

ESTIMACION DE LOS NIVELES DE DAÑO ECONOMICO PARA PLAGAS INSECTILES*

Allan J. Hruska**
Peter M. Rosset***

INTRODUCCION

Definición de una plaga

Un insecto herbívoro u otro organismo se constituye en una plaga cuando ha alcanzado un nivel poblacional que es suficiente para causar pérdidas económicas. La meta principal de la estimación de los niveles de daño económico ("economic injury levels") es definir "pérdida económica" para un cultivo dado y calcular el nivel poblacional de una plaga dada que provocaría tal pérdida.

Estimación de pérdidas

La estimación de las pérdidas en cultivos, provocadas por plagas insectiles, es el primer paso hacia la racionalización del combate de éstas. Una vez que son cuantificadas las pérdidas en diversos cultivos debidas a los distintos insectos, se puede priorizar el trabajo investigativo según la importancia económica que tienen las diferentes plagas. Además se pueden identificar problemas actuales de insectos antes no reconocidos como plagas, y de insectos que son objeto de muchas aplicaciones químicas a pesar de que no causan daños económicos. Finalmente los datos adquiridos permiten estimar el nivel de daño económico, obteniendo así información básica del manejo integrado de plagas.

CONCEPTO DEL NIVEL DE DAÑO ECONOMICO (NDE)

Definiciones: El nivel de daño económico y el umbral económico

Hay una gran confusión en la literatura entomológica entre el Nivel de Daño Económico (NDE) y el "Umbral Económico" ("economic threshold") o "Umbral de Acción" ("action threshold"). La

* Material preparado para el: "Curso/Taller sobre Estimación de los Niveles de Daño Económico para Plagas Insectiles". 24-28 Agosto, 1987. San José, Costa Rica, Proyecto MIP/CATIE/CR.

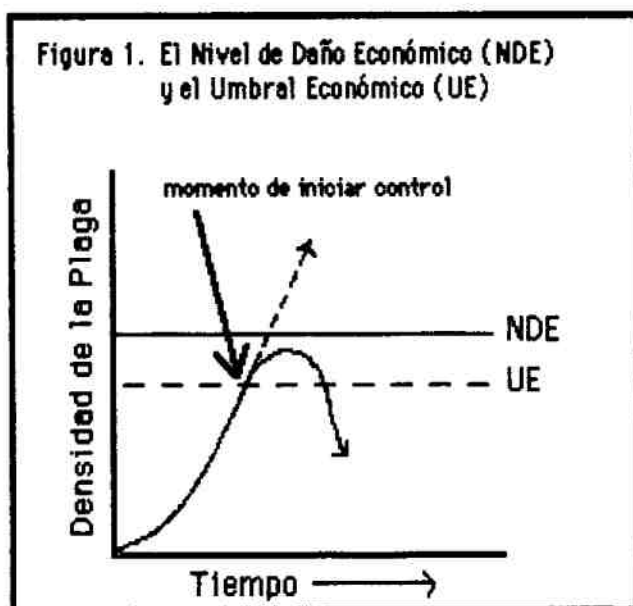
** Profesor, Escuela de Sanidad Vegetal, ISCA. Apartado 453, Managua, Nicaragua.

*** Coordinador, Proyecto MIP/CATIE/CR. Apartado 843-2050, San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.

tendencia ha sido la de usar estos términos como si fueran intercambiables, aunque en realidad son conceptos distintos. Recientemente se han publicado algunas revisiones de la literatura que aclaran esta situación (Poston et al., 1983; Andow y Kiritani, 1983; Pedigo et al., 1986).

El Nivel de Daño Económico es la densidad poblacional de plaga en la cual el costo del combate coincide con el beneficio económico esperado del mismo. La acción de control "salva" una parte del rendimiento, lo cual se hubiera perdido si no se hubiese implementado el control. Dicho "rendimiento salvado" tiene un valor monetario, que iguala al costo de implementar el control, si esto se hace cuando la densidad poblacional de la plaga alcanza el NDE. En otras palabras, el NDE es la densidad poblacional de la plaga donde el valor del rendimiento salvado cubre exactamente los gastos del control. Si la densidad de la plaga es menor, no sería rentable implementar el control.

El Umbral Económico (UE) o "umbral de acción" es generalmente definido como la densidad poblacional de la plaga donde el productor debe iniciar la acción de control para evitar que la población sobrepase el NDE en el futuro. Esto supone que hay un retraso entre la estimación de la densidad de la plaga (el "monitoreo") y el control de la plaga. Entonces el UE se encuentra a una densidad menor de la plaga que el NDE, para permitir el tiempo en que actúa el método del control (Figura 1).



El UE es sumamente difícil de estimar, porque depende de la futura dinámica poblacional de la plaga. Normalmente se requieren años de investigación para poder predecir el crecimiento de una población.

Se podría pensar en otros criterios potenciales para determinar un "umbral de acción". Su estimación podría depender, por ejemplo, de los factores subjetivos que incorpora el agricultor en su proceso de toma de decisiones, como de los recursos monetarios disponibles, el nivel de riesgo que él está dispuesto a aceptar, o el hecho de producir para autoconsumo versus de querer maximizar su ganancia, etc. Estos factores también son difíciles de cuantificar, y tampoco están realmente al alcance de nosotros.

En cambio el NDE es relativamente fácil de estimar, y nos podría servir como un primer paso o "umbral provisional" que divida las acciones de control en dos grupos: las que se implementan por debajo del NDE, **que no son rentables**; y las que se implementan del NDE para arriba, que sí **son rentables**. Esto quizás no indica la densidad "óptima" para iniciar un control, pero permite eliminar las aplicaciones no rentables y lógicamente innecesarias, "racionalizando" así el control químico. En este curso vamos a estimar los NDE's dejando la discusión de la estimación de los UE's o umbrales de acción, para el futuro.

Los componentes y cálculo del NDE

Volviendo a la definición del NDE,

"La densidad poblacional de la plaga en la cual el costo del control iguala al beneficio económico del control"

observamos que el NDE está compuesto por dos tipos de datos: datos biológicos provenientes de la experimentación, y datos económicos.

En la esfera biológica se ha de estimar 1) la relación entre la densidad poblacional de la plaga y el rendimiento del cultivo, y 2) la reducción de la densidad de la plaga ocasionada por el método de control (ej. una aplicación de un plaguicida). Los datos "económicos" que son necesarios son: 1) el precio de venta de cosecha (el valor), y 2) el costo del método de control (materia, maquinaria y mano de obra).

El NDE en su forma más sencilla está dado como la densidad de la plaga donde,

$$\text{Costo} = \text{Beneficio.}$$

Esta relación puede expresarse como,

$$C = mDSP,$$

donde 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 efectuado por el control
P = el precio de venta de la cosecha

Al reflexionar queda claro que el término **mDS** representa el "rendimiento salvado" por unidad de plaga, debido a la aplicación del control. Al multiplicar esta cantidad por P se obtiene el valor monetario de dicho rendimiento salvado. Para calcular la densidad de plaga equivalente al NDE, se resuelve la ecuación para D, o sea,

$$NDE = D^* = C/mSP$$

Esta es la forma más sencilla de la relación; sin embargo diferentes autores presentan distintas formas de la ecuación que son superficialmente diferentes. Por ejemplo se utilizan diferentes nombres para las mismas variables. También suele suponerse que la supresión de la plaga siempre es de 100%, y en tal caso no aparece S como variable. Algunos autores utilizan porcentajes para la supresión de la plaga, prefieren otras proporciones. A veces se habla en términos de rendimiento absoluto, a veces de "rendimiento perdido", o del "porcentaje del rendimiento perdido" (Rosset, 1986; Pedigo et al. 1986; etc.). Todas estas variaciones son válidas y no deben oscurecer la relación básica.

Ejemplo 1: 100% Supresión de la Plaga

Si el control es 100% efectivo (Hruska, 1987), la ecuación se reduce a:

$$C = mDP,$$

y el NDE a,

$$NDE = D^* = C/mP$$

Ejemplo 2: Porcentaje del Rendimiento Perdido

En lugar de hablar de rendimientos absolutos (ej. 1000 Kg/ha), se podría hablar del porcentaje de rendimiento perdido como consecuencia de la acción de la plaga (ver Figura 4). En estos casos las variables de interés son:

- C = costo de control
- m = porcentaje de reducción en el rendimiento por unidad de plaga
- D = densidad poblacional de la plaga
- S = grado de supresión de la plaga efectuado por el control
- P = precio de venta de la cosecha
- R = rendimiento del cultivo esperado en la ausencia de la plaga

Ahora **mDS** representa el **porcentaje** del rendimiento "salvado", y el **NDE** es la densidad de la plaga donde,

$$C = [mDSPR] / 100$$

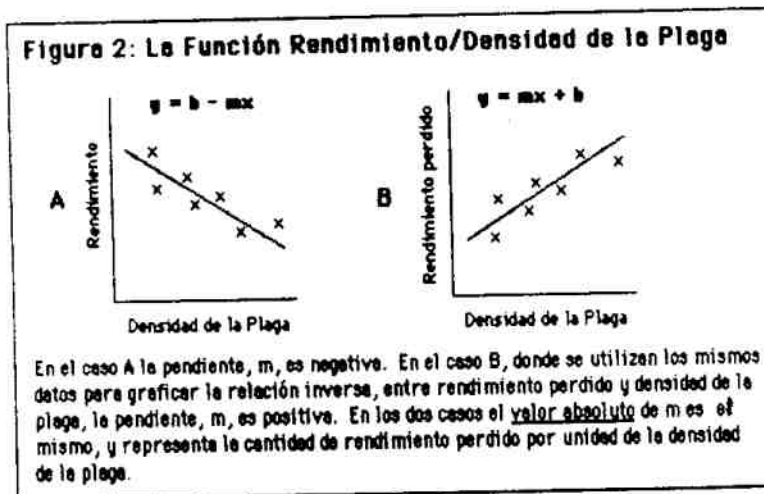
(se divide por 100 para convertir el porcentaje en proporción), y,

$$NDE = D^* = C(100) / [mSPR]$$

Este es el mismo análisis que presenta Rosset (1986), aunque se utilizan diferentes letras para representar las variables.

La relación entre la densidad de la plaga y el rendimiento

En las ecuaciones anteriores se utilizó la constante **m**, que representa la reducción causada en el rendimiento por "unidad" de la plaga. Esta constante se obtiene de la función que relaciona **Rendimiento/Densidad de la Plaga** ("yield/pest density function"), donde **m** es el valor absoluto de la pendiente de la línea que representa la relación entre el rendimiento del cultivo y la densidad de la plaga (ver Figura 2). La función es la ecuación de **regresión** entre las variables densidad y rendimiento. En algunos casos se supone una relación no lineal entre rendimiento y densidad (ver anexo).

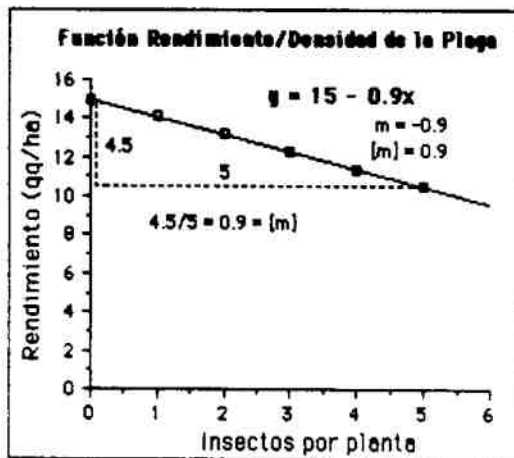


Ejemplo 3: El Cálculo del NDE

En un experimento hipotético obtuvimos los siguientes valores

<u>Numero de insectos por planta</u>	<u>Rendimiento qq/ha</u>
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



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

C = el costo de control = 1000€/\$/ha

S = el grado de supresión de la plaga efectuado por el control = 0.80 (80%)

P = el precio de venta de la cosecha 800€/\$/qq

D = número de insectos por planta

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

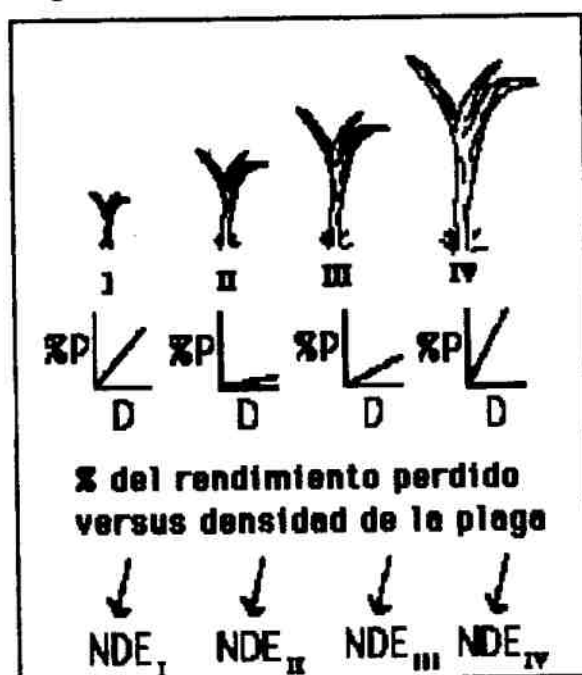
El NDE = $D^* = C / mDSP = 1000 / 0.9(0.80)800 = 1.74$ insectos/planta

Etapas fenológicas

La susceptibilidad de la planta al daño insectil varía durante la vida de la planta. Hay etapas fenológicas donde un daño mínimo causa una pérdida significativa del rendimiento, mientras que hay

otras etapas donde la planta tolera mayor daño sin perjudicar el rendimiento. En el tomate, por ejemplo, la etapa de plántula y de formación de frutos son susceptibles, mientras que durante la etapa de crecimiento vegetativo la planta típicamente puede soportar hasta una defoliación de 30% sin reducir el rendimiento final (Rosset, 1986). Entonces se ha de estimar separadamente para cada etapa fenológica de la planta, la relación entre el nivel poblacional de la plaga y el rendimiento perdido (ver Figura 3). Luego se utiliza el valor de m de cada etapa para calcular un NDE para la misma.

Figura 3. Etapas Fenológicas



ESTIMACION DE LAS CONSTANTES

Objetivos

Se observó anteriormente que el NDE está compuesto por datos biológicos y datos económicos. Los datos económicos son: el costo de control (material, maquinaria y mano de obra), el precio que recibe el productor por la cosecha, y la gama de rendimientos esperados en la ausencia de la plaga (para el análisis basado en el porcentaje de rendimiento perdido; (Rosset, 1986). Estos datos se obtienen de estudios del mercado, de los presupuestos del cultivo, y/o de entrevistas.

Los datos biológicos son: la efectividad del método del control (reducción efectuada en la densidad de la plaga), y la función rendimiento/densidad de la plaga. El primero se obtiene de "pruebas de productos", mientras que el segundo se puede obtener a través de diferentes tipos de experimentos.

