

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
UNIDAD DE POSGRADO**

DIPLOMADO EN PROTECCION DE PLANTAS



**Manual técnico:
SOCIOECONOMIA DEL MANEJO
INTEGRADO DE PLAGAS**

**Ing. Agr. M.Sc. Andrés Wilfredo Rivas
Ing. Agr. M.Sc. José Miguel Sermeño**



Ciudad Universitaria, Junio de 2004

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
UNIDAD DE POSGRADO**

DIPLOMADO EN PROTECCION DE PLANTAS



asociación de proveedores agrícolas



ABEAS
Asociación Brasileña de Educación Agrícola Superior



**Manual técnico:
SOCIOECONOMIA DEL MANEJO
INTEGRADO DE PLAGAS**

**Ing. Agr. M.Sc. Andrés Wilfredo Rivas
Ing. Agr. M.Sc. José Miguel Sermeño**

Ciudad Universitaria, Junio de 2004

INDICE

INTRODUCCION	1
ASPECTOS SOCIO CULTURALES DEL MIP	2
LAS TEORÍAS DEL DESARROLLO AGRÍCOLA	2
1. EL MODELO DE “APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS”	2
2. EL MODELO DE LA CONSERVACIÓN (FINES DEL SIGLO XVIII Y PRINCIPIOS DEL XIX)	3
3. EL MODELO DE LA “LOCALIZACIÓN” O DEL “DESARROLLO URBANO-INDUSTRIAL”	3
4. EL MODELO DE “LA DIFUSIÓN”	4
5. EL MODELO DE “LOS INSUMOS DE ALTO RENDIMIENTO”	5
6. EL MODELO DE “LA INNOVACIÓN INDUCIDA” (Ó TEORÍA DEL CAMBIO TÉCNICO E INSTITUCIONAL)	6
7. EL MODELO DE “SOSTENIBILIDAD”	9
EL PAPEL DE LA INVESTIGACION AGRICOLA EN EL COMBATE A LA POBREZA Y CONSERVACION DE LOS RECURSOS NATURALES	10
SEGURIDAD ALIMENTARIA (SOBERANIA ALIMENTARIA)	18
ASPECTOS SOCIOCULTURALES DEL MIP	22
NIVEL EDUCATIVO	23
INSUMOS DE PRODUCCIÓN	24
EXPERIENCIA	25
TRADICIONES	26
PERCEPCIONES	26
POLÍTICAS GUBERNAMENTALES	27
APOYO DE DECISIONES DE MIP CON BASE EN INTERNET	28
DEFINICIÓN DE INFORMÁTICA DE MIP	29

LOS SISTEMAS DE SOPORTE DE DECISIONES BASADOS EN INTERNET 29

EXTENSIÓN DEL MIP Y LA INTERNET 31

EDUCACIÓN SOBRE MIP Y LA INTERNET 32

INVESTIGACIÓN SOBRE MIP Y LA INTERNET 33

LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA EN MIP 35

APLICACIONES ECONOMICAS AL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS 37

NIVELES CRÍTICOS 37

UMBRALES DE DECISIÓN O UMBRALES ECONÓMICOS 39

CONCEPTOS 40

DAÑO ECONÓMICO 40

DAÑO ECONÓMICO Y LÍMITE DE DAÑO 40

NIVEL DE DAÑO ECONÓMICO (NDE) 41

UMBRAL ECONÓMICO (UE) 44

UMBRALES ECONÓMICOS FIJOS 48

UMBRALES ECONÓMICOS DESCRIPTIVOS 48

UMBRALES ECONÓMICOS DICOTÓMICOS 49

EL USO DE UMBRALES DE DECISIÓN Y LA CALIDAD AMBIENTAL 49

LIMITACIONES SOBRE LOS UMBRALES ECONÓMICOS Y NIVELES DE DAÑO ECONÓMICO 49

Ejemplos de Metodologías para el Cálculo del NDE 51

1. METODOLOGÍA ESTADÍSTICA (MODELO DE REGRESIÓN) 51

2. METODOLOGÍA CIMMYT 52

3. METODOLOGÍA PROPUESTA POR GARZA, 1989 54

DEFINICIÓN MATEMÁTICA DEL NIVEL CRÍTICO ECONÓMICO (HEADLEY Y STEVENSON, 1999)	56
ALGUNAS DEFINICIONES PREDOMINANTES	56
OTRA DEFINICIÓN - UNA DEFINICIÓN MATEMÁTICA	57
UNAS CARACTERÍSTICAS DE LA DEFINICIÓN	61
CONCLUSIONES E IMPLICACIONES	62
UMBRALES ECONÓMICOS PARA MALEZAS	62
DETERMINACIÓN DEL UMBRAL ECONÓMICO	64
UMBRALES ECONÓMICOS PARA ENFERMEDADES VEGETALES	67
PRESUPUESTOS PARCIALES	71
ANÁLISIS DE RETORNO MARGINAL DE LOS BENEFICIOS NETOS	77
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	78
EVALUACIÓN ECONÓMICA DE ALTERNATIVAS MIP CON INFORMACIÓN LIMITADA	79
CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN SEGÚN NIVELES TECNOLÓGICOS	81
ASPECTOS ECONOMICOS DEL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS	81
I. ANÁLISIS ECONÓMICO INCREMENTAL DE TRATAMIENTO DE PREVENCIÓN	82
II. ANATOMÍA DE COSTOS Y BENEFICIOS: FACTORES QUE AFECTAN EL CAMBIO DE CQP A MIP.	85
BENEFICIOS	86
COSTOS	86
1) COSTOS DE LA GENERACIÓN DEL PROGRAMA MIP	87
2. COSTOS DE ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN (APRENDIZAJE)	87
3. REDUCCIÓN DE LA INCERTIDUMBRE	88

4. COSTOS DE COORDINACIÓN 88

III. ALGUNAS CONCLUSIONES 88

GLOSARIO	89
LITERATURA CONSULTADA	91
GUIA DE LABORATORIO	94

INTRODUCCION

El Manejo Integrado de Plagas, se considera como una tecnología de manejo de plagas que se basa en la estrategia de prevención y perdurabilidad. El MIP se diferencia de los demás métodos de manejo de plagas por la utilización de datos socioeconómicos en la toma de decisiones de manejo de plagas.

Por lo tanto el MIP es una estrategia multidisciplinaria, que requiere de la participación de toda la sociedad para ser implementada en áreas grandes. Los cambios sociales y económicos mueven y dinamizan las opciones de manejo de plagas, bajo estrategias MIP.

El MIP pretende mejorar la calidad de vida tanto de productores como de consumidores, de esta manera se inserta en un amplio contexto nacional e internacional, bajo exigencias de mercados de diversas demandas de calidad.

Todos los aspectos concernientes al desarrollo agrícola, influyen en los programas MIP, los cuales han sido promovidos en muchos países por agencias de ayuda externa. Sin embargo, el impacto de dichos programas se ha visto limitado por el escaso apoyo oficial interno o por falta de recursos para promover el MIP.

El presente documento, es una recopilación de una serie de temas básicos para comprender la complejidad agraria, y particularizar diversos puntos de vista para las evaluaciones socioeconómicas en MIP. Se incluye también una recopilación de metodologías que permiten evaluar de manera fácil y rápida diferentes opciones de manejo de plagas.

Ciudad Universitaria, Junio de 2004.

ASPECTOS SOCIO CULTURALES DEL MIP

Las ciencias sociales y económicas juegan un papel determinante en todos los sistemas de producción agrícolas. Estas dos ciencias son básicas para comprender el fenómeno del desarrollo agrícola en diversas regiones y comunidades.

La agricultura fue la primera actividad sistemática y productiva del ser humano, de la cuál se obtuvo la acumulación de riqueza necesaria y con excedentes, para el desarrollo industrial de muchos países actualmente industrializados. Sin embargo, existe una gran paradoja en cuanto a que países llamados del tercer mundo, son los mayores productores de materias primas a nivel mundial, y los que literalmente suplen las comodidades de los más desarrollados, y sus poblaciones fluctúan en diferentes grados de pobreza.

Las diversas teorías del desarrollo agrícola, tratan de explicar el tipo de cambios ocurridos por la aplicación de diferentes concepciones ideológicas en el desarrollo socioeconómico del sector agrícola. A continuación se presenta un resumen de estas teorías, un breve análisis de la seguridad alimentaria, con el objetivo de comprender, con una base ideológica más documentada, las características e influencias de las sociedades rurales.

LAS TEORÍAS DEL DESARROLLO AGRÍCOLA

Partiendo de la premisa de que el crecimiento agrícola es decisivo para la industrialización y el crecimiento económico en general, podemos determinar seis modelos generales para explicar el desarrollo agrícola (Hayami y Ruttan, 1989).

1. El modelo de “aprovechamiento de los recursos”

Sin lugar a dudas es el modelo prevaleciente de la historia de la agricultura en el mundo. Su enfoque es lo que podríamos denominar de crecimiento horizontal o de expansión horizontal.

Coincidentemente con el descubrimiento y colonización de los nuevos territorios, más allá de Europa (América, Australia y Africa). Son los nuevos territorios los que abastecen de materias primas a los viejos.

La estrategia global: la forma de abastecer los nuevos mercados que aparecen, es mediante la expansión territorial de la agricultura.

Forman parte de este modelo dos enfoques:

- A. El modelo del producto básico. Rescata la importancia de la exportación de pieles y pescado en el desarrollo de la economía canadiense, posteriormente ampliada a madera y granos.
- B. El modelo de la venta de excedentes. Rescata la exportación de los productores campesinos de arroz en Birmania y Tailandia, ya que se expande la producción, manteniendo la autosuficiencia en la producción de alimentos.

No es un modelo sostenible a largo plazo. La expansión de la frontera agrícola se va agotando paulatinamente.

Aparecen los siguientes desafíos futuros: generar nuevas tecnologías y ajustar el uso eficaz de las mismas.

2. El modelo de la conservación (fines del siglo XVIII y principios del XIX)

Comienzan a adquirir vigencia los desarrollos de los científicos alemanes sobre el agotamiento de los suelos (Ley de Liebig sobre “los rendimientos decrecientes”).

De esta manera queda en el centro del debate el mantenimiento de la potencialidad mineral del suelo.

Su estrategia global: comienza la noción de intensificación agrícola y ganadera junto al concepto de rotación del suelo, fundada en el necesario reciclaje de los nutrientes vegetales mediante abonos animales.

El resultado es un gran crecimiento de la producción agrícola total y por hectárea (productividad).

Haciendo una síntesis del modelo: “los recursos naturales son escasos; dicha escasez aumenta con el crecimiento económico, y esta escasez amenaza con afectar los niveles de vida y el crecimiento económico”.

A partir de 1920 se agudizan los esfuerzos por racionalizar el modelo, en lo que podríamos llamar la síntesis de la racionalidad vigente “Para la alta agricultura quizá haya necesidad de añadir una mayor cantidad de algunos elementos que los removidos. La baja agricultura puede justificarse limitando su programa de fertilidad para el mantenimiento de la materia orgánica y el nitrógeno. Tampoco el agricultor moderno se interesa primordialmente por el mantenimiento de los poderes originales del suelo; su problema consiste en modificar el suelo natural de acuerdo con sus necesidades”.

Este modelo obviamente constituye un buen aporte para la agricultura, pero es imposible sostener una tasa de crecimiento acorde con las demandas de la sociedad moderna, desde su vigencia exclusiva. Resulta sin embargo una fuente de inspiración para el movimiento de la agricultura orgánica y para los fundamentalistas agrarios.

3. El modelo de la “localización” o del “desarrollo urbano-industrial”

En el modelo anterior las principales divergencias locales en el desarrollo de la agricultura se relacionaron principalmente con las diferencias de los factores ambientales. Los avances de los sectores no agrícolas no se incluyeron explícitamente en el proceso de desarrollo agrícola. De esta manera el modelo de la localización se formuló en un principio para explicar las variaciones geográficas de la localización y la intensidad de la producción agrícola en una economía que se industrializa.

“La urbanización determina la localización de la producción de bienes agrícolas e influye sobre las técnicas y la intensidad del cultivo”.

Posteriormente a la anterior afirmación de Von Thunen, Schultz trabaja su teoría del desarrollo urbano-industrial. Para él hay un mejor funcionamiento de los mercados de factores y productos en las áreas donde la economía urbana no había hecho una transición hacia la etapa industrial.

Un claro ejemplo de esta hipótesis lo constituye el café en Brasil. El auge de este producto fue particularmente importante para generar una demanda de insumos industriales y servicios comerciales; después de 1940 el desarrollo urbano-industrial de Sao Paulo era suficientemente grande y dinámico para empezar a ejercer una diferencia en el efecto independiente sobre la productividad del trabajo en la agricultura de Sao Paulo, facilitando el flujo de capital hacia la agricultura y el flujo de mano de obra hacia el exterior de ella. Sin embargo, la repercusión urbano-industrial estaba limitada por el choque de localización de las oportunidades de desarrollo basadas en los recursos naturales y la incapacidad del gobierno brasileño para invertir en la investigación y en los servicios agrícolas necesarios para permitir que el sector agrícola respondiera al crecimiento del sector urbano-industrial.

También se concluye que los distritos agrícolas mas cerca del Mercado se caracterizaron por mayores precios en los productos y en los valores de las tierras y en las tasas de uso de la tierra. Por tanto, las políticas de desarrollo industrial que alientan la descentralización pueden contribuir a la creación de conexiones intersectoriales más eficaces en los mercados de factores y de productos.

4. El modelo de “la difusión”

La difusión de mejores prácticas agrícolas y de mejores variedades de cultivos y de ganado se ha convertido en una fuente importante para el crecimiento de la productividad en la agricultura.

Una primera línea de trabajo fue la enorme propagación de animales domésticos y de plantas cultivadas durante muchas décadas atrás. Para la segunda mitad del siglo XIX estaba altamente institucionalizado el proceso de la exploración y el descubrimiento de plantas. Los jardines botánicos en diferentes países del mundo se convirtieron en la actividad intermedia responsable de la introducción y adaptación de nuevas especies cultivadas arribadas desde los nuevos territorios poco explorados.

Pero también aparece una segunda fuente del enfoque de la difusión para el desarrollo agrícola. La utilización de la observación empírica de considerables diferencias en la productividad de la tierra o la mano de obra entre los agricultores de cualquier región agrícola, desde la más avanzada hasta la más atrasada. En esta concepción la ruta del desarrollo agrícola se detiene por la diseminación mas eficaz del conocimiento técnico y por una reducción de la dispersión de la productividad entre los agricultores individuales y entre las regiones.

El modelo de difusión del desarrollo agrícola ha proporcionado el principal fundamento intelectual para gran parte del esfuerzo de investigación y extensión en la administración agrícola y la economía de la producción desde el surgimiento, en la segunda mitad del siglo XIX, de la economía agrícola como una subdisciplina que conecta las ciencias agrícolas con la economía.

Otra contribución de la difusión eficaz provino desde la propia sociología rural: se desarrollaron modelos que subrayaban la relación entre los índices de difusión y las características de personalidad y los niveles educativos de los operadores agrícolas.

Estos descubrimientos contribuyeron al fortalecimiento y eficacia de los servicios de extensión agrícolas y los elaboradores de políticas agrícolas en la validez del modelo de difusión.

Las enormes brechas de productividad entre los países desarrollados y los subdesarrollados y la firme presunción de una ineficiente asignación de los recursos por parte de los campesinos, atados a una tradición irracional, provocó la adopción de este modelo como estrategia de desarrollo agrícola en la década del 50.

A la larga, surgió la conclusión de que este modelo no pudo generar una rápida modernización de las granjas tradicionales ni un crecimiento rápido de la producción agrícola.

5. El modelo de “los insumos de alto rendimiento”

La inadecuación resultante de las políticas de difusión, condujo durante los años 60, a revisar los supuestos de que la tecnología agrícola pudiera difundirse desde los países desarrollados a los subdesarrollados, y desde los agricultores progresistas a los agricultores retrógrados de las economías en desarrollo.

Se concluye entonces que la tecnología es muy específica de la localización. Por lo tanto las técnicas desarrolladas en los países avanzados no son, en la mayoría de los casos, directamente transferibles a los países menos desarrollados que tienen climas y dotaciones de recursos diferentes. En contraposición a la “irracionalidad tradicional” planteada en el modelo anterior, Shultz insistió en afirmar que “los campesinos de la agricultura tradicional son racionales y eficientes en la asignación de los recursos; sólo permanecen en la pobreza porque en la mayoría de los países pobres sólo hay escasas oportunidades técnicas y económicas a las que puedan recurrir”.

En síntesis, la alternativa propuesta por Shultz para la transformación de los sectores agrícolas tradicionales en una fuente productiva del crecimiento económico, es la inversión para que se pongan a disposición de los agricultores de países pobres, los insumos modernos de altos rendimientos.

Esto implica entonces tres tipos de inversiones de productividad relativamente elevada en el desarrollo agrícola:

- a) en la capacidad de las estaciones agrícolas experimentales para producir nuevos conocimientos técnicos;
- b) en la capacidad del sector industrial para desarrollar, producir y enviar al mercado nuevos insumos técnicos;
- c) en la capacidad de los agricultores para usar con eficacia los factores agrícolas modernos.

Resulta obvio el entusiasmo con que este modelo fue aceptado, casi como una doctrina económica, que a él han de atribuirse los esfuerzos realizados para desarrollar modernas variedades de granos, adaptadas a los trópicos. El caso del trigo y el maíz desarrollados en México (CIMMYT) y el caso del arroz desarrollado en Filipinas.

El impacto real de este modelo fue tan importante que fue llamado “revolución verde”. Vale destacar que el modelo ha sido lo suficientemente inclusivo para abarcar los conceptos centrales de los modelos de la conservación, de la localización y de la difusión del desarrollo agrícola.

Sin embargo, medido con certeza su impacto en la productividad, no son igualmente contundentes las pruebas respecto al efecto de las inversiones nuevas de alto rendimiento, sobre la equidad y el nivel de vida rurales, surgiendo críticas contra el efecto de la modernización de la producción agrícola sobre la distribución del ingreso rural y sobre la viabilidad de las instituciones rurales.

Una de sus limitantes es que, siendo la investigación y la educación bienes públicos que no se comercian en el mercado, el modelo no incorpora plenamente el mecanismo por el que se distribuyen los recursos entre la educación, la investigación y otras actividades económicas opcionales del sector público y privado.

No explica como es que las condiciones económicas inducen el desarrollo y la adaptación de un eficiente conjunto de tecnologías para una sociedad particular. Tampoco trata de especificar el proceso por el cual las relaciones de precios de factores y productos inducen la inversión en investigación en una dirección particular.

Tampoco se garantiza la adecuada asignación de recursos, ni tampoco incorpora procesos que abarquen aspectos de la organización colectiva de los agricultores.

6. El modelo de “la innovación inducida” (ó teoría del cambio técnico e institucional)

Fundamentos del modelo:

- a) No todas las innovaciones mecánicas estarán necesariamente motivadas por los incentivos de ahorro de mano de obra, ni todas las innovaciones biológicas lo estarán por los incentivos para el ahorro de tierra.
- b) La mecanización de la agricultura no puede manejarse como una simple adaptación de los procesos de mecanización industrial. Tiene diferencias de dimensión espacial y temporal.
- c) La consecuencia de la mecanización es el aumento de la productividad de la mano de obra y además, el uso de la maquinaria dependerá del costo relativo de esta en relación al costo de la mano de obra.
- d) En la agricultura, la tecnología y los procesos biológicos y químicos son más importantes que la mecanización.
- e) Los adelantos en tecnología biológica y química obedecen a la necesidad de incrementar la productividad por unidad de superficie o de mejorar los rendimientos ganaderos por unidad de alimentación.
- f) El progreso tecnológico depende de una serie de avances simultáneos en las ciencias, técnicas biológicas y mecánicas.

Todo esto deja en claro que una sociedad dispone de diversas rutas de cambio técnico en la agricultura:

- a) Las restricciones que impone al desarrollo agrícola una oferta de tierra inelástica pueden ser contrarrestadas por los adelantos de la tecnología biológica.

- b) Las restricciones impuestas por una oferta inelástica de mano de obra pueden ser contrarrestadas por los adelantos de la tecnología mecánica.
- c) Por lo tanto la capacidad de un país para alcanzar un rápido crecimiento de la productividad y producción agrícolas parece depender de su capacidad para elegir de manera eficiente entre las rutas opcionales.

La teoría de la innovación inducida representa un esfuerzo para interpretar el proceso de cambio técnico como algo endógeno al sistema económico.

a) La innovación inducida en la teoría de la empresa

“Una elevación del precio de un factor en relación con el precio de otros factores induce una secuencia de cambios técnicos que reduce el uso de ese factor en relación con el uso de otros insumos factoriales, en consecuencia las restricciones impuestas al crecimiento económico por la escasez de recursos se distienden gracias a los adelantos técnicos que facilitan la sustitución de los factores relativamente escasos por otros relativamente abundantes”.

Se considera “cambio técnico” a cualquier cambio en los coeficientes de la producción que provengan de la actividad deliberada de aprovechar recursos dirigidos al desarrollo de nuevos conocimientos incorporados en los diseños, los materiales o las organizaciones.

A partir de esta definición es enteramente racional que las empresas competitivas asignen fondos al desarrollo de una tecnología que facilite la sustitución de los factores cada vez más caros por los menos caros.

b) La innovación inducida en las instituciones de investigación pública

En la mayoría de los países que han alcanzado rápidas tasas de progreso técnico en la agricultura, se ha empleado deliberadamente la socialización de la investigación agrícola como un instrumento de modernización de la agricultura.

La mirada es similar a la planteada para las empresas por la teoría hicksiana, por lo tanto esos mecanismos de inducción de la innovación se dan también en la respuesta de los científicos y administradores de la investigación en las instituciones públicas ante las dotaciones de recursos y el cambio económico.

“Los cambios en los precios relativos inducen a los agricultores a buscar opciones técnicas que ahorren los factores productivos cada vez más escasos. Los agricultores presionan a las instituciones públicas de investigación para que desarrollen la nueva tecnología y también solicitan que las empresas abastecedoras agrícolas provean insumos técnicos modernos que sustituyan a los factores más escasos. Los científicos perspicaces y los administradores de la ciencia responden aportando nuevas posibilidades técnicas y nuevos insumos que permitan a los agricultores sustituir los factores crecientemente escasos por los que son cada vez más abundantes guiando de esta manera la demanda de reducción del costo unitario de los agricultores en una dirección socialmente óptima.

Es probable que la relación dialéctica entre los agricultores y los científicos investigadores y los administradores sea más eficaz cuando los agricultores se organicen en asociaciones de productores, locales, regionales, políticamente operativas. La respuesta de los programas de

investigación y extensión del sector público a la demanda de los agricultores tenderá a ser mayor cuando el sistema de investigación agrícola se encuentre descentralizado”.

Por las relaciones esperadas entre los científicos de la ciencia aplicada y de la ciencia básica, parece oportuno pensar que la asignación de recursos económicos traerá como consecuencia que la ciencia básica también tienda a orientarse hacia la superación de las limitaciones impuestas a la producción por los factores relativamente escasos.

Sin embargo, no se afirma que el cambio técnico tenga por completo un carácter inducido. El proceso tiene una dimensión de oferta (exógena), así como una dimensión de demanda (endógena). De esta manera el cambio técnico también refleja el progreso de la ciencia general y la tecnología.

c) Un modelo de cambio técnico inducido en la agricultura

El modelo de innovación inducida no sólo opera como un ajuste en respuesta al cambio ocurrido en los precios relativos de los factores. En el proceso de desarrollo dinámico, el surgimiento del desequilibrio es un elemento decisivo para la inducción del cambio técnico y el crecimiento económico. El desequilibrio entre los diversos elementos del sistema crea los estrangulamientos que atraen la atención de científicos, inventores, empresarios y administradores públicos cuando se trata de solucionar los problemas para obtener una asignación eficiente de los recursos.

Un claro ejemplo se encuentra en la agricultura norteamericana: a medida que la frontera avanzaba rápidamente hacia el oeste, la tierra se tornaba progresivamente abundante en relación con la mano de obra disponible. Con el fin de impedir que las cosechas se echaran a perder, se inventó la segadora, respondiendo a una necesidad imperiosa de recolectar las cosechas de trigo en un limitado número de días.

La incapacidad de muchos países en desarrollo para institucionalizar el sistema de la investigación agrícola necesario para aprovechar las grandes ganancias derivadas de inversiones relativamente modestas en el cambio técnico puede provenir, en parte, por la divergencia entre los rendimientos sociales y los privados de los empresarios políticos.

Las dotaciones culturales, incluidas la religión y la ideología, influyen fuertemente sobre la oferta de innovación institucional. Tales dotaciones tornan menos costoso el establecimiento de algunas formas del cambio institucional e imponen severos costos a otras formas (Por ejemplo, el cambio organizacional ha sido más favorecido en sociedades con historia en la construcción de espacios colectivos comunitarios).

El cambio institucional se generó a lo largo del proceso de ensayos sucesivos, así como el cambio técnico se generó antes de la universidad investigadora, la estación agrícola experimental o el laboratorio de investigación industrial. Con la institucionalización de la investigación en las ciencias sociales y las profesiones relacionadas, el proceso de la innovación institucional ha empezado a realizarse con eficiencia mucho mayor; cada día se facilita más la sustitución del caro proceso de aprendizaje de ensayos sucesivos, por el conocimiento y la habilidad analítica de la ciencia social.

7. El modelo de “Sostenibilidad”

En los últimos años ha comenzado a tomar vigencia creciente, el concepto de sostenibilidad de los recursos. Constituye esto un modelo que explique las nuevas tendencias del desarrollo agrícola?

Obviamente que no. No se puede explicar desde la idea de la sostenibilidad, la conducta de los productores en relación al cambio técnico o a la innovación tecnológica. Es por hoy una construcción desde los sectores científicos que alertan sobre los riesgos del agotamiento de los recursos y de la necesidad de generar escenarios de producción que contengan una lógica de “conservación” dentro de una lógica de racionalidad económica en la producción agrícola.

De todas formas, la difusión y los insumos de alto rendimiento en su origen tampoco fueron modelos que explicaban el crecimiento agrícola. Fueron a todas luces una propuesta para impulsar el mismo y el mismo tratamiento deberíamos dar hoy a la cuestión de la sostenibilidad.

Porque la humanidad está dando cada vez más señales claras de esta necesidad (aseguramiento de la calidad, mercados para productos orgánicos, certificaciones de origen, trazabilidad, prácticas que eviten el sufrimiento animal, etc.) con lo cual las demandas de las próximas décadas se orientarán seguramente:

- 1) A desarrollar tecnologías sostenibles que compitan en eficiencia y eficacia con las tecnologías más innovadoras de la actualidad,
- 2) a tomar conciencia en todos los actores de responsabilidad institucional en el sector, sobre la importancia de la sostenibilidad de los sistemas productivos,
- 3) a promover el desarrollo de una conciencia individual y colectiva en relación a la necesidad de estabilizar el uso de los recursos desde una visión antrópica y temporal.

“La importancia de la comunicación para el Desarrollo Sostenible es incuestionable cuando se reconoce que es menester cambiar el paradigma de desarrollo imperante para que no se continúe profundizando la crisis ambiental global que también afecta a los países latinoamericanos. La problemática ambiental en las últimas décadas ha pasado de ser marginal a ocupar un lugar destacado en las agendas mundiales por su importancia en los procesos de desarrollo y por sus consecuencias para el futuro de la vida y de los seres humanos. Por ello ésta no puede quedar al margen de las temáticas que deberían interesar a los investigadores de la comunicación”.

La comunicación ambiental es un proceso de comunicación educativa que no busca simplemente transmitir información y mensajes, sino educar y formar al ciudadano a través de procesos comunicacionales sistemáticamente organizados que influyan en el cambio de actitudes, valores, prácticas y comportamientos, pues los actuales están llevando al deterioro irreversible de la biosfera.

La comunicación ambiental plantea diez principios:

1. El respeto por todas las formas de vida o la biodiversidad
2. La visión no antropocéntrica
3. la defensa de la diversidad cultural
4. Pensar globalmente y actuar localmente
5. La sostenibilidad
6. Estilos de vida ambientalmente sanos
7. La solución pacífica de conflictos
8. El respeto a la libertad de expresión y diversidad de opiniones
9. La veracidad y la exactitud
10. Actores activos.

EL PAPEL DE LA INVESTIGACION AGRICOLA EN EL COMBATE A LA POBREZA Y CONSERVACION DE LOS RECURSOS NATURALES

¿Es el desarrollo tecnológico un instrumento válido para modificar la relación pobreza-medio ambiente?

El desarrollo del agro basado en el uso intensivo de energía y de insumos de alta productividad no ha dado la respuesta a los productores de escasos recursos, generalmente localizados en zonas marginales. El escaso capital con el que cuentan, imposibilita que puedan acceder a medios de producción más complejos.

En las zonas rurales, la asociación entre población y pobreza no necesariamente tiene como resultado la degradación de los recursos naturales, antes bien, estas condiciones por si solas y en ocasiones aunadas al desarrollo científico han promovido nuevos enfoques para su uso y manejo: la sostenibilidad.

Puede señalarse que los más pobres del ámbito rural son los productores de subsistencia y los asalariados (sin tierra). Aquí nos referiremos tan sólo a los productores pobres que tienen tierra o bien que la trabajan bajo esquemas de aparcería. Podemos señalar que la pobreza ocurre tanto en tierras de alta como de baja calidad agronómica y que típicamente, la tierra es un factor escaso entre los productores de subsistencia, y también lo es el capital. En lo que compete a la productividad de los recursos, frecuentemente la productividad de la mano de obra muestra mayor atraso relativo que la productividad de la tierra.

Esto se explica por el pobre inventario de equipo, y por el uso casi exclusivo de energía humana en el trabajo. El recurso mano de obra es invertido prioritariamente en la producción de alimentos; mientras que la protección de la tierra contra el deterioro no es prioritaria en estas condiciones. La escasez de tierra y de capital y las bajas productividades de la mano de obra y de la tierra, son causas de la pobre dieta rural. Frecuentemente no se tiene acceso a la proteína animal.

Un segundo frente del deterioro ambiental y de la pobreza rural es la fuente de energía para fines domésticos. La leña sigue siendo la fuente principal de energía, que ha de ser típicamente extraída del bosque. En las áreas más pobres la familia dedica gran parte de su recurso mano de obra a traer leña a gran distancia.

La investigación genera tecnología y la tecnología disponible, aun asumiendo que ésta sea la apropiada para su aplicación, definitivamente no es la solución que habrá de corregir la relación

entre la pobreza de la población y el deterioro del medio ambiente causado por esos pobladores rurales bajo condiciones críticas.

La tecnología es solamente uno de los componentes que requiere el desarrollo regional, ella por si sola no tendrá efecto.

La estrategia para modificar la relación pobreza- medio ambiente, es la concertación socioeconómica que sea aceptada por los productores en una comunidad, grupo de comunidades o región, apoyada en propuestas técnicas y operativas derivadas del desarrollo tecnológico.

De esta manera, la investigación agropecuaria es imprescindible en el propósito de generar tecnología que sirva de base para proponer formas de aumentar el ingreso de los productores y al mismo tiempo propiciar el uso racional, conservación y rehabilitación de los recursos naturales, pero el trabajo en terreno debe ser producto de una concertación entre socios o protagonistas en una región o sitio específico.

¿Cuál es el papel que en general puede cumplir la investigación agropecuaria en América Latina para ayudar a romper el círculo vicioso entre pobreza y medio ambiente?

En general, el enfoque que siguió la investigación institucional en América Latina, particularmente apoyada por el sector público durante los últimos 30-40 años, fue el generar tecnologías para los agricultores comerciales con capacidad de utilizar las semillas mejoradas, agroquímicos, maquinaria, etc., lo que a la postre condujo a una polarización en el medio rural caracterizada por la pobreza y la contaminación del medio ambiente. Esta última causada tanto en la agricultura comercial por el excesivo uso de agroquímicos, y en la agricultura de subsistencia por el agotamiento de los escasos recursos naturales requeridos para la sobrevivencia de las familias.

Obviamente, la nueva responsabilidad que se le ha asignado a la investigación para incidir en el combate a la pobreza y en la preservación del medio ambiente, debe ser compatibilizada con los objetivos tradicionales de la investigación, esto es incrementar productividad y rentabilidad en la actividad agropecuaria.

El objetivo en su concepción más amplia deberá ser desarrollar innovaciones tecnológicas económicamente rentables para los diferentes tipos de productores individuales y ambientalmente sanos y con beneficios para el conjunto de la sociedad. Es fácil su enunciamiento, pero de una enorme complejidad su operación.

Sin embargo, en el nuevo entorno económico de los países latinoamericanos con una mayor presencia del sector privado, debería de concentrarse la investigación pública en aquellos aspectos relacionados con la superación de la pobreza y la conservación de los recursos naturales, además de la investigación estratégica, tales como la biotecnología y la ingeniería recombinante, que en el mediano y largo plazo, también podrán tener gran impacto en romper el círculo vicioso entre pobreza y medio ambiente.

La investigación del sector privado debe ocupar el papel anterior que venía desarrollando la investigación pública, esto es orientada hacia los productores comerciales cuya sobrevivencia en la nueva etapa de globalización, se fundamenta en tecnologías que reduzcan costos unitarios. Para esta investigación, podrían diseñarse algunos incentivos económicos que permitan desarrollar tecnologías tendientes a reducir o eliminar el uso de agroquímicos, minimicen el uso de maquinaria y orienten a un uso racional del agua.

¿Bajo qué condiciones físico-biológicas y socio-económicas la investigación y el desarrollo tecnológico pueden cumplir un papel positivo?

La tecnología deberá estar integrada a un programa donde estén previstos en sus dimensiones e intensidad correcta, los siguientes elementos:

- a) Las fuentes de financiamiento, y sus características de monto, sustitutos de garantías, condiciones, períodos de gracia, amortizaciones e intereses. Un porcentaje variable de este financiamiento, tiene que ser vía subsidios, puesto que el deterioro ambiental que existe actualmente, no puede ser resuelto a través del crédito y menos en ese estrato de productores que son los que se ubican en el último nivel económico y social. El balance entre financiamiento y subsidios es muy importante.
- b) Capacitación a todos los niveles, no solamente a los productores sino a toda la cadena de protagonistas técnicos, administradores, tomadores de decisiones, etc.
- c) Transferencia real de tecnología, es decir utilizando las personas, la metodología y programas probados como eficientes.
- d) Es importante considerar también que entre los habitantes rurales pobres, cuyas acciones tienen efectos sobre el deterioro ambiental, no todos son productores, entonces se requieren programas adicionales de otra naturaleza.
- e) Infraestructura para el desarrollo, particularmente mercados eficientes que reduzcan los márgenes de comercialización.
- f) Organización efectiva de productores.
- g) Coincidencia entre el programa de desarrollo y la política gubernamental regional y nacional.
- h) Es indispensable que la investigación sea un proceso continuo, puesto que la tecnología disponible tiene ajustes puntuales donde se necesita la presencia oportuna de la investigación. La tecnología apropiada resulta clave para resolver el problema pobreza-deterioro ambiental, pero solamente como un componente integrado a los elementos antes citados.

Es claro que nuevas formas de manejo de recursos, nuevos conocimientos que permitan una mayor eficacia en el trabajo de la tierra y en general un desarrollo tecnológico producto de la investigación agropecuaria, dará lugar a combatir la pobreza y mejorar el medio ambiente.

El otorgamiento de un ingreso a un sector de la población rural para trabajar en una rehabilitación de los recursos, que por otra parte permita a otro sector de la propia población rural tener mayor disponibilidad de recursos para trabajar y generar riqueza, daría lugar a establecer un ciclo de productividad y distribución de ingreso, lo cual, en general, debería ser aceptable socialmente.

¿Es factible esperar un efecto neto positivo de la investigación para zonas rurales de alta pobreza y alto deterioro ambiental? ¿Bajo qué circunstancias?

La tecnología debe abordar: a) la productividad de la mano de obra, b) la productividad de la tierra, c) la protección de la tierra, d) el desarrollo de la integración agropecuaria-forestal y e) el manejo postcosecha.

Los componentes de la producción de alimentos son: el rendimiento, la superficie física de labor, el índice de cultivo (IC), y el índice de no-siniestro (INS). El índice de cultivo es el número de veces que la tierra es sembrada y cosechada en un año; el índice de no-siniestro es la fracción de la tierra sembrada que es cosechada. Estos factores están ligados en la ecuación siguiente:

Producción de alimentos = (superficie física) (índice de cultivo) (índice de no siniestro) (rendimiento)

Los factores: superficie física de labor, índice de cultivo e índice de no-siniestro, integran el factor capacidad del campo, mientras que el factor rendimiento es el componente de intensidad del campo.

Es posible aumentar la producción de alimentos, y el ingreso neto de los productores, a partir de la tecnología que permite mayores rendimientos. Es también posible incrementar la producción de alimentos a través de tecnología que permita aumentar ambos índices IC e INS. El esfuerzo del estado en apoyo de la producción de alimentos privilegia el camino de los rendimientos sobre la ruta complementaria de aumentar la capacidad del sistema a través del V IC y el VINS.

Los productores tradicionales han desarrollado patrones de cultivo con IC de 2 bajo condiciones de temporal. Estos patrones han sido ampliamente descritos por los investigadores del CP y del INIFAP. Sin embargo, los instrumentos de política del estado como el crédito, el seguro, los fertilizantes y la investigación, en poco han ayudado al aprovechamiento de esta tecnología tradicional.

Hay tecnologías que permiten intensificar el uso de la tierra (mayor IC) y a la vez protegen al suelo contra el deterioro ambiental. Este es el caso de los métodos vegetativos: a) la labranza de conservación; b) el método del cultivo en callejones; c) el cultivo de leguminosas de cobertura; d) la tecnología del pasto Vetiver; y e) la tecnología de la terraza de muro vivo. Estamos desarrollando en el INIFAP esta última tecnología, muy prometedora para productores de subsistencia que cuentan con tracción animal, en la que se produce leña además de alimentos y forrajes.

Otra posibilidad sería definir el conjunto de condiciones de trabajo encontradas en una región o sitio específico, que en lo posible se puedan caracterizar dentro de cierto número finito de alternativas, incluidos los instrumentos de política y desarrollo institucional presentes, que permitan establecer las condiciones de concertación que a su vez eliminen o encuadren, de manera reversible, el círculo pobreza-degradación de medio ambiente- improductividad; al de rehabilitación del medio ambiente-productividad-riqueza.

De esta manera, no sólo es factible sino necesario llegar a un efecto neto positivo de la investigación para zonas rurales de alta pobreza y elevado deterioro ambiental. Lo que entendemos a la fecha es que en los suelos frágiles, comparados con las tierras de primera calidad, la sostenibilidad y la productividad se pueden impulsar de manera significativa, dando un mayor énfasis a la investigación innovativa dentro del enfoque tradicional de sistemas de producción.

Deberá incorporarse, de manera explícita, el diseño de este tipo de desarrollo tecnológico en los sistemas de investigación y extensión para áreas que consideren las unidades de producción en una comunidad o grupos de comunidades o regiones. De esta manera, es importante hacer inversiones en investigación sobre manejo de suelos y agua, así como en sistemas de producción.

Existen entonces posibilidades substanciales de desarrollar sistemas de producción agrícola sostenibles en áreas con recursos naturales frágiles e incluso en áreas con un elevado deterioro de recursos. Es poco probable que este tipo de áreas se conviertan en componentes importantes de un sistema de oferta de alimentos global.

Sin embargo, impulsar la productividad en estos sitios es importante para aquellos que residen en esas áreas; no solo en la actualidad, sino también en el futuro.

Desde el punto de vista del investigador, ¿Qué condiciones ayudarían a establecer vinculaciones positivas entre objetivos de conservación del medio ambiente y objetivos de reducción de la pobreza rural?

Un vínculo posible surge de una tecnología que incrementa el IC y a la vez incrementa rendimientos y protege al suelo contra erosión. Pero se requiere un compromiso por parte del estado tanto en el aspecto de la transferencia de la tecnología, como en el uso eficiente de subsidios.

Asimismo, es importante situar estos objetivos desde el punto de vista del investigador. Con muy meritorias excepciones, la mayor parte de los investigadores no están capacitados para desarrollar investigación de este tipo, no tienen suficiente experiencia para trabajar con los productores en la pobreza. Es necesario entonces partir de una selección de los investigadores con vocación y aptitudes para asociarse con estos productores, la experiencia nos ha mostrado que no todos los investigadores quieren o pueden hacerlo.

El siguiente paso sería establecer un programa de capacitación y sobre todo de concientización de todo el personal involucrado. Los investigadores deberán estar plenamente concientes, que en este tipo de investigación y en su aplicación tecnológica, no será posible lograr resultados espectaculares. Los avances son pequeños y su efecto acumulativo se manifestará a través del tiempo, pero con bases más sólidas. Se han tenido experiencias de grandes avances aparentes con agricultores de este nivel, que desafortunadamente duraron sólo períodos muy cortos. No eran soluciones sostenibles.

Además, las condiciones que ayudarían a establecer vinculaciones positivas entre objetivos de conservación del medio ambiente y objetivos de reducción de la pobreza rural, desde el punto de vista del investigador son desde luego el contar con un marco institucional adecuado como prerequisite para el desarrollo y establecimiento de lineamientos de política.

¿Qué nuevos enfoques conceptuales y metodológicos son indispensables, considerando el impacto relativamente bajo de los enfoques más tradicionales del tipo de conservación de suelos o de desarrollo de tecnologías apropiadas de producción para zonas marginales?

Debe partirse del reconocimiento de que el monocultivo generó una alta mecanización, agotamiento de suelos, erosión, plagas, enfermedades y residuos de agroquímicos contaminantes. Así con el objeto de evitar el deterioro del recurso suelo y la permanencia de la fertilidad, se buscan metodologías ecológicamente sustentables que con patrones de menor requerimiento de insumos y mayor ganancia neta y relativa, permitan una producción sostenible.

Para obtener una producción sustentable se deben utilizar diferentes componentes que tengan un efecto positivo en todo el sistema del uso de la tierra, considerando las mejores interacciones ecológicas y económicas entre los mismos. Uno de estos componentes importantes son las plantas leñosas o lignificadas (árboles o arbustos). Esta agregación de componentes naturales para la producción sustentable como es bien conocido, se les denomina Sistemas Agroforestal o Silvopastoril.

Estos sistemas, por su diversidad son más estables ecológicamente que los monocultivos, protegen el suelo contra la erosión, siendo como sistemas, más eficientes que otros con mecanismos tradicionales de protección de suelos. Así su práctica puede recuperar e incrementar

la productividad de los suelos, disminuir la agricultura migratoria y generar un sinnúmero de productos como alimentos, leña, materiales de construcción y forrajes.

Esto a su vez, se traduce en mejores ingresos para el campesino pobre, son más estables financieramente, por tener los riesgos repartidos en los componentes del sistema. Para un pequeño agricultor la diversidad se transforma en una estrategia de sobrevivencia y, al mismo tiempo, en una estrategia de sostenibilidad ecológica.

Una estrategia que aminora el efecto negativo del aprovechamiento de leña combustible, por parte de los pobladores de zonas marginadas, es la realización de plantaciones dendroenergéticas, que apoyadas en su planeación con conceptos como el de potencial productivo de especies nativas, permiten un uso más eficiente de los recursos destinados a la plantación de esas especies y, en el mediano plazo, logran una reducción en los impactos ambientales pues la leña de uso doméstico en las comunidades marginales provendrá de un aprovechamiento ordenado de plantaciones de rápido crecimiento.

Existen otros ejemplos sobresalientes de éxito en cuanto a la adopción de nuevas tecnologías que conservan el suelo, a la vez que reducen la necesidad de insumos para una alta productividad de la tierra. El caso de Santa Catarina, Brasil, con el uso de leguminosas de cobertera. El uso de leguminosas como la mucuna (en México se conoce como nescafé *Stizolobium*), implica la fijación biológica de nitrógeno, el control biológico de malezas, la protección contra la erosión y alta eficiencia en el aprovechamiento del agua de lluvia.

Por otro lado, un error que se ha cometido muchas veces es pensar que los agricultores pobres pueden desarrollarse si aplican la metodología y los insumos de la agricultura comercial, tal vez, en algunos casos, esto sea posible y deberán considerarse independientemente, pero en la mayoría de las situaciones el potencial productivo que tienen en sus terrenos, por calidad y/o extensión, no habría suficiente respuesta y a esto todavía se le debe sumar la falta de recursos, tecnología y la administración presentes en estos casos.

Es necesario, por lo tanto, diseñar estrategias y metodologías ad hoc para ellos. La primera condición es que sea sustentable, es decir que llene las condiciones más importantes, socialmente justa, viables económicamente y que la tecnología aplicada proteja los recursos naturales. Bajo este contexto existen otras alternativas, tales como:

a) La Agricultura de bajos insumos, que utiliza algunos elementos de la agricultura comercial a pequeña escala y muchos otros que prácticamente no le cuestan al agricultor porque él los genera. Los resultados han probado ser buenos.

b) Agricultura orgánica, que integra todos los elementos que intervienen en este tipo de agricultura y por otra parte, capturando los mercados preferenciales para estos productos una vez que han sido certificados de origen. No se está partiendo de cero, se tienen algunos casos exitosos, como es el de los pequeños productores de café orgánico y plátano en el sureste de México.

c) Agricultura tradicional, que integra sistemas con varios siglos de antigüedad y que se pueden adaptar fácilmente a los anteriores. Es decir introduciendo a ellos, mediante la investigación, elementos de producción de bajos ingresos, así como de producción orgánica.

Es importante considerar en estos sistemas la integración agrícola, ganadera y forestal (holística) para el mejor uso y protección de los recursos. En estas opciones propuestas, la investigación

tiene muchas oportunidades, existe mucho espacio para la imaginación y creatividad, pero, reiterando, todo dentro de un marco de producción sustentable.

Dentro de los nuevos enfoques conceptuales y metodológicos que son necesarios de considerar para trabajar con multiobjetivos, particularmente como los señalados previamente, son los relacionados con la investigación en sistemas de producción.

En este contexto y en virtud de que el enfoque de sistemas trabaja dentro de una diversidad socioeconómica y medio ambiental importante, sus resultados son costosos en una base, per capita o por proyecto. En cualquier caso si se trabaja con métodos convencionales, tanto la sostenibilidad como la productividad de la agricultura en suelos frágiles, dará lugar a incrementos pequeños en ganancias de productividad.

Si se desea tener incrementos de productividad importantes, es necesario trabajar con mayores densidades de población vegetal o animal por unidad de área, nuevas prácticas de labranza, mejores métodos de control de plagas y enfermedades, una más precisa aplicación de nutrientes para animales y vegetales y manejo avanzado de suelo y agua.

Debe tenerse claro que las ganancias derivadas de trabajos en aspectos como los mencionados y otros no convencionales, dentro de un encuadre de sistema de producción, dará ganancias en cultivos, hatos y bosques, pero éstas serán ganancias dirigidas a sitios o localidades específicas. Requerirán desde luego de una más cercana articulación entre los generadores y los usuarios de los nuevos conocimientos y la nueva tecnología.

Estas fuentes de ganancias en rendimientos serán extremadamente intensivas en conocimientos e información. Así, si en verdad se quieren alcanzar estos objetivos, los esfuerzos de investigación y transferencia de tecnología, en las áreas de manejo de recursos e información, deben tomar una importancia creciente como fuentes de crecimiento en productividad animal y vegetal.

¿Qué renovaciones institucionales serían demandadas para que los organismos latinoamericanos de investigación puedan aplicar dichos nuevos conceptos y metodologías?

Es claro que para lograr poner en práctica nuevos enfoques y metodologías como las mencionadas u otras, se hace necesario rediseñar las instituciones de apoyo al agro, particularmente, las de investigación.

Lo anterior se ha venido tratando en la actualidad bajo el concepto de "reingeniería institucional" y ésta en síntesis significa simplificar el aparato administrativo, funcionar horizontalmente, haciendo más flexible y propiciando el trabajo de grupo bajo una programación por objetivos.

De esta manera la exigencia será tener profesionales con un menor grado de especialización pero un más amplio espectro de conocimientos a fin de tener verdaderos "expertos" que teniendo necesariamente una base sólida en ciencias básicas (física, matemáticas, biología, química), tengan un conocimiento suficiente en áreas de aplicación y apoyo (computación, estadística, agronomía, silvicultura, producción animal, socioeconomía).

En el nuevo enfoque propuesto: producir tecnología probada para el estrato más pobre de los agricultores y además con estrategias donde el objetivo sea mejorar la situación presente y además proteger efectivamente los recursos naturales, no es una situación muy común de trabajo de las instituciones de investigación. Por consiguiente, su estructura operativa, administrativa, sistema de evaluación, etc. posiblemente no estarían completamente adaptadas para este enfoque

específico de investigación, íntimamente ligada a la validación y corrección de los resultados durante la marcha.

En la actualidad las instituciones deben estar construidas sobre la base de una teoría económica de escasez y por lo tanto de competencia, lo cual da lugar a asignaciones sujetas a restricciones. Sin embargo en la situación que se vive en el momento presente, se incorporan nuevos supuestos, tanto sobre las restricciones que enfrentan los individuos, así como sobre el proceso por medio del cual los individuos hacen sus asignaciones dentro de este marco de restricciones.

Las percepciones que indican el tipo de habilidades y conocimientos necesarios, son a su vez determinadas por la estructura mental de los protagonistas dentro de una institución, dada la complejidad del medio ambiente, la limitada retroalimentación de información sobre las consecuencias de las acciones que se realizan y la cultura condicionante que han heredado los propios protagonistas.

¿Qué tipo de relaciones deben visualizarse entre los diversos agentes institucionales de desarrollo tecnológico para el caso específico de la relación pobreza-medio ambiente?

Como se menciona anteriormente, es indispensable que los investigadores tengan contacto permanente con los beneficiarios de la investigación y por supuesto con los asesores directos de ellos, que pueden ser parte del Sistema de Extensión o estar integrados institucionalmente con la investigación como es el caso de algunos países latinoamericanos.

De la manera que esto se haga, la relación investigador-asesor-productor debe ser un frente sólido y funcional para que el programa pueda aspirar al éxito. Otro aspecto importante es la concertación de los investigadores con las instituciones del sector y también con aquellas de otros sectores que tengan influencia en el programa regional de desarrollo.

Puede reportar alguna utilidad revisar conceptos y resultados de algunos programas parecidos, (aunque no tuvieron los requerimientos que tiene este enfoque) que se han desarrollado en México, el Programa productor-investigador (INIFAP), el Plan Puebla (CP), etc.

A este respecto, un de cambio institucional es esencial, en virtud a que lo actualmente vigente no puede explicar satisfactoriamente la ejecución tan variable de las sociedades y de las economías, tanto en un momento determinado, como al momento presente y a través del tiempo.

Los modelos actuales pueden explicar la mayor parte de las diferencias que existen en ejecutoria entre economías, sobre la base de inversiones diferenciales en educación, ahorro, etc. pero no explican porqué las economías fallan en el propósito de poner en práctica actividades que de antemano se sabe tendrán un beneficio real.

Son entonces las instituciones las que determinan las ganancias o beneficios, y asimismo son la estructura que los humanos han impuesto para establecer las interacciones entre ellos mismos. Son por lo tanto las instituciones las que definen estímulos, normas, incentivos, etc., lo que conjuntamente con otras restricciones, como pudieran ser presupuestales, tecnologías, etc., determinan las selecciones y asignaciones que los individuos realizan y que dan forma a la ejecutoria de las sociedades y las economías a través del tiempo.

El trabajo multi e interdisciplinario que debe fomentarse mediante estímulos o incentivos podría dar lugar a generar enlaces o relaciones de trabajo concretas entre los diversos agentes institucionales de desarrollo tecnológico.

Es decir aquellos que se ocupan más de los aspectos de pobreza (sociólogos, políticos, economistas) y los que trabajan más en aspectos técnicos y biofísicos relacionados con el medio ambiente (agrónomos, biólogos, ingenieros, médicos veterinarios, etc.), podrán cumplir con un objetivo común si se propician los mecanismos de vinculación necesarios para alcanzar la multi e interdisciplina.

SEGURIDAD ALIMENTARIA (SOBERANIA ALIMENTARIA)

“La soberanía alimentaria es el derecho de cada pueblo a definir sus propias políticas agropecuarias y en materia de alimentación, a proteger y reglamentar la producción agropecuaria nacional y el mercado doméstico a fin de alcanzar metas de desarrollo sustentable, a decidir en qué medida quieren ser autosuficientes, a impedir que sus mercados se vean inundados por productos excedentes de otros países que los vuelcan al mercado internacional mediante la práctica del “dumping”... La soberanía alimentaria no niega el comercio internacional, más bien defiende la opción de formular aquellas políticas y prácticas comerciales que mejor sirvan a los derechos de la población a disponer de métodos y productos alimentarios inocuos, nutritivos y ecológicamente sustentables”. (Fuente: Declaración sobre la Soberanía Alimentaria de los Pueblos, Vía Campesina, Roma.)

La soberanía alimentaria sostiene que la alimentación de un pueblo es un tema de seguridad nacional o de soberanía nacional. Si para alimentar a su población, una nación debe depender de los caprichos del mercado internacional, o de la voluntad de una super potencia al utilizar los alimentos como instrumentos de poder internacional, o de la imprevisibilidad y los altos costos del transporte de larga distancia, ese país no es seguro, ya sea con respecto a la seguridad nacional o a la seguridad alimentaria.

La soberanía alimentaria va más allá del concepto de seguridad alimentaria, lo cual ha sido despojado del verdadero significado por las diversas maneras en que el concepto ha sido manipulado por diferentes intereses creados. Seguridad alimentaria significa que cada niño, cada mujer y cada hombre deben tener la certeza de contar con el alimento suficiente cada día. Pero el concepto no dice nada con respecto a la procedencia del alimento, o la forma en que se produce. De ese modo, Washington puede argumentar que la importación de alimentos baratos desde los Estados Unidos es una excelente manera que tienen los países pobres de lograr seguridad alimentaria, más que si lo producen ellos mismos. Pero la importación masiva de alimentos subsidiados baratos socava a los agricultores locales, obligándolos a abandonar sus tierras. Estos engrosan las cifras de hambrientos, ya que su seguridad alimentaria se pone en manos del mercado cuando migran a los barrios urbanos pobres, en donde no pueden hallar un empleo asalariado que les permita vivir bien. Para lograr una seguridad alimentaria genuina, los pueblos de las áreas rurales deben tener acceso a tierra productiva, y a recibir precios justos por sus cosechas que les permitan gozar de una vida digna.

La única solución duradera para eliminar el hambre y reducir la pobreza es a través del desarrollo económico local. Una forma de lograr dicho desarrollo en las áreas rurales es crear circuitos locales de producción y consumo, donde las familias de agricultores vendan sus productos y compren lo indispensable en poblados locales. El dinero circula varias veces dentro de la economía local, generando empleo en los pueblos y permitiendo a los agricultores ganarse la

vida. Por el contrario, si lo que los agricultores producen es exportado, con precios del mercado internacional (precios bajos), y si la mayor parte de lo que compran es importado (a precios altos), todas las ganancias del sistema son extraídas de la economía local y contribuyen al desarrollo de economías lejanas (ejemplo Wall Street). Por lo tanto, la soberanía alimentaria con énfasis en los mercados y economías locales, es esencial para luchar contra el hambre y la pobreza.

La soberanía alimentaria da prioridad de acceso al mercado a los productores locales. El comercio agrícola liberalizado, que brinda acceso a los mercados sobre la base del poder en el mercado y a bajos a mejores precios subsidiados, precios niega a los productores el acceso a sus propios mercados. Lo que la comunidad campesina y otros dicen es que enfrentamos una verdadera confrontación de modelos económicos afectando al mundo rural. El contraste entre el modelo dominante, basado en las agroexportaciones, las políticas neoliberales y el libre comercio, versus el modelo de soberanía alimentaria, no podría ser más descarado. Donde un modelo ve a los agricultores familiares como un anacronismo ineficiente que debe desaparecer, el otro los ve como la base de las economías locales y del desarrollo económico nacional como lo fueron para el mercado interno que originalmente permitió desarrollar a los actuales poderes económicos de los Estados Unidos, Japón, China y Corea del Sur.

Con respecto al hambre, un modelo ve la estimulación a las exportaciones como la forma de generar divisas necesarias para importar alimentos baratos que evita que un mayor número de niños mueran de hambre. Sus adherentes dicen que los cultivos de exportación también generan empleos. El otro modelo de conversión de las tierras, en donde los campesinos producían sus alimentos, a grandes monocultivos para la exportación como la fuerza principal que impulsa el crecimiento del hambre y la miseria en las áreas rurales. Los adherentes a la soberanía alimentaria señalan que la agroexportación en gran escala genera mucha más empleos que la agricultura familiar, y los generados son trabajos mal pagados y precarios.

Y mientras el modelo dominante se basa en monocultivos a gran escala que requieren de grandes cantidades de insumos químicos, y que utilicen semillas genéticamente modificadas, el modelo de soberanía alimentaria ve estas prácticas agrícolas industriales como las que destruyen la tierra para las generaciones futuras, y propone una reforma agraria genuina, y una tecnología de producción que combina conocimiento tradicional con nuevas prácticas basadas en la agroecología.

La comunidad campesina y otros adherentes a los principios de la soberanía alimentaria exigen la exclusión de los alimentos y la agricultura de los acuerdos comerciales como la Organización Mundial del Comercio (OMC), el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), el área de Libre Comercio de las Américas (ALCA) y otros acuerdos regionales y bilaterales. Ellos ven la liberalización descontrolada del comercio como una fuerza que conduce a los agricultores a abandonar sus tierras, y como principal obstáculo al desarrollo económico local y la soberanía alimentaria.

Sin embargo, los gobiernos de los grandes países agroexportadores, tanto del Norte como del Sur, continúan su puja por lograr tales acuerdos, aunque ellos puedan discutir los detalles que determinan la distribución de los beneficios entre estos pocos países. Los gobiernos a menudo

son relatores de sus grandes exportadores y de las corporaciones transnacionales. Estas corporaciones ven a los alimentos como meras mercancías para comprar y vender. No obstante, los alimentos implican la administración de los recursos naturales productivos: cultura, agricultura, y salud; los alimentos son la vida misma.

Los gobiernos de las grandes naciones agroexportadoras del Tercer Mundo correctamente señalan una gran desigualdad en la economía mundial: que los subsidios y protección de parte de los Estados Unidos, la Unión Europea dificultan que las elites del Tercer Mundo puedan competir con las elites del Primer Mundo en la extracción de riquezas. Pero la posición de estos gobiernos no desafía al modelo total. Más bien buscan incrementar ligeramente el número de aquellos que se benefician de él, los que aún serían una pequeña fracción de la humanidad.

Mientras los agroexportadores del Tercer Mundo demandan mayor acceso para sus exportaciones a mercados del Norte, las organizaciones de agricultores familiares y campesinos replican: Acceso a mercados?. Esta postura con respecto a la soberanía alimentaria también dice que los subsidios *per se* no son el enemigo. Su mérito depende de cuanto esa su valor, quienes los reciben, y para que son. De ese modo los subsidios otorgados sólo a los grandes productores y corporaciones del Norte, que conducen al “dumping” y a la destrucción de los modos de vida rurales en el Tercer Mundo son malos. Pero los subsidios otorgados a agricultores familiares para mantenerlos en sus tierras, y para generar las economías rurales vibrantes, y los subsidios para la conservación del suelo, la transición a prácticas agrícolas sostenibles, y a la venta directa a los consumidores locales, son buenos.

El enemigo real de los agricultores son los precios bajos. Y los precios de las cosechas siguen cayendo cuando los precios al consumidor suben y suben. Esto es porque las fuerzas principales que dictan los bajos precios para los agricultores son las mismas que dictan los altos precios para los consumidores. El control monopólico de corporaciones como Cargill, Archer Daniels Midland, Dreyfuss, Bunge, Nestlé y otros ejercen sobre el sistema alimentario. Esto significa que prohibir estos monopolios, decretando y aplicando leyes anti-monopolio a nivel nacional e internacional, es un paso clave hacia la seguridad de todos los agricultores a lo ancho del mundo puedan ganarse la vida con sus tierras, y que los consumidores puedan tener acceso a alimentos nutritivos a precios asequibles.

La soberanía alimentaria es un concepto que debería tener sentido para los agricultores y para los consumidores, tanto en los países del Norte como en los del Sur. Todos enfrentamos crisis rurales y la de alimentos asequibles, nutritivos y producidos localmente.

Debemos luchar de manera conjunta contando con políticas actuales del comercio internacional, y a favor de la reforma agraria verdadera y los sistemas alimentarios más participativos, sustentables y controlados de manera local. Debemos recuperar nuestro alimento y tierras.

En el siguiente Cuadro se muestran las características del modelo dominante versus el modelo de seguridad alimentaria.

Modelo Dominante versus Modelo de Seguridad Alimentaria.

Tema	Modelo Dominante	Modelo de Soberanía Alimentaria
Comercio	Libre comercio	Alimentos y agricultura fuera de acuerdos comerciales
Prioridad productiva	Agroexportaciones	Alimentos para mercados locales
Precios de los cultivos	El mercado regula	Precios justos que cubren los costos de producción y permiten a los agricultores una vida digna
Acceso a los mercados	Mercados externos	Mercados locales sin desplazamiento
Subsidios	Países desarrollados EEUU y UE	Subsidio a pequeños productores para la producción y cuidado de los recursos naturales
Alimentos	Mercancías	Derecho humano
Producción	Eficiencia	Derecho rural
Hambre	Baja productividad	Acceso y distribución
Seguridad alimentaria	Importando alimentos baratos	Producción local de alimentos
Control de los recursos	Privatizado	Local: comunitario
Acceso a la tierra	A través de mercados	Reforma agraria genuina
Semillas	Mercancía patentable	Herencia común de los pueblos
Crédito e inversión rural	Sector privado	Sector público
Dumping	No es problema	Debe prohibirse
Monopolio	No es problema	Muy problemático: deben de prohibirse
Sobre- producción	Por definición no existe	Conduce a baja de precios y arrastra a los productores a la pobreza
Organismos genéticamente modificados (OMG`s)	El futuro	Peligros a la salud y medio ambiente
Tecnología agropecuaria	Industrial, monocultivo, uso de gran cantidad de insumos agrotóxicos, usa OMG`s	Métodos agroecológicos sustentables, no usa OMG`s
Agricultores	Anacronismos: el ineficiente desaparecerá	Guardianes de la biodiversidad y de los recursos naturales
Consumidores urbanos	Trabajadores con poco salario	Deben recibir salarios justos y dignos
Otro mundo (opciones)	No es posible ni de interés	Posible y ampliamente demostrado

Fuente: Rosset, 2004.

ASPECTOS SOCIOCULTURALES DEL MIP

La protección vegetal es tan antigua como la agricultura misma, desde el inicio el hombre ha tenido la necesidad de proteger sus cultivos contra diversas plagas. Esto se ha logrado con diferentes grados de eficiencia, en donde ha jugado un papel muy importante las concepciones socioculturales de las diferentes sociedades.

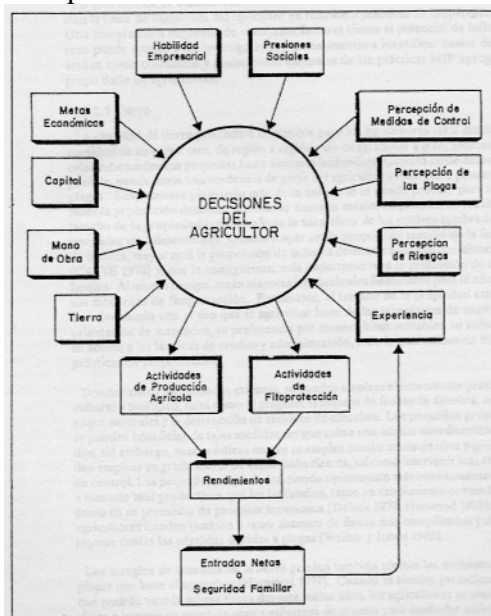
La sociedad rural ha venido teniendo un desarrollo lento en comparación con las sociedades urbanas, esto debido a que las tradiciones y costumbres son más arraigadas en las primeras, esto implica que la introducción al cambio plantea una disyuntiva seria, que constituye un verdadero obstáculo para impulsar algunos proyectos agrícolas.

El manejo integrado de plagas (MIP), es una alternativa de manejo de plagas que propone medidas sostenibles, y por lo tanto su comprensión, adopción y ejecución requieren del entendimiento de ciertos principios, por los cuales algunas veces es necesario cambiar la mentalidad del productor, sin cuyo esfuerzo no habrá éxito.

Los productores agrícolas como individuos responden a diversos patrones culturales y socioeconómicos, que determinan la forma de ejecutar la práctica agrícola.

En algunos textos se mencionan algunos factores socioeconómicos para la toma de decisiones en MIP, por ejemplo: habilidad empresarial, percepción de medidas de control, percepción de las plagas, percepción de riesgos y metas económicas, esto es discutible y sería más correcto tomarlos como criterios de adopción del MIP; por lo tanto la toma de decisiones es un análisis más complejo que responde a la realidad y entorno social del agricultor, lo cuál sería según lo deseable si se trabajara en función de los criterios antes mencionados.

Analicemos ahora cuales de los aspectos socioculturales determinan esta práctica agrícola:



Contexto para la toma de decisiones en MIP (Fuente: Andrews y Quezada, 1989).

Nivel educativo

El nivel educativo de la gran mayoría de productores agrícolas en Latinoamérica es mínimo, esto es una barrera para los proyectos de desarrollo e introducción de nuevas tecnologías de producción. Las instituciones nacionales de transferencia y desarrollo de tecnología han tenido que cambiar las metodologías de extensión, a fin de hacerlas accesibles y entendibles para estas grandes mayorías. En 1960 Paulo Freire, comenzó a hablar sobre la “educación problematizadora”, dirigida hacia adultos (andragogía), la cual les permite a las personas analizar y cuestionar su realidad. Dentro de este contexto, la educación de adultos parte del hecho de que estos ya han desarrollado un conocimiento que es producto de su experiencia. Por lo tanto, se trata de aceptar e incorporar al proceso educativo lo que la gente ya conoce y es correcto, y trata de cambiar lo que la gente desconoce o conoce de forma equivocada.

Los adultos aprenden principalmente a través de su experiencia, lo que se llama aprendizaje por descubrimiento. La enseñanza orientada a adultos debe facilitar el autoaprendizaje. Es decir, hay que plantear experiencias prácticas que generen reflexión (análisis de la realidad basada en el conocimiento) y búsqueda de más información, para finalmente llegar a la aplicación práctica del conocimiento en la toma de decisiones para resolver problemas existentes.

La filosofía de escuelas con distintos nombres ha sido usada en diferentes partes del mundo para enseñar diversos temas como salud familiar, conservación de suelos y aspectos agrícolas. Sin embargo, no fue hasta la década de 1980 cuando se diseñó el método específico de escuelas de campo de agricultores (Farmers' Field School o FFS), en Indonesia, para la enseñanza del manejo integrado de plagas en el arroz.

Una escuela de campo se define como “*Un proceso metodológico de aprendizaje por descubrimiento e investigación participativa, que desarrolla las habilidades de los productores para la toma de decisiones adecuadas, orientadas a sus necesidades*”. En esta metodología los agricultores, hombres y mujeres adultos, se reúnen a lo largo de una temporada agrícola o más, y aprenden nuevos conceptos y prácticas sobre el control de plagas y el manejo de los cultivos, usando básicamente su propia capacidad de observación y deducción, a través de la experimentación. El campo de cultivo es el principal material de enseñanza. El proceso de aprendizaje es facilitado por un capacitador (facilitador), quien promueve el autoaprendizaje de los participantes.

En la escuela de campo se trata de evitar la tradicional diferencia entre profesor y alumno, por el contrario se busca establecer una relación horizontal donde no hay un profesor sino un facilitador del aprendizaje y donde no hay un alumno sino un participante que también aporta su conocimiento.

La base del aprendizaje de la escuela es la observación e interpretación de la naturaleza (experimentos) para descubrir conceptos. Es un método que comienza con la práctica para generar teoría, la cual a su vez se transforma en nueva práctica. Es un método donde el conocimiento del agricultor es valorado tanto como el conocimiento técnico y donde la síntesis de ambos conocimientos genera una visión crítica de lo que pasa en la naturaleza. Es decir, genera preguntas y curiosidad. Se podría resumir diciendo que la escuela enseña a aprender.

Se considera que las escuelas de campo tienen las siguientes ventajas:

1. Constituyen una manera apropiada de desarrollar los conocimientos y las capacidades, lo cual puede facilitar la innovación y adopción de nuevas tecnologías.
2. Contribuyen a innovar los métodos de asistencia técnica y capacitación tradicional.
3. Permiten investigar, validar y adaptar tecnologías a las condiciones locales en forma participativa.

La educación como proceso tiene la finalidad de hacer del individuo un ser pensante y sistemáticamente racional de sus acciones. La educación también puede ser descubridora y orientadora de ciertas características deseables a la sociedad. Partiendo de estas premisas, el nivel educativo es un fuerte aliado en los programas MIP, a través de la cuál podemos influir sobre ciertas habilidades y dar las herramientas técnicas necesarias para diferentes percepciones de ciertos fenómenos ejemplo: la percepción del riesgo al prescindir de los plaguicidas es intensamente de temor si desconocemos el comportamiento de ciertas especies vegetales a la herbivoría, ante la cual podemos aceptar cierto nivel de daño o riesgo.

En un contexto de transición hacia una agricultura sostenible las percepciones de ciertos fenómenos están marcadas por aspectos subjetivos, los cuales deben de analizarse y reutilizarse para no imponer a los agricultores algún sistema de valores diferentes a los suyos.

Es claro el papel que la educación informal pueda jugar en la introducción del MIP a las comunidades de agricultores, sobre todo con énfasis en aspectos biológicos y económicos, que brinden la base mínima para la comprensión filosófica y ejecutoria del MIP.

Insumos de producción

Tierra, capital y mano de obra, elementos básicos para la producción agrícola son determinantes en la adopción de los programas MIP. La disponibilidad en cuanto a calidad y cantidad de cada uno de ellos limita o facilita la implementación del MIP.

El tipo de tenencia de la tierra y el área productiva son características que dividen a los agricultores en pequeños y grandes, esto está también en función del capital y es generalmente una relación directamente proporcional.

Propiedades extensas permiten generalmente utilizar una amplia gama de medidas de manejo de plagas o simplemente despreocuparse por ellas; en cambio, pequeños agricultores tienden a tener sistemas de fincas más complicados y diseñados a protegerse contra las pérdidas ocasionadas por plagas

El pequeño productor agrícola se caracteriza por una economía de subsistencia, en donde las percepciones de los problemas fitosanitarios generan una incertidumbre crítica, que conlleva en muchos casos a la pérdida de la seguridad alimentaria familiar, por lo tanto el enfoque es el de eliminar dicho riesgo (el brote de plaga), y generalmente lo hace mediante el uso de plaguicidas, esto crea un círculo vicioso de perpetuación de la pobreza debido al uso de créditos, pérdida de salud por intoxicaciones y deterioro del entorno, haciendo la práctica agrícola insostenible. Caso contrario, el mediano y gran productor agrícola en donde la percepción de los problemas fitosanitarios está respaldada por un mayor nivel socioeconómico y técnico. Este aplica la

tecnología de manejo de plagas en función de la rentabilidad del capital y es capaz de soportar los riesgos de la inversión sobre otra perspectiva de utilidades: productos más sanos, entorno limpio, conservación de la salud humana y animal.

La inversión en tecnologías modernas para el MIP, restringen su adopción, especialmente por agricultores pobres. La carencia de capital puede en cierta forma beneficiar a los pequeños agricultores, en el sentido de evitar su dependencia extrema de los plaguicidas, lo que a la vez les obliga a adoptar otro tipo de tácticas de manejo de plagas.

Lo anterior no desestima que la pequeña y gran empresa agrícola por sí mismas puedan actuar como depredadoras o conservadoras de los recursos naturales, todo dependerá de las percepciones del manejo sostenible en los problemas fitosanitarios.

Otro insumo marcadamente diferenciado es el uso de la mano de obra para el MIP, la pequeña empresa trabaja en función del costo de oportunidad, utilizando la mayoría de veces mano de obra propia, la cual involucra a toda la familia, generalmente tiene la característica de ser estacionaria, poco calificada y dedicada a actividades de producción poco rentables.

La mediana y gran empresa agrícola por su misma naturaleza, dedicada a cultivos de mayor rentabilidad y con mercados definidos utiliza una gran cantidad de mano de obra con características estacionarias, poco calificada a muy calificada, esto es cierto para algunas actividades, pero en otras la utilización de mano de obra es poca por el uso de tecnologías para subsanar problemas fitosanitarios ejemplo: el uso de herbicidas para el manejo de malezas contra el uso de la cuma.

Experiencia

La experiencia esta determinada por la constante práctica y el agricultor es un cúmulo de conocimientos acerca de determinados cultivos, su experiencia le permite hacer ciertas inferencias con determinadas probabilidades de éxito, que deben de ser tomadas en cuenta por el extensionista al tratar de ofertar un programa MIP. Entre más experiencia tiene un agricultor su reacción al cambio de manejo de plagas es mayor, estos deben ser tratados como “científicos empíricos” y ser participes de la gestión en los programas MIP, solo así aumentarán las posibilidades de éxito.

La adopción de un programa MIP, estará determinada por los siguientes aspectos:

1. la caracterización exacta del grupo social al cuál se ofertará,
2. en el conocimiento de sus problemas reales de fitosanidad,
3. en la participación de los agricultores para formular el programa,
4. en el monitoreo y la difusión de resultados y
5. la gestión del programa MIP.

Si el programa es adoptado este deberá ser sujeto de constantes evaluaciones, que involucren aspectos biológicos, económicos, técnicos, y sociopolíticos.

La estratificación de los agricultores merece un comentario adicional, esta puede hacerse con todas las variables posibles: sociales, culturales y económicas, esto asegurará que el dominio de recomendación del programa MIP, tenga las posibilidades de éxito reales e introducir cambios en el manejo de plagas agrícolas. La realización de tales dominios de recomendación se pueden efectuar mediante análisis de cluster o análisis discriminante en SAS.

Las presiones sociales son aspectos hasta cierto punto emotivos e individuales que interfieren en la adopción de un programa MIP, son generalmente situaciones intangibles que obedecen a problemas particulares de cada uno de los productores, pero que pueden anular el éxito de un programa MIP.

Tradiciones

Las tradiciones desempeñan un papel preponderante en todas las sociedades humanas, y son tan determinantes que el no considerarlas en la introducción de programas MIP sería prácticamente ir al fracaso antes de comenzar. Aquí juega un papel muy importante la alianza con campesinos líderes y las parcelas demostrativas, solo así se podrá entrar en algunas sociedades “cerradas” a sus actividades tradicionales de cultivo y tratar de mejorarlas.

Las decisiones del agricultor varían según diferentes grupos culturales, siendo influenciadas por tabús culturales y tradicionales, así como por presiones sociales o de grupo. Estas influencias pueden restringir el uso de insumos modernos como los plaguicidas. Pueden haber fuertes tradiciones que asocien las fechas de siembra y otras actividades al ciclo lunar. Algunas tradiciones pueden incluso determinar lo que los agricultores consideran como plagas.

La manera como las presiones sociales afectan el comportamiento de la gente de comunidades rurales es muchas veces una ventaja, más que una desventaja, ya que por medio de ellas se puede llegar a adoptar modelos de tecnologías MIP considerados de beneficio común.

Percepciones

La percepción del agricultor de la importancia potencial de una plaga y el daño relacionado a ella tiene una influencia directa en sus decisiones acerca del método y nivel de control de una plaga en particular. En seis de diez comunidades estudiadas en Centroamérica, los agricultores asignaron importancia primaria a los insectos y, en segundo lugar, a las enfermedades como los más serios limitantes de la productividad (CATIE, 1976).

Estos agricultores probablemente serían altamente receptivos a nuevas y apropiadas tecnologías alternativas de fotoprotección. Sin embargo, no todas las plagas ni sus daños son correctamente percibidas por los agricultores, para quienes es a veces difícil hacer una asociación correcta entre el daño observado en un cultivo y la plaga que lo está causando, lo que ocasionalmente puede conducir a la conclusión de que el daño es causado por alguna especie no herbívora común o por un organismo benéfico observado con frecuencia (parásitos, depredadores o polinizadores).

Políticas gubernamentales

Las políticas gubernamentales pueden influir en la adopción de los programas MIP, por ejemplo las normativas de distribución de agro tóxicos, su control de ventas y recomendaciones de uso bajo dirección profesional, pueden lograr que las aplicaciones de estos productos vayan disminuyendo e induciendo a tomar medidas alternas, mediante programas MIP en instituciones públicas.

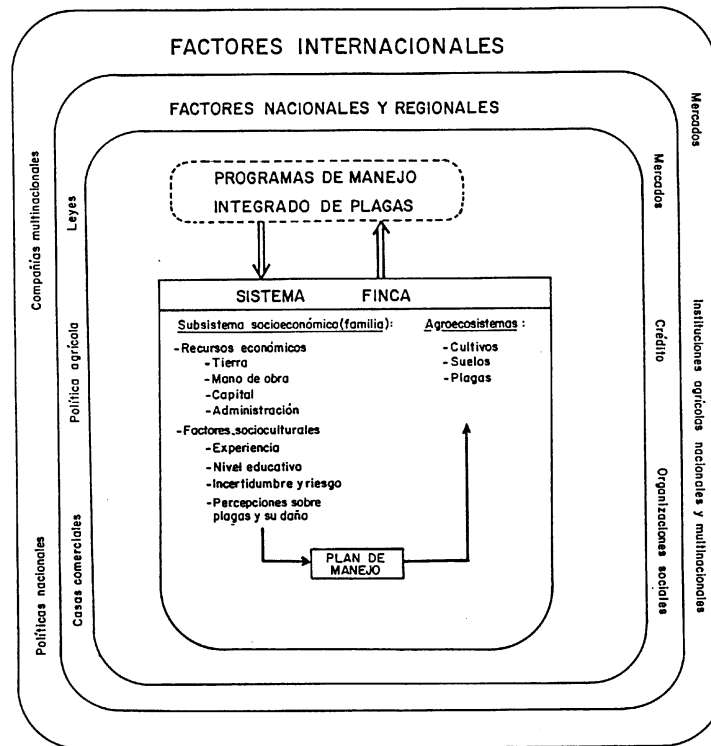
Es de esperar que en Latinoamérica los problemas relacionados al mal manejo de plagas agrícolas, se reflejen en un mayor uso de plaguicidas, por ejemplo, el gasto de plaguicidas en la región aumentó de US\$ 1000 millones en 1980 a US\$ 2,700 millones en 1990; si bien esto contribuyó a asegurar los rendimientos en cultivos tales como la caña de azúcar, algodón, soya, maíz, arroz, cítricos y tomates, los costos no tangibles de esta actividad (externalidades), podrían superar los beneficios.

Las malas prácticas agrícolas así como la contaminación de suelos y aguas inciden grandemente sobre el valor de la tierra, es difícil en Latinoamérica encontrar ejemplos reales de sostenibilidad, ya que el existencialismo es lo predominante en nuestras zonas rurales. Actualmente muchos gobiernos externos colaboran por medio de ONG's y planes gubernamentales nacionales para impulsar modelos de agricultura sostenible que conlleven a mantener un equilibrio en los agroecosistemas, con resultados muy reservados.

Las metas económicas también son importantes para adoptar o no el MIP, la pequeña empresa agrícola, prácticamente no tiene metas económicas, sino meramente la satisfacción de las necesidades básicas, contrariamente la mediana y gran empresa agrícola pretenden la maximización de los beneficios y tiene como soportar un poco de incertidumbre sobre determinadas medidas de fitosanidad.

Factores socioeconómicos y sus implicaciones para los programas MIP (Reichelderfer y Botrell, 1985).

Factor socioeconómico	Implicación
1. Conocimiento de percepciones	Identificar y definir problemas reales
2. Conocimientos de los recursos disponibles al agricultor e instituciones	Identificar la investigación que lleva a desarrollar tecnología apropiada
3. Criterio económico	Asegurar que el producto final es preferible al actual
4. Demostración de ventajas económicas relativas	Influir decisión de adopción
5. Necesidades y objetivos del agricultor: basado en factores económicos, psicológicos y sociológicos	Determinación de la aplicabilidad de la tecnología



Esquema de un programa MIP dentro del ambiente socioeconómico.

APOYO DE DECISIONES DE MIP CON BASE EN INTERNET

El conocimiento y la información son claves para la toma de decisiones en el MIP. El manejo integrado de plagas, para su implementación en el campo requiere que esta información sea oportuna y precisa (Bajwa y Bogan, 2000). El MIP requiere de un intercambio de información y transferencia de tecnología entre investigadores y técnicos. Los investigadores y los especialistas en extensión necesitan la información más actualizada para diseñar nuevos proyectos y establecer la dirección y los futuros objetivos de la investigación.

La acumulación y disponibilidad de información útil en Internet, sobre MIP y en áreas de apoyo como identificación de plagas, su biología, prácticas de control, modelación y análisis de sistemas, proporciona una mayor participación de los usuarios de la información: científicos, técnicos, agricultores, estudiantes. A medida que aumenta la conciencia sobre Internet en el mundo entero, más gente participa no solo como usuarios de la información sino como creadores de la misma; en consecuencia, el número de servidores en Internet para MIP, como de clientes está aumentando rápidamente.

La transferencia de información en investigación y extensión a los agricultores juega un papel clave en la adopción del MIP. La comunicación electrónica suministra un efectivo intercambio de información multidireccional. Los sistemas electrónicos de extensión ofrecen acceso durante las 24 horas a quien quiera que tenga preguntas sobre información específica que puede ser usada para planear o dar apoyo a las decisiones. De hecho, está cambiando rápidamente la forma como

los individuos intercambian información y toman decisiones. Ahora es posible para los servicios de extensión e investigadores aplicados, suministrar y recibir información de y hacia audiencias mucho más grandes por medio de fax (tanto en Internet como en sistemas de entrega que usan líneas telefónicas tradicionales), programas de multimedia, E-mail, y la red. Sin embargo, el énfasis está comenzando a desplazarse del sistema tradicional de flujo de información en una sola dirección de investigación, hacia extensión y finalmente a los usuarios finales de la información, a procesos más igualitarios en los cuales el pozo de experiencia total y conocimiento disponible en la comunidad de productores, industria, investigación y extensión, son intercambiados por medios electrónicos, talleres enfocados hacia el aprendizaje y aumento de la investigación aplicada en la finca.

Definición de Informática de MIP

La definición simple de informática de MIP es la aplicación de computadoras en el Manejo Integrado de Plagas. El término incluye almacenar en computadoras, recuperar, compartir, y dar uso óptimo a los datos de manejo de plagas, información y conocimiento de solución de problemas y toma de decisiones. Incluye todos los campos básicos y aplicados de las ciencias de manejo de plagas (acarología, entomología, nematología vegetal, fitopatología, manejo de vertebrados plaga y la ciencia de las malezas) y está estrechamente unido con las modernas tecnologías de información, particularmente en las áreas de comunicación y computadores. Más específicamente, la informática de MIP es la fusión de datos y conocimiento, y las herramientas necesarias para aplicar estos datos y conocimientos en el proceso de toma de decisiones, en el momento y lugar en que esas decisiones se deben tomar. El enfoque en las estructuras y algoritmos necesarios para manipular la información separa la informática de MIP de otras disciplinas de MIP en las cuales el punto focal es el contenido de la información.

Los Sistemas de Soporte de Decisiones Basados en Internet

Un sistema de soporte de decisiones (SSD), integra una portada amistosa con modelos a menudo complejos, bases de conocimientos, sistemas expertos y tecnologías de bases de datos. Los SSD son componentes importantes de la informática de MIP. Los modelos de SSD basados en la Red se están volviendo populares porque requiere muy poco o ningún soporte de programas por parte del cliente, disminuyendo, por lo tanto los costos de manejo y distribución de programas. Se han desarrollado varios SSD basados en Internet para industria, medicina, negocios, meteorología y Agricultura. Los SSD han emergido como herramientas esenciales para reducir la brecha entre la tecnología basada en la ciencia y los usuarios finales que día a día toman las decisiones de manejo. Un sitio general es “DDS Resources” <http://www.dssresources.com>. Este sitio contiene información sobre conceptos básicos, desarrollo, despliegue, y evaluación de SSDs. También tiene vínculos con sitios de SSD de Universidades y centros de investigación y estudios de casos, varios SSD basados en la Red y artículos relacionados con SSD, sitios de compañías SSD, etc.

Generalmente, un SSD-MIP debe dar a los usuarios toda la información necesaria incluyendo identificación de la plaga, diagnóstico de la enfermedad, historia de vida de la plaga/patógeno (ciclos), muestreos y criterios para la toma de decisiones, calculadores de los umbrales de muestreo, modelos de desarrollo de plagas/enfermedades vinculados a redes climatológicas, métodos biorracionales de control de plagas, más los plaguicidas disponibles actualmente, y sus

aspectos de seguridad e impacto ambiental. En este momento no hay verdaderos SSDS en línea, pero muchos de los recursos están disponibles y esperando para la integración adecuada. Por ejemplo, hay disponibles en línea varios modelos de insectos plagas basados en el clima para la predicción local de situaciones de plaga con base tiempo real, tiempo casi real, y/o datos históricos del clima. Por ejemplo, la base de datos del modelo fenológico de la Universidad de California Proyecto MIP de todo el estado (UCIPM, 1998), contiene información sobre, y modelos de, más de 100 plantas, plagas, y organismos benéficos (depredadores y parasitoides).

Esta información se puede utilizar para desarrollar SSDs de manejo de plagas basados en la Red. El Centro para Protección Integrada de Plantas (IPPC) <http://ippc.orst.edu> de la Universidad de Oregón desarrolló varios cursos interactivos en línea incluyendo datos climatológicos diarios en tiempo casi real, varios productos de días-grado (calculadores, modelos fenológicos, mapas, y calculadores de mapas), y modelos de fenología basada en el clima para decisiones de manejo de plagas en los cuatro estados del noroeste de los EEUU (Oregón, Washington, Idaho y Montana). La predicción de la incidencia y desarrollo de las plagas es muy valiosa para planear y ajustar las medidas de control.

Otro ejemplo es el sistema de soporte de información de la polilla de la manzana conocido como Codling Moth Information Support System (CMISS), <http://www.ippc.orst.edu/codlingmoth>. Este sitio contiene varias bases de conocimientos, bases de datos, modelos fenológicos y vínculos con recursos en el mundo entero sobre la polilla de la manzana.

Actualmente, hay una evolución de los recursos de recomendaciones de control de plagas para que sean herramientas más completas de apoyo en la toma de decisiones y que sean interactivos en línea. Los ejemplos incluyen recomendaciones para MIP de plagas de las hortalizas de la Universidad de Cornell en <http://www.nysaes.cornell.edu/recommends> y las guías para control de enfermedades de las plantas del noroeste del Pacífico en <http://plant-disease.orst.edu>.

Se están desarrollando y haciendo disponibles rápidamente en Internet sitios dinámicos que incluyen modelos interactivos, sistemas de decisión basados en GIS (Sistemas de Información Geográfica), clima en tiempo real e información de mercados. Un ejemplo es el de datos de clima del Noroeste del Pacífico para MIP y el sitio de la Red de los días grado. En este sitio se reúnen diariamente los datos de temperatura y precipitación de 380 estaciones climatológicas públicas y privadas con vínculos directos a modelos fenológicos de las plagas para 22 insectos, 2 enfermedades y 2 especies de cultivos. Este sistema típicamente suministra predicciones y actualizaciones fenológicas de los agentes de extensión, quienes las interpretan y reportan la información para las necesidades locales. Otro ejemplo, es el sistema de información de producción de plantas Pl@nteInfo (<http://www.PlanteInfo.dk/login.asp>) desarrollado en 1996 por las Organizaciones de Asesoría de Investigación Agrícola Danesa. Una característica clave de este sistema son las advertencias de plagas y enfermedades con base en modelos de predicción fundamentados en datos climáticos. Los datos meteorológicos son transferidos diariamente del Instituto Meteorológico Danés para suministrar recomendaciones y advertencias frescas. En 1997, Vandregnskab atrajo más agricultores en un año de lo que había logrado el programa en cinco años, por el acceso automático a los datos climáticos y una operación más amistosa para el usuario.

Extensión del MIP y la Internet

El impacto de la moderna tecnología electrónica para comunicación de información de extensión fue anticipada hace más de una década; sin embargo, nadie hubiera podido predecir las oportunidades que se han abierto con la llegada de la Red e Internet. Al colocar un puente sobre la brecha de la distancia y operar como una unidad, una red basada en Internet suministra una plataforma virtual para una organización descentralizada como el servicio cooperativo de extensión con su personal y operaciones dispersos en toda su jurisdicción. De acuerdo con Trede y Millar 1993, hay pocas barreras como la falta de tiempo, fondos, entrenamiento y experiencia por parte del personal de extensión, para usar eficientemente esta tecnología para análisis y suministro de información. Sin embargo, el correo electrónico y otras herramientas de Internet son preferidas y ampliamente usadas por los agentes de extensión para intercambiar información sensible al factor tiempo y ponerse en red con investigadores y especialistas sobre materias particulares. Los agentes de extensión ven la Red como una fuente de información con gran potencial para comunicaciones justo a tiempo (Boone, 1998).

El intercambio de información por medios electrónicos ha revitalizado el papel de los servicios de extensión para proveer información, educación y ayuda en la toma de decisiones a los productores agrícolas.

Los servicios cooperativos de extensión en muchos países han desarrollado sistemas de información electrónica. Por ejemplo, los estados de Florida <http://www.edis.ifas.ufl.edu/> y Colorado <http://www.colostate.edu/Depts/CoopExt/index.html> ofrecen la mayor parte de sus publicaciones por medio de la Red o en CD-ROM. Ahora Es posible usar un correo electrónico o la página de la Red “Pregunte a un experto” (AAE) para preguntas solicitando información de los profesionales de extensión sobre temas específicos.

Los sistemas basados en la red dependen de servidores/clientes de correo electrónico para responder a sus preguntas; sin embargo, en una base de datos se guarda un registro de cada pregunta y su respuesta, donde después se la puede buscar de nuevo. Los clientes tienen acceso a estos servicios 24 horas al día para identificar y hacer contacto con un experto que responda las preguntas. Con estos sistemas, los profesionales de extensión pueden responder con más meditación al realizar cualquier búsqueda necesaria antes de responder. Estos sistemas son mejores que el uso del teléfono para hablar con un profesional que podría no tener la información disponible de manera inmediata, lo cual requeriría mas llamadas y demoras.

Muchos servicios de extensión ofrecen bases de datos AAE donde los usuarios pueden buscar.

Ejemplos incluyen “Pregunte a un experto” <http://www1.agric.gov.ab.ca/staff/ate.nsf> de Agricultura de Alberta, Alimentos y Desarrollo Agrícola (Canadá), y “Pregunte a Nuestros Expertos” http://www.ppd.purdue.edu/ppdl/Ask_Expert.html del Laboratorio Virtual de Diagnóstico de Plantas y Plagas de la Universidad de Purdue (USA).

Una fotografía digital del problema de una planta se puede enviar a un asesor agrícola para un consejo adecuado y recomendaciones de tratamiento. Estos servicios son aceptados rápidamente y son muy apreciados por el público. Parece que el uso de los medios electrónicos mejora la

imagen de los servicios de extensión como fuente de información, educación y para toma de decisiones moderna y efectiva, en apoyo de su clientela, fortaleciendo de esta manera su papel de liderazgo. Un ejemplo es el Sistema de Diagnóstico e Identificación a Distancia (DDIS) http://edis.ifas.ufl.edu/MENU_DDIS de la Universidad de la Florida, EEUU.

Sistemas de información y bases de datos fundamentados en la Red ahora se están convirtiendo en herramientas esenciales de intercambio/entrega de información para el Servicio Cooperativo de Extensión. Los usuarios tienen acceso libre a estos recursos, bien sea un productor, un asesor profesional, o un trabajador de extensión, este sistema ofrece una base sólida para intercambio de información entre expertos y su clientela. Han probado ser medios eficientes y económicos para apoyo de las decisiones en Agricultura. Bases de datos en línea por ejemplo, para apoyo de decisiones en MIP, aumentan la habilidad de un profesional de extensión para suministrar la última información al público local. Además, permite a los profesionales de extensión mantenerse en contacto con los avances en áreas dentro y fuera de su pericia personal. También, las necesidades de investigación e información se pueden identificar por los vacíos en las bases de datos.

El alcance de la entrega de información basada en la Red no se limita a un área/comunidad particular (local). Está fácilmente disponible para áreas más amplias lo cual resulta en menos duplicación de esfuerzos por los expertos locales. Si se coordina apropiadamente, puede ayudar en los esfuerzos de colaboración entre profesionales en áreas/estados/países vecinos, mejorando de este modo la calidad de información.

Con Internet, los especialistas pueden participar de manera cooperativa en proyectos de amplias áreas o nivel nacional con un mínimo de viajes y otros gastos involucrados. El trabajo en redes electrónicas puede facilitar y mejorar la interacción entre especialistas de extensión e investigadores y el desarrollo cooperativo de bases de datos nacionales e internacionales completas. Puede reducir los gastos generales tales como costos de teléfono, correo, impresión y almacenamiento.

Existe gran cantidad de recursos de extensión para MIP en línea, incluyendo claves para la identificación, guías de diagnóstico, modelos de predicción, alertas de plagas durante la estación, guías para manejo de plagas, alternativas de manejo de plagas, etc.

Educación sobre MIP y la Internet

La red ofrece una excitante oportunidad para aprendizaje y enseñanza a distancia. Las herramientas de Internet tales como correo electrónico y la Red son ampliamente usadas en Universidades y otras instituciones educativas. Todos los días se dan seminarios virtuales en línea y conferencias basadas en texto. Se ofrecen cursos completos en los cuales los estudiantes nunca tienen que visitar un campus físico. Los educadores ofrecen horas de oficina electrónicas y son anfitriones de grupos de discusión para ayudar a estudiantes con formas de extender el tiempo en el cual los estudiantes pueden buscar ayuda. La Internet también se ha convertido en un poderoso sistema de suministro de información para la disseminación de materias educacionales.

El potencial de Internet para mejorar la efectividad y eficiencia en todas las instituciones de educación es enorme. Su habilidad para permitir acceso a información y conocimiento en el mundo entero, mejora la comunicación entre colegas y suministra un nuevo medio de enseñanza para aprendizaje centrado en el estudiante, que puede ayudar a los educadores de varias maneras. Si la adopción por la comunidad educativa es exitosa, los educadores tendrán acceso a materiales circulares, información sobre temas específicos, noticias sobre acontecimientos actuales, sucesos a nivel local o de los estados y les permitirá permanecer en contacto con colegas en todo el mundo desde una computadora sobre su escritorio.

Investigación sobre MIP y la Internet

Herramientas de Internet tales como el correo electrónico y la Red se usan con frecuencia en la comunidad académica y científica. Parte de la actividad de educación como búsqueda y adquisición de literatura y colaboración en investigación son las más impactadas por Internet. Sin embargo, están emergiendo otros usos. La mayoría de las bases de datos para información, que anteriormente estaban disponibles en bibliotecas académicas o en redes locales de Universidades (Local Area Networks = LAN), ahora están en línea. Lo mismo se aplica a la mayoría de las revistas científicas y de otras clases. Algunas bases de datos dan información directamente, pero la mayoría son bibliográficas, dando solo referencias de la literatura donde se puede encontrar la información; algunas veces se dan los resúmenes como opción. Sin embargo, la búsqueda en línea recientemente ha estado sufriendo un cambio de enfoque, donde aparecen las bases de datos completas. Estas bases de datos ofrecen acceso a fuentes primarias por medio de los textos completos de los artículos y libros, pasando por encima del estado bibliográfico. La mayoría de los recursos en línea son gratis excepto por las ediciones más recientes de revistas científicas y seriales y servicios comerciales de bases de datos.

Subscripciones corporativas a estos servicios y recursos, permiten a empleados/estudiantes/usuarios, leer, bajar (a la memoria de su PC), o imprimir un artículo completo. Varias editoriales ya han puesto a disposición o están haciéndolo, libre de costo, el contenido de ediciones publicadas hace dos o más años. Internet también está siendo usada por investigadores para recolección y análisis de datos y como herramienta para publicación de periódicos escolares. Encuestas electrónicas, han demostrado ser un método económico y conveniente para reunir datos para especialistas agrícolas y de extensión. La cantidad de respuestas para encuestas basadas en E-mail no ha sido afectada negativamente, dando realmente los mismos resultados que las encuestas en papel. La WWW ofrece un conducto económico para diseminar información basada en investigación. Los resultados basados en investigación pueden ser rápidamente publicados en la Red.

Bases de datos auténticamente en línea ofrecen información actualizada sobre cualquier tema particular. Pueden ser usadas para identificar necesidades de investigación e información al explorar vacíos en el conocimiento. Los estudiantes graduados pueden usar estos recursos para encontrar nuevos temas para su tesis.

Unos pocos ejemplos de estos recursos incluyen bases de datos de genomas para varias plantas, hongos y otros organismos. Disponibles en <http://ars-genome.cornell.edu>. El sitio es un sistema amistoso para el usuario, con gran cantidad de información sobre algodonero, maíz, trigo, cebada,

centeno, frijoles, millo perlado, arroz, solanáceas, rosáceas, el hongo del añublo del arroz y patógenos fungosos de cereales de granos menores. Este sitio también hospeda varias bases de datos botánicas sobre rangos ecológicos de las plantas, plantas alimenticias y medicinales nativas de América, fotoquímicos, protección de variedades de plantas, y usos de las plantas en el mundo entero. Este sitio es muy útil para encontrar información sobre una especie de planta y los organismos asociados con ella tales como fauna artrópoda y flora microbiana. Otro recurso útil es la NEMABASE <http://ucdnema.ucdavis.edu/imagemap/nemabase.htm>, una base de datos sobre la situación de las plantas hospederas de nemátodos parásitos de plantas.

Esta base de datos contiene información (para cada interacción hospedero-parásito) sobre especies de nemátodos, designación subespecífica de nemátodos, especies y cultivares hospederos, susceptibilidad al daño, umbrales y funciones de daño, localización geográfica, interacciones fungosas, bacteriales o virales. La base de datos ecológica de los patógenos de insectos en el mundo (Ecological Database of the World's Insect Pathogens ó EDWIP) <http://insectweb.inhs.uiuc.edu/pathogens/EDWIP/> ofrece información sobre hongos, virus, protozoarios, mollicutes, nemátodos y bacterias que son infecciosos para los insectos, ácaros y otros artrópodos. Esta fuente da información sobre el rango de hospederos, países y habitats donde se puede observar la asociación hospedero-patógeno. Esta base de datos se puede usar para análisis de riesgos y evaluaciones de impacto ecológico para el uso de entomopatógenos como agentes de control para insectos, ácaros y otras plagas.

Virus de plantas en línea <http://biology.anu.edu.au/Groups/MES/vide/refs.htm> contiene información en la mayoría de especies de virus que se sabe infectan plantas incluyendo virus con viriones y aquellos (por ejemplo, umbravirus) que no tienen genes de proteína viriónica propia, y en cambio usan las proteínas viriónicas de sus virus auxiliares simbióticos.

Recursos tales como la Evaluación Internacional de Malezas Resistentes a Herbicidas (Internacional Survey of Herbicide-Resistant Weed) <http://www.weedscience.com>, y el Comité de Acción para la Resistencia a los Insecticidas (Insecticide Resistance Action Committee ó IRAC) <http://PlantProtection.org/IRAC>, contienen información general y específica sobre la perspectiva en cuanto a la resistencia a insecticidas, lo último en información y resultados de evaluaciones en todo el mundo.

Internet permite colaborar y compartir información en una escala sin precedentes. Se está convirtiendo en un medio de primera clase para investigación y comunicaciones de extensión. La Red, el hipertexto de Internet y protocolos de publicación en multimedia, hacen posible combinar información de sitios muy diferentes de forma que parezcan una cosa integral. El potencial para usar la Red para integrar todo tipo de información estática e interactiva es único y no tiene precedentes. La Red, ofrece excelentes interfases para toda clase de bases de datos interactivos en red, y muchas clases de análisis en línea y procesamiento de datos. Modelos basados en la Red y sistemas de apoyo para la toma de decisiones (DSS) se están volviendo populares porque el usuario no requiere programas, o muy pocos, reduciendo de esta manera los costos de manejo y distribución de programas. No hay otro medio que ofrezca tales ventajas como información climática simultánea en tiempo real, multimedia, procesamiento analítico y discusión y retroalimentación en varios sentidos (Bajwa y Kogan, 2001).

LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA EN MIP

Una de las razones por las cuales hay mucho interés en la transferencia de tecnología es que a menudo es muy difícil adoptar una nueva idea, aunque tenga ventajas obvias. Existe un margen muy amplio en las diferentes especialidades entre lo que se conoce y lo que realmente se usa. Muchas innovaciones requieren un periodo muy largo, frecuentemente de varios años, desde el tiempo en que están listas al tiempo en que son adoptadas. Por la tanto un problema común para la mayoría de los individuos y las organizaciones es cómo acelerar el proceso de adopción y difusión de una innovación.

El desarrollo agrícola es el proceso de definición y empleo de métodos para ayudar a los pequeños agricultores de escasos recursos. Estos métodos comúnmente se llaman tecnologías. La agricultura puede considerarse una de las tecnologías más importantes que conocemos porque es el modo tradicional de vida para la mayoría de las familias de los pequeños agricultores. Para convertirse en más productiva, la agricultura tradicional se enfrenta tanto a las presiones de desarrollo como al aumento en la población. Una de las metas principales del desarrollo agrícola es ayudar a provocar y guiar un proceso de cambio. Este proceso debe considerar la importancia del modo tradicional de vida, las enormes complejidades de la agricultura y las necesidades de los pequeños agricultores y sus familias los cuales se encuentran en el proceso de transición.

Es necesario ayudar a los pequeños agricultores a que tomen decisiones sencillas acerca de cómo participar en este proceso de cambio. Al trabajar juntos, se comparten los recursos disponibles para así ayudar a capacitar a los pequeños agricultores y para que lleven a cabo el proceso por ellos mismos. La necesidad más fundamental del desarrollo agrícola es que el pequeño agricultor pueda satisfacer sus necesidades básicas dependiendo de sus propias habilidades y recursos disponibles. Para los pequeños agricultores no es fácil aumentar sus niveles de producción debido a la escasez de recursos y tecnologías que se adaptan a sus necesidades. Aún cuando sean los mismos cultivos y sistemas, aunque se sigan las mismas prácticas de producción, la reacción de los pequeños agricultores al cambio variará de acuerdo a las diferencias de capacidad, actitud y otros factores (Harwood, 1979). La mayoría de los pequeños agricultores son prudentes cuando adoptan cambios que desafían su habilidad de mantener una fuente segura de alimentos.

Para ellos el cambio no vale la pena a menos que este sea:

1. Culturalmente apropiado
2. Necesario y de acuerdo a sus propios intereses
3. Respetuoso de su tradición
4. Muy útil y se obtengan buenos resultados a corto plazo
5. Sin riesgo financiero

La mayoría de las organizaciones de desarrollo internacional supone que las prácticas agrícolas de los países desarrollados son las más “modernas”, las más eficaces y consecuentemente las más deseables. En los Estados Unidos sí lo son, ya que los agricultores tienen acceso a todo tipo de implementos agrícolas e insumos necesarios para poder utilizarlas. Sin embargo, estas mismas técnicas a menudo son vistas como la única manera de mejorar la producción en países cuya agricultura es considerada por comparación como retrasada (George, 1984). Las técnicas modernas subestiman el potencial de contribución del conocimiento práctico de los pequeños

agricultores para mejorar la producción. Si se renunciara a las recetas de desarrollo agrícola occidental, los pequeños agricultores, a quienes se les percibe como “obstáculos” para el desarrollo, podrían ocupar su lugar legítimo como agricultores inteligentes y fuentes de conocimiento agrícola (Spitz, 1981).

La mayoría de los pequeños agricultores se beneficiaría participando en programas de desarrollo agrícola. Puesto que casi todos ellos desean aumentar su producción de ingresos, los pequeños agricultores están dispuestos a adoptar nuevas técnicas, si éstas aseguran una buena ganancia sin un riesgo muy elevado y si se encuentran disponibles los insumos necesarios. Como cualquier otra innovación, las nuevas prácticas agrícolas son aceptadas principalmente en base a su utilidad y compatibilidad cultural del área. El qué y cómo de aceptación, lo deciden quienes están expuestos a las nuevas ideas o tecnologías.

Un factor importante que facilita el mejoramiento de los programas a través del tiempo es la participación activa de los pequeños agricultores mediante grupos organizados. La participación activa de los pequeños agricultores puede ayudar a identificar más rápido los problemas que se puedan presentar y la formulación de estrategias apropiadas para el éxito de cualquier programa. También provee un enfoque común a los intereses y problemas comunes de todos los participantes. Al institucionalizar el programa, éste se convierte en el programa de los agricultores y asegura que los beneficios no sean sólo temporales.

La participación de los pequeños agricultores en el proceso de tomar decisiones les ayuda a que tengan más responsabilidad, autorrespeto y a que tomen más rápida posesión del programa. Esta participación resulta en un fuerte apoyo hacia lo que se está implementando.

Casi todos los proyectos de protección vegetal integrada tienen por objetivo que un número importante de agricultores de una zona, de ser posible todos, apliquen las medidas fitosanitarias que se han desarrollado en el marco de los proyectos. Se intenta, además, cubrir la mayor superficie de cultivo posible, a fin de aumentar el nivel de rendimiento de las cosechas. El problema fundamental que se plantea es como lograr la mayor difusión posible de las nuevas técnicas entre los agricultores, pues a menudo es la población rural del Tercer Mundo la que menos incentivos y recursos tiene para introducir innovaciones que pueden considerar como arriesgadas. Los valores tradicionales están aún muy arraigados, y los campesinos no disponen, en muchos casos, del nivel educativo ni de las reservas financieras necesarias para comprar nuevas técnicas de producción o arriesgar una parte de la cosecha.

Los extensionistas, por su parte, no siempre cuentan con un nivel de calificación apropiado, ni con los equipos necesarios para alcanzar un buen nivel de eficiencia. A ello se suman los problemas específicos de la protección vegetal integrada:

1. La protección vegetal integrada es un enfoque complejo

La protección vegetal integrada exige mayores esfuerzos de los agricultores y los extensionistas que la atomización en intervalos regulares. Los participantes deben conocer las relaciones de interdependencia según las cuales funciona el agroecosistema, planificar con previsión y, en ocasiones, prescindir de resultados tangibles a corto plazo. Esto constituye un gran desafío para todos.

2. Los gastos del agricultor por concepto de productos fitosanitarios químicos sintéticos, suelen ser relativamente bajos

Para las explotaciones agrícolas, la protección vegetal química muchas veces cuesta menos que otros tipos de medidas. Esto se debe a que los costos secundarios generados por la aplicación de productos químicos son sufragados conjuntamente por toda la población y no por el agricultor individual. Además, las medidas de protección vegetal integrada exigen a menudo una mayor inversión de trabajo para los agricultores.

3. La industria química promueve la venta de productos fitosanitarios sintéticos

Por regla general, en los países en desarrollo la industria química invierte sumas considerables en la promoción comercial de sus productos y mantiene equipos de asesoramiento mucho más amplios que los servicios de extensión oficiales.

4. El servicio general de extensión agrícola y el servicio de sanidad vegetal suelen operar independientemente el uno del otro

La protección vegetal integrada es un enfoque global y, como tal debe formar parte de un concepto de extensión global. Sin embargo, este tipo de enfoque no es muy común en los países en desarrollo.

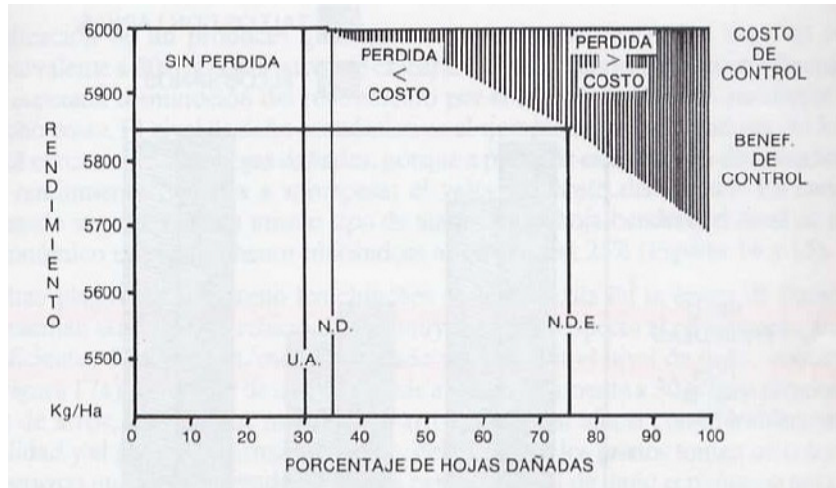
APLICACIONES ECONOMICAS AL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Las malas prácticas agrícolas se mencionan por FAO como una de las mayores detractoras del medio ambiente. Dentro de estas el manejo de plagas reviste una gran importancia, pues el uso indiscriminado de plaguicidas ha deteriorado el medio ambiente en muchas zonas de producción agrícola. Hasta antes de los años 80 en plena revolución verde las aplicaciones de plaguicidas se hacían de forma preventiva, en ausencia de la plaga; esto visto desde el punto de vista económico no es rentable y genera una contaminación innecesaria, pues no hay garantía de que un organismo aparecerá a densidades de convertirse en plaga. En Centroamérica y el Caribe, se estima que en el cultivo del arroz, la mayoría de aplicaciones de plaguicidas dirigidas a insectos, se hacen de forma preventiva, en un ámbito del 70-80%.

Con el MIP se trata de maximizar la rentabilidad a corto y a mediano plazo, evitar que se hagan inversiones innecesarias de control preventivo y asegurar que se eliminen los riesgos de disminución significativa del rendimiento. Según el potencial dañino de una plaga y la época de ataque se puede tolerar cierta cantidad de organismos plaga en el campo, sin que se afecte el rendimiento. A esta cantidad de plaga tolerable, se le conoce como nivel crítico, del cual se requiere conocer la relación entre el ataque de la plaga y su efecto en el rendimiento.

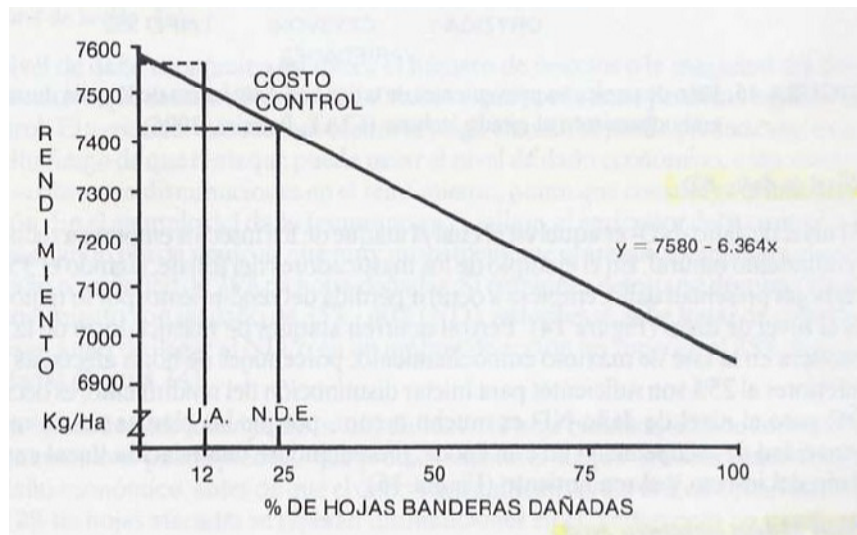
Niveles críticos

Para establecer la relación entre las plagas, su daño y su importancia económica en el cultivo es definir los niveles críticos. En la siguiente figura se muestra un ejemplo esquematizado del ataque de masticadores del follaje en plántulas de arroz; el eje horizontal indica el porcentaje de hojas dañadas por masticadores y el eje vertical el rendimiento del cultivo.



Ejemplo esquematizado de los niveles críticos para el manejo del daño de masticadores en plántulas de arroz. ND nivel de daño, NDE nivel de daño económico, UA umbral de acción.

En este caso se presenta una relación curvilínea entre el daño y el rendimiento, relación que es común en ataques tempranos de insectos, cuando la planta dispone de tiempo suficiente para recuperarse. Cuando los daños ocurren en la etapa de reproducción-maduración, como los ocasionados por los masticadores de la hoja bandera, la relación entre el daño del insecto y el rendimiento es más estrecha y lineal debido a que la planta en esta etapa de desarrollo concentra todas sus reservas en las funciones reproductoras y tiene poca capacidad de recuperación. Estos daños, ocurren durante el máximo embuchamiento, pueden llegar a causar disminuciones de más de media tonelada en el rendimiento (ver siguiente figura).



Relación entre el porcentaje de hojas banderas dañadas (pérdida de 50% del área foliar cada hoja en máximo embuchamiento) y el rendimiento (CIAT, Palmira, 1988).

Umbrales de decisión o umbrales económicos

Los programas de manejo integrado de plagas (MIP), se basan en la aplicación de criterios de decisión, en donde un factor clave es la cuantificación de la población plaga.

Dentro de estos criterios, los más relevantes son el nivel de daño económico y el de umbral económico, propuestos inicialmente por Stern *et al.*, en 1959. Estos conceptos han evolucionado poco en relación a las tecnologías del MIP, y representan en sí el nivel crítico de daño y el criterio de decisión operativa. Ambos conceptos incluyen la parte biológica y económica del manejo de plagas, tratando de involucrar costos ecológicos y sociales en sus definiciones más recientes.

Si bien los criterios de decisión existentes han sido trabajados desde hace algunos años, estos aún involucran definiciones complejas y metodologías con muchas restricciones que hacen menos versátil su uso.

Los primeros aportes sobre el uso de parámetros poblacionales en el manejo de plagas se publicaron por Pierce en 1934, en donde se cuestionaba si todo daño causado por un insecto se puede considerar como daño, cuando debía evaluarse y por debajo de que nivel necesitaba control.

Shopwell (1935), relacionó la densidad de plaga y pérdidas potenciales del cultivo.

Parker (1952), discutió la influencia de las condiciones climáticas en la relación de la densidad de plaga y rendimiento.

Las interpretaciones erradas de los trabajos de Stern *et al.*, han llevado a definir nuevas expresiones, algunas con el objetivo de diferenciar el nivel de daño económico (NDE) y el umbral económico (UE), pero estos conceptos por su originalidad no sufrieron cambio alguno, sin embargo algunos de ellos alcanzan a corregir algunas deficiencias.

Stern (1973), menciona que el concepto de umbral económico continúa evolucionando como criterio de decisión práctico, volviéndose cada día más sofisticado y complejo, para acomodarse a la realidad, aunque las metodologías de cálculo no estén bien afinadas.

Los conceptos de umbrales de decisión, fueron inicialmente utilizados por entomólogos y representan un paradigma dominante desde la década de los 50's, actualmente forman un base para la toma de decisiones en todas las disciplinas de la protección vegetal.

El concepto de NDE fue ampliamente aceptado desde 1960, pero faltaba aún la descripción matemática de los parámetros involucrados; hasta 1970 los entomólogos habían desarrollado únicamente procedimientos prácticos para el cálculo del NDE, siendo los economistas quienes aportaron los primeros modelos de reglas de decisión económica para el manejo de plagas.

Actualmente los umbrales económicos o criterios de decisión se usan en todas las disciplinas de la protección vegetal, con el objetivo de hacer un manejo racional de plagas. Sin embargo aún prevalece la toma de decisiones sobre criterios empíricos, para muchos cultivos y muchas regiones agrícolas.

Los elementos propuestos inicialmente por Stern *et al.*, son esencialmente los mismos utilizados actualmente. Dichos elementos son: daño económico, nivel de daño económico y umbral económico; los cuales son la base para el mismo nivel de daño económico.

Conceptos

Daño Económico

“El nivel de daño en el cuál se justifica el costo de implementar una medida de control artificial“.

Como definición el criterio para “valorar” el nivel de daño es subjetivo ya que carece de justificación económica.

Daño Económico y Límite de Daño

Daño económico es originalmente definido como “la cantidad de lesiones en las cuales se justifica el costo de implementar medidas de control artificiales“. Para comprender este término, es necesario distinguir entre lesión (injury) y daño (damage). Las lesiones son el efecto de la actividad de la plaga sobre la fisiología del hospedero y usualmente son deletéreas. El daño es una medida de pérdida en las utilidades del hospedero, incluyendo calidad, cantidad o presentación del producto. Entonces las lesiones se basan sobre la plaga y su actividad y el daño sobre el cultivo y su respuesta a las lesiones.

En la aplicación del concepto al manejo de plagas, el daño económico inicia cuando los costos monetarios para suprimir la cantidad de lesiones son iguales a las pérdidas económicas potenciales, causadas por una población plaga.

En base al manejo del anterior concepto surge el término umbral de ganancia, el cual se usa para expresar el punto inicial de daño económico. El umbral de ganancia se expresa como:

$$\text{Umbral de Ganancia} = \frac{\text{costos de manejo (u.m./área)}}{\text{valor de mercado (u.m /peso)}} = \text{peso} / \text{área}$$

El umbral de ganancia es expresado como una unidad de medida de producto comercializable a un precio determinado, por unidad de área.

Por ejemplo: si el costo de aplicación de un insecticida es de \$10.00 por área y el maíz en el mercado tiene un precio de \$2.00 por unidad de peso, el umbral de ganancia será:

$$\text{UG} = \frac{\$10.00 / \text{unidad de área}}{\$2.00 / \text{unidad de peso}} = 5 \text{ unidades de peso} / \text{unidad de área}$$

La aplicación del insecticida necesita salvar al menos 5 unidades de peso o volumen de producto cosechable para que la actividad sea rentable.

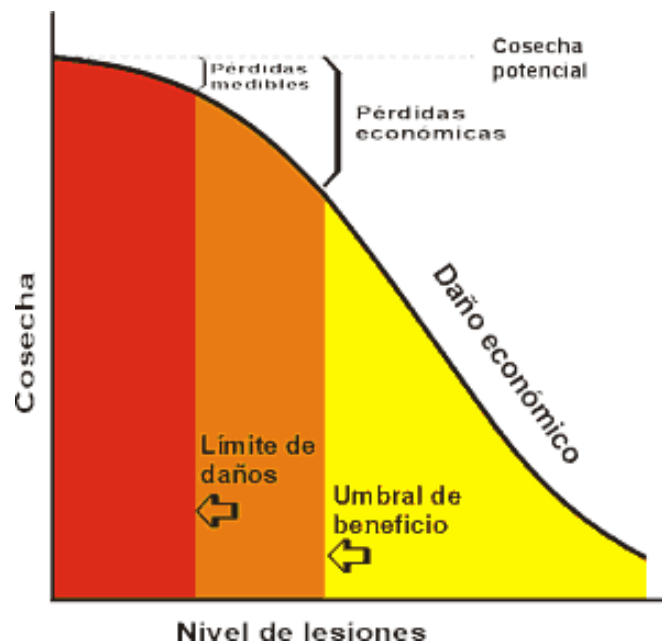
Aunque este concepto no es reconocido por Stern y colegas, el umbral de ganancia, por consiguiente no deja de ser una medida bastante importante, pero como criterio de manejo es muy amplio; siempre se necesita de establecer criterios de decisión más precisos.

Otro nivel de daño a considerar es el daño crítico o daño límite, definido como el más bajo nivel de daño capaz de ser medido. Este nivel es alcanzado antes de que el daño económico ocurra y es un componente como aporte al concepto de daño económico. Específicamente, la no presencia de lesiones evidentes bajo el daño límite, no determina si estas pueden resultar en daño económico y necesitar de control, aún en este nivel.

Consecuentemente el daño económico inicia en el punto, donde el costo económico por el daño equivale al costo de supresión de la plaga. Aunque Stern *et al.*, no reconocen otra utilidad práctica del uso del daño límite, pero reconocen que este nivel de daño ocurre antes de las pérdidas económicas.

En términos de rendimiento las pérdidas económicas son alcanzadas al llegar al daño límite, alcanzando un umbral como frontera de límite de daño. Un análisis de mercado nos lleva a determinar que, para productos de alto valor comercial, el nivel de daño puede estar muy cercano al inicio del umbral.

Un principio básico del MIP resulta de la relación entre: nivel de daño / daño económico, que indica como se aproxima el nivel de daño al daño económico y sus posibilidades de utilizarse como criterio de manejo.



Nivel de Daño Económico (NDE)

Es la densidad de población mas baja que causaría un daño económico, en donde el daño económico es el daño total que justificaría el costo de las medidas artificiales de control (Stern *et*

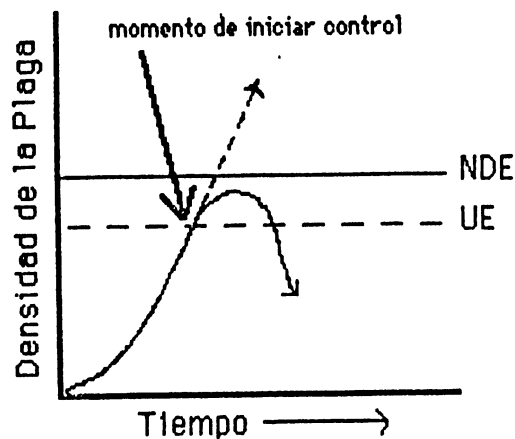
al., 1959). En consecuencia, el nivel económico de daño puede variar de un área a otra, de estación en estación, o con cambios en la escala de valores económicos, y aún entre campos adjuntos, dependiendo de las prácticas agronómicas específicas. Este nivel económico de daño disminuye cuando el valor del cultivo se incrementa y también esta en función de las normas del consumidor (Luckmann y Metccalf, 1982).

También se menciona que el nivel de daño económico es una medida cuantitativa de la densidad de la plaga, que determina si un insecto llega a ser considerado como plaga en un agroecosistema; esta determinación del nivel económico de daño es crítica para definir el objetivo final de cualquier programa de manejo de plagas y en la delimitación del nivel de población de la plaga: debajo de éste cualquier daño es tolerable; y arriba del mismo, es necesaria una intervención específica para prevenir un incremento de la plaga y evitar un daño considerable en el cultivo (Luckmann y Metccalf, 1982).

Al concepto de umbral económico algunas veces se le ha confundido con el nivel de daño económico, como es el caso de Bierne (1966) (citado por Headley, 1972) y la NAS (1980), los cuales señalan que el umbral económico es un nivel crítico en el que no se pueden tolerar más daños; pero en realidad, entre el umbral económico y el nivel de daño económico existe una diferencia en tiempo y densidad de población.

De manera general, se menciona que el control químico debe ser usado sólo cuando se alcanza el umbral económico y los factores de mortalidad presentes en el ambiente no son capaces de prevenir que las plagas lleguen al nivel de daño económico. Este umbral económico y el nivel de daño económico de una plaga pueden variar, dependiendo del cultivo, la estación, el área y el deseo del hombre (Stern *et al.*, 1959).

Stern y colegas lo definen como “la densidad de población mas baja, capaz de causar daños económicos”. El NDE, se considera el más básico de los elementos de decisión, este representa un valor teórico de densidad poblacional, que es alcanzado por una plaga, y que puede resultar en daños económicos. Por consiguiente con el NDE podemos evaluar el status destructivo y el potencial poblacional de una plaga.



El NDE implica un nivel de daño que se relaciona con el número de unidades de plaga, por lo que matemáticamente podemos proyectar el daño en el futuro inmediato.

El concepto de equivalente de daño se ha utilizado algunas veces como sustituto del NDE, se define como “el daño total producido por una plaga en particular, referido al tiempo de vida promedio de una población plaga”, este da un valor subjetivo en el cual si utilizamos solo datos numéricos, el umbral económico estará siempre bajo el NDE.

Por lo tanto el NDE es la densidad poblacional de la plaga, en la cuál el costo del control coincide con el beneficio económico esperado del mismo. La acción de control salva una fracción del rendimiento, la cuál se hubiese perdido si no se toma alguna medida de control. El rendimiento salvado tiene un valor de mercado que iguala al costo del control.

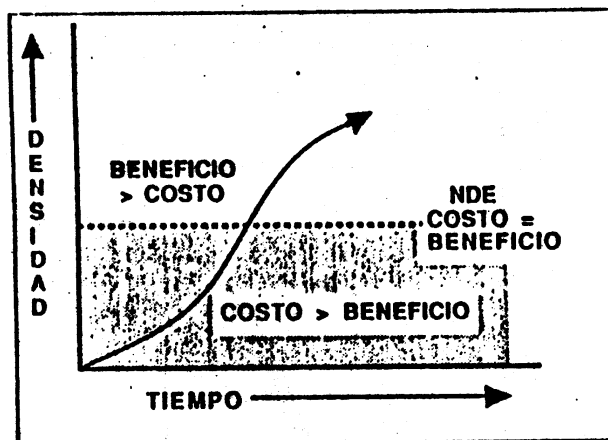
Si la decisión de efectuar la medida de control no se hace a la densidad poblacional de la plaga donde el costo del control iguala al valor del producto salvado, no es rentable implementar el control.

Entonces, en su forma más sencilla podemos definir el NDE como:

“la densidad de plaga donde $C = B$ “

Analizando la igualdad $C = B$, podemos determinar que por debajo de este valor, no es rentable implementar medidas de control, ya que la densidad poblacional es baja, entonces $C > B$.

Sobre $C = B$, la implementación de medidas de control tampoco es rentable, ya que a una mayor densidad de plaga, las pérdidas sobre los rendimientos superarían en algún momento los beneficios del rendimiento salvado, entonces $C > B$.



Este análisis trata de incorporar la parte económica a la teoría de umbrales, pero los valores del NDE sobre, o bajo la igualdad $C = B$, pueden sufrir cambios por efectos de: el costo de control, el precio de venta de la cosecha, la resistencia de la planta y la efectividad de la medida de control. Obviamente los valores del NDE, no son determinantes, son variables dependiendo del mercado, la época del año, la región, variedades, clima, y otros, que influyen sobre los componentes de la ecuación de NDE.

Cálculo del NDE

Si partimos de la igualdad $C = B$:

La relación se puede expresar como: $C = mDSP \Rightarrow D = C / mSP$

Dónde:

C = el costo de control

m = la reducción en el rendimiento por unidad de plaga

D = la densidad poblacional de la plaga

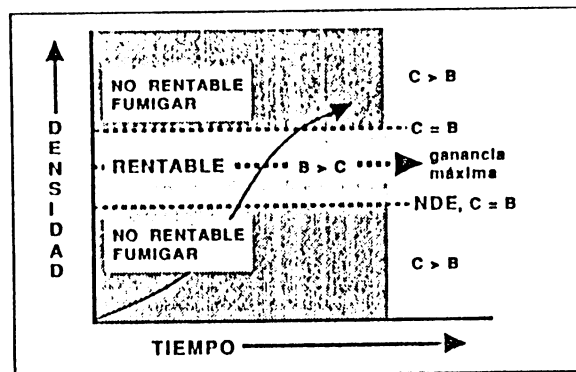
S = el grado de supresión de la plaga con la medida de control

P = el precio de mercado de la cosecha

La ecuación para el NDE tiene sus variantes superficiales, en algunos casos las variables toman nombres diferentes y se asume que las medidas de control son efectivas en un 100%, eliminando de la ecuación la variable S .

Un componente básico de esta ecuación es la determinación de la relación entre la densidad de plaga y el rendimiento, para esto es necesario de los análisis de regresión, con lo cual determinamos el parámetro m , el cual no es más que el valor de b , en la ecuación $a \pm bx$.

En general, los datos para el cálculo del NDE son de naturaleza biológica y económica, referidos a la plaga, al cultivo y a precios de mercado del producto, en un momento determinado.



Actualmente existen diferentes metodologías para determinar los NDE's, las cuales se ejemplifican más adelante.

Umbral Económico (UE)

Se define como la densidad poblacional de un organismo, en la que las medidas de control deberán ser aplicadas para prevenir que un incremento de esta densidad alcance el nivel de daño económico, en donde ese incremento de la plaga insectil puede ser resultado de una mayor densidad por haber organismos de mayor tamaño (Kogan, 1974; Luckmann y Metcalf, 1982; Stern, 1973). Headley (1972) y NAS (1980), establecen que el umbral económico es la población

que produce un daño igual al costo para prevenir este daño; sin embargo, en otra publicación, la NAS (1975), define umbral económico como densidad poblacional de la plaga que causa una reducción en el valor del cultivo que es mayor que el costo del tratamiento de control.

Para calcular un umbral económico, se deben determinar dos criterios:

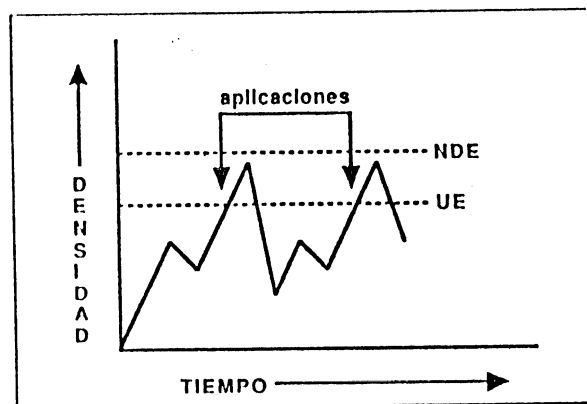
1. La pérdida de dinero asociada con un número específico de larvas para un área determinada por hectárea, metro de surco, planta, etc.
2. El costo del control (insecticidas y aplicaciones en esa área determinada).

Cuando el criterio 1 iguala al 2, el control llega a ser económicamente factible y el umbral económico se alcanza (Michels y Burkhardt, 1981; NAS, 1975).

Algunos autores indican que es necesario hacer correcciones en los umbrales básicos que se establecen: esto se debe a los cambios en el costo de los agroquímicos y el valor del producto. De esto resulta que cuando se incrementa el costo del insecticida, aumenta el umbral; y cuando existe un incremento en el precio del producto en el mercado, baja el umbral (Keerthisinghe, 1982; Kogan, 1974).

El umbral económico necesita ser calificado en términos de condiciones climáticas locales, época del año, estado de desarrollo de la planta, tipo de cultivo, variedad, prácticas culturales, propósito del cultivo y variables económicas; también está determinado por el estado de desarrollo de la plaga. La determinación de una densidad de plaga capaz de causar daño económico en cultivos agrícolas y forestales, es un prerrequisito esencial en el desarrollo de programas sofisticados de control de plagas (Stern, 1973).

Una práctica efectiva del manejo de plagas en cualquier cultivo depende de un umbral económico realista y funcional, y la carencia de umbrales económicos establecidos para orientar medidas de control es la razón de la confusión en el manejo de plagas (Turnipseed, 1974); un aspecto similar existe para la mayoría de plagas agrícolas a nivel mundial, ya que se cuenta con poca información que pueda ser utilizada por los especialistas en protección de cultivos y que sea entendida por los agricultores para indicar cuándo la densidad de población de una plaga requiere aplicación de insecticidas para proteger al cultivo. Esta carencia de conocimientos sobre la relación rendimiento-densidad de la plaga, nos lleva a establecer juicios frecuentemente equivocados y a realizar medidas de control excesivas e innecesarias (Stern, 1973).



El UE, se basa en la necesidad de determinar, si la simple presencia de unos cuantos organismos fitófagos en el cultivo o a que densidad poblacional de ellos se producen pérdidas económicas.

El umbral económico difiere del NDE, en que este es prácticamente un parámetro teóricamente operativo. Se define como “la densidad de población a la cuál se debe de tomar una medida de control, antes que la población alcance el nivel de daño económico”. Esto es un simple indicador en el tiempo del posible número de organismos plaga. En algunos trabajos se refieren al UE como umbral de decisión para enfatizar el verdadero propósito del UE.

El UE, es un valor complejo que depende de la estimación y predicción de algunos parámetros dificultuosos. Los más significativos de estos incluyen: las variables, ya que el UE se basa en el NDE, plaga y fenología del hospedero, crecimiento poblacional y tasa de daño y retardo de la táctica MIP utilizada. Existe una incertidumbre bastante fuerte con respecto al crecimiento poblacional de la plaga, faltan estudios exhaustivos para tal fin, lo que lleva a determinar umbrales económicos crudos, que no aportan soluciones cuantitativas como el NDE.

La razón del UE es maximizar el beneficio económico, en la decisión sobre el control de plagas.

El desarrollo de diferentes tipos de UE's, representa alguna sofisticación, las cuales son determinadas por la existencia de datos y programas particulares de manejo de plagas. Muchos de los umbrales económicos propuestos en trabajos, pueden ser agrupados en dos categorías amplias: determinaciones subjetivas y determinaciones objetivas.

Las determinaciones subjetivas, son aproximaciones rudimentarias del UE, ya que no se basan sobre cálculos del NDE, sino sobre una base empírica de acuerdo a experiencias prácticas. Poston *et al.*, (1983), llama a este tipo de UE umbrales nominales y los identifica por no ser formulados bajo un criterio objetivo. Los umbrales nominales son los más abundantes en la literatura de extensión agrícola, juntamente con recomendaciones verbales. Aunque el carácter estático y posiblemente incorrectos, su uso es progresivo en muchos ensayos de poblaciones de plagas, pero pueden obtener resultados en disminuir la cantidad de aplicaciones de plaguicidas.

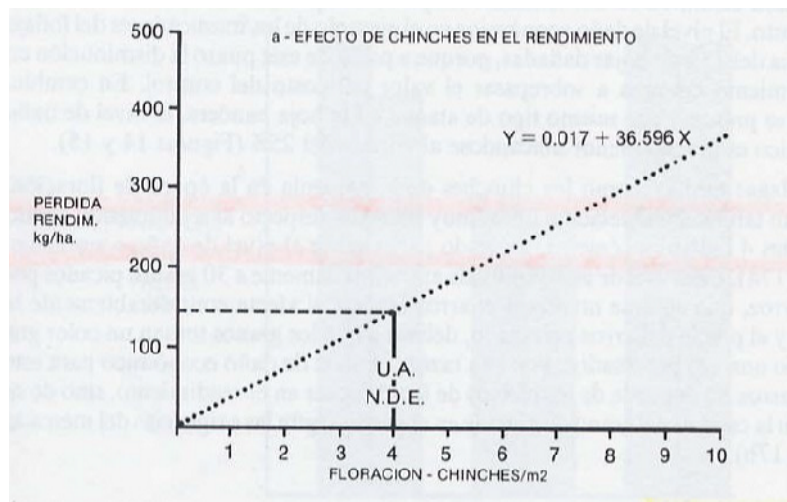
Los UE's objetivos, son basados sobre cálculos del NDE y pueden variar de acuerdo a cambios en este, por ejemplo, valor de mercado y costos de manejo, etc. Los UE's objetivos pueden ser calculados para hacer estimaciones potenciales del crecimiento poblacional de la plaga, que pueda en un futuro exceder el NDE. La decisión final sobre la acción de control en determinado tiempo, se basa sobre las expectativas del incremento de daño, retraso logístico en la implementación del control y efectividad de la táctica usada. Los UE's objetivos son diferenciados por Pedigo (1986), en tres tipos: fijos, descriptivos y dicotómicos.

El nivel de daño económico establece el número de insectos o la magnitud del daño en el cultivo que causan pérdidas económicas y que por lo tanto justifican acciones de control. El agricultor debe actuar contra la plaga cuando se puede predecir que existe un alto riesgo de que el ataque pueda pasar en nivel de daño económico, o sea antes de que se observen disminuciones en el rendimiento, punto que constituye el umbral de acción. En el ejemplo del daño temprano en el follaje, el agricultor debe controlar la plaga cuando pueda predecir que muy probablemente el ataque sobrepasará el nivel de daño económico de 75% de hojas dañadas. Si empieza a detectarse

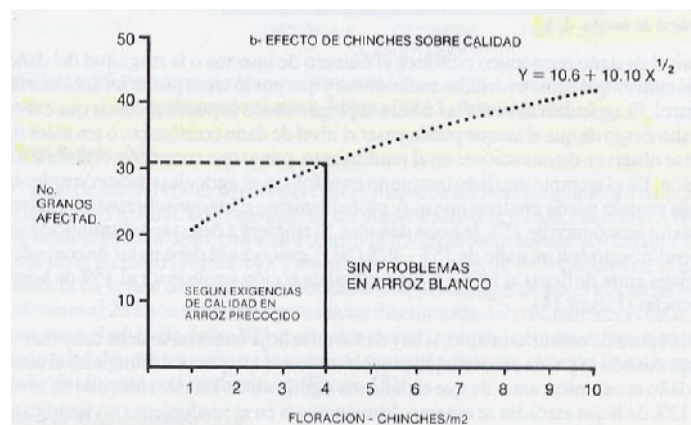
disminución en el rendimiento con un daño de 35-40% (ND), entonces se debe tratar de controlar la plaga antes de llegar al ND, o en un umbral de acción no superior al 35% de hojas afectadas.

En la época de embuchamiento, si hay daños en la hoja bandera del arroz, se debe controlar la plaga cuando se pueda predecir que probablemente el ataque va a sobrepasar el nivel de daño económico, antes de que el daño sea significativo. En este caso, con un nivel de 12% de hojas atacadas se esperan disminuciones en el rendimiento no significativas, por lo cual puede tomarse este punto como el umbral de acción.

Otras plagas tardías, como las chinches de la panícula del arroz en la época de floración, presentan también una relación lineal muy marcada respecto al rendimiento, siendo suficientes 4 individuos/metro cuadrado para definir el nivel de daño económico:



Este nivel de daño equivale aproximadamente a 30 granos picados por kg de arroz, que aunque no afecta el arroz blanco, sí afecta considerablemente la calidad y el precio del arroz precocido, debido a que los granos toman un color gris negruzco una vez procesados. Por esta razón, el nivel de daño económico para este tipo de arroz no depende de los efectos de las chinches en el rendimiento, sino de su efecto en la calidad del grano que incide en el precio según las exigencias del mercado:



Umbrales Económicos Fijos

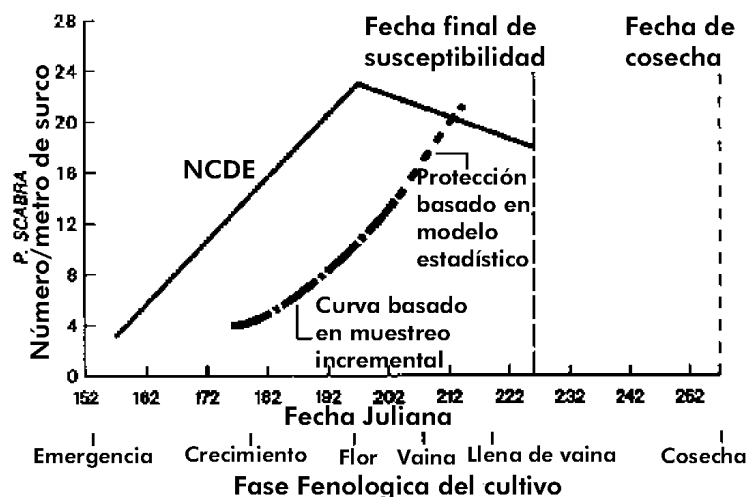
Son los más comunes de los UE's objetivos. Este tipo de umbral puede ignorar diferencias en el crecimiento de la población y tasa de daño, pudiendo llevar a realizar una acción de control de forma errada o sin necesidad. Sin embargo, pueden sufrir algunos cambios de acuerdo al NDE. Los valores de este tipo de umbral se acercan mucho al NDE, ya los UE fijos son rústicos y de valores altos, generalmente basados en estudios pobres de poblaciones de plagas muy dinámicas.

Umbrales Económicos Descriptivos

Los UE's descriptivos son más sofisticados que los UE's fijos. Los UE's descriptivos requieren de un análisis descriptivo del crecimiento de la población de plaga, con el objetivo de tomar la decisión a tiempo, basándose sobre expectativas futuras del incremento de la tasa de daño. El UE descriptivo requiere de muestreos constantes, para detectar cualquier cambio poblacional que pueda exceder el NDE, en una etapa susceptible del cultivo.

Para la formulación de este tipo de UE, se pueden utilizar datos de muestreos preexistentes para hacer inferencias futuras sobre la dinámica poblacional y su relación con los daños.

Como un ejemplo, para el gusano verde del trébol, *Plathypena scabra*, se toma inicialmente una muestra de soja en la segunda mitad del mes de junio y se establece una curva de crecimiento poblacional temprano. Cuando los números de las larvas incrementan su daño, hasta el límite de daño un modelo estadístico basado en datos de muestreo se puede aplicar para proyectar el crecimiento futuro de la población. Si esas proyecciones indican que los números excederán el NDE durante los períodos susceptibles, entonces se toma acción; sino, se hará un muestreo incremental para descubrir cualquier cambio inesperado en la población hasta que la cosecha no sea susceptible.



Esta aproximación tiene la ventaja de usar datos de muestreos presentes, para determinar el aspecto lesivo de la población de la plaga. Su debilidad está en proyecciones de daño, basadas en

daño acumulado; es decir, acumulación de daño proyectado a futuro, dando muchas veces errores en la toma de decisiones.

Umbrales Económicos Dicotómicos

Los UE's dicotómicos pueden ser formulados a partir de procedimientos con datos estadísticos y económicos en un período de tiempo. El procedimiento estadístico se basa en un muestreo secuencial, en donde el tiempo es una variable importante para determinar el daño de la plaga, para posteriormente definir el NDE. La perspectiva del tiempo para la toma de decisiones se basa en una probabilidad secuencial del crecimiento poblacional y sus consecuencias económicas.

El Uso de Umbrales de Decisión y la Calidad Ambiental

El uso de UE's objetivos ha tenido un fuerte impacto sobre la calidad ambiental, particularmente en el manejo integrado de plagas de algunos cultivos donde es la base para la toma de decisiones (NRC, 1989). Las aplicaciones prácticas de la teoría de UE's y el establecimiento de NDE, han contribuido a reducir las aplicaciones de plaguicidas en un 30-50%. Desde este punto de vista, el uso expansivo de los UE's puede ser considerado como una importante táctica en la conservación y mejora de la calidad ambiental. Sin embargo, es necesario revisar los planteamientos técnicos existentes, que lleven a mejorar los umbrales de decisión, con el fin de proteger la calidad ambiental.

Los desafíos para generar recomendaciones en el MIP, tienden a minimizar el uso de plaguicidas, pero pueden descuidar la producción y rentabilidad agrícola. Actualmente, el énfasis es el desarrollo de tácticas rentables de control biológico, para uso biointensivo en programas MIP. Es importante mencionar que estas tácticas son urgentes en países pobres, donde no se vislumbra la llegada de la tecnología necesaria a mediano plazo, por lo tanto, no podemos prescindir de los plaguicidas.

El trabajo en estas regiones debe enfocarse al desarrollo de umbrales de decisión ambientales, que incorporen la conciencia ambiental en el manejo de plagas agrícolas, por ejemplo, la manipulación de variables en el NDE: costo de la táctica de control, reducción del daño por un incremento de la tolerancia o resistencia en la planta y la aplicación de tácticas de control más efectivas y con respuestas ambientalmente más favorables en su uso continuo.

Limitaciones sobre los Umbrales Económicos y Niveles de Daño Económico

1. Falta de una definición matemática para el UE
2. Falta de NDE's objetivos para muchos cultivos
3. Inhabilidad para hacer una estimación de la población de la plaga y costos efectivos
4. Falta de UE's críticos en función del mercado y tendencia poblacional de la plaga
5. Carencia de metodologías para incorporar externalidades, especialmente costos ambientales dentro del NDE.

Futuros desarrollos de los criterios de decisión en el MIP, requieren que las limitaciones existentes puedan subsanarse lo antes posible.

En particular, el desarrollo de umbrales de decisión ambientales producirá soluciones de manejo prácticas para que los agricultores incrementen la eficiencia productiva y rendimientos sostenibles.

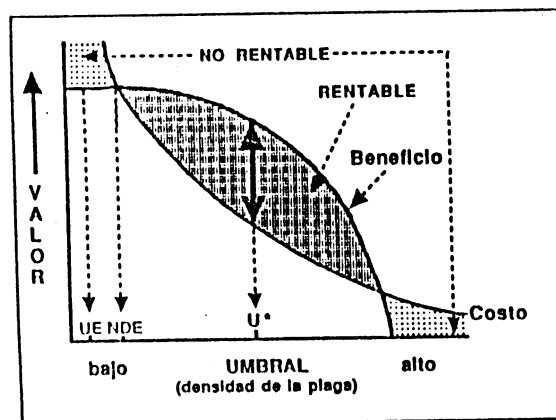
Las críticas al modelo clásico del NDE, en donde $C = B$, se basan en las limitaciones de aspecto económico, particularmente en lo referente a si el modelo es económico o antieconómico. Analicemos la situación desde el punto de vista de la densidad de plaga, a la cuál es rentable ejecutar una medida de control.

El modelo clásico del NDE, se considera estático, ignorando la dinámica poblacional de las plagas y desconociendo el hecho de que la selección del umbral influye sobre esta dinámica (Hruska y Rosset, 1987).

Si tomamos en cuenta la dinámica poblacional de las plagas, esto nos lleva a determinar algunas situaciones particulares como el planteamiento de diferentes tipos de umbrales, en función de la densidad poblacional, por ejemplo umbrales altos, medios y bajos.

Esto implica que la eficacia de la medida de control es inversamente dependiente de la densidad de plaga.

Si se aplica el análisis económico marginal a las tácticas de control de plagas para umbrales, se tendría la siguiente figura:



En la curva superior tenemos los beneficios del cultivo y la curva inferior representa los costos, ambas curvas asociadas a la utilización de diferentes umbrales de densidad de plaga.

Para que cualquier acción de control sea rentable, el beneficio debe de ser mayor que el costo, así tenemos que el área gris representa todas las posibles densidades de plaga rentables. El umbral óptimo se obtiene en el punto donde se maximiza la diferencia entre el beneficio y el costo, específicamente el punto U^* .

Analizando la definición clásica del NDE, en donde $C = B$, la rentabilidad sería cero.

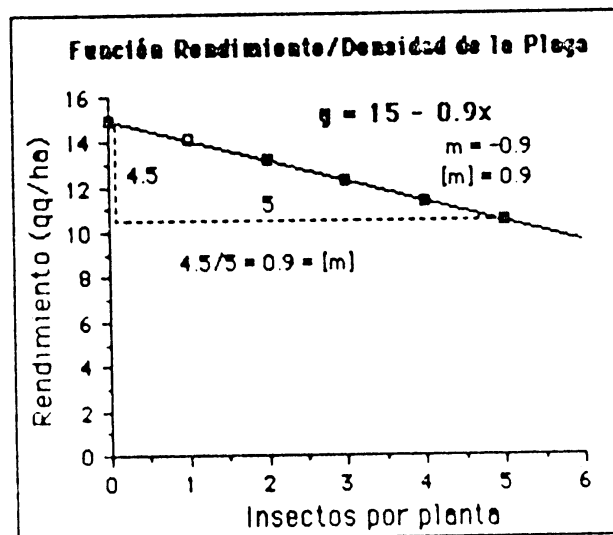
Ejemplos de Metodologías para el Cálculo del NDE

1. Metodología estadística (Modelo de Regresión)

En un experimento hipotético se obtuvieron los siguientes valores:

Número de insectos por planta	Rendimiento qq / ha.
0	15.0
1	14.1
2	13.2
3	12.3
4	11.4
5	10.5

De estos valores se calcula m , la reducción del rendimiento por unidad de la densidad de la plaga (el valor absoluto de la pendiente de la línea de regresión). Esto se puede calcular de dos maneras, directamente de la gráfica o de la ecuación de regresión de pérdidas.



Este valor absoluto de $m = 0.9$, se utiliza junto con los siguientes datos hipotéticos para calcular el NDE:

C = el costo de control = 1000um / ha

S = el grado de supresión de la plaga efectuado por el control = 0.8 (80%)

P = el precio de venta de la cosecha 800um / qq

D = número de insectos por planta

m = la reducción en el rendimiento por unidad de plaga = valor absoluto de m en la ecuación de regresión ($|m|$) = 0.9

$$\text{El NDE} = D = C / mSP = 1000 / 0.9 (0.8) 800 = 1.74 \text{ insectos / planta}$$

El NDE obtenido significa que cuando la densidad de población, calculada a través de un muestreo, es en promedio de 1.74 insectos por planta, se recomienda ejecutar la medida de control, que impedirá las pérdidas económicas.

2. Metodología CIMMYT

Los datos resultantes de un ensayo para la determinación de umbrales de acción son los siguientes:

Rendimiento Final					
Repetición					
Umbral	I	II	III	IV	Promedio
0	10.80	10.56	10.68	10.09	10.53
1	8.84	11.26	10.61	9.98	10.17
2	8.09	8.68	8.53	9.02	8.58
3	7.42	7.59	7.77	7.71	7.62
4	5.28	6.66	4.61	6.07	5.65

Número de aplicaciones requeridas					
Repetición					
Umbral	I	II	III	IV	Promedio
0	11.00	11.00	12.00	12.00	11.50
1	8.00	8.00	8.00	9.00	8.25
2	7.00	6.00	6.00	6.00	6.25
3	5.00	4.00	4.00	4.00	4.25
4	2.00	4.00	4.00	3.00	3.00

P	C _A	U.A. (CIMMYT)	U.A. (Hruska y Rosset)
500	500	2.92508	1.34662
700	500	2.34668	1.04076
900	500	1.90630	0.85251
700	300	1.46016	0.68941
700	500	2.34668	1.04076
700	700	2.92508	1.34662

Si el precio de venta de un producto “x”, es de 700um, y el costo de aplicación de una medida de control es de 700um, el beneficio estará dado por la ecuación:

$$G(x) = P(x) - C_A(x)$$

La cual se basa en el criterio de maximizar la diferencia entre el beneficio económico y el costo asociado a las actividades de control.

Los parámetros que conforman $P(x)$ y $C_A(X)$, son determinados mediante un modelo de regresión lineal cuadrático, para las variables rendimiento y número de aplicaciones, entonces tenemos:

Parámetros obtenidos a través del análisis de regresión:

Función de rendimiento				Función del número de aplicaciones			
Parámetro	Valor	E. Estándar	Valor de t	Parámetro	Valor	E. Estándar	Valor de t
a	- 0. 184	0.0865	- 2.1276	d	0.2857	0.0765	3.7324
b	- 0.495	0.3608	- 1.3713	e	- 3.243	0.3193	- 10.155
c	10.612	0.3046	34.8392	f	11.421	0.2696	42.3708

Con los valores de los parámetros de la regresión, aplicamos la siguiente ecuación:

$$G(x) = P(x) - C_A(x)$$

Dónde: $P(x) = ax^2 + bx + c$ y $C_A(x) = dx^2 + ex + f$

A la ecuación original se le determina la primera derivada con respecto a x, tomando la forma siguiente:

$$G'(x) = P(ax^2 + bx + c) - C_A(dx^2 + ex + f)$$

Despejando x, obtenemos:

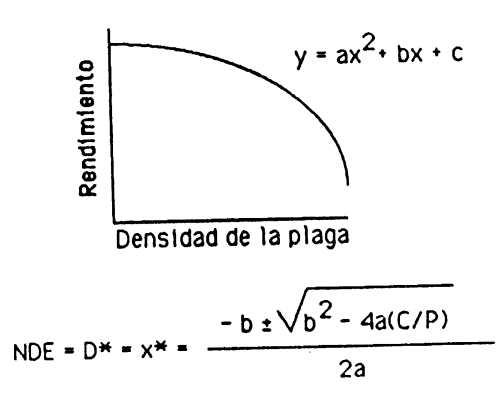
$$X^* = (C_Ae - Pb) / 2(Pa - C_Ad) , \text{ para los datos iniciales } X^* = 2.346$$

Esto indica que se debe de tomar una acción de control cada vez que el muestreo resulte en un número promedio de 2,346 insectos por planta.

Metodología aplicada por Hruska y Rosset:

La relación curvilínea:

En muchos casos la relación entre rendimiento del cultivo y densidad de plaga no se ajusta a un modelo lineal, entonces tenemos:



Siempre considerando el mismo precio del producto y el mismo costo de aplicación:

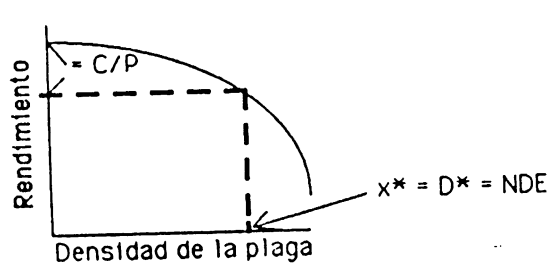
$$\text{NDE} = X^* = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4a(C/P)}}{2a} = 1.038 \text{ insectos / unidad de muestreo.}$$

(C = costo del control y P = precio de venta de la cosecha).

Es posible averiguar la solución a través del método gráfico: la densidad equivalente al NDE, donde $C = B$, y el beneficio se refiere al “rendimiento salvado”. Entonces se puede “traducir” el costo en un rendimiento de equivalente valor:

$$C = P, \text{ ó } y = C/P$$

Este rendimiento puede ser indicado en la gráfica, y la densidad (el NDE) correspondiente calculada:



Como podemos observar el umbral de decisión obtenido mediante dos diferentes metodologías difiere, aun cuando los datos del precio de venta y costo de aplicación son los mismos.

El umbral de decisión obtenido por la metodología CIMMYT, es más tolerante en cuanto a la densidad de plaga; la metodología empleada por Hruska y Rosset es más estricta, y se adelanta a tomar la decisión de ejecutar una medida de control, a un nivel de densidad más bajo. Esto hace que en la primera metodología, el número de aplicaciones sea menor que en la segunda, volviéndola más rentable desde el punto de vista de disminución de costos.

3. Metodología propuesta por Garza, 1989

La metodología consiste en seleccionar un lote grande del cultivo en donde se va a determinar el umbral económico, pudiendo ser del tamaño comercial o semicomercial, media hectárea ó más y se fracciona de acuerdo con los niveles poblacionales que se van a evaluar, incluyendo testigos sin control de insectos y otros con control total. Al final del ciclo se toma el rendimiento promedio, considerando cinco ó más repeticiones de cada uno de los tratamientos y se realiza una estimación del ingreso bruto que se obtendría al vender la cosecha a precio del mercado; después se calcula lo que se denomina gastos fijos, en los que se incluyen las actividades agrícolas que normalmente se realizan en el cultivo, tales como barbechos, surcados, cultivo, seguros, etc., luego se calculan los gastos variables, considerando los egresos que se tienen por concepto del control químico realizado para cada nivel poblacional establecido, en donde las aplicaciones químicas se realizan en el momento en que se alcanza cada nivel poblacional en cada uno de los tratamientos, descontando los egresos fijos y variables del ingreso bruto de cada tratamiento, y al nivel poblacional en donde se obtengan las mayores ganancias netas se le considera el umbral económico (ver cuadro siguiente).

Esta metodología se podría aplicar en cultivos que toleran una cantidad de daño durante todo su ciclo de desarrollo, pero existen otros que tienen una etapa de mayor susceptibilidad, por lo que entonces se requerirá de estudios para determinar el umbral económico en esa etapa. Por lo antes descrito, es necesario poseer cierta información que permita conocer en cada cultivo las etapas de desarrollo de mayor susceptibilidad al ataque de los principales insectos fitófagos, y también el estadio de desarrollo de cada insecto en que causa más daño a los cultivos.

Resultados y consideraciones económicas obtenidas en un ensayo para determinar umbral económico de larvas defoliadoras en soya, para el Sur de Tamaulipas, México. CAEHUAS, CIAGON, INIA (Garza, 1989).

Tratamientos	Número de aplicaciones	Rendimiento kg/ha	Valor de la producción (1) \$	Diferencia aparente en ganancia por ha. (2)	Costos fijos / ha. (3) \$	Costos del control químico (4) \$	Ingreso neto (5) \$
Testigo aplicado (sin daño de insectos) 1-3 larvas de 1.5cm/ml*	3	1.989	12,337	0	3,559	1,155	7,623
15 larvas de 1.5cm/ml	1	1.879	12,213	124	3,559	385	8,269
20 larvas de 1.5cm/ml	0	1.823	11,908	429	3,559	0	8,349
10 larvas de 1.5cm/ml	1	1.755	11,407	930	3,559	385	7,463
Testigo sin aplicación de insecticidas	0	1.709	11,108	1.23	3,559	0	7,549
5 larvas de 1.5cm/ml	2	1.603	10,419	1.92	3,559	770	6,090

(1) Estimaciones efectuadas con base en el rendimiento obtenido y considerando un valor de \$6,500.00 por tonelada.

(2) Diferencia aparente de ganancias entre el testigo sin daño de insectos y los demás tratamientos.

(3) Costos de producción (barbecho, preparación del suelo, cosecha, transporte, etc.).

(4) Valor obtenido al considerar el número de aplicaciones efectuadas para fijar cada tratamiento y el costo del insecticida Lannate 90%, 300g/ha., (225,009 más \$130.00 de la aplicación aérea con 30L de agua.

(5) Ingreso neto = valor de la producción (costos fijos + costos variables)

* ml = metro lineal.

Las metodologías aplicadas presentan diferentes problemas:

- 1) se asume un costo de control constante e igual al costo de realizar una sola aplicación de plaguicidas,
- 2) el cálculo en base al rendimiento salvado no parece ser el más apropiado. Se recomienda utilizar el rendimiento salvado marginal “el rendimiento que se salva o sacrifica, si se decide disminuir o aumentar el NDE, en una unidad”,
- 3) la definición de NDE, no establece un criterio de acción óptimo desde el punto de vista económico.

DEFINICIÓN MATEMÁTICA DEL NIVEL CRÍTICO ECONÓMICO (HEADLEY Y STEVENSON, 1999)

La Entomología Económica concierne a una disciplina de la aplicación del conocimiento entomológico al propósito de proveer beneficio económico. Esta aplicación tomaría la forma de prevenir el daño de insectos al hombre y su propiedad o por producir efectos beneficiosos entomológicos tales como la polinización y producción de miel.

Históricamente, entomólogos económicos se han concentrado en prevenir daños de insectos. De esta preocupación ha surgido el concepto del nivel crítico (NC), a veces referido como el nivel de daño económico (NCDE). Mientras el concepto ha recibido atención considerable, su definición no es tan rigurosa y tiene, por lo tanto es ambigua. El propósito de este documento es desarrollar una definición rigurosa del nivel crítico (NC), con un mínimo de ambigüedades.

Algunas Definiciones Predominantes

Frecuentemente se halla en la literatura de la entomología referencia a NCE's. Edwards y Urce (1964), dicen que una población de la plaga ha alargado el NC cuando la población es bastante grande para causar daños y perjuicios sobrepasando el costo de control práctico. Beirne (1966) sugiere que el NC sea un nivel crítico de daño sobre el que no se tolerarán daños. Continúa diciendo que daños arriba de este nivel crítico causan que se considere la plaga responsable como una plaga perjudicial y se de la consideración de tomar acción de reducir el daño.

El Subcomité de Plagas de Insectos del Comité de Plagas de Plantas y Animales establecido por el Concilio de Investigación Nacional (Academia Nacional de Ciencias, 1969) definió el nivel crítico económico como "el nivel de daño al cual se debe tomar una medida de control, antes que la población alcance el nivel de daño económico".

Siguen mencionando que "se debe enmendar la definición probablemente considerando una densidad más crítica en donde la pérdida causada por la plaga iguala en valor el costo de medidas del control disponibles."

Se afirma su definición más allá, considerando efectos adversos que traerían consigo consecuencias ecológicas costosas. Obviamente, el nivel debe incluir también efectos beneficiosos por ejemplo a depredadores o parásitos de plagas.

Las definiciones aquí presentadas no incluyen ninguna declaración de la unidad a que la definición se aplica, es decir, puede ser un campo, una finca, o un productor individual en contraste a una comunidad o región.

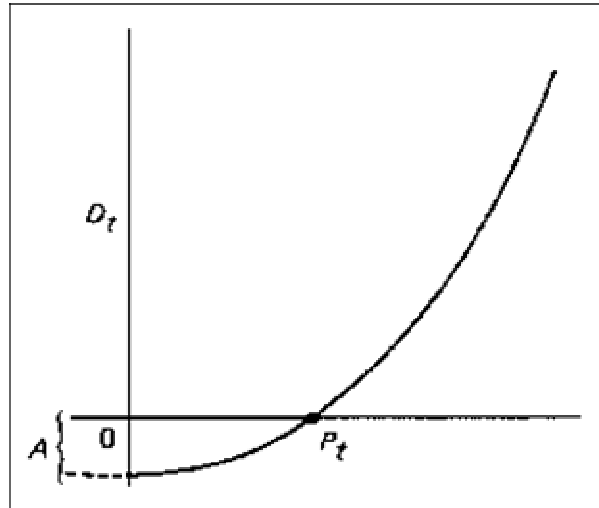


Fig 1. Daño al producto agrícola en relación a población de plagas

Según las declaraciones citadas, la implicación es que el NC es uno de los componentes de un modelo de toma de decisiones para productores individuales, considerando una plaga a la vez, a un punto dado en tiempo. A la magnitud de que las acciones de un productor individual no son independientes de los efectos sentidos por otros productores o no están independiente relacionadas entre períodos del tiempo, los resultados de decisiones agregadas, basados en este concepto no estarían consistentemente basadas en micro resultados.

Otra Definición - Una Definición Matemática

El concepto de un NC en su forma más sencilla parece involucrar al menos tres variables. Éstas son daño, población de la plaga, y, quizás, tiempo. Estas variables se refieren al daño como una función de población de la plaga y la población de la plaga es una función de tiempo.

Como la primera sugerencia, concibe de una función del daño a tiempo t por causa dependiente en la población de la plaga en tiempo t , tal como:

$$D_t = bP_t^2 - A. (1)$$

donde:

D_t = daño en tiempo t

P_t = población de plagas en tiempo t

A = un constante para definir el nivel de tolerancia a daño

b = un constante parámetro que se mete en el daño incremental resultando de P_t .

Se muestra en Figura 1 la gráfica de esta función.

Asumiendo que la población P_t se mantiene a niveles de población previos a un punto, P_{t-n} . Es decir, a un punto de n períodos de tiempo antes del tiempo t , que es entomológicamente significativo, hay una población que crecerá a P_t . Estas poblaciones son reflejadas por la función:

$$P_t = P_{t-n} (1+r)^n (2)$$

dónde:

P_{t-n} = el población en periodos antes de t

r = tasa de crecimiento de la población por periodo de tiempo

$(1+r)^n$ = factor compuesto de crecimiento.

El valor de P_t en (2) se puede substituir en (1) para derivar D como una función de P_{t-n}

$$D_t = b[P_{t-n} (1+r)^n]^2 - A \quad (3)$$

Lo que está presente aquí, entonces, es una relación donde la población al período de tiempo $t-n$ es el valor de la población a períodos de tiempo t . Por eso, si, por actividades del manejo de plagas, se mantiene la población a $t-n$ a algún nivel, se determina la población a t y, por eso, se determina el daño en t .

Ahora, si el rendimiento del producto es la función biológica determinística de D_t tal como:

$$y = N - cD_t \quad (4)$$

dónde:

y = rendimiento

c = un parámetro constante que mide efectos incrementales de rendimiento

N = una constante que mide rendimiento en ausencia de daño, y se define D_t como antes, entonces, los efectos de población sobre el rendimiento se puede evaluar.

Sustituyendo:

$$y = N - c\{b[P_{t-n} (1+r)^n]^2 - A\} \quad (5)$$

Para un productor individual quien es un determinador del precio, entonces la función del rendimiento (5) puede ser multiplicada por un precio constante por unidad de R para proveer valor de producción como una función de la población al punto $t-n$. Se muestra en Figura 2. Note que la función del valor tiene la misma forma como (5) a causa de nuestra asunción de precio constante por unidad. La Figura 2 muestra que como mientras que se aumenta la población, el valor de producción menguante a un ritmo creciente está consistente con nuestra función del daño supuesta (1). Cuando P_{t-n} llega a un valor donde la expresión $cbP_{t-n}^2 (1+r)^{2n} = N + CA$, entonces $y=0$ y el valor de producción iguala 0.

El elemento concluyente en este modelo es una función que relata los costos del manejo al tamaño de población, en otras palabras, nos dice el costo de manejo para mantener una población de tamaño seguro. Asumiendo que esta relación del costo es continua y disminuye cuando se le permite estar más grande la población y que este costo mengua a una cadencia decreciente, que está de acuerdo con los hallazgos de entomólogos, que el costo de reducir una población aumenta a una cadencia creciente (National Academy of Sciences, 1969).

$$O = L / P_{t-n} \quad (6)$$

donde:

O = el costo total de control

L = un constante parámetro influyente en costos incrementales, y

P_{t-n} está definido como antes.

Esa función también se representa con una gráfica en la Figura 2.

Ahora es el tiempo de proponer la pregunta crucial. ¿Qué es el NC? Se marcan en la Figura 2 varios puntos. El punto 1 es el rédito normal del productor cuando la población de la plaga está ausente o estadísticamente igual a cero. El punto 2 identifica los puntos donde la cadencia de cambio del valor de función de la producción está igual a la cadencia de cambio del costo de función del mando. Se muestra en el punto 3 la balanza incremental del valor de esta cadencia de cambio. El punto 4 es la población de la plaga al nivel asociado con el punto 2. El punto 4, entonces, es el NC.

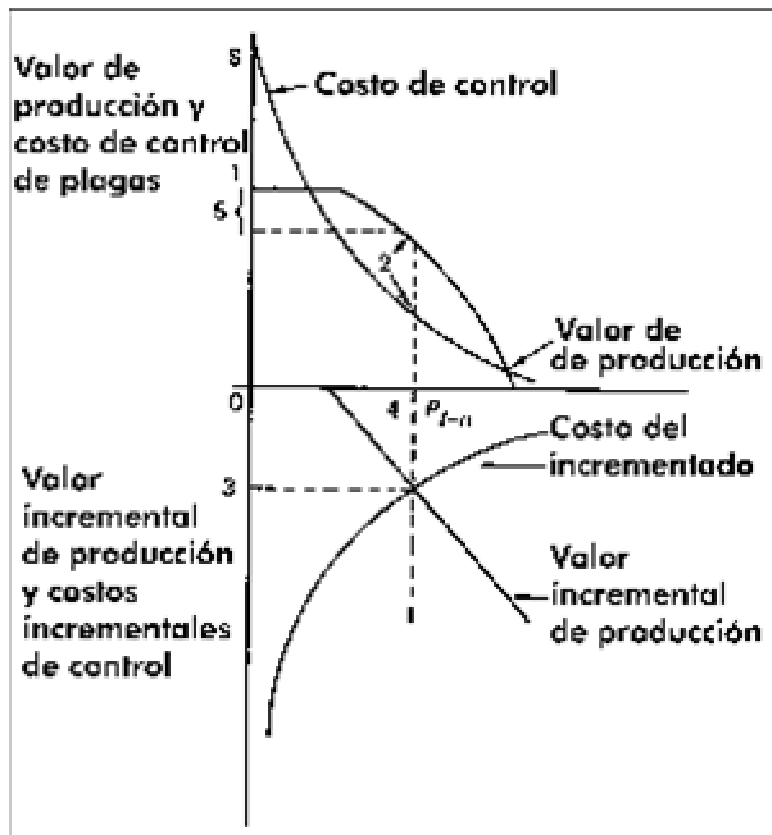


Fig 2. Relación del valor de producción, costo de control y población de plagas

Se puede defender esta definición con el argumento siguiente: A causa de la naturaleza de la función del daño, las pérdidas incrementales en valor de producción debido a acrecentamientos en población a niveles bajos es pequeño, mientras los costos incrementales de reducir poblaciones a estos niveles es alto.

Ésto se muestra por las curvas del pariente de los dos encorvados en el cuadrante superior a la izquierda del punto 4. Mientras que si aumenta la población, los costos de mantener la población disminuye y el daño monta, es decir, el valor de producción mengua. En el punto 2 en los encorvados o punto 4 en el Pt-n en el eje, el costo de reducir la población por uno incrementado es sólo igual al acrecentamiento incremental en el valor de producción que resulta.

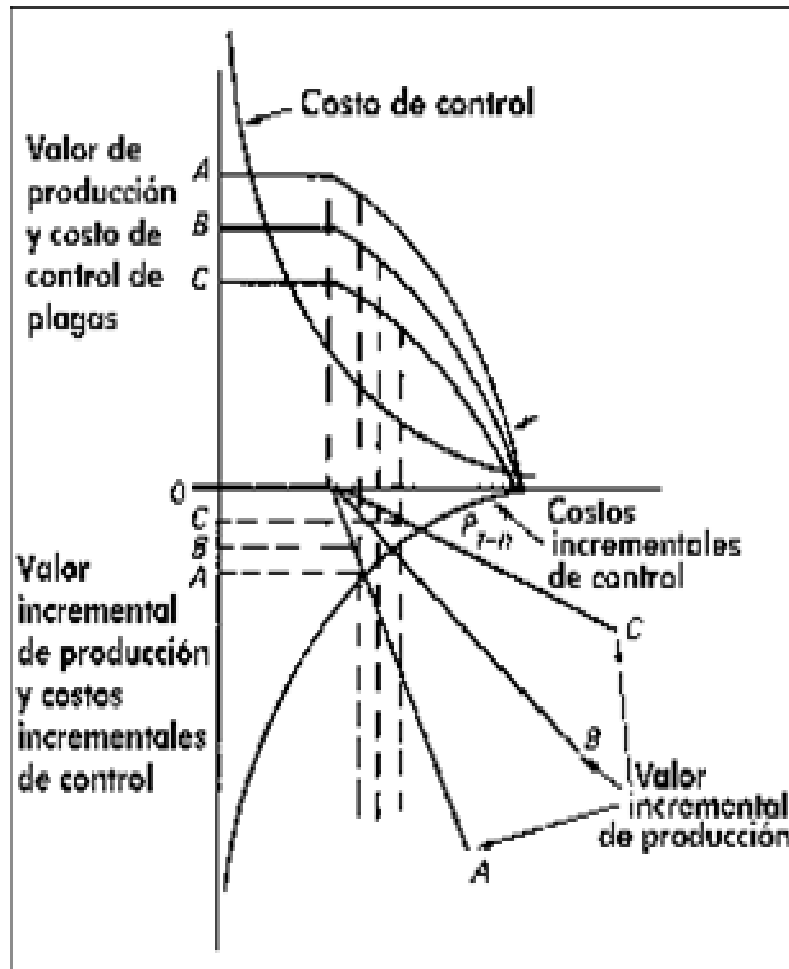


Fig 3. Relación del valor de producción, costos de control, y población de plagas: precios de productos variables

Por eso, no está ventajoso reducir la población abajo este nivel, sino vender con pérdida el valor de producción muestra por punto S, desde los costos de obtenerlo, en este modelo, está altísimo.

El NC aquí definido llega a ser la población que produce daño incremental igual al costo de prevenir ese daño. No es un nivel de daño de cero. ¡Además, la población del NC, aquí definido, también llega a ser la población óptima en un sentido económico!

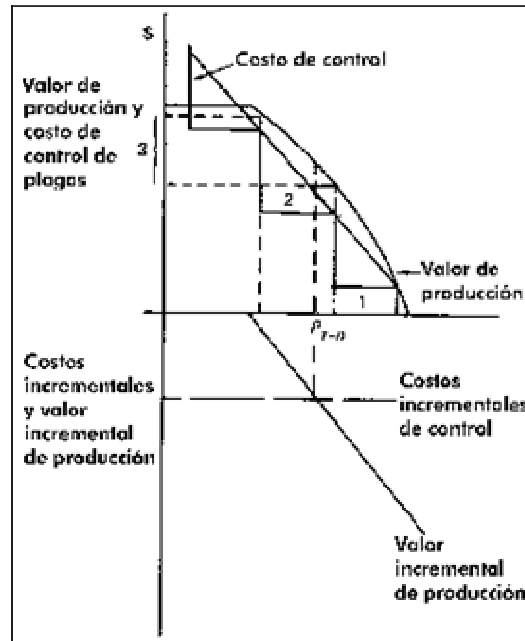


Fig 4. Relación del valor de producción, costos de control, y población de plagas: costos de control discontinuo

Unas Características de la Definición

Como definimos arriba, el NC tiene ciertas propiedades. Primero, el nivel crítica (optima) de la población llegará a ser más pequeño mientras que el valor del producto se aumenta, dado tecnología constante del control y precios constantes por entradas del control. Se muestra en Figura 3 éste.

Como el precio por unidad del producto se aumenta, la cuesta del valor de acrecentamientos de la función de la producción. Este meramente quiere decir que se pueden justificar recursos para prevenir otro incrementado de daño.

Por eso, el NC es una función del precio del producto. Semejantemente, acrecentamientos en la unidad costaron de métodos de control cambiará la curva del costó de control a la derecha y también acrecentamiento la cuesta del costo encorva, que parece a mover el NC hacia el nivel de la población más alta.

Segundo, la definición dado arriba se aplica sólo a un productor individual donde las medidas del manejo de plagas son específicas a una plaga particular, un producto particular, y un productor particular en una temporada particular. En otras palabras, cualquier efecto del lado a un punto en tiempo o por tiempo se asume estar ausente. Tal efecto del lado se puede incluir en el análisis por alterar la función de costo de control.

Tercero, este modelo ha asumido que el función del costo de manejo es continuo, es decir, que se pueden definir en absoluto puntos en la función del costo todos los costos incrementales. Éste no está crucial a los hallazgos, sin embargo, mientras que el nivel general de control disminuye como se permiten sobrevivir poblaciones más grandes. Se muestra en Figura 4 un ejemplo del costo discontinuo de la función del control.

Aquí el costo de función del control es una función del paso con una cadencia constante de cambio dado por la función del costo incremental. El acrecentamiento en costos de nivel 1 a nivel 2 trae adelante valor de producción aumentado moderado por 3. El promedio de la cadencia del cambio en el valor de producción arriba de niveles de control 1 y 2 ocurre en el rango de la población que ocurre con nivel de control 2 y, por eso, la producción agregado excede los costos agregados. Éste está evidente por la exhibición de la gráfica de valores incrementales. Por eso, el mismo criterio aplica en cuanto al modelo continuo. Las mismas conclusiones con respecto a cambios de precios de productos y cambios en precios de inversiones en manejo de plagas como en el caso del costo del control continuo también aplica.

Conclusiones e Implicaciones

Basado en la definición del NC dado por esta publicación se puede llegar a las conclusiones siguientes:

1. El NC es sensible a y determinado por precios del producto protegido y los precios de entradas del manejo.
2. Está completamente posible que el nivel de la población que justifica actividades del manejo es más grande que el nivel de la población donde ocurre primero daño al rinde.
3. El NC, cuando dado esta definición económica particular también llega a ser el nivel óptimo de población de la plaga (precio neto retorno-llevar hasta el máximo). Ninguna población más pequeña o más grande proveerá más grandes ingresos del precio neto sobre costos del mando.
4. A menos que los costos incrementales son menos que el valor incremental de daños prevenidos por el rango entero de niveles de población, no hay justificación alguna económica por políticas de la erradicación debajo de la asunción de independencia de tiempo entre esta definición. La excepción a éste sería un garantizado erradicación, una vez y por todo, con un costo de mantener niveles de poblaciones a niveles de cero, menos que los costos de mantener poblaciones a niveles más grandes de ceros.

Las implicaciones de esta definición del NC conciernen la necesidad por investigación en el tópico como una base por establecer programas y políticas racionales de manejo. Hay una necesidad por el desarrollo de funciones de daño por plagas de productos de mayor importancia. Además, funciones de costo de manejo necesitan que sean desarrollados por la misma plaga por métodos de manejo alternativos a plaguicidas y combinaciones de esto.

Siguiendo el desarrollo del información expresado arriba, daño y los funciones del costo se necesitan evaluar los efectos de largo-término de programas del manejo de plagas durante un tiempo largo y diseñarles que se llega al punto óptimo sobre tiempo.

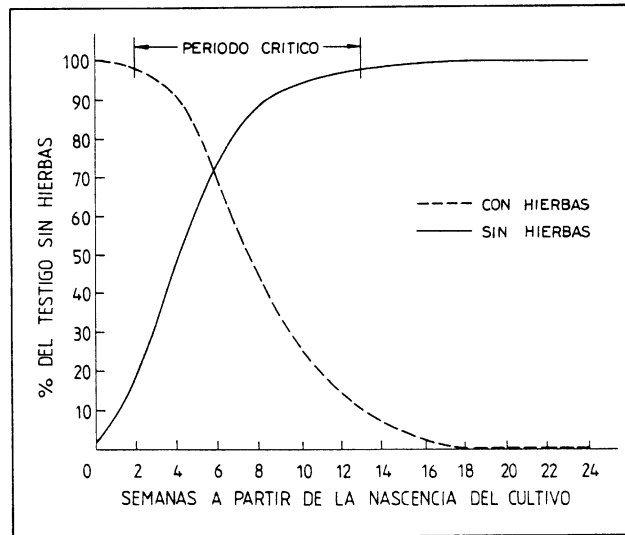
Finalmente, se necesita determinar los efectos de programas de control en poblaciones totales en un área, blanco igual al no blanco. Tal investigación evaluaría estrategias por llevar hasta el máximo ganancias a la comunidad de control de plagas e incluiría información de la distribución de daños y beneficios como una base para ampliar el apoyo por estrategias del mando y asigna los beneficios y costos que resultan de esto.

UMBRALES ECONÓMICOS PARA MALEZAS

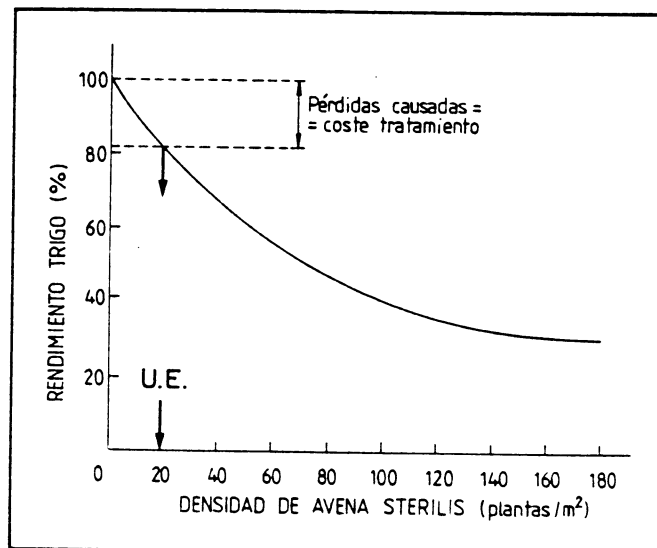
Para el caso concreto del manejo de malezas la utilización de umbrales económicos es bastante reciente, los resultados obtenidos indican que los datos obtenidos facilitan las acciones de control.

En el manejo de las malezas asociadas a un cultivo se debe de tener en cuenta la diversidad y la biología, así mismo las implicaciones de competencia con el cultivo.

La fenología del cultivo es muy importante, ya que dependiendo de la naturaleza del producto a cosechar, podemos determinar períodos críticos, en los cuáles es necesario mantener el cultivo libre de malezas. Es obvio que el umbral económico se sitúa dentro de este período.



Las pérdidas en los rendimientos en el caso de malezas comienzan en muchos casos a densidades mínimas, pero el tratamiento se vuelve rentable cuando las pérdidas monetarias sean superiores al costo del tratamiento herbicida. El umbral económico lo podemos definir como la densidad de malezas a partir de la cual empiezan a ser económicamente rentables dichos tratamientos. El umbral se puede determinar por resultados experimentales o por fórmulas sencillas.



Los umbrales económicos pueden ser muy útiles para la toma de decisiones a corto plazo, pero presenta algunas deficiencias cuando el control se plantea a mediano o largo plazo. Esto se puede solucionar utilizando umbrales que no solo eviten las pérdidas económicas en los rendimientos sino que, además garanticen que las infestaciones de malezas se mantengan a niveles reducidos de infestación por muchos años.

Métodos Experimentales para el Establecimiento de Umbrales Económicos en Malezas

Los métodos para la determinación de umbrales económicos en malezas se pueden agrupar en cuatro categorías:

1. Muestreo de poblaciones naturales.
2. Parcelas pareadas.
3. Establecimiento de poblaciones artificiales.
4. Area de influencia.

El muestreo de poblaciones naturales es el método más sencillo pero el menos preciso. Consiste en realizar numerosos muestreos en campos comerciales de cultivo con diversos niveles de infestación de una determinada especie de maleza. Se establece una relación entre la densidad de malezas y el rendimiento del cultivo, mediante un análisis de regresión. Tiene la desventaja de que necesita de un gran número de muestras, aproximadamente 100 de 1m², por cada campo de muestreo.

El método de parcelas pareadas consiste en que cada uno de los tratamientos evaluados (densidad de malezas o períodos de competencia) lleva adjunto una parcela testigo. El rendimiento del cultivo en cada parcela experimental se compara con el obtenido en la parcela adyacente, calculando el porcentaje de reducción producido.

El establecimiento de poblaciones artificiales, por siembra o trasplante de malezas es muy utilizado en estudios de competencia. El cultivo se infesta de malezas a diferentes estadios de su desarrollo, esto ayuda también a definir el período crítico de competencia.

En los estudios del área de influencia se evalúa la influencia de una maleza individual sobre plantas de cultivo separadas a diferentes distancias de ella (por ejemplo 10, 25, 50, 75 y 100cm). Las muestras tomadas a igual distancia de la planta de maleza se combinan para así representar una serie de círculos imaginarios con diferentes diámetros en torno a esa planta.

Determinación del umbral económico

Para este cálculo necesitamos datos de tipo agronómico y económico, esto da como resultado final el umbral de la especie bajo esas condiciones concretas. La fórmula más utilizada en este sentido es la siguiente:

$$UE_X = C_Y / R * P * k_X * E_Y$$

Dónde:

UE_x = es la densidad de la especie de maleza a la cual empieza a ser rentable la aplicación de la medida de control (expresado en número de plantas / m^2)

C_Y = el costo del tratamiento asociado a la medida de control (um/ha)

R = es el rendimiento esperado del cultivo en ausencia de malezas (kg/ha)

P = es el precio esperado del producto cosechado (um/ha)

K_X = es el coeficiente de pérdidas en los rendimientos del cultivo en respuesta a la competencia ejercida por la especie x (en % de pérdidas por planta y por m^2)

E_Y = es el porcentaje de supresión de la medida de control (1.0 si se asume que el control es del 100%).

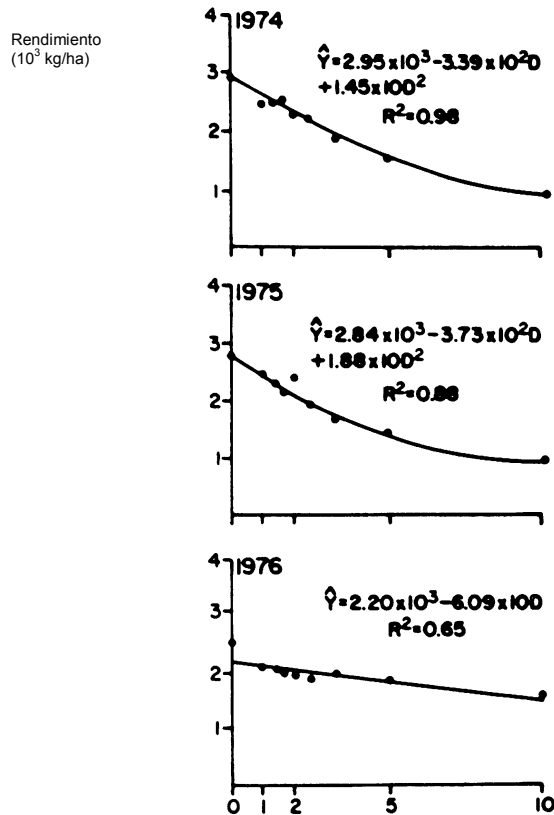
El umbral económico no es un valor fijo, sino que depende del rendimiento potencial del cultivo y su valor monetario, del costo del control, su eficiencia y del daño causado por la maleza.

En la siguiente figura se muestran las pérdidas en los rendimientos producidos por diferentes densidades de *Xanthium strumarium* compitiendo con un cultivo de soja durante diferentes períodos de tiempo. Considerando un potencial de rendimientos de 2,700kg/ha y un precio de la soja de 27um/ha, el umbral económico para el tratamiento de estas infestaciones se correspondería aproximadamente con unas pérdidas de un 10% del rendimiento potencial. Estas pérdidas pueden ser causadas por densidades de 30 plantas de *Xanthium* compitiendo durante las primeras cuatro semanas del cultivo o bien por dos plantas compitiendo durante un período más largo.

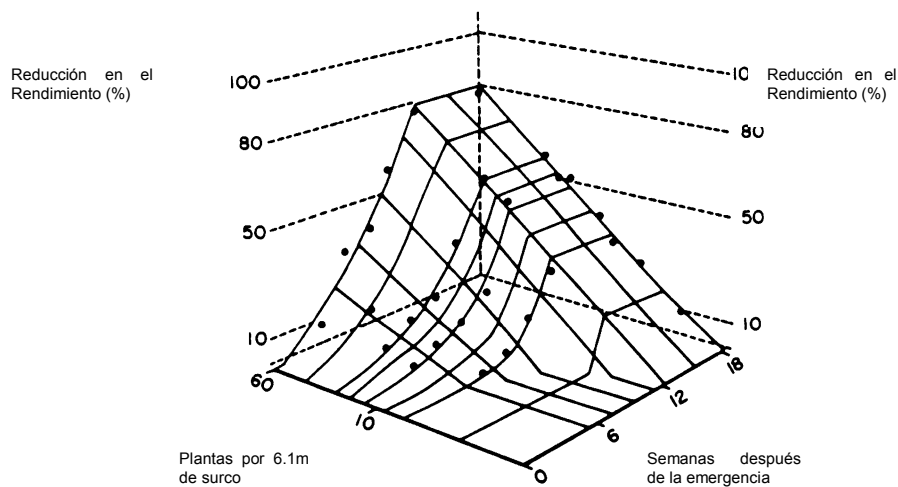
Estimación de los porcentajes de pérdidas producidas en los rendimientos de soja como consecuencia de la presencia de varias densidades de Xanthium strumarium durante diversos períodos de tiempo a partir de la nascencia de la soja. Umbral económico equivalente a un 10 por 100 de pérdidas en los rendimientos (Oliver, 1988)

Densidad de Xanthium (Plantas/6 m de surco)	Semanas de competencia				
	4	6	8	10	12
	% de pérdidas en los rendimientos				
1	0	0	0	0	0
2	2	5	8	10	13
4	4	10	15	21	26
6	5	12	19	26	34
8	6	14	23	31	39
14	8	18	29	39	49
30	10	23	37	50	64

Ejemplo de análisis de datos de campo para determinar umbrales económicos en malezas.



Líneas de regresión, de las variables rendimiento de semilla, contra densidad de *X. strumarium*, en tres estaciones de crecimiento.



UMBRALES ECONÓMICOS PARA ENFERMEDADES VEGETALES

La determinación de umbrales económicos para el manejo de enfermedades vegetales plantea situaciones muy complejas, si lo comparamos con los umbrales para el manejo de plagas insectiles y malezas, en donde estos organismos pueden ser manejados experimentalmente a niveles poblacionales “deseables”.

Entre el inicio del proceso de incubación y el apareamiento de los primeros síntomas de una enfermedad, no podemos cuantificar el daño ocasionado y mucho menos si este resultará en pérdidas económicas.

La manifestación de síntomas de una enfermedad y su tasa de crecimiento, en función de la susceptibilidad del hospedero y condiciones ambientales deben de tenerse muy en cuenta al momento de tomar una decisión de control. Estas variables determinan si la enfermedad es continua en el tiempo o no. Cuando medimos un determinado porcentaje de severidad o incidencia, tenemos una lectura biológicamente retrasada del desarrollo de la enfermedad, pues nuevas generaciones del patógeno o nuevo tejido esta siendo afectado, sin daño perceptible. En base a esta consideración la naturaleza del producto a aplicar juega un papel determinante en el tiempo de ejercer su acción.

Los umbrales para enfermedades plantean muchas interrogantes técnicas ya que es muy difícil la valoración de una determinada enfermedad para medir su efecto en el rendimiento, a una tasa de infección específica. Sin embargo, los umbrales son una herramienta útil en el manejo de enfermedades vegetales.

En contraste con umbrales para otro tipo de plagas, estos se usan en base a rendimientos esperados y no sobre las lecturas directas de medición de la enfermedad, aunque ya existen algunas metodologías para ello.

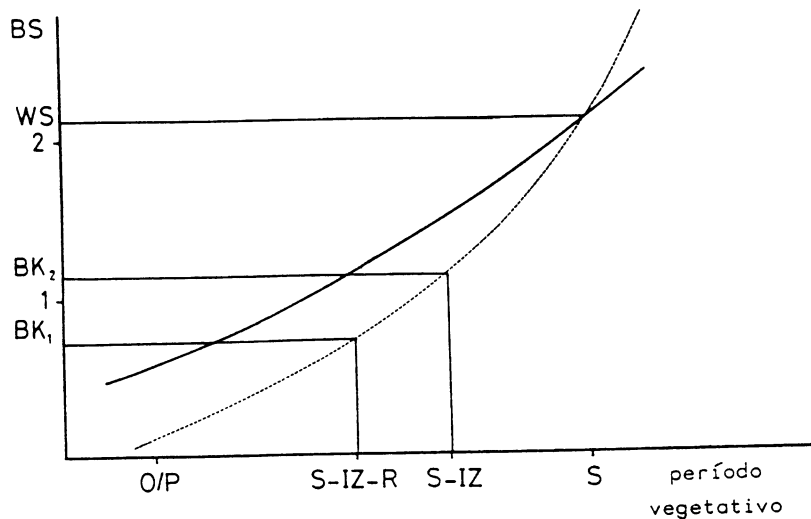
Los umbrales se pueden determinar empíricamente, basados en datos de la epidemiología o de la dinámica poblacional (el período de incubación o latente o período de generación) y en datos de umbrales de daños económicos.

El concepto de “umbral de control” desempeña un importante papel en el manejo de una enfermedad y se define como “la densidad de la población que tiene que ser controlada para prevenir que la población en aumento, alcance el umbral de daño”. En referencia al umbral de daño, se obtiene el umbral de control para niveles de enfermedad más bajos, especulando sobre el desarrollo de la población plaga en el futuro. El umbral de control está, por lo menos una generación adelantado con respecto a la fecha en la cuál la curva de progreso de la enfermedad probablemente exceda el umbral de daño económico.

Umbral de daño económico lo definimos como “la más baja densidad de una plaga que puede causar daños de importancia económica”. Daño económico, es aquel cuyo valor justifica los costos de las medidas de control, es decir cuando el excedente obtenido de esta manera cubre los costos.

Se recomiendan medidas de manejo, algunos días antes de alcanzar el umbral de control, esto debido a la logística necesaria, a la naturaleza del producto a emplear y el tiempo en que se ejecuten dichas medidas. Esto significa que las reglas de pronósticos deben de ser competentes para predecir una fecha del umbral de daño económico, excedido al menos dos períodos de generación. De acuerdo al hecho de que la relación entre la densidad de la población y el daño esperado depende de variables como el estadio de crecimiento del cultivo, el umbral de control sólo es válido para estadios de crecimiento específicos.

En adición a este enfoque más bien biológico, existen también fórmulas matemáticas para calcular umbrales de control que además incluyen el factor económico.



Ejemplo para determinar el umbral de control a partir del umbral económico (KRANZ y HAU, 1981);
 (-----) = curva de la intensidad de la enfermedad; (——) = curva del umbral económico; O/P y S = estados de crecimiento; IZ = periodo de incubación; R = tiempo necesario para preparar el equipo de aplicación; BS = severidad de la enfermedad; WS = umbral económico.
 BK₁ es el umbral de control para el umbral económico en el estado de crecimiento S si se aplica un fungicida protector, y BK₂, en caso de aplicar un fungicida curativo.

Los umbrales económicos para el manejo de enfermedades, se basan siempre en los siguientes aspectos:

1. la componente económica,
2. el daño económico, condicionado por factores biológicos y
3. los umbrales de control, derivados de los umbrales de daño económico.

Fórmula para determinar el umbral:

$$C = E * P \frac{EV_0 EV_m}{100}$$

Donde:

EV_0 = la pérdida de cosecha estimada sin medidas de control (en %)

EV_m = la pérdida de cosecha estimada con medidas de control (en %)

E = la cosecha estimada (en qq/ha)

P = el precio esperado (por qq.)

C = el costo compuesto de los gastos para las actividades del control.

A cada medida de control y a cualquier densidad de plaga, siempre se asocia un costo. Sin embargo, es decisivo cuantificar que porción tendrán estos costos en el ingreso bruto por hectárea. Denominando a este factor económico como ED, se tiene:

$$ED = \frac{C}{E * P} (100)$$

Ejemplificando con algunos datos tenemos:

C = 125 um/ha

E = 50 qq/ha

P = 50 um/ha

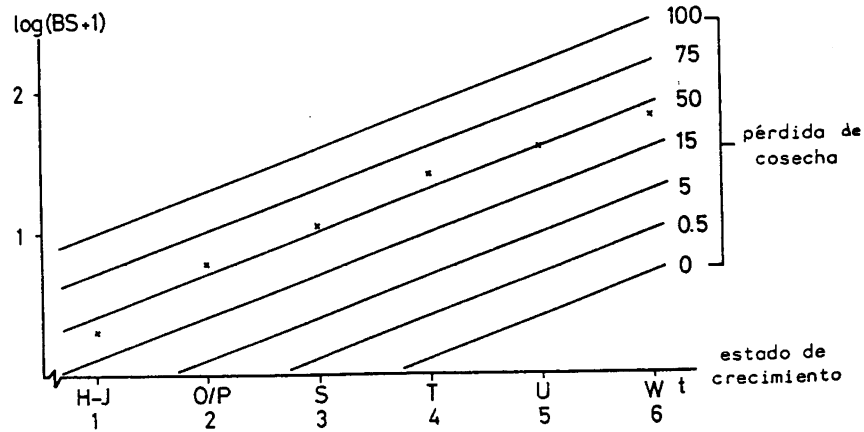
$$ED = \frac{125}{50 * 50} (100) = 5\%$$

En base al cálculo anterior, la pérdida de cosecha por la acción de control debe de reducirse en un 5%. Solamente cuando el tratamiento asegure un excedente de 2.5qq/ha (5% de 50qq/ha), se cubren los costos del control.

ED indica la reducción en las pérdidas de rendimiento, que deben lograrse con medidas de control. Como las pérdidas de la cosecha dependen de la densidad de población de la plaga (incidencia o severidad), susceptibilidad del hospedero y condiciones ambientales, el ED condiciona el umbral de daño económico.

El umbral de daño económico (ED), pretende orientar las medidas de control a una forma eficiente y principalmente económica, sin embargo, se vuelve imperativo el comprender el aspecto biológico de las enfermedades, lo cuál permite conocer la relación entre la severidad del ataque y la reducción en la cosecha. De la interpretación biológica del ED, derivamos el umbral de daño fisiológico, el cuál podemos definir como la etapa fenológica a la cuál debemos tener libre el cultivo de plaga para evitar pérdida económica y nos sirve para cuantificar la reducción del rendimiento a un estadio determinado del crecimiento. En el ejemplo siguiente se presentan datos de Archer y Kirby (1927), obtenidos de la relación ataque/pérdida del patosistema de la roya negra del trigo.

retoño	floración	estado le- choso de maduración	estado pastoso de maduración		maduro	% pérdida de cosecha
H-J	C/P	S	T	U	W	
-	-	-	-	1	5	0
-	-	-	1	5	10	0,5
-	-	1	5	10	25	5
-	1	5	10	25	40	15
1	5	10	25	40	65	50
5	10	25	40	65	100	75
10	25	40	65	100	100	100



Los datos del cuadro muestran el % de intensidad del ataque, con sus respectivas pérdidas en el rendimiento. Si se transforman dichas intensidades de ataque mediante $\log (BS+1)$, en donde BS = severidad de enfermedad, y se calculan las líneas de regresión para las correspondientes pérdidas, se pueden determinar gráficamente las pérdidas asociadas a cada grado de severidad por estadio de crecimiento.

Para un tratamiento de control en base a la naturaleza del producto utilizado, cabe mencionarse que no todos tienen un 100% de eficacia, por ello, siempre se asume una ligera pérdida, cuando se aplican umbrales económicos. Si un tratamiento dirigido contra un patógeno, como consecuencia de su actividad sobre el metabolismo del hospedero, aumenta los rendimientos, el ED se reduciría.

Para el ejemplo asumimos que por efecto en el tratamiento, la intensidad del ataque en el momento del tratamiento se retarda un estadio de crecimiento, sin cambiar la magnitud del ataque. El umbral de daño económico en cierto estadio, es la intensidad de ataque, en la cual la diferencia de las pérdidas de cosecha de los estadios siguientes es igual al ED.

PRESUPUESTOS PARCIALES

Los presupuestos parciales tienen su utilidad en los programas de manejo integrado de plagas, porque nos permite evaluar la rentabilidad de diferentes opciones de manejo de plagas. De hecho, se supone que en el presupuesto total o global la actividad del productor es rentable.

Una de las características del presupuesto parcial, es que solo se consideran en él los factores de costo y beneficio que diferencian algunas tácticas de manejo de plagas.

Existen varios tipos de presupuestos parciales: de beneficio bruto, de margen bruto, de flujo de fondos, paramétricos y de riesgo. El más utilizado en el MIP es el presupuesto parcial de beneficio neto.

El análisis de presupuesto parcial se basa en tres supuestos que son el interés principal del productor:

1. Maximización del beneficio neto
2. Protección contra el riesgo
3. Aprovechamiento óptimo de la inversión económica

El análisis de presupuesto parcial se emplea para evaluar los efectos de la implementación de un cambio tecnológico en el manejo de plagas. Se supone que las ganancias netas representan una medida apropiada del éxito o fracaso de la adopción de una determinada táctica de control.

Existen dos formas de utilizar los presupuestos parciales en la evaluación de datos experimentales. Una de ellas es cuando se evalúan solamente dos tratamientos, lo cuál aporta datos inexactos, ya que no permite evaluar la marginalidad o eficiencia del uso monetario. Solamente toma en cuenta en cuenta como criterio de decisión, el máximo aumento en el beneficio neto y no considera el riesgo de adoptar nuevas tecnologías.

El cambio de tecnología de manejo de plagas, debe también ser sujeto de análisis biológico y técnico, en donde definiremos que es lo que realmente buscamos, las implicaciones que tendrá sobre el sistema dicho cambio y las limitaciones técnicas de introducir esta tecnología.

El presupuesto parcial se puede plantear de acuerdo a un formato predeterminado, el cuál permite visualizar de una mejor manera las variables analizadas y efectuar los cálculos de manera sencilla.

Bosquejo para el cálculo de presupuestos parciales.

GANANCIAS O INGRESOS ADICIONALES:
1) Ingresos adicionales
2) Disminución de costos
(A) TOTAL DE INGRESOS ADICIONALES:
Ingresos adicionales + Disminución de costos

COSTOS ADICIONALES:
1) Costos adicionales
2) Disminución de Ingresos
(B) TOTAL DE COSTOS ADICIONALES:
Costos adicionales + Disminución de ingresos
CAMBIO EN EL INGRESO NETO = (A – B)

El presupuesto parcial implica los siguientes pasos:

- 1) primeramente enumerar las ganancias o ingresos adicionales, en dos categorías, los ingresos brutos adicionales y los costos economizados al hacer el cambio tecnológico.
- 2) Cuantificar los costos diferenciales, los cuales a su vez se dividen en dos categorías, los gastos o costos extras realizados por el cambio y los ingresos o entradas que se dejan de percibir con la nueva tecnología.

Si al realizar los cálculos del presupuesto parcial, los ingresos adicionales son superiores a los costos adicionales, el cambio propuesto es rentable y beneficiaría al agricultor.

Este tipo de análisis permite obtener dos resultados básicos:

1. Organización de los datos experimentales y otra información sobre costos y beneficios de otras tecnologías.
2. Por medio de la aplicación de algunos procedimientos asociados (análisis de dominancia, análisis marginal y análisis de sensibilidad), derivar recomendaciones a partir de la información contenida en los presupuestos parciales e información sobre variables de riesgo conocidas.

Ejemplo de presupuesto parcial:

En el siguiente cuadro se presentan los costos e ingresos para el cálculo de presupuestos parciales en la evaluación de tácticas de manejo de sigatoka negra.

Tratamiento	Costo del manejo	Ingreso bruto
Testigo	0	215, 000
Táctica 1	31, 861	265, 400
Táctica 2	65, 582	289, 410

El uso del análisis de presupuesto parcial, permite saber si los aumentos en los ingresos totales (ingreso bruto) ocasionados por controles más estrictos de la sigatoka negra, justifican los gastos extras necesarios para incrementar los niveles de control y, a la vez, permite comparar cuál de los dos criterios de manejo o tácticas produce un mayor cambio en el beneficio neto. Las preguntas a

responder serán: 1) Es el control químico de la sigatoka justificable económicamente? y 2) Cuál criterio de manejo sería el más recomendable.

A continuación, aplicando el cuadro de bosquejo para presupuestos parciales, se realiza la comparación del testigo sin control químico vs. la táctica 1.

GANANCIAS O INGRESOS ADICIONALES	
1) Ingresos adicionales	265,440
2) Disminución de costos	0
(A) Total de ingresos adicionales	265,440
COSTOS ADICIONALES	
1) Costos adicionales	31,861
2) Disminución de ingresos	215,100
(B) Total de costos adicionales	246,961
Cambio en el ingreso neto (A – B)	18,479

Interpretando el resultado de este análisis, el cambio propuesto (táctica 1) de mantener cuatro hojas sanas al momento de parición es rentable y produce un aumento en el ingreso neto al productor de 18,479 um. Se procede a continuación a comparar el testigo sin control químico con la táctica 2.

GANANCIAS O INGRESOS ADICIONALES	
1) Ingresos adicionales	289,410
2) Disminución de costos	0
(A) Total de ingresos adicionales	289,410
COSTOS ADICIONALES	
1) Costos adicionales	65,582
2) Disminución de ingresos	215,100
(B) Total de costos adicionales	280,682
Cambio en el ingreso neto (A – B)	8,728

En el resultado del análisis de la táctica 2, de mantener ocho hojas sanas hasta el momento de la parición, también es rentable pues produce un aumento en el ingreso neto al productor de 8,728um.

Con los anteriores resultados ya se tiene respuesta a las dos preguntas iniciales. En la situación bajo análisis, el uso de control químico de la sigatoka se justifica económicamente desde el punto de vista del agricultor, pues ambos criterios de manejo producen cambios positivos en el ingreso neto. En el análisis se asume que todos los recursos están disponibles y que la inversión no tiene riesgos asociados.

En respuesta al mejor tratamiento de la enfermedad, en términos de mejorar el beneficio neto del agricultor, es la de mantener cuatro hojas sanas hasta el momento de la parición, ya que esta produce un cambio en el ingreso neto, superior a la de mantener ocho hojas sanas.

En el siguiente cuadro se muestra los datos de un experimento sobre control de malezas y densidad de siembra en trigo.

Presupuesto parcial de un ensayo sobre el control de maleza y densidad de siembra.

Detalle	TRATAMIENTO			
	1	2	3	4
Rendimiento medio (kg/ha)	1,994	2,444	2,084	2,600
Rendimiento ajustado (kg/ha)	1,595	1,955	1,667	2,080
Beneficios brutos de campo (\$/ha)	12,760	15,640	13,336	16,640
Costo de la semilla (\$/ha)	2,400	2,400	3,200	3,200
Costo del herbicida (\$/ha)	0	700	0	700
Costo de mano de obra para aplicación (\$/ha)	0	500	0	500
Costo de mano de obra acarreo de agua (\$/ha)	0	125	0	125
Costo de alquiler de bomba (\$/ha)	0	150	0	150
Totales de costos variables (\$/ha)	2,400	3,875	3,200	4,675
Beneficios netos (\$/ha)	10,360	11,765	10,136	11,965

Como puede observarse de los datos del cuadro anterior se introducen al análisis de presupuesto parcial otras variables, que se explican a continuación: a) el rendimiento medio es la suma del rendimiento obtenido de todas las parcelas, dividido entre el número de parcelas, en ambos casos para un mismo tratamiento, b) el rendimiento ajustado se establece cuando el manejo de parcelas experimentales no ha sido realizado por las mismas personas, por ejemplo parcelas demostrativas y parcelas del agricultor como parte de un mismo estudio, se considera adecuado un ajuste total que puede estar entre el 5 y 30% (CIMMYT, 1988).

Lo básico de un análisis de presupuesto parcial es determinar los costos variables y comparar con los beneficios netos de cada actividad. Una manera de ilustrar mejor esta comparación es hacer una gráfica donde cada tratamiento o actividad es representada por un punto de acuerdo con sus beneficios netos y el total de los costos variables. Al unir los puntos se forma la curva de los beneficios netos que resulta útil para visualizar los cambios de costos y de beneficios que se suceden al pasar de un tratamiento al que le sigue, en una escala de costos ascendentes.

La curva de los beneficios netos también esclarece el razonamiento en que se basa el cálculo de las tasas de retorno marginales, que comparan los incrementos de costos y beneficios entre los tratamientos. Antes de continuar con la curva de beneficios netos y el cálculo de las tasas de retorno marginales, un examen inicial de los costos y beneficios de cada tratamiento, denominado análisis de dominancia, puede servir para excluir algunos de los tratamientos y, como consecuencia simplificar el análisis.

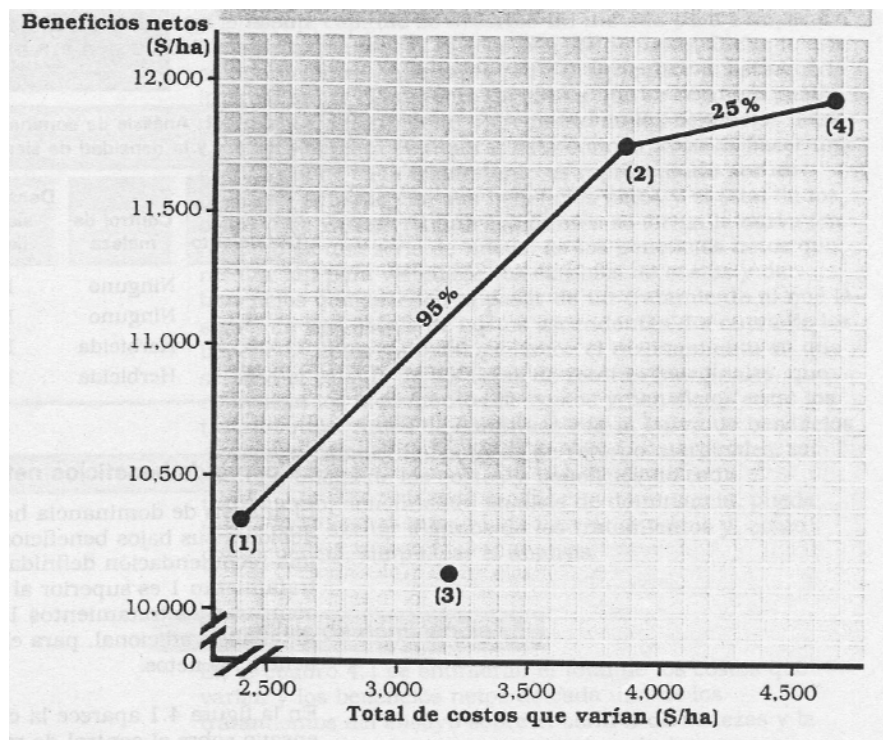
Un análisis de dominancia se efectúa primero, ordenando los tratamientos de menores a mayores totales de costos variables. Se dice entonces que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos.

Es importante saber que lo importante es aumentar para el productor los beneficios netos, no los rendimientos.

En el siguiente cuadro se muestra el análisis de dominancia del ensayo correspondiente al control de malezas y densidad de siembra en trigo.

Tratamiento	Control de maleza	Densidad de siembra (kg/ha)	Total de costos variables (\$/ha)	Beneficios netos (\$/ha)
1	Ninguno	120	2,400	10,360
2	Ninguno	160	3,200	10,136 D
3	Herbicida	120	3,875	11,765
4	Herbicida	160	4,675	11,965

Curva de beneficios netos, ensayo sobre el control de malezas y densidad de siembra en trigo.



En una curva de beneficios netos, cada tratamiento se identifica con un punto, según sus beneficios netos y el total de los costos variables. Las alternativas que no son dominadas se unen con una línea. La alternativa dominada (tratamiento 3) también ha sido indicada para demostrar que se sitúa por debajo de la curva de los beneficios netos.

Debido a que sólo los tratamientos no dominados se incluyen en la curva, su pendiente siempre será positiva. Note en la gráfica anterior, que la pendiente de la línea que une el tratamiento 1 al 2 es más pronunciada que la de la línea que conecta el tratamiento 2 al 4.

Cuadro de análisis marginal de un ensayo sobre el control de malezas y la densidad de siembra en trigo.

Tratamiento	Costos que varían (\$/ha)	Costos marginales (\$/ha)	Beneficios netos (\$/ha)	Beneficios netos marginales (\$/ha)	Tasa de retorno marginal
1	2,400		10,360		
		1,475		1,405	95%
2	3,875		11,765		
		800		200	25%
4	4,675		11,965		

El objeto del análisis marginal es revelar exactamente cómo los beneficios netos de una inversión aumentan al incrementar la cantidad invertida. Es decir que si al pasar al tratamiento 2, el agricultor invierte \$1,475 en adquirir y aplicar herbicida, recuperará los \$1,475, más \$1,405.

Una manera más sencilla de expresar esta relación es calcular la tasa de retorno marginal, que es el beneficio neto marginal (aumento en el beneficio neto) dividido por el costo marginal (aumento en los costos que varían), expresada en porcentaje. En este caso, la tasa de retorno marginal de haber cambiado del tratamiento 1 al 2 es:

$$\frac{\$11,765 - \$10,360}{\$3,875 - \$2,400} = \frac{\$1,405}{\$1,475} = 0.95 = 95\%$$

Esto significa, que por cada \$1.00 invertido en adquirir y aplicar herbicida, el agricultor puede esperar recobrar el \$1.00 y obtener \$0.95 adicional.

El siguiente paso es calcular la tasa de retorno marginal de haber cambiado del tratamiento 2 al 4.

$$\frac{\$11,965 - \$11,765}{\$4,675 - \$3,875} = \frac{\$200}{\$800} = 0.25 = 25\%$$

En este caso, el agricultor que usa herbicida y siembra a una densidad de 120 kg de semilla/ha., su inversión le producirá una tasa de retorno marginal del 25%; es decir, por cada \$1.00 invertido en la mayor densidad, recuperará su \$1.00 más \$0.25.

Las dos tasas de retorno marginales confirman la evidencia visual de la curva de los beneficios netos; la segunda tasa de retorno es más baja que la primera. Es posible efectuar un análisis marginal sin referirse a la curva de beneficios netos en sí. Note que las tasas de retorno marginales aparecen entre los dos tratamientos. No tiene sentido hablar de la tasa de retorno marginal de un tratamiento en particular, pues esta es más bien una particularidad de cambiar de una opción a otra. Debido a que los tratamientos dominados no se incluyen en el análisis marginal, la tasa de retorno marginal siempre será positiva.

La tasa de retorno marginal indica lo que el agricultor puede esperar ganar, en promedio, con su inversión cuando decide cambiar una práctica (o conjunto de prácticas) por otra. En el ejemplo anterior, la adopción de herbicidas implica una tasa de retorno del 95% y el aumento de la densidad de siembra representa un 25% adicional. Como el análisis de este ejemplo se basa en sólo cinco ensayos de un año, es probable que las conclusiones se utilicen para seleccionar los tratamientos prometedores con los que se efectuarán experimentos adicionales, y no para hacer una recomendación a los agricultores. Sin embargo, no se puede tomar una decisión respecto a los tratamientos sin saber la tasa de retorno que sería aceptable para los agricultores.

Tanto la experiencia como la evidencia empírica han demostrado que, en la mayoría de los casos, la tasa de retorno mínima aceptable para el agricultor se sitúa entre el 50 y el 100%. Si la tecnología es nueva para el agricultor (por ejemplo, el control químico de malezas en un lugar donde hasta ahora los agricultores han practicado el deshierbe manual) y además requiere que éste adquiera nuevas habilidades, una tasa de retorno mínima del 100% es razonable. Cuando un cambio de tecnología brinda una tasa de retorno superior al 100% (del “2 x 1”, que los agricultores a menudo mencionan), es sensato considerarlo apropiado en la mayoría de los casos.

Si la tecnología representa sencillamente un ajuste de la práctica actual del agricultor (por ejemplo, un nivel diferente de fertilizante para agricultores que ya utilizan este insumo), una tasa de retorno mínima hasta del 50% podría resultar aceptable. A menos que sea fácil obtener capital y los costos del manejo sean muy bajos, no es muy probable que las tasas de retorno inferiores al 50% se consideren aceptables. Cuando se evalúan diferentes tecnologías de manejo de plagas, es recomendable que los presupuestos parciales, se acompañen de análisis de retornos marginales y análisis de sensibilidad, para dar un mayor peso a la recomendación técnica.

Ejemplo: los siguientes datos corresponden al uso de presupuestos parciales en el manejo químico de *Plutella sp.*, en repollo, utilizando diferentes umbrales de decisión.

Tratamiento	Beneficio Neto	Costo Variable
Calendarizado	350,186.90	32,613.20*
Umbral 10%	346,475.00	18,274.90*
Umbral 30%	226,655.40	9,054.60*
Umbral 20%	165,231.00	12,279.00
Testigo absoluto	0.0	0.0

* = Tratamientos dominantes o con mayor beneficio neto (para este tipo de análisis es recomendable hacer una gráfica de costos variables (x), contra beneficios netos (y), la cual permite visualizar fácilmente entre tratamientos dominantes y dominados).

ANÁLISIS DE RETORNO MARGINAL DE LOS BENEFICIOS NETOS

En el siguiente cuadro se muestran los resultados del análisis marginal de beneficios netos. Se debe decidir el monto a invertir como capital operativo de tácticas de control, en función del beneficio esperado. El incremento en los gastos se justifica desde el punto de vista financiero, cuando la tasa de retorno marginal (TRM) es suficientemente alta para cubrir una tasa de comparación, compuesta por: el costo del dinero invertido, medido por la tasa de interés y un factor de riesgo asociado a la nueva tecnología. La tasa de comparación no es fija y puede variar dependiendo del costo del dinero, del cultivo y de la tecnología que se esté evaluando. En el caso

del ejemplo, se considera una tasa de 60%, compuesta por un 20% que representa el costo de oportunidad del dinero (tasa de interés) y un 40% de prima sobre el riesgo de utilizar una nueva tecnología de producción en el cultivo del repollo.

Análisis de retorno marginal de los beneficios netos.

Beneficio Neto (um)	Costos Variables (um)	Tratamiento	Δ en el Beneficio Neto	Δ en los Costos Variables	Tasa de Retorno Marginal (%)
350,186.90	32,613.20	Calendarizado	7,661.80	14,338.20	53
346,475.00	18,274.90	Umbral 10%	152,079	9,220.30	1649
226,655.40	9,054.60	Umbral 30%	286,145.30	9,054.60	3160
0.0	0.0	Testigo absoluto	-	-	

um = unidades monetarias.

La tasa de retorno marginal (TRM), indica el retorno marginal del dinero proveniente del incremento en los costos relacionados con pasar del tratamiento que tiene mayor beneficio neto, al siguiente con mayores beneficios netos. El uso del umbral 30% como criterio de aplicación, es justificable, pues se obtiene una TRM de 3160%. También se justifica el segundo gasto que corresponde a utilizar el umbral 10% como criterio de aplicación, pues se obtiene una TRM de 1649%. El tercer gasto adicional que corresponde al uso del criterio de aplicación calendarizado, no es justificable, pues la TRM tiene un valor de 53%, inferior a la tasa mínima de retorno establecida en 60% (tasa de comparación). Con estos resultados anteriores y con los precios utilizados se recomienda utilizar el umbral 10% de daño, como nuevo criterio de aplicación de plaguicidas.

Es importante resaltar que la aportación del análisis marginal de beneficios netos ha sido diferenciar entre la elección de usar tratamientos calendarizados, basados únicamente en los mayores beneficios netos, situación que involucraría un mayor gasto al productor y mayores cantidades de plaguicidas liberadas al ambiente.

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de sensibilidad tiene como finalidad medir la variabilidad en los precios, como una estimación del riesgo asociado a la actividad agrícola.

El análisis se puede realizar con dos objetivos:

1. Variar los precios de los productos finales o de los insumos (mano de obra, plaguicidas, etc.), dentro de límites razonables 20-25% arriba o debajo de los utilizados para obtener la recomendación; esto con el fin de determinar si la recomendación inicial se afecta.
2. Variar los precios de los productos finales o insumos hasta el punto donde se produce un cambio en la recomendación; pudiendo establecer con esto un rango de la recomendación.

En el siguiente cuadro se muestra información que permite establecer un rango de la recomendación con respecto al precio del producto final para el ejemplo del repollo. Se observa que la recomendación del umbral 10% como criterio de aplicación es insensible con respecto a

disminuciones en el precio del producto final. Es necesario que el precio disminuya hasta un 95% para que deje de ser la opción a recomendar.

Por otro lado, se observa que la recomendación es muy sensible a aumentos de precio, dado que con solo un aumento del precio en 5%, la recomendación de uso del umbral 10%, deja de ser la opción recomendable y pasa a ser el uso calendarizado de aplicaciones. Entonces se puede establecer un intervalo de la recomendación respecto a precios del producto final que va de 0.9 um/kg de repollo como mínimo, hasta 10.5 un/kg de repollo como máximo.

Análisis de sensibilidad de la recomendación con relación al precio del producto final.

Comparación del umbral 10% contra el umbral calendarizado		
Porcentaje de aumento	Precio	TRM
1	10.0	54.97
3	10.1	58.04
5	10.5	61.11
Comparación del umbral 10% contra el umbral 30%		
Porcentaje de disminución	Precio	TRM
50	5.0	774.7
80	2.0	249.9
95	0.9	57.45

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE ALTERNATIVAS MIP CON INFORMACIÓN LIMITADA

Este tipo de análisis se realiza cuando por diferentes razones, los datos económicos de una evaluación de manejo de plagas no se encuentran disponibles. El análisis recibe el nombre de análisis de costo-eficacia. Esta técnica permite seleccionar opciones basadas en los costos relativos de disminución del nivel de daño de una plaga específica por distintos medios de combate.

El análisis de costo-eficacia no es el método ideal, pero permite aprovechar una cantidad limitada de datos para establecer las posibles económicas relativas de determinado método de control de plagas en relación con otros.

Pasos para realizar un análisis costo-eficacia:

1. Señalar la efectividad de los tratamientos sobre el control de la plaga.
2. Realizar un análisis de dominancia, en el cual en lugar del beneficio neto, se colocan los valores de efectividad de control de mayor a menor, con su respectivo costo variable.
3. Determinar los índices de costo-eficacia y escoger el de menor valor.

Porcentaje de efectividad de los tratamientos evaluados contra formas móviles de *T. urticae* en *S. splendens*, Dulce Nombre, Cartago (1990).

Tratamiento	Porcentaje de efectividad (control)
Clofentezine	88.77%
Abamectina	88.75%
Dicofol	88.26%
Thuringiensin	86.59%
Amitraz	70.55%
fluvalinate	51.22%

Análisis de dominancia para los tratamientos evaluados contra formas móviles de *T. urticae* en *S. splendens*, Dulce Nombre, Cartago (1990).

Tratamiento	% de efectividad	Costos Variables (um)
Clofentezine	88.77	17,765*
Abamectina	88.75	32,445
Dicofol	88.26	13,027*
Thuringiensin	86.50	27,565
Amitraz	70.55	13,245
Fluvalinate	51.22	10,762*
testigo	0	0*

* = tratamientos dominantes.

En el cuadro anterior se presenta un análisis de dominancia, en dónde en lugar del beneficio neto, se utiliza el % de efectividad de control de la plaga. Los tratamientos se colocan de mayor a menor porcentaje de efectividad con su respectivo costo variable (costo de control para lograr el porcentaje de efectividad). Se eliminan los tratamientos abamectina, thuringiensin y amitraz, ya que para cada uno de ellos existe una alternativa con mayor porcentaje de eficiencia de control de la plaga y menor costo variable.

Índice costo/efectividad para los tratamientos dominantes evaluados contra formas móviles de *T. urticae* en *S. splendens*, Dulce Nombre, Cartago (1990).

Tratamientos	% de efectividad	Costo Variable (um)	Índice costo/efectividad
Fluvalinate	51.22	10,762	210.1
Clofentezine	88.77	17,765	200.1
Dicofol	88.26	13,027	147.6

El cuadro anterior muestra los índices de costo-eficacia calculados para los tratamientos dominantes. El dicofol presenta el menor índice de costo-eficacia, es decir, el menor costo por unidad de eficiencia, seguido por el clofentezine, cuyo costo por unidad de eficiencia es mayor, pero con una pequeña superioridad en el porcentaje de efectividad de control de la plaga. El fluvalinate, presenta costos variables bajos, pero un porcentaje de eficiencia insatisfactorio. La abamectina y el thuringiensin presentan porcentajes de control de la plaga altos pero con costos variables muy altos comparados con el dicofol y el clofentezine, que tienen costos menores y porcentajes de efectividad similares.

Analizando los resultados y con la información limitada con que se cuenta, se puede concluir que el tratamiento recomendado es el dicofol, dado que tiene un buen porcentaje de efectividad de control de la plaga y el menor índice costo-eficacia. No obstante, cabe mencionar la necesidad de determinar cual es el rendimiento y la calidad del producto con los porcentajes de efectividad de control obtenidos, para así poder calcular el beneficio neto, sobre todo en productos de alto valor comercial, donde juega un papel muy importante la calidad de los mismos.

CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN SEGÚN NIVELES TECNOLÓGICOS

La clasificación de sistemas de producción según sus niveles tecnológicos ha tenido un débil impacto en los criterios de decisión en el MIP. Actualmente se han realizado algunos esfuerzos, sobre todo desarrollados por instituciones financieras y los gobiernos para poder impulsar planes de desarrollo a grupos de productores, con características similares.

Para el análisis de sistemas de producción se ha recurrido al análisis de conglomerados y a la aplicación del análisis discriminante. Los detalles técnicos de estos tipos de análisis se pueden realizar mediante el uso de programas de cómputo tales como el SAS.

El análisis de conglomerados consiste en agrupar a grupos de productores bajo aquellas variables que son más representativas y comunes dentro del sistema de producción. La ubicación o pertenencia a un grupo determinado se determina mediante valores cercanos tomados por la varianza.

Para realizar el análisis discriminante, es necesario que el grupo de observaciones que constituyen la muestra estén previamente clasificadas en categorías o niveles de interés de acuerdo a un criterio inicial. En el análisis discriminante se calcula una serie de funciones discriminantes, que luego se utilizan para clasificar observaciones en dos o más grupos, basándose en los valores alcanzados por una o más variables cuantitativas. Estas funciones discriminantes representan las combinaciones lineales de dichas variables que mejor discriminan o clasifican a las observaciones (productores) en los diferentes grupos (niveles tecnológicos) disponibles.

Los niveles tecnológicos que se definen por medio de estos criterios de clasificación, podrían ser caracterizados por responder diferencialmente desde el punto de vista biológico a la aplicación de distintas cantidades de insumos variables tales como plaguicidas, o al establecimiento de alternativas novedosas para el manejo de plagas.

ASPECTOS ECONOMICOS DEL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Introducción

Después de la Segunda Guerra Mundial, el control químico de plagas (CQP) tuvo una rápida expansión debido a los retornos crecientes de la investigación y los efectos del aprendizaje de nuevos herbicidas e insecticidas, a la difusión de bombas mochilas, y al aumento de los salarios agrícolas. Estos factores, sumados a una política que asocia a la agricultura moderna con la

aplicación de grandes cantidades de insumos, le dieron a esta tecnología una ventaja en la carrera por el mercado.

Posteriormente, nuevas investigaciones y regulaciones advirtieron a la sociedad sobre el peligro para la salud humana y para el ambiente del uso excesivo de pesticidas en la agricultura. Sin embargo y a pesar del largo tiempo de advertencia, el uso de pesticidas sigue siendo alto en el mundo. Por ejemplo, en Estado Unidos el uso de ingredientes químicos aumentó en 170 % por peso entre 1964 y 1982, mientras que el uso de herbicidas se duplicó desde 1970 (NRC, 1987).

Una de las alternativas tecnológicas que se presenta para una reducción en el uso de plaguicidas es el Manejo Integrado de Plagas (MIP), tecnología que se puede definir en términos muy generales como el uso de técnicas para la recolección y análisis de información para la toma de decisiones dirigidas a minimizar la pérdida económica debido al ataque de plagas.

Sin embargo y a pesar de su atractivo, la tecnología no se ha diseminado tan rápidamente como hubiera sido deseable. Por ejemplo, en 1988, solo el 18% del total de la superficie cultivada con los 12 principales cultivos en EU fueron cultivadas con la técnica MIP (USDA 1987).

En este trabajo se presentan algunos factores que desde el punto de vista económico podrían estar afectando la difusión de la tecnología MIP. Para ello se asumirá que solo existen dos alternativas tecnológicas: el control químico de plagas (CQP) y el manejo integrado de plagas (MIP).

I. Análisis económico incremental de tratamiento de prevención

En los casos de la evaluación económica de alternativas tecnológicas que previenen el ataque de enfermedades o plagas a un cultivo, el análisis económico tradicional de costos y beneficios de cambiar de una tecnología a la otra debe modificarse para acomodar explícitamente la característica de estas tecnologías (CIMMYT 1988).

Caso 1: Prevención Total

Supongamos por simplicidad que existen dos estados en la naturaleza: uno en que una plaga ataca un determinado cultivo (N_1), el cual ocurre con una probabilidad p_1 y otro en que no hay ataque (N_0), con probabilidad de ocurrencia p_0 , y dos acciones o cursos de acción por parte de los agricultores: Prevenirse contra el ataque (A_1) o no prevenirse (A_0). El rendimiento es de R_1 si hay ataque de la plaga, y de R_0 y si no hay ataque, donde $R_1 < R_0$. Entonces la pérdida física potencial (L) es $(R_1 - R_0)$.

Supongamos que la tecnología tiene un 100% de eficiencia, de manera que como resultado de la acción de prevenir, los agricultores obtendrán el rendimiento R_0 ocurra o no un ataque de plaga (es decir reducen la pérdida potencial a 0).

Los agricultores deben tomar la decisión de invertir o no en prevención antes de conocer si ocurrirá o no el ataque de la plaga. Es decir, deben tomar la decisión basada totalmente en las probabilidades subjetivas de la ocurrencia de la plaga. De acuerdo a su experiencia previa, los agricultores en la región, conocen que los ataques son eventos independientes entre sí, es decir

que la ocurrencia de un ataque en un año no modifica la probabilidad de ataque en el año siguiente.

Sea entonces p_1 la probabilidad de ataque y p_0 la probabilidad de que no ocurra un ataque ($p_1 + p_0 = 1$). Sea P el precio de campo del cultivo, y C_1 el costo que varía con la prevención, entonces podemos definir los siguientes conceptos.

Rendimiento condicional (RC)	Rendimiento del cultivo condicional al estado de la naturaleza (ataque o no ataque).
Beneficios brutos condicionales (BBC)	Valor de los rendimiento condicional al estado de la naturaleza ($P * RC$)
Costos información (CI)	Costos de obtener y procesar información acerca de la probabilidad e intensidad de ataque.
Costos ejecución (CE)	Costos de ejecutar la estrategia de prevención considerada.
Total costos condicionales (TCC)	Total de costos que varían condicionales a los estados de la naturaleza y a la acción ejecutada (CI+CE).
Total costos esperados (TCE)	Total de costos que varían que el agricultor puede esperar en promedio de ejecutar una estrategia de prevención ($\sum TCC_i * p_i$) Donde $i=1...I$ son los estados de la naturaleza.
Beneficios netos condicionales (BNC)	Beneficios netos de costos, condicionales al estado de la naturaleza (BBC-TCC).
Beneficios netos esperados (BNE)	Beneficios que el agricultor puede esperar en promedio de ejecutar una estrategia de prevención ($\sum BNC_i * p_i$) donde $i=1...I$, son los estados de la naturaleza.
TMRE a_1-a_0	Tasa marginal de retorno esperada entre la estrategia a_1 y la a_0 . ($\Delta BNE / \Delta TCE$)

Ejemplo: prevención total

Resultados experimentales arrojan que el rendimiento si no hay ataque (o con ataque pero con prevención total) son de: $R_0 = 1.5t/ha$; mientras que con ataque y sin prevención son de $R_1 = 0.5 t/ha$. Es decir que la pérdida potencial por plagas es de $1t/ha$.

Datos históricos en la región muestran que la frecuencia de ataque de plagas es de 40% $p_1 = 0.4$; y $p_0 = 0.6$.

El costo de una prevención total es de: $C_1 = 1000$ c/ha ($C_0 = 0$), y el precio del producto es de: $P = 5,000$ c/ha. La tabla 1 muestra el resultado del análisis económico incremental.

Tabla 1. Análisis económico de la prevención total.

Estado de la naturaleza	Sin prevención		Prevención total	
	Sin ataque	ataque	Sin ataque	ataque
Eficiencia		0		1
Rendimiento promedio (T/ha)	1.5	0.5	1.5	0.5
Beneficios brutos condicionales (c/ha)	7,500	2,500	7,500	7,500
Costos de información	0	0	0	0
Costos de ejecución	0	0	1,000	1,000
Total de costos condicionales (c/ha)	0	0	1,000	1,000
Total de costos esperados (c/ha)	0		1,000	
Beneficios netos condicionales (c/ha)	7,500	2,500	6,500	6,500
Probabilidad de ocurrencia	0.6	0.4	0.6	0.4
BNE (c/ha)	5,500		6,500	
TMRE			100%	

La tasa marginal de retorno esperada fue de 100%. Esta tasa se compara con la tasa mínima de retorno esperada (TAMIR) y se sigue la regla que si la TMRE es mayor que la TAMIR entonces la estrategia es económicamente conveniente para el agricultor (CIMMYT 1988). Suponiendo una TAMIR de 50%, entonces al agricultor le conviene aplicar el tratamiento preventivo considerado.

Nótese que en el caso de que la eficiencia del tratamiento de prevención sea de 100% la acción de prevenir hace que el agricultor obtenga el mismo rendimiento independiente del estado de la naturaleza que ocurra. Es decir la adopción de la medida de prevención es equivalente a eliminar el riesgo y el BNE de prevenir es igual al BN. Es decir, la práctica de prevención actúa de la misma manera que un seguro.

En este ejemplo, el agricultor debe elegir entre no asegurarse (práctica del agricultor) y obtener un beneficio incierto, o asegurarse totalmente a través de la adopción de la prevención y obtener un beneficio sin incertidumbre.

En la práctica las decisiones que el agricultor debe tomar son más complejas. Ante la presencia de una estrategia alternativa como MIP, el agricultor debe decidir cual estrategia seguir para prevenir el ataque, CQP Vs. MIP.

Caso 2: Prevención total o parcial?

En muchos casos las alternativas tecnológicas dan al agricultor la oportunidad de comprar cantidades fraccionarias de prevención. Por ejemplo si la prevención total requiere 5 aplicaciones de cierto insecticida y el fraccionamiento de las aplicaciones reduce la intensidad del ataque, entonces el agricultor podría optar por no realizar la totalidad de las aplicaciones.

También se podría pensar en un control biológico con depredadores naturales del insecto dañino.

Supongamos que existen tres estrategias alternativas: no prevenir, prevenir parcialmente mediante el MIP, y prevenirse totalmente mediante CQP y que estas tienen una eficacia de 0%, 70% y 100% respectivamente. Es decir que si la pérdida potencial de rendimiento en caso de no prevenir el ataque (L) fuera de X t/ha (100%, entonces, el MIP reduce esta pérdida al 30% y la prevención total al 0%. Entonces si los rendimientos sin ataque son de 1.5 T/ha, el análisis económico arroja los resultados que se ilustran en la Tabla siguiente:

Estado de la naturaleza	Sin prevención		Prevención parcial		Prevención total	
	Sin ataque	ataque	Sin ataque	ataque	Sin ataque	ataque
Eficiencia		0	0.6	0.4		1
Rendimiento promedio (T/ha)	1.5	0.5	1.5	1.2	1.5	1.5
Beneficios brutos condicionales (c/ha)	7,500	2,500	7,500	6,000	7,500	7,500
Costos de información	0	0	300	300	0	0
Costos de ejecución	0	0	0	500	1,000	1,000
Total de costos condicionales (c/ha)	0	0	300	800	1,000	1,000
Total de costos esperados (c/ha)	0		500		1,000	
Beneficios netos condicionales (c/ha)	7,500	2,500	7,200	5,200	6,500	6,500
Probabilidad de ocurrencia	0.6	0.4	0.6	0.4	0.6	0.4
BNC (c/ha)	5,500		6,400		6,500	
TMRE			180%		10%	

El cálculo de los beneficios netos esperados para cada tratamiento procede de la misma manera que en el caso anterior, pero ahora se reconocen dos tipos de costos: los costos de recoger información o de vigilancia y los costos de ejecución de la estrategia de prevención.

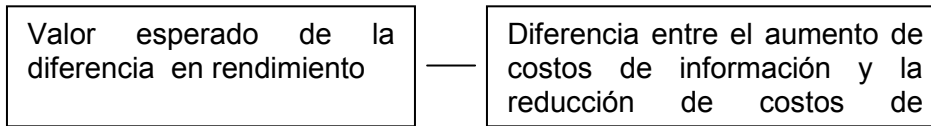
Se debe notar que el hecho de que el agricultor no tenga costos de ejecución en el caso de que no hubo ataque en el caso de prevención total está asumiendo una eficiencia de la predicción basada en la información generada del 100%.

Como resultado, si se asume nuevamente que la TAMIR es de 50% entonces al agricultor le convendrá prevenirse en forma parcial mediante el método MIP que le da una TMR de 180%. En otras palabras, dados el precio del cultivo, los costos de prevención y la frecuencia de ataque de la plaga al agricultor le resulta económicamente atractivo perder hasta un 30% del rendimiento normal.

II. Anatomía de costos y beneficios: Factores que afectan el cambio de CQP a MIP.

En una forma simplificada, la diferencia en beneficios netos esperada entre el CQP y el MIP se puede escribir como:

$$\Delta BNE \text{ (cambio en los beneficios netos esperados)} = [P * (p_1 * \Delta R_1)] - [\Delta C_1 + C_e]$$



Sin embargo y a diferencia del cambio entre otros tipos de tecnologías, el cambio a un MIP tiene implícitas ciertas características tanto por el lado de los beneficios como por el lado de los costos, que hacen particularmente dificultosa su adopción y que se examinan a continuación.

Beneficios

A menudo el cambio en rendimientos no es el factor más importante en la contabilidad de los beneficios de implementar un programa MIP. Existen otros beneficios muy importantes que a menudo no se incluyen porque no existe suficiente información. Estos son algunos de ellos:

1. Ganancia en salud del agricultor. La reducción y el mejor manejo de pesticidas peligrosos para la salud humana, reduce los costos de atención médica y mejora la productividad de la mano de obra.
2. Reducción de la contaminación ambiental. La estrategia de CQP no usa información para predecir la intensidad del ataque y a menudo aplica cantidades excesivas de pesticidas, cuyos excesos pasan al ambiente (capas friáticas, ríos, lagunas etc.)
3. Ganancia en salud del consumidor. Aunque existen reglas y códigos para el uso de pesticidas sobre cultivos destinados a la alimentación humana, a menudo estas reglas se violan con o sin intención, resultando en daños a la salud del consumidor final. Las cadenas de comercialización de productos agropecuarios tienen mucho que ver con esta tendencia.

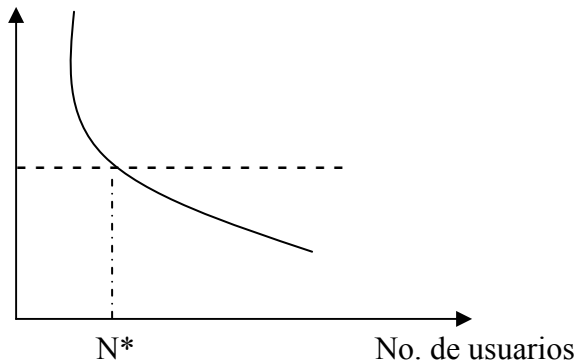
Costos

El problema mayor para el cambio de una estrategia de CQP al MIP viene dado por el lado de los costos. La tecnología se caracteriza por una estructura de costos medios decrecientes a medida que aumente el número de usuarios (nivel de adopción. Esto hace que el costo de cambiar de CQP a MIP no dependa solo de las acciones internas a la finca sino también de los que hacen los demás agricultores en la localidad. El costo unitario de cambiar es alto al comienzo del proceso de difusión y va disminuyendo a medida que aumenta el número de adoptadores (Figura 1). Este fenómeno se denomina en economía efectos externos o externalidades las cuales usualmente generan costos o beneficios que no se contabilizan.

Esta característica hace que los costos de cambiar sean muy altos para los primeros agricultores y por lo tanto el proceso de cambio puede atascarse en la etapa inicial de difusión y no despegar (Cowan y Gunby 1996).

Figura 1. Estructura de los costos unitarios de cambiar de CQP a MIP

Costo medio (c/u)



Existen varios factores que influyen sobre esta estructura de costos decrecientes. A continuación se describen algunos de los más importantes (Cowan y Gunby 1996).

1) Costos de la generación del programa MIP

El MIP es una estrategia de prevención y control de plagas que se basa en la adquisición y procesamiento de información, a menudo compleja, para la toma de decisiones sobre la aplicación de medidas para combatir el ataque de plagas en el cultivo y minimizar las pérdidas económicas.

Un programa MIP es costoso de desarrollar en términos del conocimiento necesario para su funcionamiento. Típicamente incluye el desarrollo de cinco componentes:

1. Identificación de la peste a ser controlada
2. Desarrollo de una estrategia de control efectiva que usualmente requiere el conocer la relación entre el cultivo y el ciclo de vida de la plaga
3. Desarrollo de sistemas de vigilancia confiables.
4. Establecimiento de umbrales económicos
5. Modelos preventivos de toma de decisiones, ya que el control debe hacerse antes de que ocurra el daño económico.

El costo de desarrollar este conocimiento es un costo fijo ya que debe hacerse de que la tecnología puede usarse. Por lo tanto, una vez realizado cuanto mayor sea el número de agricultores que lo usan menor será el costo unitario. También se deben tener en cuenta los costos fijos de aprendizaje de este conocimiento por parte de los agentes que van a difundir la tecnología.

2. Costos de adquisición y procesamiento de la información (aprendizaje)

El CQP es una estrategia en la cual el agricultor reacciona al ataque y cubre el suelo y/o el cultivo con herbicidas o insecticidas para eliminar las malezas, plagas y/o enfermedades con el objetivo de minimizar o eliminar el daño físico al cultivo. Es decir busca una efectividad física del 100%. Debido a que la aplicación se hace mediante un esquema y dosis fijos de antemano, el agricultor no necesita más información que aquella relacionada con los aspectos de salud. El MIP, por el

contrario, es una estrategia donde el agricultor responde a las condiciones actuales, obtiene información sobre la plaga y la controla antes de que el daño económico al cultivo sobrepase ciertos límites.

El énfasis se pone en el daño económico y no en el daño biológico, lo que permite tener una eficiencia física menor de 100% (el cultivo tenga algún grado de daño biológico). Para su ejecución, el agricultor usa un sistema de monitoreo o vigilancia para obtener información sobre la población de plagas (probabilidad de ataque) y tomar decisiones respecto a la estrategia a usar, para minimizar las pérdidas económicas.

Los costos de adquisición de la información serán menores a medida que se establezca y expanda en el área una cierta red de usuarios. El efecto de esta red se verá también en la reducción de la incertidumbre acerca de la eficacia de la técnica a medida que la experiencia de otros agricultores se disemina en la región.

3. Reducción de la incertidumbre

Al comienzo del proceso de la difusión, los agricultores tienen un cierto nivel de incertidumbre acerca de que si la técnica es efectiva y si ellos serán capaces de ejecutarla correctamente. Este nivel de incertidumbre disminuirá a medida que se expanda el número de usuarios y que el agricultor vaya aprendiendo a usar la técnica.

4. Costos de coordinación

Quizás uno de los procesos más importantes de efectos externos reside en la tecnología misma la cual se encuentra sujeta a efectos externos tecnológicos, tanto positivos como negativos provenientes de otros agricultores. Por ejemplo, si los vecinos usan insecticidas, el viento puede llevarlo a través del terreno y matar a los depredadores biológicos aplicados para controlar una plaga. Los impactos negativos de estos efectos disminuyen a medida que aumenta el número de usuarios. Muchas veces la cooperación entre agricultores en una región resulta la única manera de hacer que la técnica de control biológico funcione.

III. Algunas conclusiones

Aunque la estrategia de MIP parece superior a la alternativa de CQP, su difusión ha sido lenta debido principalmente a dos factores. Por el lado de los beneficios, no se reconocen aquellos relacionados con los beneficios ambientales y en salud humana. Por el lado de los costos, la estrategia posee una estructura de costos fijos y efectos externos que hacen que los costos medios de cambiar de un sistema a otro declinen a medida que el número de usuarios aumente. Esto hace que su adopción sea dificultosa al comienzo del proceso y por lo tanto permanezca estancada.

La estrategia de difusión debe estar enfocada a disminuir los costos de aprendizaje de la tecnología y en la cooperación entre usuarios con el fin de evitar el efecto negativo de los efectos externos. Se debe además promover una política de consumo que acepte y tolere ciertos niveles de daños físicos en los productos finales, premiando además la reducción de insecticidas como en el caso de productos orgánicos. Para ello se deben crear las instituciones necesarias para certificar el producto. Aún cuando se tomen todas estas medidas la carrera no estará ganada ya que aparecen nuevas tecnologías que combinan los beneficios de la reducción de plaguicidas pero sin los costos de aprendizaje, como son los productos de ingeniería genética.

GLOSARIO

Análisis de sensibilidad: El procedimiento por el cual se hacen variar los costos y precios involucrados dentro de un intervalo razonable para determinar si el ordenamiento original de las alternativas se vea afectado.

Beneficio bruto de campo: Rendimiento neto multiplicado por el precio de campo de todos los productos del cultivo.

Beneficio marginal neto: Es el aumento en el beneficio neto que podrá obtenerse cambiando una alternativa de producción por otra.

Beneficios netos: El valor de los beneficios menos el valor de las cosas entregadas para obtener los beneficios. Beneficios total bruto de campo menos el total de costos variables.

Costo de capital: Puede ser un costo real o un costo de oportunidad. Cuando es un costo real, el costo del capital es la diferencia entre el monto de inversión solicitado en préstamo y el monto a pagar después de transcurrido el término del préstamo. Cuando es un costo de oportunidad, el costo del capital es lo que se deja de ganar al tener una inversión de capital en una empresa determinada y por un plazo de tiempo determinado.

Costo de oportunidad: Es el valor de cualquier recurso en su mejor uso alternativo.

Costo marginal: Es el aumento en los costos variables que ocurre cuando se cambia una alternativa de producción por otra.

Costo proporcional: Costos que varían directa y proporcionalmente al rendimiento.

Costos variables totales de campo: La suma de los costos de campo por todos los insumos que son afectados por la alternativa.

Dominancia: Se dice que una alternativa domina a otra cuando la primera tienen beneficios más altos e iguales o más bajos costos variables que la segunda.

Dominio de recomendación: Un grupo de agricultores que perteneciendo a una zona agroclimática determinada tiene granjas y prácticas agrícolas parecidas de modo que una recomendación es aplicable a todo el grupo.

Inversión de capital: Es el valor de los insumos (propios o prestados) que son asignados a una actividad con la esperanza de recuperarlos más tarde.

Precio de campo (de la producción): El valor para el agricultor de una unidad adicional de producción en el campo antes de la cosecha.

Precio de oportunidad de campo (de la producción): Es el precio en dinero, que la familia del agricultor tendría que pagar para adquirir una unidad adicional de producto para su consumo.

Precio de oportunidad de campo (de un insumo): Se refiere al valor del insumo en su mejor uso alternativo.

Precio monetario de campo (de la producción): Es el precio de mercado de una unidad de producto menos los costos de cosecha, almacenaje, transporte, venta y los descuentos de calidad.

Precio monetario de campo (de un insumo): Se refiere al precio de compra o de mercado menos otros gastos directos, tales como costos de transporte.

Prima de riesgo: Es el monto dado como un porcentaje, que el agricultor requerirá antes de adoptar una alternativa que posee un ingreso esperado variable.

Rendimiento neto: La medida de rendimiento por hectárea en el campo menos las pérdidas de cosecha y almacenamiento.

Tasa marginal de retorno: Es el beneficio marginal neto dividido entre el costo marginal (calculado solamente para alternativas no dominadas).

LITERATURA CONSULTADA

- Anaya, R.S.; Romero, N.J. 1999. Hortalizas: plagas y enfermedades. Trillas. México. 544p.
- Andrews, K.L.; Quezada, J.R. 1989. Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: estado actual y futuro. Departamento de Protección Vegetal. Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. Honduras. 623p.
- Bajwa, W.I.; Kogan, M. 2001. Informática y apoyo de decisiones de MIP con base en Internet. Centro de Protección Integrada de Plantas (IPPC). Universidad del Estado de Oregón. USA. 8P.
- Barrera, J.; Infante, F.; Gómez, J.; Castillo, A.; De la Rosa, W. 1993. Umbrales económicos para el control de la broca del café. Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste. Tapachula, Chiapas. México. 48p.
- Botrell, D.G. 1979. Integrated pest management. USA.
- Braun, A.; Thiele, G.; Fernández, M. 2000. Escuelas de campo para MIP y el comité de investigación agrícola local: plataformas complementarias para fomentar decisiones integradas en agricultura sostenible. Manejo Integrado de Plagas 53: 1-23.
- Calvo, D.; Simán, J. s.f. Uso de presupuestos parciales de beneficio neto en la evaluación financiera de tecnologías de manejo integrado de plagas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica.
- CIAT. 1988. Desarrollo del manejo integrado de plagas del cultivo del arroz. Cali, Colombia. p. 36-55.
- CIAT. 1989. Desarrollo del manejo integrado de plagas del cultivo del arroz. Guía de Estudio. Cali, Colombia. 69p.
- CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Programa de Economía. México. 82p.
- Cowan, R. y P- Gunby. 1996. Sprayed to Death: path dependence, lock in and pest control strategies. The Economic Journal, 106 (May), 521-542.
- Cowan, R.; Gunby, P. 1996. Sprayed to death: path dependence, lock-in and pest control strategies. The Economic Journal 106(May): 541-42.
- Erbetta, H. 2003. Extensión rural: modelos concepciones y estrategias. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes, Argentina. 14p.
- Flores, M. 2001. Transferencia de tecnología. México. 8p.

French, J. 1986. Factores socioeconómicos en el control de plagas. Curso Intensivo sobre Filosofía y Componentes del Manejo Integrado de Plagas. San Andrés, El Salvador. p. 122-131.

Hilje, L. 1994. Lecturas sobre manejo integrado de plagas. Programa de Agricultura Tropical Sostenible. Colección de Temas de Fitoprotección para Extensionistas No. 1. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 73p.

Hruska, A.; Rosset, P. 1987. Estimación de los niveles de daño económico para plagas insectiles. Proyecto MIP/CATIE. 14p.

Kondo López, J. 2004. El papel de la investigación agrícola en el combate a la pobreza y conservación de los recursos naturales. 6p.

MAG/GTZ. 1992. Manejo integrado de plagas: la estrategia del futuro para la agricultura ecológica. Convenio Costarricense – Alemán de Sanidad Vegetal. San José, Costa Rica. 21p.

National Academy of Sciences. 1969. Insect-pest management and control. In Principles of plant and animal pest control. Washington, USA.

National Research Council. 1987. Alternative Agriculture. National Academy press. Washington D.C.

Navarro, R. 2001. Importancia del nivel económico de infestación en los programas de manejo de plagas en Venezuela. Bol. Entomol. Venez. 9(1):1-13.

Pedigo, L. 1996. Entomology and pest management. 2a. ed. Prentice Hall. New Jersey, USA. 678P.

Pedigo, L.; Higley, G. 1992. A new perspective of the economic injury level concept and environmental quality. American Entomologist. 38: 12-21.

Poston, F.L.; Hutchins, S.H.; Higley, L.G. 1986. Economic injury levels: reality and practicality. Bull. Entomol. Soc. Am. 29: 49-53.

Ramírez, O. 1994. Consideraciones sobre la función de producción aplicada a problemas de manejo integrado de plagas. Manejo Integrado de Plagas 31:36-42.

Ramírez, O. 1994. El uso de presupuestos parciales en el manejo integrado de plagas. Hoja Técnica MIP No. 11. Proyecto RENARM/CATIE. Turrialba, Costa Rica.

Ramírez, O.; Calvo, D.; Simán, J. 1990. Una clasificación de sistemas de producción de café según niveles tecnológicos, utilizando análisis de conglomerados y discriminante. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica.

Rosset, P. 1991. Umbrales económicos: problemas y perspectivas. Manejo Integrado de Plagas 19: 26-29.

Rosset, P. 2003. Food soverei global rallying cry of farmer movements. Institute for Food and Development Policy Backgrounder 9:4.

Ruesink, W. 1981. Niveles de daño económico. Consorcio para la Protección Internacional de Cultivos. Universidad Nacional Agraria La Molina – Universidad de Illinois. Lima, Perú. Tomo 1. 7p.

Sain, G. s.f. Aspectos económicos del manejo integrado de plagas. Memoria del Primer Foro Nacional sobre Manejo Integrado de Plagas. DGSVA, CENTA, GTZ, OIRSA, PROMIPAC, PROCAFE, UES, APA. San Salvador, El Salvador. p 77- 88.

Sermeño, J.M.; Rivas, A.W.; Menjívar, R.A. 2001. Manual Técnico: Manejo Integrado de Plagas. Proyecto Regional de Fortalecimiento de la Vigilancia Fitosanitaria en Cultivos de Exportación no Tradicionales (República de China-OIRSA). VIFINEX-MAG-OIRSA-UES. 301P.

Stern, V.M.; Smith, R.F.; Van den Bosch, R.; Hagen, K.S. 1959. The integrated control concept. Hilgardia 29:81-101.

USDA. 1987 Agricultural Stadistics. Washington D.C.

Todos los derechos reservados

Este Manual Técnico no podrá ser total o parcialmente reproducido en ninguna forma, incluyendo fotocopia, sin la autorización por escrito de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

San Salvador, El Salvador, C. A., Junio 2004

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
UNIDAD DE POSGRADO**

DIPLOMADO EN PROTECCION DE PLANTAS

CURSO: SOCIOECONOMIA DEL MIP / GUIA DE LABORATORIO

Ing. Agr. M.Sc. Andrés Wilfredo Rivas

Ing. Agr. M.Sc. José Miguel Sermeño

1. De los siguientes datos hipotéticos que se presentan en la siguiente tabla:

Número de insectos/plantas	Rendimiento (qq/ha)
0	27.00
1	25.65
2	24.30
3	22.95
4	21.60
5	20.25

- grafique la relación entre variables
- determine y analice la ecuación general de rendimiento
- calcule el nivel de daño económico (NDE) para los siguientes datos: $C = 1500\text{um}$, $S=85\%$, $P=750\text{um}$
- analice que sucede con el NDE, cuando el precio de venta de la cosecha aumenta y cuando el precio baja.

2. Calcule el NDE para los siguientes datos:

PARÁMETROS	
$a = -0.184$	$d = 0.2857$
$b = -0.495$	$e = -3.243$
$c = 10.612$	$f = 11.421$

$$G(x) = P(x) - CA(x)$$

$$P(x) = ax^2 + bx + c \quad \text{y} \quad CA = dx^2 + ex + f$$

Donde: $P = 700\text{um}$ y $CA = 500\text{um}$

- asumiendo una relación lineal entre densidad de plaga y daño
- asumiendo una relación curvilínea:

$$NDE = X = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4^a (C/P)}}{2a}$$

c) analice ambos resultados por separado y comparados.

3. Con los siguientes datos de beneficio costo de diferentes umbrales de manejo de una plaga, determiné gráficamente cual es el umbral o densidad de plaga que maximiza las ganancias. Analice los resultados.

Umbral	Beneficio	Costo
0	1,150	2,600
1	1,150	1,500
2	1,125	890
3	1,090	690
4	1,000	510
5	850	390
6	600	290
7	150	190

4. De los siguientes datos correspondientes al manejo de una plaga, aplique el análisis de dominancia y el análisis marginal, para determinar cual es el tratamiento económicamente óptimo para el manejo de una plaga insectil.

Tratamiento	Insumo	Costos variables (um/ha)	Beneficios netos (um/ha)
1	Ninguno	1,440	6,216
2	Bt	1,920	6,082
3	Neem	2,325	7,059
4	Malatión	2,805	7,179

- trace la curva de costos (x) y beneficios (y), para realizar fácilmente el análisis de dominancia.
- Calcule cual de los tratamientos garantiza una tasa de retorno marginal (TRM) aceptable, asumiendo un cambio radical de manejo de plagas.

5. Con la tabla de costos e ingresos del manejo de sigatoca negra en banano:

Tratamiento	Costo de manejo (um/ha)	Ingreso bruto (um/ha)
Testigo	0.0	150,570
Quitina	22,303.05	185,808
Tilt	45,907.40	202,587

- Determine a través de la metodología de presupuesto parcial cual es el tratamiento más rentable desde el punto de vista económico.
- Efectúe el análisis de los resultados.

6. Determine por medio de un análisis de costo/efectividad cual tratamiento es el óptimamente económico para el manejo de una enfermedad, con los siguientes datos:

Tratamiento	% de efectividad	Costo (um/ha)
Dithane	75%	88.82
Cuprosán	70%	162.22
Curzate	85%	65.13
Manzate	80%	137.82
Benlate	90%	66.22
Phyton	95%	53.81

- escoja cuál es el mejor tratamiento desde el punto de vista económico
- analice los datos y el resultado.

7. De la siguiente tabla de evaluación de 2 fungicidas y tres variedades de trigo, contra *P. tritici*, calcule los beneficios netos y efectúe el análisis marginal de los datos.

Concepto	V local		V ₁		V ₂	
	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂
Rendimiento promedio (ton/ha)	1.16	1.56	1.28	2.19	1.33	2.5
Rendimiento ajustado (ton/ha)	1.02	1.37	1.13	1.92	1.17	2.2
Precio de campo (\$/ton)	1000	1000	900	900	1000	1000
Valor bruto de campo (\$/ha)	1020	1370	1017	1728	1170	2200
Costos monetarios variables						
Semilla (75kg a \$1.00/kg)	-	-	75	75	75	75
Fertilizante (\$/unidad)	-	400	-	400	-	400
Costos monetarios variables \$/ha	0	400	75	475	75	475
Costos de oportunidad variables						
Mano de obra por aplicación- días	-	2	-	2	-	2
Costo de aplicación (a \$50/día)	0	100	0	100	0	100
Costos variables totales (\$/ha)	0	500	75	575	75	575
Beneficio neto (\$/ha)						

- calcule los beneficios netos
- calcule la tasa de retorno marginal
- Concluya sobre los resultados.

8. Del siguiente presupuesto parcial de un ensayo de dos paquetes de tecnología de MIP para maíz: calcule los beneficios netos y las tasas de retorno marginal. De sus conclusiones.

Concepto	tratamiento	
	Tecnología actual	Tecnología MIP
Rendimiento promedio (ton/ha)	2.78	4.04
Ajuste por pérdidas de cosecha (10%)	x 0.9	X 0.9
Rendimiento neto (ton/ha)	2.5	3.64
Beneficio bruto de campo (\$/ha a \$232.50/ha)	581	846
Costos variables		
Fertilización (\$/ha)	107	205
Control de malezas (\$/ha)	30	55
Control de insectos (\$/ha)	52	79
Total de costos variables (\$/ha)	189	339
Beneficios neto (\$/ha)		
TRM (%)		

UNIDAD DE POSGRADO/CCAA/UES/JUN/2004.