Se especificó la siguiente relación:

$$Y = f(fe, pl, tf)$$

donde rendimiento Y (100 libras de algodón semilla por Mz) es una función de fertilizante, fe, plaguicidas pl (libras de ingrediente activo) y tamaño de la finca, tf. Se estimó la relación a nivel de finca usando datos de Nicaragua de los años 1974/1975. Fijando los valores de fertilizantes y tamaño de la finca a sus promedios en la ecuación estimada se obtuvo la siguiente relación:

$$Y = 23.57 + .3412 pl - .00142 pl^2.$$

El producto marginal de plaguicidas es:

$$Pma = dY/dpl = .3412 - .00284 pl$$

Para determinar el nivel óptimo, se incluyen los precios del algodón ($P_a = \$13/100$ libras) y los de los plaguicidas aplicados ($\$1.86/libra$). El nivel óptimo del uso de plaguicidas se determina resolviendo la siguiente relación por pl, donde el término entre paréntesis es el producto marginal de plaguicidas dY/d plaguicidas:

$$\$ 13 (.3412 - .00284 pl) = \$1.86.$$

El nivel óptimo de plaguicidas (pl) es 69.7 libras/mz o 45.2 kg/ha.

El nivel promedio del uso de plaguicidas en Nicaragua durante ese período fue 50 kg/ha. Este promedio resultó un poco por encima de lo óptimo. En el mismo período el uso medio de Nicaragua, El Salvador, Guatemala y Honduras fue de 62.4 kg/ha, bastante por encima de lo óptimo. Estos datos indican que el uso de plaguicidas no estaba en el nivel que maximizara el ingreso neto y por lo tanto había una sobredosis de plaguicida en la región.

Nivel óptimo, la función de producción y la técnica de presupuesto parcial. Anteriormente se explicó cómo se puede usar la función de producción para determinar el nivel económicamente óptimo de un control, basado en datos experimentales, ej. plaguicidas. Esto requiere estimar la relación entre nivel de plaguicidas y la producción utilizando el análisis de regresión. Sin embargo, se puede usar la técnica de presupuesto parcial para aproximarse al nivel óptimo. La ventaja de esto es obvia, no tener que estimar exactamente la función de producción. La desventaja es que no permite estimar el nivel óptimo. Se limita a los niveles utilizados como tratamientos en el experimento. Al aplicar el presupuesto parcial a este análisis, se calculan los ingresos netos parciales para cada nivel del plaguicida incluido en el experimento.

El nivel del factor que señale el mayor ingreso neto parcial, dados los precios usados, sería el nivel económicamente óptimo. Se puede ver un ejemplo de esto en el Cuadro 2, donde se presentan los resultados de un experimento, cuyo propósito fue determinar el nivel óptimo de nematicida en el cultivo de frijol de seco. Al observar los valores de ingreso neto parcial, se concluye que 1,50 Kg. de nematicida por Ha es el óptimo.

Se podrían utilizar estos mismos datos y estimar la función de producción correspondiente. Con esto se podría determinar con más precisión la dosis de nematicida entre 1,25 y 1,75 kg/ha que rinde mayores ganancias.

CUADRO 2. Aplicación de diversas proporciones de nematicidas en la producción de frijoles de secano.

Nematicida (kg/ha)	Rendimiento (kg/ha)	Ingresos Totales ^{1/} (\$/ha)	Costos Variables Parciales ^{2/} (\$/ha)	Ingresos Netos Parciales (\$/ha)
2,00	1 010	141,40	28	113,40
1,75	1 000	140,00	25	115,00
1,50	980	137,20	22	115,20
1,25	950	133,00	19	114,00
1,00	900	126,00	16	110,00
0	400	56,00	0	56,00

1/ El precio de los frijoles es de 0,14 dólares por kg a la salida de la explotación.

2/ El precio del nematicida es de 12 dólares por kg y el costo de una aplicación de 4 dólares.

Fuente: Reichelderfer, K. H. et al. (1985).

UMBRALES ECONOMICOS

La filosofía del manejo integrado de plagas tiene como una de sus metas racionalizar el uso de los plaguicidas. Por tal motivo, se ha desarrollado la técnica del umbral económico. Esta técnica es una regla de decisión para un control económicamente eficiente de la plaga. La aplicación del control de la plaga se hace cuando la población de ésta sobrepasa el umbral. El concepto, en general, consiste en soportar la presencia de la plaga hasta el punto en que cause suficiente daño como para que el beneficio de su control justifique el costo de dicho control. El umbral económico entonces, será el nivel mínimo de la población donde el beneficio marginal del control es igual a su costo marginal. Esta definición del umbral económico es similar a lo que se conoce en la literatura entomológica como niveles de daño económico.

Se puede clarificar aún más este concepto al visualizar la dinámica de la población de una plaga tal como se presenta en la Figura 1. Se observa en la fig. 1a que la población es biológicamente estable alrededor de un promedio natural (línea rayada). También existe un nivel de población que es suficientemente alto al comenzar a causar daño a la planta de la cual baja el rendimiento (línea continua). Este no es el momento de aplicar el control contra la plaga; la población es apenas suficientemente alta como para causar daño y generalmente el valor del daño es menor que el costo del control a este nivel de población.

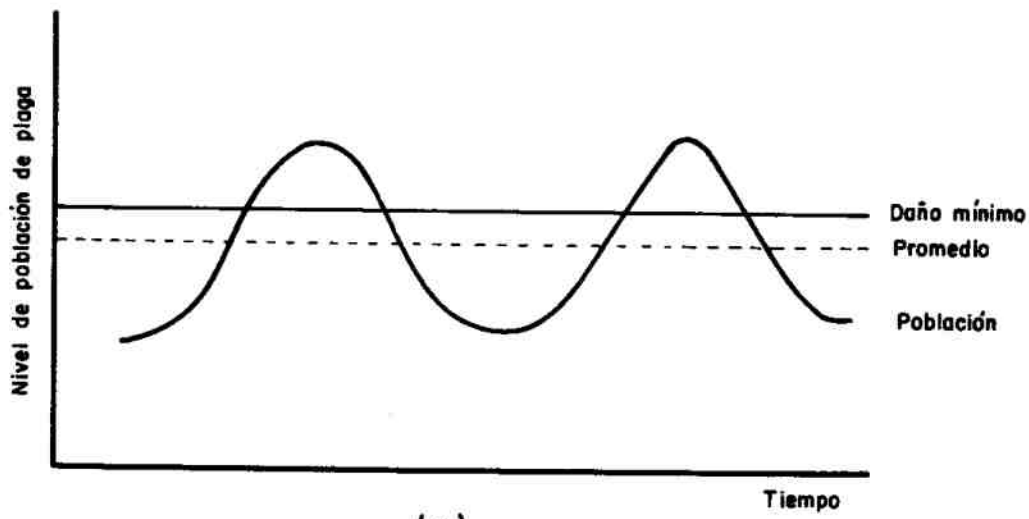
La Figura 1b, presenta el umbral económico junto con el daño mínimo. Una vez que la población alcanza el umbral, el beneficio del control es mayor a su costo y por tanto, se debe aplicar el control. El umbral económico es mayor que el nivel de daño mínimo siempre y cuando el control tenga un costo positivo. Hasta que el daño potencial y el beneficio del control sea mayor que el costo de éste, será económicamente rentable controlar la plaga.

Para estimar el umbral económico se necesita disponer de información sobre las siguientes relaciones:

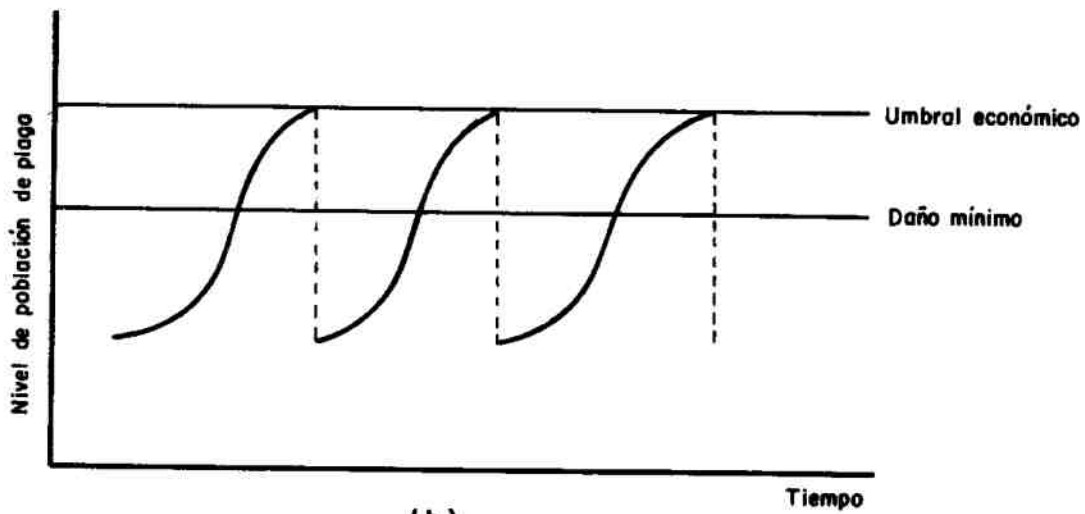
- La relación entre la población (D) y los rendimientos representados por $R(D)$ (función del daño).
- La relación entre el control y la población de la plaga k ; (eficacia del control).
- Los costos del control aplicado (C).
- El valor promedio del producto (P). Con esta información se puede determinar el umbral económico.

A fin de desarrollar umbrales que sean realistas y adecuados para el uso de los pequeños y medianos agricultores, se deben representar los precios reales que afrontan. Esto es necesario para asegurar que los umbrales y las cantidades de plaguicidas usados sean económicamente óptimos según las condiciones reales de los agricultores.

El precio promedio del producto se basa en el valor que normalmente recibiría el agricultor en el puesto de venta. Este podría estar localizado en el mercado nacional o local o en la finca misma. Dentro de este precio



(a)



(b)

Figura 1 Dinámica de una plaga y umbrales económicos

es necesario tomar en cuenta diferencias por la calidad del producto, un factor de suma importancia en el manejo integrado de plagas. También es necesario considerar que aunque el gobierno asigna un precio oficial para muchos productos, frecuentemente no compra el producto a ese precio y el agricultor debe venderlo a un precio menor. Por lo tanto este precio menor del producto, es el que debe usar en la determinación del umbral económico. Se debería usar el precio promedio, porque refleja lo que el agricultor espera recibir. Esto se puede basar en el promedio de datos históricos, siempre corrigiendo para compensar la inflación.

El costo de controlar o combatir la plaga incluye el precio del plaguicida por ingrediente activo y el valor de su aplicación. Sin embargo, al precio del plaguicida hay que agregar un costo por su adquisición y un valor por el uso del capital operativo. El costo de adquisición representa lo que se paga por el transporte de los insumos desde el mercado hasta la finca. Obviamente a mayor cantidad del producto que se compra, menor el costo por unidad de este. También, cuanto más lejos esté la finca del comprador, más alto será el costo de los plaguicidas por unidad.

El costo del uso del capital operativo corresponde al valor del dinero que se usa para la compra del insumo. Si el dinero es prestado se representa el costo por la tasa de interés del préstamo durante el período del cultivo. Si es dinero propio de la finca, se usa el costo de oportunidad que serán los intereses que se podrían obtener al prestar el dinero a otro por el período comprendido desde la compra del insumo hasta la venta de la producción.

El costo de la aplicación del plaguicida incluye el valor de la mano de obra utilizada, el costo de operación de la maquinaria y el valor del alquiler de la bomba de espalda. Si esta es propia, se debe incluir el valor por la depreciación del equipo.

Ejemplo de determinación del umbral económico. Se presenta un modelo sencillo que sirve para determinar el umbral económico de una plaga y se ofrece un ejemplo de su aplicación. El precio del cultivo es P . Se representa la población de la plaga por D . La función de daño R se

expresa como la cantidad de pérdida por unidad de la plaga D. Para cualquier nivel de la plaga D, el valor de la pérdida se expresa así:

PRD.

El efecto del control (plaguicida) se expresa por k, y se define como la reducción porcentual de plagas por cantidad del control aplicado. Entonces la expresión siguiente representa el beneficio marginal del control de la plaga.

PRDk

El costo del control y su aplicación por unidad, C representa el costo marginal del control de la plaga. El umbral económico es el nivel de la plaga en donde el beneficio marginal del control de la misma es igual al costo marginal de su control, o

$$PRDk = C.$$

El umbral se determina por la siguiente relación:

$$D^* = C/kPR.$$

Se nota por esta relación sencilla que cuanto mayor sea el costo del control, mayor será el umbral y menor la aplicación de los plaguicidas. Entonces, cuanto mayor sea el costo del transporte, del capital o de su aplicación, mayor será el nivel de daño que el agricultor debe tolerar y menor su utilización de plaguicidas.

Como ejemplo de la determinación del umbral, se presenta un caso de malezas en la producción de soya (Reichelderfer, et al. 1985). El precio de la soya es \$.18/kg., la función de daño se expresa en términos de daño de 45 kg de soya, por maleza, por fila de 10 metros en promedio. La efectividad del herbicida es 80 por ciento, por aplicación y el costo de aplicación es \$46. El umbral se define así:

$$\begin{aligned} D^* &= \$46/ (.80) (.18) (45) \\ &= 7.10 \end{aligned}$$

Entonces cuando se determina un promedio de 7.10 malezas/10 metros se debe aplicar herbicidas. Para una mayor discusión sobre como determinar umbrales en la práctica consulte el trabajo de Hruska y Rosset, (1987).

LA TOMA DE DECISIONES MIP EN SITUACIONES DE RIESGO E INCERTIDUMBRE

Hasta este punto se supone que todas las relaciones son conocidas y fijas. En realidad, la agricultura se caracteriza por su incertidumbre y riesgo debido al factor biológico (variabilidad en la producción) y a la naturaleza de su industria. Esta incertidumbre dificulta la toma de decisiones sobre el manejo de la finca. Una de las principales fuentes de la variabilidad en la producción a nivel de finca son las plagas. Existe variabilidad en la población de la plaga y muchas veces es difícil o imposible determinar o estimar dicha población. Hay variabilidad en el daño que causa la plaga y en la mayoría de los casos la relación entre la plaga y la producción es desconocida. La dinámica de la plaga es variable y en muchos casos es tal, que una vez que entra la plaga en el cultivo los daños se vuelven excesivos y por tanto el riesgo es demasiado (p.e. muchas enfermedades).

La incertidumbre y el riesgo influyen en las decisiones que el agricultor debe tomar para controlar las plagas. En general, el agricultor implementa controles que le aseguren protección contra dichos riesgos (Carlson, 1984). La mejor protección es aquella que provee defensas directamente a la planta, tal es el caso de las variedades resistentes. Sin embargo, no existen variedades que garanticen suficiente protección a la mayoría de las plagas a la vez. En consecuencia el agricultor aplica plaguicidas como una medida profiláctica para proteger su cultivo de la posibilidad de la presencia de la plaga. Esta práctica, se presta para que el agricultor abuse de los plaguicidas, incurriendo además en un alto costo de producción. Este costo toma también diferentes modalidades tales como: la contaminación del ambiente; el desarrollo de resistencia de las plagas a los plaguicidas; e impactos negativos a la salud de los trabajadores, agricultores y consumidores del producto.

Bajo situaciones de incertidumbre y riesgo se puede usar la técnica de análisis de las decisiones para evaluar alternativas de manejo. Cada

posibilidad se conoce como un evento, por ejemplo, un ataque intenso de una plaga. Asociado con cada evento hay una probabilidad de su ocurrencia. Estas probabilidades pueden basarse en datos históricos cuando estén disponibles, por ejemplo datos históricos de una estación experimental. Si éstos no están al acceso se pueden usar datos subjetivos aportados por los agricultores o por los técnicos de la zona. Por ejemplo, los productores podrán estimar la probabilidad de un ataque severo o ligero de una plaga clave.

Basados en las probabilidades de los eventos y en el resultado de cada uno de ellos, medido por la producción o el ingreso correspondiente, se puede calcular el valor esperado asociado con una táctica de control específico. La táctica que presente un mayor valor esperado será la preferida por el agricultor siempre y cuando, él esté dispuesto a absorber el valor mínimo que pueda ocurrir. En el Cuadro 3, se presenta un ejemplo donde se evaluaron dos alternativa en el manejo de Phytophthora infestans en papa; atomizar y no atomizar. Hay dos eventos posibles, un ataque ligero de la enfermedad y uno intenso. El valor esperado es la suma de las probabilidades de cada evento multiplicado por el resultado, ingreso neto. El mayor valor esperado en este ejemplo, da la táctica de no atomizar donde, el agricultor recibirá el promedio de \$1.440 por año. Sin embargo, dos de cada diez años él tendrá una pérdida de \$800. Si él no estuviera dispuesto a soportar o asimilar esa pérdida, entonces preferiría la alternativa de atomizar.

La importancia de la Información. La situación anteriormente descrita supone que el agricultor carece de información que le ayude a predecir algo sobre el evento. El no tiene manera de determinar la intensidad del ataque antes de que ocurra. Si contara con la información apropiada y supiera con anticipación la llegada de un ataque ligero, escogería la táctica que le señala un mayor ingreso neto, o sea la de no atomizar. Si por el contrario ocurriera un ataque intenso, la técnica escogida sería la de atomizar.

Se puede lograr que el agricultor mejore su toma de decisiones, proporcionándole información que le permita predecir o estimar con anticipación la posibilidad y el grado de severidad de un ataque. Monitoreos

CUADRO 3. Matriz de resultados monetarios, en dólares, del control de Phytophthora infestans en un campo de papas de 5 ha.

NO INFORMACION

INTENSIDAD DE INFESTACION	PROBABILIDAD	MEDIDAS ADOPTADAS	
		NO ATOMIZAR	ATOMIZAR
Ligera	0.8	2.000	1.300
Intensa	0.2	-800	500
Valor esperado		1.440	1.140

Fuente: Reichelderfer, K. H. et al. (1985).

INFORMACION: PREDICCIÓN DE UN ATAQUE INTENSO

INTENSIDAD DE INFESTACION	PROBABILIDAD	MEDIDAS ADOPTADAS	
		NO ATOMIZAR	ATOMIZAR
Ligera	0.5	2.000	1.300
Intensa	0.5	-800	500
Valor esperado		600	900

Situación modificada por el autor de la de no información.

regulares de las plagas permiten estimar la población de la plaga en el campo. Esta información con un criterio de decisión como el del umbral económico, permite determinar si la intensidad del ataque es suficientemente severa como para justificar en términos económicos la aplicación del control. Para muchas plagas, particularmente las enfermedades, el monitoreo es difícil por el problema de su diagnóstico o por el problema de su dinámica. En estas situaciones se deben identificar otros factores relacionados con la plaga que permitan predecir su ataque. Un ejemplo de esto es el uso de información sobre el clima para predecir la posibilidad del ataque de las enfermedades.

La disponibilidad de la información a los agricultores tiene el objetivo de cambiar sus probabilidades subjetivas sobre los eventos. En el Cuadro 3 se ve lo que podría ocurrir si se le presentara información al agricultor. El modificaría sus probabilidades subjetivas basado en la confianza que él tiene en la fuente de la información. En el ejemplo, hay una predicción de un ataque intenso de Phytophthora infestans. Después de la modificación de sus probabilidades, se ve que la táctica de atomizar le da el mayor ingreso neto esperado. No es que el agricultor conscientemente mida sus probabilidades y haga los cálculos, sino que él actúa como si realmente los hiciera.

En este ejemplo, la información le hizo cambiar su táctica de control. En las situaciones donde regularmente hay uso excesivo de plaguicidas, la disponibilidad de información puede causar una reducción en su uso y un aumento en el ingreso neto.

REFERENCIAS

- CARLSON, G.A. 1984. Risk Reducing Inputs Related to Agricultural Pests. Proceedings of a Seminar Sponsored by Southern Regional Project 5-180, New Orleans, Louisiana, March 1984. Dept. of Agricultural Economics, University of Illinois, AE-4579, pp. 164-75.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1984. Alternativa de Manejo para el Sistema Maíz-Maíz, Guácimo-Pocora, Costa Rica. Descripción y evaluación en fincas pequeñas. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- CHIARAPPA, L. (ed). 1971. Crop Loss Assessment Methods. FAO. Manual on the evaluation and prevention of losses by pests, diseases and weeds. Commonw. Agric. Bureaux, Farnham, England. (Looseleaf).
- FRENCH, J. B.; CALVO, G.A. 1988. Caracterización de la tecnología de producción de plátano por pequeños productores de San Carlos, Costa Rica y de Progreso Panamá. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica). No.10:28-38.
- _____ ; MESEGUER, M. 1986. Determinación de umbrales económicos: El método de presupuesto parcial. In Curso Intensivo "Estrategias Potenciales para el Manejo Integrado de Plagas", San Salvador, El Salvador, Proyecto MIP/CATIE, 15 p.
- HRUSKA, A.J.; ROSSET, P.M. 1987. Estimación de los niveles de daño económico para plagas insectiles. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica). No.5:30-44.
- ICAITI. 1977. An Environmental and Economic Study of the Consequences of Pesticide Use in Central American Cotton Production (Final Report). ICAITI Project No. 1412, Guatemala, Jan. 1977.
- PERRIN, R. K. et al. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos, un Manual Metodológico de Evaluación Económica. México D. F., CIMMYT. 54 p.
- REICHELDERFER, K.H. et al. 1985. Directrices económicas para la lucha contra las plagas en la agricultura. Estudios FAO. Producción y Protección Vegetal No.58. 32 p.
- TENG, P. S.; KRUPA, S. V. (eds.). 1980. Crop Loss Assessment. Proceedings of E.C. Stohman Commemorative Symposium Miscellaneous Publication. 7-1980. Agricultural Experiment Station, University of Minnesota.