

# Umbral económico de daño para insectos comedores de follaje de repollo (*Brassica oleraceae* var. *capitata*)

Economic threshold in cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) for chewing foliage insects

H. William Duarte G.<sup>1</sup>

Iván E. Urrutia P.<sup>2</sup>

Rubén D. Ariza O.<sup>3</sup>

Jesús E. Luque Z.<sup>3</sup>

## Resumen

En la Sabana de Bogotá los horticultores recurren con frecuencia al uso inadecuado de plaguicidas para el manejo de los problemas fitosanitarios del cultivo de repollo. Con el fin de aportar estudios básicos, acordes con los principios del Manejo Integrado de Plagas (MIP), se estableció un umbral económico de daño para insectos comedores de follaje de este cultivo. Se integraron el efecto del daño artificial sobre el rendimiento del cultivo, el costo del control y el precio del producto esperado en el mercado. El efecto de la defoliación se evaluó mediante la simulación de daño sobre las hojas envoltantes, en tres niveles (15, 30 y 45% de área foliar), durante dos épocas del cultivo: época inicial (35 a 55 días después del trasplante), época final (75 a 95 días después del trasplante) y el tratamiento correspondiente a defoliar la planta por dos veces (una vez en la época inicial y otra en la época final).

Cuando se estableció la existencia de daño sobre la cabeza, las pérdidas en rendimiento se expresaron en número de cabezas por hectárea. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con un arreglo factorial de 3 x 3 y tres repeticiones. Para establecer los costos del control se hizo un estudio de casos con diez horticultores de la zona. El precio esperado del producto se estableció mediante un análisis de tendencia y estacionalidad en el que se usó una serie his-

tórica de precios de doce años de la Central de Abastos de Bogotá.

Los resultados obtenidos muestran que cualquiera de los niveles de daño efectuados durante la época final del cultivo afectó más el rendimiento, que durante las otras épocas. Se establecieron modelos que describen el comportamiento de las pérdidas en rendimiento (kg/ha) para cada época evaluada. Además, se determinó un rango de costos del control que considera el ingrediente activo, el tipo de producto comercial y la forma de aplicación. Se pudo establecer que si se consideran los costos extremos de control, los valores máximo y mínimo esperados del producto en el mercado y el efecto de la defoliación, en ningún momento puede permitirse un daño en las hojas envoltantes superior al 3.7% del área foliar durante el período entre 35 a 95 días después del trasplante. Cuando el daño es causado directamente en las hojas que conforman la cabeza, sólo puede tolerarse un daño entre 150 y 1400 cabezas/ha, dependiendo del costo del control y del precio del producto.

**Palabras claves:** Nivel de daño Económico, Daño simulado, Costo de daño de insectos, Costo control químico, Defoliación artificial.

## Summary

Horticulturists of the "Sabana de Bogotá" frequently revert to an inadequate use of pesticides to manage cabbage pest problems. In order to contribute with basic knowledge needed for the implementation of an IPM program, the economic threshold for foliage feeding insects in this crop was established. The effect of artificial damage on yield was integrated into aspects of control costs and expected market values. Results of defoliation were determined simulating damage of the external cabbage leaves. Three levels (15, 30, and 45%) of foliar damage during two crop ages: initial (35 to 55 days after transplanting) and final (75 to 95 days after transplanting) were determined. Also treatments, defoliating

the plant two times, one at the initial and one at the final age were realized. Yield losses by head injury were stated as number of heads per hectare. The experiment was arranged in a randomized block design, factorial arrangement 3 x 3, three replications. To establish control costs, a case study of 10 cabbage's growers in the experimental area was carried out. A tendency analysis of seasonal patterns in cabbage market prices was made to determine the expected market value of the product. A 12 years series of prices at the "Central de Abastos of Bogotá" was used for this analysis.

The final results of this study were that any of the damage level inflicted during the final age of the crop, effected yield more than those carried out during other ages. Models which describe yield loss behavior (Kg/Ha) were established for each age tested. Furthermore a control cost range, considering the active ingredient, the commercial product and the kind of application was determined. It was established that, considering the extreme control cost, the maximum and minimum expected market value and the injury effect, no damage of the outer leaves higher than 3,5% of the foliar area can be allowed during the period between 35 and 95 days after transplanting. When the damage is caused directly to the leaves which form the head, only a damage between 150 and 1400 heads per hectare can be tolerated, depending on the control cost and the market value.

**Key words:** Economic Injury Level, Simulated injury, Insect damage's cost, Chemical control costs, Artificial defoliation.

## Introducción

En la Sabana de Bogotá las hortalizas son uno de los renglones productivos más importantes de la agricultura. Dentro de ellas el repollo, *Brassica oleraceae* var. *capitata*, es uno de los productos ampliamente sembrados con un área aproximada de 11.000 hectáreas al año, siendo los municipios de Madrid, Mosquera, Funza y Cajicá, los de la mayor producción (DANE 1992).

Uno de los problemas que enfrenta el cultivador de repollo es el de las plagas insectiles, siendo las de mayor importancia los masticadores de follaje que afectan el rendimiento y calidad del repollo al punto que las cabezas con perforaciones no son cosechadas (Gaitán y Mazenet 1983). Esta hortaliza es consumida en forma fresca y por ello no es conveniente el uso del control químico indiscriminado (Alomia 1984).

Existen varias especies de plagas masticadoras de follaje de repollo registradas en la literatura, siendo las más importantes el gusano de la col, *Ascia monuste* (Lepidoptera:

1 Ing. Agrónomo. Docente Ingeniería Agronómica, UDCA. A. A. 34204 Santafé de Bogotá. E-mail: [billiduarte@hotmail.com](mailto:billiduarte@hotmail.com)

2 Ing. Agrónomo. Asistente Técnico, CASUPA, Calle 117 No. 6-56, Santafé de Bogotá.

3 Docentes Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. A. A. 14490. Santafé de Bogotá

Pieridae), la palomilla del dorso de diamante, *Plutella maculipennis* Curtis (Lepidoptera: Yponomeutidae) y ocasionalmente, el muque de la papa, *Copitarsia consueta* (Lepidoptera: Noctuidae).

En la Sabana de Bogotá el control de estas plagas se basa en grandes volúmenes de insecticidas cuyo uso repercute negativamente sobre el ambiente, la fauna benéfica, la salud humana y, por supuesto, en la economía del agricultor. Estas aplicaciones se realizan por calendario y sin hacer uso de los criterios relacionados con los conceptos de Umbral Económico (UE) y Nivel de Daño Económico (NDE) señalados por Stern *et al.* (1959).

Los modelos propuestos asociados a estos conceptos han sido muy controvertidos por algunos autores que consideran que en ellos se excluyen muchos factores. Sin embargo, para otros investigadores la simplicidad de estos modelos es una razón importante para que sigan siendo herramientas útiles en la toma de decisiones (Pedigo *et al.* 1986).

Dentro del establecimiento de modelos de umbrales económicos y niveles de daño económico es importante considerar sus componentes: Precio esperado del producto en el mercado, costos de las técnicas de control disponibles, daño realizado por la especie o especies de insectos y respuesta de la planta al daño. Cada uno de estos componentes es variable en el tiempo y depende de otros factores que son dinámicos y sujetos a modificaciones ambientales y económicas (Pedigo *et al.* 1986; Onstand 1987; NAS 1988).

En cuanto al precio esperado del producto en el mercado, Pedigo *et al.* (1986) señalan que este componente depende del comportamiento histórico del mismo y de modelos económicos basados sobre las leyes de la oferta y la demanda, así como de condiciones financieras únicas para cada situación y de las ideas personales con respecto a las tendencias futuras.

Otro factor es el costo del control de la plaga y en él se pueden incluir tácticas de control químico, cultural o biológico. Es necesario considerar que estas prácticas nunca alcanzan una efectividad del 100% y que ella está sujeta a factores ambientales, a la susceptibilidad de la plaga, a la clase de control y al nivel de la aplicación. El costo del control debe considerar además el material, el equipo y el método de control utilizado, así como el efecto que la acción del control tenga sobre plantas y animales diferentes de las plagas (Onstand 1987).

El daño que la población de una especie o un complejo de especies plaga realiza sobre las plantas varía en su magnitud de acuerdo con los aspectos biológicos de éstas y en ocasiones de las condiciones ambientales. Respecto

a este factor se han definido las siguientes categorías de daño: Reducción en la densidad de siembra (trozadores), consumo de follaje, remoción de asimilados, trastorno en el balance de agua, destrucción de frutos y modificación de la arquitectura de la planta (Boote 1981 citado por Pedigo *et al.* 1986).

El otro elemento del modelo de NDE es la respuesta de la planta al daño, catalogado como el componente más importante del modelo por Pedigo *et al.* (1986). El daño, según Scott *et al.* (1988), es un estímulo que produce un cambio deletéreo en un proceso fisiológico. Así mismo, estos autores afirman que las lesiones causadas por diferentes especies de insectos producen en la planta respuestas fisiológicas uniformes y homogéneas. Los aspectos que más inciden en la respuesta de planta al daño son: Momento del ciclo del cultivo, estructuras atacadas, tipo de daño, intensidad del daño y efecto ambiental sobre la capacidad de la planta para tolerar el daño (Fenemore 1982, citado por Pedigo *et al.* 1986). Valderrama *et al.* (1977) incluyen, además, la especie o variedad del cultivo, el propósito del cultivo y las prácticas culturales realizadas como factores influyentes sobre la respuesta de la planta al daño. De estos aspectos, la intensidad del daño es el de mayor influencia sobre el modelo de NDE y por ello su relación con el rendimiento del cultivo se ha descrito como la "curva de daño" y se ha dividido en las siguientes fases: Estimulación, compensación, pérdidas no económicas y pérdidas económicas (Sterling 1984). El daño causado por los masticadores de follaje tiene como consecuencia la reducción del área fotosintética de la planta, por ello muchas prácticas de simulación de daño pueden aceptarse si se considera más importante el patrón temporal que el método de defoliación (Oshir 1984 citado por Scott *et al.* 1988).

Se han adelantado algunos trabajos en los que se han utilizado estos modelos para el cultivo de repollo: Chalfant *et al.* (1979) determinaron, en el sur de Georgia y Florida, que la presencia de 1 ó 2 orificios realizados por larvas de *Trichoplusia ni*, *Plutella xylostella* y *Pieris rapae* sobre las cuatro hojas externas más nuevas a partir de la formación de la cabeza era un nivel óptimo para la aplicación de insecticidas, sin que se redujera la proporción de cabezas con características comerciales aceptables con respecto a las producidas en parcelas en las que se hacían aplicaciones calendario.

Ladd *et al.* (1981) hacen referencia a un umbral de acción de 0,2 larvas de *Pieris rapae* o *Trichoplusia ni* por planta de repollo, como información no publicada en la evaluación de un aspersor operado intermitentemente por celdas fotoeléctricas. Cartwright *et al.* (1987) encontraron que para cultivos de repollo en el valle del Río Grande en Texas, el uso de um-

brales de acción de 0,3 larvas de *Spodoptera exigua*, *Trichoplusia ni* y *Plutella xylostella* pueden tener rendimientos iguales a los obtenidos en cultivos con aplicaciones semanales de insecticidas. East *et al.* (1989), a través de ensayos de laboratorio, determinaron la siguiente proporción de equivalencia de consumo de follaje de repollo para la totalidad del ciclo larval de *Plutella xylostella*, *Spodoptera exigua* y *Trichoplusia ni*: 1 : 4,3 : 18,4 medidos en gramos de follaje consumido por día en promedio.

Mediante el desarrollo del presente trabajo se determinaron los niveles de daño económico y umbrales económicos de daño en términos de unidades de daño foliar, aplicables a especies o complejos de especies de insectos masticadores de follaje de repollo.

## Materiales y Métodos

**Efecto del daño sobre el rendimiento del cultivo.** Para evaluar el efecto que tiene el daño en defoliación en las hojas externas, sobre el rendimiento, se utilizó la metodología del daño simulado sobre plantas de repollo variedad "Bola Verde", cultivadas en condiciones similares a las comerciales. Esta consistió en la realización de perforaciones sobre las hojas externas. Este ensayo se desarrolló durante 4 meses, en el Centro Agropecuario Marengo de la Universidad Nacional de Colombia, localizado en el municipio de Mosquera (Cundinamarca), con temperatura promedio de 14°C, precipitación media anual de 700 mm y humedad relativa promedio del 80%. Durante el tiempo del ensayo se contó con una precipitación total de tan sólo 97 mm.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con un arreglo factorial de 3 x 3 y tres repeticiones, en donde el factor principal fue el nivel de daño simulado, del cual se evaluaron el 15, 30 y 45% del área foliar removida y el segundo factor fue la época de cultivo, del cual se evaluaron: Epoca 1, 35 - 55 días después del transplante (35 a 50 hojas verdaderas); Epoca 2, 75 - 95 días después del transplante (64 a 78 hojas verdaderas) y Epoca 3, cuando el daño se realizó en las mismas plantas durante ambas épocas, en las cuales ya se había iniciado la formación de la cabeza. Se contó además con un testigo, al cual no se le ocasionó daño. Mediante un riguroso control químico no se permitió daño natural de insectos sobre ninguno de los tratamientos. La unidad experimental consistió de una parcela de 2,5 m x 5,2 m, donde se transplantaron plantas separadas 0,4 m entre sí y 0,5 m entre surcos. El daño se simuló sobre 20 plantas escogidas al azar de los surcos centrales, descartando plantas que presentarían alguna anomalía.

La determinación de la magnitud del área foliar a retirar se hizo midiendo este parámetro en 15 plantas, tomadas al azar, de los surcos que

separaban las repeticiones, un día antes de la realización del daño. Las perforaciones se realizaron con sacabocados tipo tijera de área conocida. En ninguna ocasión se realizó daño superior al 15% del área foliar durante un mismo día, lo que explica por qué es tan amplio el lapso de tiempo de cada época evaluada. Esto con el fin de contrarrestar las diferencias en la respuesta fisiológica que las plantas pueden presentar cuando sufren daño simulado frente al daño natural de los insectos señalados por Ostlie y Pedigo (1985) citados por Scott *et al.* (1988).

El manejo del cultivo se hizo con criterio agronómico y considerando las prácticas realizadas por los agricultores de la zona. Al momento de la cosecha se evaluaron las variables: peso fresco de las plantas cortadas a ras de suelo, peso fresco de las cabezas y diámetro horizontal de las cabezas. Estas medidas se realizaron sobre 18 de las 20 plantas escogidas al azar desde el comienzo del experimento. Se establecieron ecuaciones de pérdidas en rendimiento para cada época evaluada.

Para evaluar el efecto del daño que los insectos realizan sobre las hojas que conforman la cabeza se utilizó el criterio mediante el cual cabezas que presenten cualquier tipo de daño no son cosechadas y se estableció el índice "número de cabezas cosechadas por hectárea". Esto considerando que cada planta representa una cabeza y que este índice es útil también cuando se tienen problemas de trozadores en las épocas tempranas del cultivo o incluso en semillero.

**Costo del daño.** Para el establecimiento de este componente se consideraron las pérdidas en rendimiento, obtenidas de las respuestas del cultivo al daño, para darles un valor al multiplicarlas por el precio esperado en el mercado. Este valor se estableció de acuerdo con un análisis de tendencia y estacionalidad realizado con la información de doce años suministrada por la Unidad de Precios y Planeación de CORABASTOS y utilizando para ello la metodología propuesta por Orozco (1975). Se obtuvo una ecuación útil para la proyección de estos valores.

**Costo del control.** A través de un estudio de casos con diez agricultores de la zona se estableció un rango de costos de tácticas de control, que involucra los ingredientes activos y los productos comerciales utilizados, así como el tipo de aplicación que realizan (costo de mano de obra y equipos).

**Modelo de nivel de daño económico.** Se utilizó una modificación del modelo propuesto por Onstand (1987) y en él no se presenta el NDE como la densidad de una población determinada, sino como la proporción de área foliar que puede perderse antes de que se tome

una medida de control. En el modelo se igualó el costo del control (CC) con el costo del daño (CD):

$$\text{(Ecuación 1)} \quad CC = CDo - CDi$$

En donde CDo representa el costo del daño cuando no se ejerce el control, mientras el CDi representa el costo del daño cuando la medida de control no ha sido el 100% eficiente. Aunque el costo del daño depende de la densidad de la población de la plaga, en este modelo ella no se consideró, por depender de aspectos no abarcados en este trabajo, por ello solo se presentará un modelo de nivel de daño en términos de porcentaje de área foliar:

$$\text{(Ecuación 2)} \quad CC = PR \times Pz - PR \times Pz \times S$$

Donde PR son las pérdidas en rendimientos como consecuencia del daño; Pz es el precio del producto esperado para el momento de la cosecha y S es la proporción de supervivencia de la plaga ante la estrategia de control. Si se considera que las pérdidas de rendimiento varían de acuerdo con la época en que se realiza el daño, la ecuación sería:

$$\text{(Ecuación 3)} \quad CC = a \times ND \times Pz - a \times ND \times Pz \times S$$

En donde a es el coeficiente de daño correspondiente a la época en que se encuentre el cultivo en el momento de sufrir el daño y ND es la proporción de área foliar máxima que puede perderse. Entonces el modelo utilizado para el nivel de daño es:

$$\text{(Ecuación 4)} \quad ND = \frac{CC}{a \times Pz (1-S)}$$

Cuando el daño es efectuado por las plagas sobre las hojas que conforman la cabeza puede adaptarse este modelo de la siguiente forma:

$$\text{(Ecuación 5)} \quad NCA = \frac{CC \times DR}{R \times Pz \times S}$$

En donde NCA es el número máximo de cabezas que puede dejar de cosecharse en una hectárea; DR, es la densidad real de siembra del cultivo y R es el rendimiento esperado en kg/ha.

## Resultados y Discusión

### Efecto del daño sobre el rendimiento

**Peso fresco de plantas.** Como puede observarse en la tabla 1, los tratamientos que mostraron diferencias significativas con respecto al testigo fueron aquellos en los que se realizó 15 y 30% de daño durante las épocas 2 y 3, así como cuando se realizó el 45% durante la época 2.

Desde el punto de vista estadístico, cuando el cultivo pierde hasta el 45% del área foliar durante la época comprendida entre los 35 y 55 días posteriores al trasplante, no se afecta el peso fresco de las plantas. Quizá esto pueda ser explicado por el concepto de García (1970) citado por Laverde (1981) mediante el cual se afirma que remociones de estructuras que actúan como demanda fisiológica (hojas jóvenes) durante etapas tempranas no afectan el rendimiento final e incluso lo pueden aumentar. En este caso el efecto compensatorio de la curva de daño mencionado por Sterling (1984) y Pedigo *et al.* (1986) se ha dado en la totalidad de la planta.

La similitud estadística entre el tratamiento de 45% de daño durante la época 1 y el testigo, es algo más complejo de explicar. Es probable que la severidad del daño durante la época 1 haya estimulado el incremento de las tasas fotosintéticas del área foliar remanente a tal punto que al sufrir daño por segunda vez durante la época 2 ya se había recuperado y adquirido un área foliar suficiente que les permitió tolerarlo. Es posible también que las hojas afectadas por el daño, en una de las dos ocasiones o en ambas, hayan sido hojas viejas y de baja tasa fotosintética.

**Peso fresco de cabezas.** El efecto del daño sobre esta variable no fue significativo, a niveles del 15 y del 45% cuando fue practicado durante la época 1, como si lo fue en los demás

**Tabla 1.** Efecto del daño simulado en cada época del cultivo evaluado sobre el peso fresco de 18 cabezas de repollo (kg)

NIVEL DE DAÑO (%)	EPOCAS DE CULTIVO		
	35-55ddt	75-95ddt	35-55 y 75-95 ddt
0	38.81 a	38.81a	38.81a
15	26.57ab	20.05b	22.42b
30	23.45ab	15.13b	23.34b
45	27.75ab	19.70b	23.97b

ddt= Días después del trasplante

Los valores seguidos con letras similares no son significativamente diferentes entre si (Tukey 10%)

tratamientos con relación al testigo (Fig. 1). Sin embargo, puede observarse que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos (Tukey 10%). Es decir que desde el punto de vista estadístico, las plantas de repollo evaluadas pudieron tolerar niveles del 15 y 45%, cuando éste se realizó durante la época 1, sin ver alterado el peso fresco de sus cabezas. De otra parte, cuando el cultivo pierde tan solo el 15% del área foliar de sus hojas envoltantes, durante la época en la cual las plantas presentan 64 a 78 hojas (75 - 95 ddt), hay disminución significativa del peso fresco de las cabezas.

Puede observarse, además, que el 30% de daño durante la primera época, afectó de forma significativa esta variable. Esto quizá pueda explicarse diciendo que las plantas de repollo variedad "Bola Verde" pueden tolerar defoliación hasta de por lo menos 15% sin ver afectado el valor de esta variable pero no pueden tolerar al rededor del 30% de defoliación. Sin embargo, niveles de daño del 45% durante esta época pueden estimular la manifestación de un efecto compensatorio similar al señalado por Sterling (1984). Estos resultados también permiten afirmar que la defoliación entre el 15 y 45% durante la segunda época únicamente, tiene el mismo efecto sobre el peso fresco de cabezas que la defoliación durante ambas épocas.

Desde el punto de vista económico estos resultados deben ser analizados de otra forma pues si se llevan a términos de rendimiento (ton/ha) y se ajustan a un modelo lineal, pueden presentarse pérdidas como las que se observan en la figura 2. En este gráfico se presentan además las ecuaciones que representan las pérdidas en rendimiento cuando el daño es ejecutado durante cada una de las épocas del cultivo.

Los modelos para cada una de las épocas del año son:

(Ecuación 6) Época 1:  $PR = 458,6 ND$

(Ecuación 7) Época 2:  $PR = 723,3 ND$

(Ecuación 8) Épocas 1 y 2:  $PR = 552,6 ND$

**Diámetro horizontal de las cabezas.** Tal como se percibe en la tabla 2, sólo cuando cualquiera de los niveles de daño se ocasiona durante la época 2 del cultivo se ve afectada esta variable respecto al testigo, sin embargo no hubo diferencias entre niveles de daño. Si se considera que esta variable tiene una correlación alta ( $r = 0,98$ ) con el peso fresco de cabezas, la explicación de este comportamiento puede ser similar al de ella. Se observa además que ninguno de los niveles de daño durante la épocas 1 y 2 generó respuestas diferentes a las del testigo para el diámetro horizontal, cuando sí las mostró para el peso fresco de cabezas influyendo quizá sobre su firmeza.

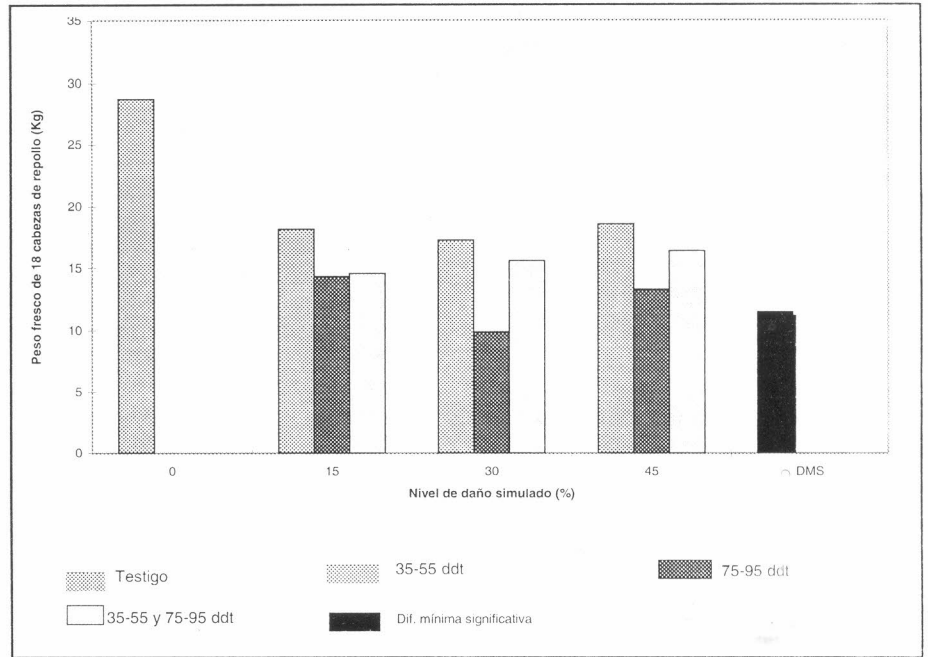


Figura 1. Efecto del daño simulado-en cada época del cultivo sobre el peso fresco de cabezas de repollo.

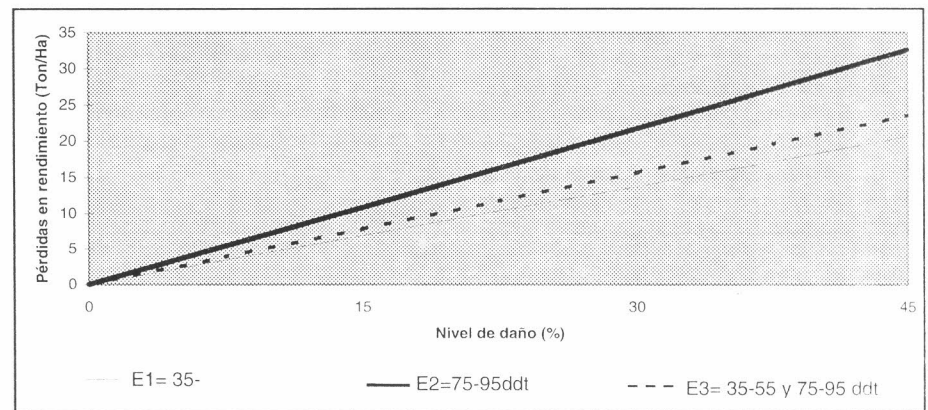


Figura 2. Efecto del daño simulado durante cada época del cultivo evaluada sobre el rendimiento

**Precio del repollo en el mercado**

La tendencia de los precios del repollo en la Central de Abastos de Bogotá se obtuvo mediante el método de los mínimos cuadrados, encontrándose un coeficiente de correlación altamente significativo (-0,24) para el número de datos considerados (144). Se determinaron también los índices estacionales y de esta forma se pudieron predecir los precios presentados en la figura 3. De este análisis se derivó la siguiente ecuación:

(Ecuación 9)  $Pz = 75,01 - 0,147 t$

En donde Pz es el precio esperado y t es el coeficiente asignado a cada uno de los meses para los cuales se quiere hacer la predicción.

Se observa, en la figura 3, que los precios máximos se esperaban para el mes de abril, mientras los precios más bajos para los meses de junio, julio y agosto, en los tres años.

**Costo del control**

A través del estudio de casos con agricultores de la zona de Madrid y Mosquera se pudieron determinar los costos del control de insectos comedores de follaje que se indican en la tabla 3. El control químico es el único usado; además, hay una gran variación en los métodos de aplicación de insecticidas que inciden en el costo del manejo de las plagas. Se encontró que el costo más bajo del control (\$5,670 / ha) correspondió al uso de tiometón (\$870/ha) con un solo jornal por hectárea

(\$4.800), mientras el costo más alto (\$45.224/ha) correspondió al metamidofos (\$11.624/ha) con 8 jornales/ha (\$33.600).

Adicionalmente, se logró establecer que, para la zona, el costo del control de insectos plaga oscila entre el 2.12 y el 9.58% de los costos de producción total del repollo.

**Modelo de nivel de daño económico**

La ecuación 4, propuesta en materiales y métodos, puede ser utilizada para determinar el porcentaje de área foliar máxima que puede perder el cultivo sin que las pérdidas ocasionadas por este daño excedan el costo del control. Este modelo puede ser usado con la información proporcionada en este trabajo. Por ello se utilizó, con las condiciones extremas de daño, el precio del repollo esperado

**Tabla 2.** Efecto del daño simulado en cada época del cultivo evaluado sobre el diámetro horizontal de las cabezas de repollo (cm)

NIVEL DE DAÑO %	EPOCAS DE CULTIVO		
	35-55 ddt	75-95 ddt	35-55 y 75-95 ddt
0	16.00a	16.00a	16.00a
15	13.90 ab	12.27 b	12.83 ab
30	13.73 ab	11.31 b	13.00 ab
45	13.83 ab	11.93 b	13.10 ab

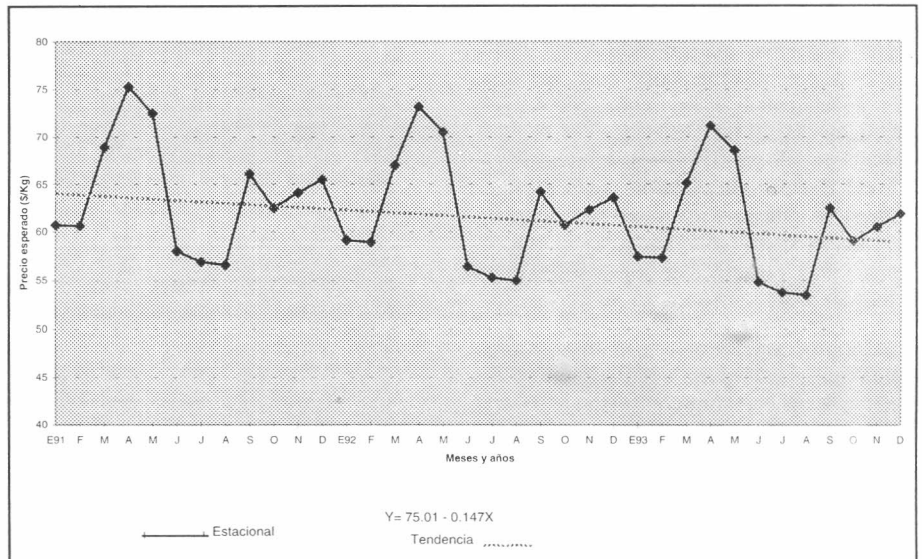
ddt: días después del transplante

Los valores seguidos con letras iguales no son significativamente diferentes entre sí. (Tukey 10%)

en el mercado y el costo del control. Si el cultivo se encuentra entre los 75 y 95 días de transplantado (PR = 723,3 kg/ha ND) y la cosecha se realizaría en abril de 1992 cuando se espera un precio de \$ 73,20/kg y se dispone de una práctica de control cuyo costo es de \$5.670.00 /ha, asumiendo una eficiencia de este control del 90%, el nivel máximo de daño que podría permitirse:

$$ND = \frac{\$ 5.670 / ha}{723,3 \text{ kg/ha} \times 73,20 / \text{kg} \times 0.10} = 1,1\%$$

Si las condiciones hubiesen sido opuestas, un cultivo que se encuentra entre los 35 y 55 ddt (PR = 458,6 kg/ha ND) cuya cosecha se espera en agosto de 1993 (precio esperado \$53,50/kg) y cuando solamente se dispone de



**Figura 3.** Tendencia y precios esperados del repollo para los años de 1991 a 1993 (Pesos reales de marzo de 1992 en Corabastos)

**Tabla 3.** Costo del manejo de plagas del repollo en la zona de Madrid y Mosquera

Insecticida y Costo	T.A. *	Costo de c/aplic \$	Costo Total \$	Insecticida y Costo \$	T.A. *	Costo de c/aplic. \$	Costo Total \$	Insecticida y Costo \$	T.A. *	Costo de c/aplic \$	Costo Total \$
	1	32.000	43.108		1	32.000	35.554		1	32.000	34.665
Metamidofos (1) \$11.108	2	33.600	43.708	Metamidofos (1) \$3.544	2	33.600	37.144	Dimetoato 2.665	2	33.600	36.265
(600gr de i.a/lt)	3	24.000	35.108	(600 gr de i.a./lt)	3	24.000	27.544	(800 gr de i.a./lt)	3	24.000	26.665
	4	25.200	36.308		4	25.200	28.744		4	25.200	27.865
	5	4.800	15.908		5	4.800	8.344		5	4.800	7.465
Tiometon \$870	1	32.000	32.870	Carbofuran \$3.245	1	32.000	35.245	Profenofos 11.624	1	32.000	43.624
(250gr de i.a./lt)	2	33.600	34.470	(330gr de i.a/lt)	2	33.600	36.845	(500gr. de i.a./lt)	2	33.600	45.224
	3	24.000	24.870		3	24.000	27.245		3	24.000	35.624
	4	25.200	26.070		4	25.200	28.445		4	25.200	36.824
	5	4.800	5.670		5	4.800	8.045		5	4.800	16.424
Deltametrina \$3.119	1	32.000	35.119	halotrina \$3.119	1	32.000	35.119	Clorpirifos 7.371	1	32.000	39.371
(25gr de i.a./lt)	2	33.600	36.719	(50gr. de i.a./Lt)	2	33.600	36.719	(480gr. de i.a./lt)	2	33.600	40.971
	3	24.000	27.119		3	24.000	27.119		3	24.000	31.371
	4	25.200	28.319		4	25.200	28.319		4	25.200	32.571
	5	4.800	7.919		5	4.800	7.919		5	4.800	12.171

TA\*: Tipo de aplicación. 1: 8 jornales/ha\*\$4000 2: 8 jornales/ha\*\$4200 3: 6 jornales/ha\*\$4000 4: 6 jornales/ha\*\$4200 5: Uso de maquinaria/hora \$4800

(1) La diferencia en el precio comercial de este ingrediente activo obedece a la utilización de dos productos diferentes que lo contienen

una medida de control que cuesta \$43.108/ha con una eficiencia del 50%, el porcentaje de área foliar máximo que puede ser removido es:

$$ND = \frac{\$ 45.224 / \text{ha}}{458,6 \text{ kg/ha} \times 53,5 / \text{kg} \times 0,50} = 3,69\%$$

Estos resultados significan que poblaciones de insectos comedores de follaje de repollo en la Sabana de Bogotá que destruyan entre el 1,1 y el 3,5 % del área foliar constituida por las hojas externas, dependiendo de las condiciones de precios esperados y costo del control, son el nivel de daño económico. Aún en las circunstancias más desfavorables, el NDE es bastante bajo para las épocas evaluadas, por ello el UE será una densidad de población muy baja o casi nula cuya magnitud dependerá de las características biológicas de cada especie (longevidad, capacidad de consumo, ciclo de vida, hábitos).

Cuando se desea determinar un nivel de daño para insectos comedores de follaje que se alimentan de las hojas que conforman la cabeza, puede usarse el modelo descrito por la ecuación 4. En él deben tenerse en cuenta la densidad de siembra real del cultivo y el rendimiento esperado. Estos dos parámetros fueron obtenidos también del estudio de casos.

La densidad real (entre 33.333 y 78.333 planta/ha) se calculó con base en las distancias de siembra más utilizadas en la zona (0,3 x 0,4 m) y las pérdidas ocasionadas por razones diferentes al daño de los comedores de follaje (entre el 6 y el 20% de las cabezas). De otra parte el rendimiento reportado por los agricultores de la zona oscila entre 18.75 y 37.50 ton/ha.

De acuerdo con esta información si se escogen las condiciones más favorables, la aplicación de la ecuación 4 sería la siguiente:

$$NCA = \frac{\$ 5670/\text{ha} \times 73.333 \text{ cabezas/ha}}{37.500 \text{ kg/ha} \times \$73,20/\text{kg} \times 0,10} = 151 \text{ cabezas/ha}$$

la aplicación del modelo en las condiciones desfavorables sería la siguiente:

$$NCA = \frac{\$45,224/\text{Ha} \times 33,333 \text{ cabezas/ha}}{18,750 \text{ kg/ha} \times \$53,50/\text{kg}} = 1,502,76 \text{ cabezas/ha}$$

En resumen, puede permitirse daño de defoliadores sobre 151 a 1432 cabezas/ha dependiendo de las condiciones de precios en el mercado y costos del control, así como de la densidad de siembra y del rendimiento esperado. Estos valores representan tan solo el 0,2 y 4,3% de las plantas sembradas respectivamente.

## Conclusiones

- El repollo variedad "Bola Verde", cultivado en la Sabana de Bogotá, es más tolerante al daño causado por insectos masticadores de follaje sobre sus hojas externas durante el período comprendido entre los 35 y 55 días de transplantado, con 35 a 50 hojas, que durante el período comprendido entre los 75 y 95 días de transplantado, con 64 a 78 hojas.
- El rendimiento del cultivo de repollo cuando sufre daño por dos veces, durante las épocas comprendidas entre los 35 a 55 y 75 a 95 días posteriores al transplante, es muy similar al obtenido cuando solamente sufre este daño por una vez entre los 75 y los 95 días después del transplante.
- A pesar de que los precios en el mercado del repollo tienden a bajar, el uso de medidas de manejo de las poblaciones de insectos masticadores que se alimentan tanto de las hojas externas como de las hojas de la cabeza, se justifica en buena medida.
- Conocido el efecto de los insectos comedores de follaje sobre el rendimiento del cultivo de repollo y el uso intensivo de insecticidas por parte de los agricultores, se hace imperante la orientación de la investigación hacia la profundización en el conocimiento de estas plagas y la búsqueda de nuevas alternativas para su manejo.
- La utilización efectiva y práctica del modelo propuesto demanda mayor conocimiento sobre los aspectos biológicos de las especies insectiles que se han identificado como plagas comedoras de follaje del repollo.
- El daño simulado es una alternativa interesante y útil para la evaluación de las respuestas fisiológicas de las plantas, por ello un conocimiento previo, lo más completo posible de la fisiología de las plantas, mejorará la formulación de la metodología a utilizar y la calidad de los resultados.

## Bibliografía

- ALOMIA B. 1984. Principales plagas de las crucíferas y su control. Instituto Colombiano Agropecuario. Manual de Asistencia Técnica No. 28: 201-225
- CARTWRIGHT, B.; EDELSON, J.; CHAMBERS, C. 1987. Composite action thresholds for the control of lepidopterous pest on fresh market cabbages in the lower Rio Grande of Valley of Texas. Journal of Economic Entomology 80: 175-181.
- CHALFANT, R.; DENTON, W.; SCHUSTER, D.; WORKMAN, R. 1979. Management of Cabbage Caterpillars in Florida and Georgia

by using Visual Damage Thresholds. Journal of Economic Entomology 72: 411-413.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (DANE). 1992. Boletín de Estadística. 1978-1992.

EAST, D.; EDELSON, J.; CARTWRIGHT, B. 1989. Relative Cabbage Consumption by the Cabbage Looper (Lepidoptera: Noctuidae), Beet Armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) and Diamond back Moth (Lepidoptera: Plutellidae). Journal of Economic Entomology 82 (5): 1367-1369.

GAITAN, M. G.; MAZENETT, C. 1983. Reconocimiento, identificación y comportamiento de insectos plaga en el cultivo del repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata*) en el área del departamento de Cundinamarca. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Trabajo de Grado de Ingenieros Agrónomos. 110 p.

LADD, T.; RICHARD, D.; SIMONET, D. 1981. Integration of a Photoelectrically Operated Intermittent Sprayer with Action Level Thresholds for Control of Lepidopteran Pests of Cabbage. Journal of Economic Entomology 74: 698-700.

LAVERDE, C. 1981. Evaluación preliminar de daño causado por *Spodoptera frugiperda* en algodón (*Gossypium hirsutum* L.). Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Trabajo de Grado de Ingeniero Agrónomo. 95 p.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1988. Manejo y control de plagas de insectos: control de plagas de plantas y animales. v. III. Editorial Limusa, México. 522 p.

ONSTAD, D. 1987. Calculation of economic injury levels and economic thresholds for pests management. Forum. Journal of Economic Entomology 80: 297-303.

OROZCO, R. 1975. Algunas técnicas en el análisis de precios y pruebas estadísticas relacionadas. Instituto Colombiano Agropecuario. Temáticas didácticas. 35 p.

PEDIGO, L. P.; HUTCHINS, S. H.; HIGLEY, L. G. 1986. Economic injury levels in theory and practice. Annual Review Entomology 31: 341-368.

SCOTT, H.; HIGLEY, L.; PEDIGO, L. 1988. Injury Equivalency as a basis for developing multiple species economic injury levels. Forum: Journal of Economic Entomology 81(1): 1-8

STERLING, W. 1984. Action and inaction level in pest management The Texas Agricultural Experiment Station. Bulletin 1480. 20 p.

STERN, V.M.; SMITH, R.E.; BOSCH, R. VANDEN; HAGEN, K.S. 1959. The integrated control concept. Hilgardia 29: 81-101

VALDERRAMA, R.; AVALOS, F.; GOMEZ, L.; SCHOONHVEN, A. 1977. Niveles previos de daño económico para *Empoasca kraemeri* en el cultivo del frijol en el Valle del Cauca. Revista Colombiana de Entomología 3 (3-4): 105-118.