

UMBRALES ECONOMICOS: PROBLEMAS Y PERSPECTIVAS*

Peter Rosset**

ABSTRACT

According to the theory of economic thresholds, the economic injury level (EIL) is a pest density, whose estimation is based on both biological data coming from field tests and on economic data. The classic definition of EIL is the pest's population density at which the cost of control equals the benefit of it. The economic threshold also represents a pest density, but it is rather a decision-making tool. The classic definition of the economic threshold is the pest's population density at which control activities should be undertaken so that the population does not reach the EIL in the future.

The author has thoroughly disseminated these two concepts. However, in this paper he contends that the threshold theory involves serious problems which have become evident through time, namely that the model is not economically optimal and it is a static one, since it does not consider the effect that a given control action might have on the future dynamics of the pest.

RESUMEN

De acuerdo con la teoría de los umbrales económicos, el nivel de daño económico (NDE), es una densidad estimada de la plaga con base en datos biológicos provenientes de ensayos de campo, así como de datos de naturaleza económica. La definición clásica del NDE es la densidad poblacional de la plaga a la cual el costo y el beneficio son equivalentes. El umbral económico (UE), representa también una densidad de la plaga, pero es más bien un indicador para tomar decisiones. La definición clásica del UE es la densidad poblacional de la plaga a la cual se debe iniciar la acción de control para evitar que la población sobrepase el NDE en el futuro.

El autor ha difundido ampliamente estos dos conceptos. Sin embargo, en el presente trabajo reconoce que la teoría de los umbrales padece de serios problemas que se han hecho evidentes en el transcurso de los años, tales como que el modelo no es económicamente óptimo y que es estático, pues no considera el efecto que ejerce una acción de control sobre la futura dinámica poblacional de la plaga.

INTRODUCCION: La Historia de la Ciencia y las Definiciones Clásicas

"Hay un gran futuro en la entomología."

Woody Allen en Annie Hall, al encontrar artrópodos nocivos en el apartamento de Annie.

Según Thomas Kuhn (1962) en su famoso libro sobre la estructura de las revoluciones científicas, la historia de cualquier ciencia está marcada por revoluciones periódicas sobre las ideas dominantes, o paradigmas. No obstante, la mayor parte de la historia está comprendida por los periodos ubicados entre revoluciones, durante los cuales los científicos tienden a aceptar acriticamente los paradigmas dominantes.

Kuhn sostiene que la gran mayoría de los experimentos se diseñan con el propósito, explícito o implícito, de confirmar el paradigma y que el científico, inconscientemente, consigna los resultados contrarios en las categorías de "errores experimentales" o "experimentos fracasados." Una revolución ocurre solamente cuando se han acumulado tantos de estos resultados "anómalos", que la comunidad científica ya no los puede ignorar más. Únicamente en esta coyuntura relativamente breve se da un libre juego de ideas, hasta que un nuevo paradigma se impone y sustituye al caduco y fallido.

En la ciencia de la entomología el paradigma de los Niveles de Daño Económico y sus Umbrales Económicos asociados, ha representado un conjunto dominante de ideas desde la década de los 50 (Stern et al. 1959). El lector puede ver un desglose exhaustivo de este paradigma en revisiones recientes de la literatura tales como (Hruska y Rosset 1987; Pedigo et al. 1986; Poston et al. 1983; Andow y Kiritani 1983).

Según el "Paradigma de los Umbrales", el Nivel de Daño Económico o NDE, es una densidad de la plaga estimada con base en datos biológicos provenientes de ensayos de campo, así como de datos de naturaleza económica. Su definición clásica es:

La densidad poblacional de la plaga en la cual el costo de control iguala al beneficio del control (Hruska y Rosset 1987).

*Material presentado en 4º Congreso Nacional y 3º Congreso Internacional Sobre Manejo Integrado de Plagas, 23 al 26 de octubre de 1990, Managua, Nicaragua.

**Lider Proyecto CATIE/MAG-MIP Managua, Nicaragua.

En contraste, el Umbral Económico o UE aunque representa también una densidad de la plaga, es más bien una regla para la toma de decisiones. Su definición clásica es:

La densidad poblacional de la plaga donde se debe iniciar la acción de control para evitar que la población sobrepase el NDE en el futuro (Hruska y Rosset 1987).

La relación entre el NDE y el UE se presenta gráficamente en la Fig. 1.

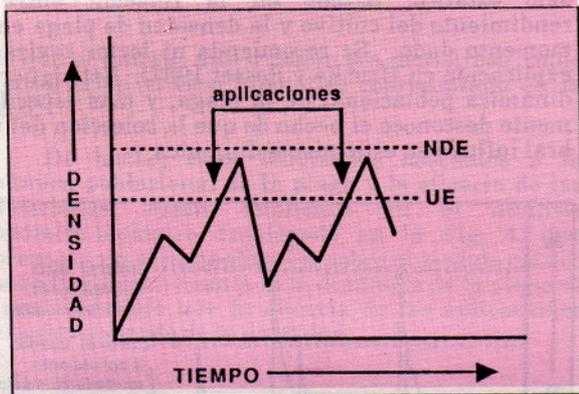


Figura 1. Relación entre el Nivel de Daño Económico (NDE) y el Umbral Económico (UE) según el modelo clásico. Note que se alcanza el UE antes de llegar al NDE.

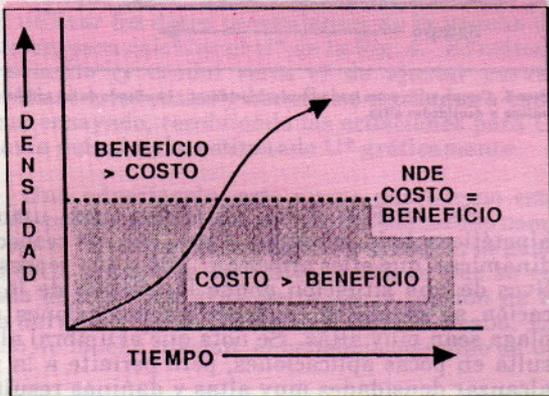


Figura 2. Según el concepto clásico el Nivel de Daño Económico (NDE) divide las densidades de la plaga en dos regiones: una donde no sería rentable hacer una aplicación y la otra donde sí sería rentable.

Esta discusión podría haber sido titulada "Confesiones de un Entomólogo", ya que el autor ha sido una de las personas que ha trabajado ampliamente en la difusión de estos conceptos y aquí pretende reconocer que el Paradigma de los Umbrales padece de serios problemas. Esto es de esperarse en un paradigma lo suficientemente viejo, como para acumular su buena cantidad de contradicciones. Andow y Rosset (1990) explican varios de los problemas, de los cuales se analizarán en mayor profundidad los siguientes:

- El modelo no es económicamente óptimo.
- Es un modelo estático que no toma en cuenta el efecto que ejerce una acción de control, sobre la futura dinámica poblacional de la plaga.

ENTOMOLOGOS Y ECONOMISTAS

El propósito o razón de ser del UE es maximizar la rentabilidad económica de las decisiones que tome el productor sobre el control de las plagas. Así que para evaluar este concepto hay que utilizar el criterio de ganancia. Y como el UE se define exclusivamente en relación con el NDE, es necesario iniciar este análisis con este segundo concepto.

Según el paradigma clásico el NDE divide las densidades de la plaga en dos regiones, como se observa en la Fig. 2. Una región del gráfico, representa las densidades donde no sería rentable ejercer una acción de control, tomando en cuenta el costo de ese control, porque su costo excedería al beneficio (el rendimiento recuperado); aunque se utiliza una aplicación de insecticida, en el caso del ejemplo, el concepto se aplica a cualquier acción de control. La otra región, consiste en las densidades donde la acción de control sí sería rentable (beneficio mayor que costo). El paradigma llega hasta aquí; sin embargo, surge la duda ¿cuál densidad maximiza la rentabilidad asociada con la aplicación?

La primera noción que llega a la mente es, entre más sobrepase la población al NDE, más rentable será la acción de control. Sin embargo, esto no es posible, ya que eventualmente habrá tantos insectos que éstos consumirán todo el cultivo, sin dejar ningún rendimiento recuperable (beneficio potencial = 0). La lógica sugiere que se deben representar tres regiones y no dos (ver Fig. 3), de tal manera que al aumentar la densidad de la plaga, se pasa consecutivamente desde la región donde el costo es mayor que el beneficio (mucho costo por pocos insectos) a la región donde el beneficio es mayor que el costo (valor del rendimiento recuperable, mayor que el costo de recuperarlo), y finalmente se pasa a otra región donde el costo es mayor que el beneficio (costo mayor que el valor del rendimiento recuperable).

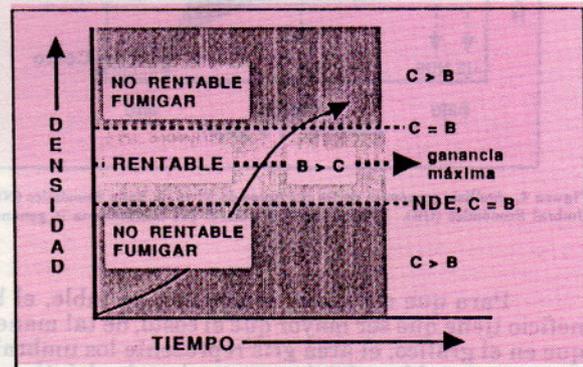


Figura 3. Un análisis más profundo del concepto del Nivel de Daño Económico (NDE) sugiere que la densidad de la plaga se debe dividir en tres regiones: una donde una aplicación sería rentable y dos donde no sería rentable (C = costo, B = beneficio).

De hecho este análisis es parecido al de los economistas agrícolas, que siempre han contado con su propia literatura sobre los umbrales (resumida por Horn 1988; Headley 1972 y 1975). Las dos literaturas no han convergido, posiblemente porque los entomólogos han enfatizado la densidad de la plaga en la cual hay que tomar acción, mientras que los economistas han tratado de optimizar la dosis o cantidad de producto a usar, lo cual para el entomólogo es algo dado por las instrucciones de la etiqueta y no sujeto a variación. Sin embargo, aquí se plantea la posibilidad de utilizar las herramientas analíticas de los economistas para analizar el caso de los umbrales y NDEs en términos biológicos.

El umbral: ¿económico o anti-económico?

Aprovechando parte del "análisis marginal", que los economistas aplican a la cuestión de dosis para el caso de umbrales, se obtiene el gráfico presentado en la Fig. 4. En un eje está el valor económico y en el otro el umbral definido como densidad poblacional de la plaga. La curva inferior representa los costos asociados al uso de diferentes umbrales. La curva disminuye con tasa decreciente, ya que un umbral más alto será alcanzado con menor frecuencia, dando lugar a menos aplicaciones y un costo menor, pero no alcanza cero dado que casi siempre existe la posibilidad, aunque remota, de alcanzar el umbral una vez. La curva superior representa el beneficio asociado a cada umbral posible, y disminuye monótonicamente desde el valor del rendimiento máximo obtenido en la ausencia de daño hasta cero -- o sea un daño de 100%. Un umbral muy bajo da un rendimiento alto, pero a un costo altísimo, mientras que un umbral alto da un costo bajo pero con un rendimiento nulo.

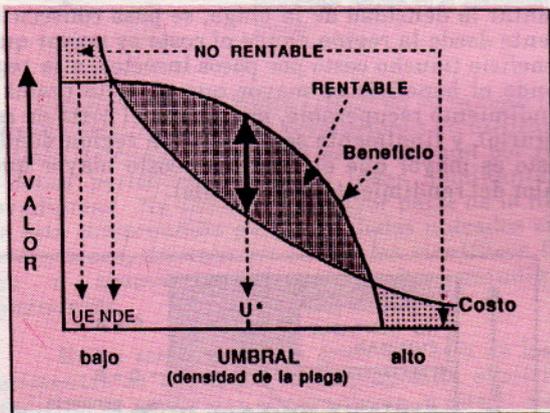


Figura 4. Análisis económico de los conceptos de Nivel de Daño Económico (NDE) y Umbral Económico (UE). U* representa el umbral que maximizaría la ganancia neta.

Para que cualquier acción sea rentable, el beneficio tiene que ser mayor que el costo, de tal manera que en el gráfico, el área gris represente los umbrales que son rentables. Lógicamente el umbral óptimo se obtiene como el punto U*, el cual maximiza la diferencia entre el beneficio y el costo. Pero esto resulta ser una lógica que hasta ahora aparenta haber es-

capado a nosotros los entomólogos. Aplicando la "lógica" clásica de los entomólogos al análisis presentado aquí, se obtendría que el NDE sería el punto donde el beneficio es igual al costo, y la rentabilidad sería un robusto cero. Más allá está el UE, recordando que siempre está en una densidad inferior a la del NDE, con una rentabilidad sumamente negativa. El colega economista Dr. James French al ver este análisis, comentó: "Por eso no hay muchos entomólogos como administradores de negocios!"

MODELO ESTÁTICO

El modelo clásico basado en el NDE es un modelo estático, basado en la relación entre el rendimiento del cultivo y la densidad de plaga en un momento dado. Se recomienda al lector revisar la explicación en Hruska y Rosset (1987). Esto ignora la dinámica poblacional de la plaga, y más específicamente desconoce el hecho de que la selección del umbral influye en esta misma dinámica.

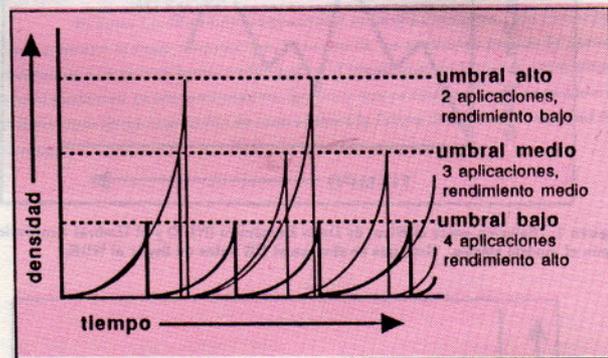


Figura 5. Comparación entre tres umbrales hipotéticos. La eficacia de las aplicaciones se mantiene a densidades altas.

En la Fig. 5 se presentan tres umbrales hipotéticos: bajo, mediano y alto, con las respectivas dinámicas que ellos provocan. Todos son representativos de una situación donde la eficacia de la aplicación se mantiene, aunque las poblaciones de la plaga sean muy altas. Se nota que el umbral alto resulta en pocas aplicaciones, pero permite a la plaga alcanzar densidades muy altas y dañinas resultando en un rendimiento bajo. Al otro extremo, el umbral bajo mantiene al mínimo la densidad de la plaga y así da un buen rendimiento, pero con mayores aplicaciones y más costos asociados. En muchos casos el umbral medio genera la mejor combinación de costos y beneficios, como se planteó en la sección anterior.

Sin embargo, el tomar en cuenta la dinámica particular de la plaga permite ver situaciones distintas, como el caso del picudo del algodón del cual se dice que es más fácil de controlar mientras presenta densidades bajas, pero que se vuelve incontrolable a densidades altas. O sea que la eficacia de las aplicaciones es inversamente dependiente de la densidad de la plaga. En este caso el umbral bajo, podría dar lugar a menos aplicaciones y mayor rendimiento, mien-

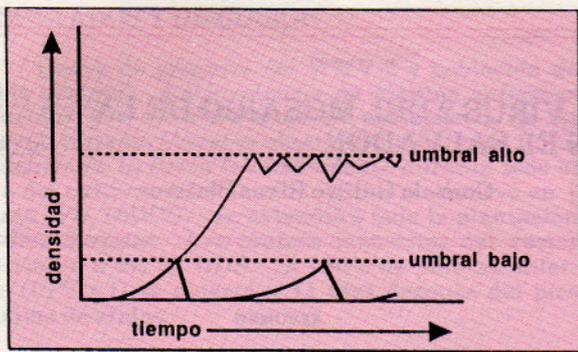


Figura 6. Comparación entre dos umbrales hipotéticos. La eficacia de las aplicaciones es inversamente dependiente de la densidad de la plaga.

tras que el umbral alto o medio sea desastroso, como se observa en el caso hipotético representado en la Fig. 6.

De hecho, estos fenómenos asociados a la dinámica poblacional de la plaga y la eficacia de las aplicaciones, están implícitos en el análisis económico-biológico desplegado en la Fig. 4, que representa un salto cualitativo sobre el modelo clásico que no tomaba en cuenta ni la dinámica de la plaga ni la posibilidad de que la eficacia de las aplicaciones fuera dependiente de la densidad.

Prueba de Umbrales y Utilidad del NDE; Apuntes Prácticos

Aunque no se haya hecho en el pasado, se podrían utilizar los datos provenientes de la prueba de umbrales, para calcular el U^* de la Fig. 4. El método más sencillo (y crudo) sería el de ajustar curvas cuadráticas a los costos y beneficios asociados a cada umbral ensayado, resolviendo las ecuaciones para U , o todavía más simple, estimando U^* gráficamente.

Una advertencia: este nuevo análisis no está libre de problemas o suficientemente elaborado como para ser el "nuevo paradigma." Por ejemplo, la debilidad de la prueba de umbrales radica en que su resultado depende, en gran parte, de la presión de la plaga durante el periodo en el cual se llevó a cabo. En un año de mucha presión, el beneficio obtenido de un

umbral sería diferente a un año de poca presión. Esta debilidad no es compartida por el modelo clásico, el cual permite extrapolar a diferentes densidades de la plaga. De esta forma cabría la siguiente recomendación provisional: repetir las pruebas de umbrales más de una vez, y, además, aún vale la pena realizar el análisis "clásico" de regresión entre las densidades de la plaga en diferentes etapas fenológicas y el rendimiento del cultivo (Hruska y Rosset 1987). Hay situaciones en donde no hay sustituto para esa metodología, tal como en los experimentos en jaulas donde se colocan diferentes cantidades de insectos sobre las plantas. □

LITERATURA CITADA

- ANDOW, D.A. y KIRITANI, K. 1983. The economic injury level and the control threshold. *Japan Pesticide Information* 43:3-9.
- ANDOW, D.A. y ROSSET, P.M. 1990. Integrated pest management. In C.R. Carroll, J.H. Vandermeer y P.M. Rosset (eds.). *Agroecology*, New York, McGraw-Hill. p. 413-439
- KUHN, T.S. 1962. *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago, University of Chicago Press.
- HEADLEY, J.C. 1972. Economics of agricultural pest control. *Ann. Rev. Entomol.* 17:273-286.
- HEADLEY, J.C. 1975. The economics of pest management. In R.L. Metcalf y W.H. Luckman (eds.). *Introduction to Insect Pest Management*, New York, Wiley. p. 75-99.
- HORN, D.J. 1988. *Ecological Approach to Pest Management*. New York: Guildford Press.
- HRUSKA, A.J. y ROSSET, P.M. 1987. Estimación de los niveles de daño económico para plagas insectiles. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* No.5:30-44.
- PEDIGO, L.P.; HUTCHINS, S.H. y HIGLEY, L.G. 1986. Economic injury levels in theory and practice. *Ann. Rev. Entomol.* 31:341-368.
- POSTON, F.L.; PEDIGO, L.P. y WELCH, S.M. 1983. Economic injury levels: reality and practicality. *Bull. Entomol. Soc. Am.* 29(1):49-53.
- STERN, V.M.; SMITH, R.F.; VAN DEN BOSCH, R. y HAGEN, K.S. 1959. The integration of chemical and biological of the spotted alfalfa aphid; the integrated control concept. *Hilgardia* 29:81-101.