

Modelos descriptivos y predictivos de poblaciones de *Thrips tabaci* en el cultivo del ajo en Cuba

José Cortiñas Abrahantes¹

S.F. Jiménez Jiménez¹

Sonia Reyes Tornos²

RESUMEN. A partir de los resultados obtenidos en un estudio sobre la fluctuación de la población de *Thrips tabaci* Lindeman en el cultivo del ajo (*Allium sativum* L.) en las provincias de La Habana y Holguín, se llevó a cabo el análisis y la selección de modelos para la descripción y la predicción del crecimiento de las poblaciones de esa especie a partir de su relación con los factores abióticos. Se demostró que el modelo logarítmico basado en la fenología y las variables climáticas (precipitación, humedad relativa y la temperatura media) resulta eficiente para estimar las densidades de población de esta plaga. Se obtuvieron ecuaciones, con altos coeficientes de determinación, que permiten predecir el crecimiento de las poblaciones, de las cuales se consideró como más eficientes, para La Habana el modelo $\text{Log (Pob-tot)} = 0,8354 \text{ Log (Pob-tot}^*) + 0,5495 \text{ Log (35 - Tmed}^*)$, y para Holguín el modelo $\text{Log (Pob-tot)} = 0,9016 \text{ Log (Pob-tot}^*) + 0,3086 \text{ Log (35 - Tmed}^*)$.

Palabras clave: Ajo, fluctuación de la población, modelos descriptivos, modelos predictivos, *Thrips tabaci*.

ABSTRACT. Descriptive and predictive models of *Thrips tabaci* populations in garlic plantations in Cuba. With the results obtained from a study on the population dynamics of *Thrips tabaci* Lindeman in garlic (*Allium sativum* L.) crops in Havana and Holguín, an analysis and a model selection were carried out to describe and predict population growth patterns of this species, starting from its relationship to abiotic factors. It was demonstrated that the logarithmic model based on the phenology and climatic variables (rainfall, relative humidity and the mean temperature) is efficient at estimating population densities of this pest. Equations were obtained, with high coefficients of determination that allow predicting the population growth. For Havana, the most efficient model is $\text{Log(Pob-tot)} = 0.8354 \text{ Log (Pob-tot}^*) + 0.5495 \text{ Log (35- Tmed}^*)$, and for Holguín the model $\text{Log(Pob-tot)} = 0.9016 \text{ Log (Pob-tot}^*) + 0.3086 \text{ Log (35- Tmed}^*)$.

Key words: Population dynamics, descriptive models, garlic, predictive models, *Thrips tabaci*.

Introducción

Uno de los objetivos principales de la ecología es crear modelos de cambios de población para predecir la densidad futura de las poblaciones. Los modelos pueden ser formulados también para servir como resumen de una

serie de acciones e interacciones dentro de una población (Poole 1974). Sin embargo, el propósito de los modelos no es siempre predictivo, porque se utilizan también para describir relaciones, comportamiento, etc.

¹ Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, Gaveta 634, CP 11300, Playa, Ciudad de la Habana, Cuba. sjimenez@inisav.cu

² Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal, Holguín, Cuba. elsie@saveh.hlg.sld.cu

Watt (1968) propone la siguiente clasificación de modelos:

1. Modelos que explican cambios en el tamaño de la población sobre la base de la relación entre el tamaño del segmento reproductivo de la población y el tamaño de la población resultante fuera de temporada.
2. Modelos que usan métodos de regresión para relacionar el número en cada grupo para cada año con el número en uno o más grupos para años previos.
3. Modelos que se utilizan para explicar cambios en la población en términos de factores intrínsecos de la misma.
4. Modelos complicados. Esta categoría es abierta, pues no existen límites en el grado de complejidad del modelo por construir, en el que pueden estar involucrados factores ambientales como la temperatura, la humedad, las especies competidoras, las parásitas, la dispersión, y los resultados de estrategias empleadas por el ser humano.

El objetivo de este trabajo fue obtener modelos descriptivos y predictivos del desarrollo de *Thrips tabaci* Lindeman, considerada como la plaga más importante del cultivo del ajo (Cermeli 1975). Los estudios realizados en Cuba sobre el desarrollo biológico (Jiménez y Roscandido 1996) y la dinámica poblacional de *T. tabaci* en ajo en diferentes regiones del país (Jiménez *et al.* 1999.) aportan datos valiosos para el desarrollo de este estudio.

Materiales y métodos

En un estudio de la dinámica poblacional de *T. tabaci* realizado durante tres años consecutivos, en La Habana y Holguín, sobre once parcelas experimentales de ajo de la variedad criollo, sembradas en diferentes fechas dentro del calendario establecido para el cultivo, se contó el total de insectos presentes sobre 100 plantas, escogidas al azar, en muestreos realizados semanalmente, con lo cual se obtuvo la información acerca de las variaciones de la población en el tiempo.

Se tomaron los datos climáticos correspondientes a las Estaciones Meteorológicas aledañas a los territorios donde se montaron los experimentos y se utilizó una variable considerada en el estudio de dinámica, diseñada a partir de la diferencia entre el umbral máximo teórico para especies de trips y la temperatura media [$\text{Log}(35 - T_{\text{med}})$].

A partir del comportamiento de este agente nocivo, se estudiaron los modelos que podrían describir sus

cambios poblacionales entre los de tipo lineal, logarítmico, exponencial y polinomial (Poole 1974), que son los que más frecuentemente describen el comportamiento de los organismos vivos, así como la manera de estimar los parámetros que definen dichos modelos.

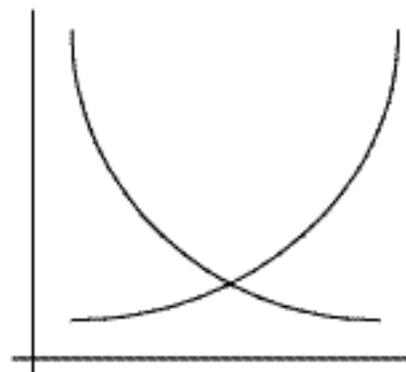
Se realizaron las transformaciones correspondientes a las variables estudiadas de acuerdo con el modelo más adecuado. Mediante el análisis de regresión múltiple, se obtuvo el modelo que describe el comportamiento de *T. tabaci* con base en la fenología del cultivo, la variable diseñada a partir de la temperatura media, la humedad relativa y la precipitación (Linares 1990). Se llevaron a cabo los mismos análisis para obtener el modelo de predicción del comportamiento de la plaga.

Resultados y discusión

Las linealizaciones de los modelos utilizados para estimar los parámetros que los definen se logra, para el caso exponencial y logarítmico, mediante transformaciones logarítmicas de las variables dependientes e independientes en la medida en que se requieran. Para los modelos del tipo lineal (I) $Y = a + bX$, la ecuación que describe el comportamiento no necesita ser linealizada.

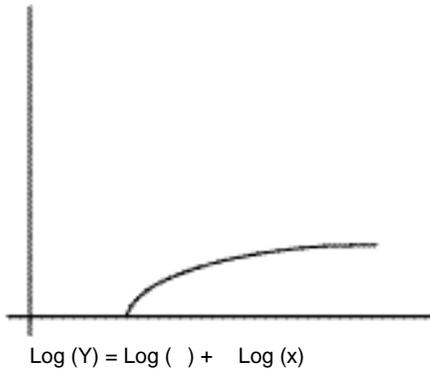
A continuación se describen la graficación y el método para la linealización y estimación de los parámetros de los diferentes modelos.

- Cuando los modelos que describen el organismo vivo siguen una ecuación de crecimiento exponencial, $Y = a \times b^x$ (II), los estimadores lineales de los parámetros a y b pueden estimarse mediante una regresión lineal de:

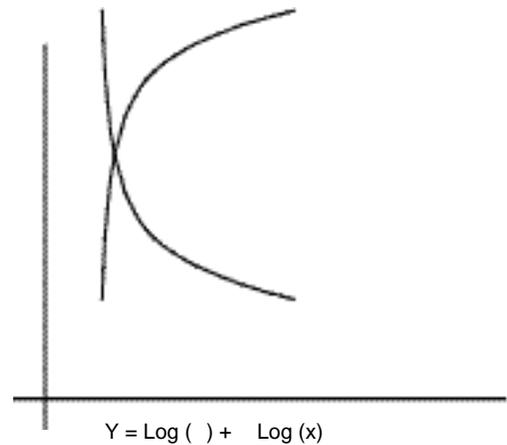


$$\text{Log}(Y) = \text{Log}(a) + \text{Log}(b)X$$

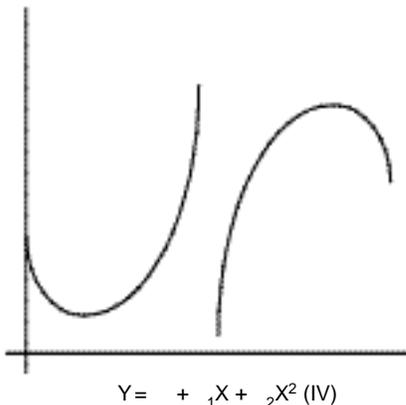
- Cuando el comportamiento se describe a partir de una curva de crecimiento logarítmico, $Y = X$ (III), los estimadores lineales de los parámetros a y b pueden estimarse mediante una regresión lineal de:



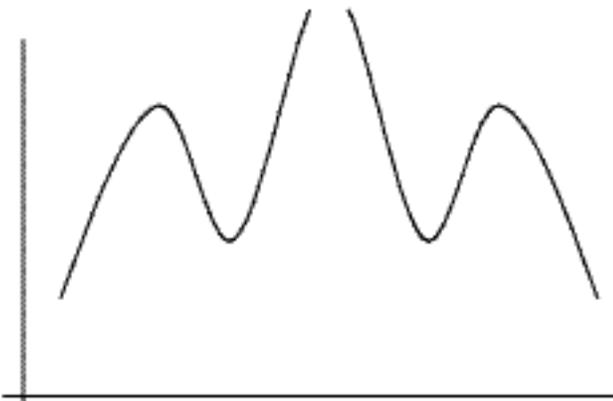
- Existen otras formas de representar el comportamiento $e^Y = X$ (V), donde los estimadores lineales de los parámetros a y b pueden estimarse mediante una regresión lineal de:



- Para el caso en el que el desarrollo de los organismos vivos se describe mediante modelos de crecimiento polinomial:



En polinomios de grado 2, se estiman los parámetros a_0, a_1 y a_2 mediante regresión lineal con las variables $(Y, X$ y $X^2)$



En polinomios de grado 3, se estiman los parámetros a_0, a_1, a_2 y a_3 mediante regresión lineal con las variables $(Y, X, X^2$ y $X^3)$.

De acuerdo con los modelos estudiados y su linealización, el modelo de tipo III es el que más se ajustó al comportamiento que presentó *T. tabaci* en las parcelas estudiadas.

Se realizaron dos análisis de regresión para describir el comportamiento de la plaga; uno con las variables de fenología, precipitaciones y la variable diseñada a partir de la temperatura media, dado que estas resultaron las de mayor peso desde el punto de vista estadístico en el estudio de correlación realizado en el trabajo de dinámica (Jiménez *et al.* 1999.); y otro, utilizando además la variable humedad relativa.

Primer análisis

La Habana

$$\text{Log (Pob-tot)} = 0,05 \text{ Fenol} + 0,92 \text{ Log (35 - Tmed)} - 0,013 \text{ Prec}$$

$$R^2 = 0,94$$

Holguín

$$\text{Log (Pob-tot)} = 0,015 \text{ Fenol} + 1,774 \text{ Log (35 - Tmed)} - 0,052 \text{ Prec}$$

$$R^2 = 0,90$$

Segundo análisis

La Habana

$$\text{Log (Pob-tot)} = 0,05 \text{ Fenol} + 1,03 \text{ Log (35 - Tmed)} - 0,013 \text{ Prec} - 0,0032 \text{ HR}$$

$$R^2 = 0,94$$

Holguín

$$\text{Log (Pob-tot)} = 0,015 \text{ Fenol} + 2,478 \text{ Log (35 - Tmed)} - 0,052 \text{ Prec} - 0,021 \text{ HR}$$

$$R^2 = 0,90$$

En ambos casos, las ecuaciones de regresión para las dos provincias pueden interpretarse de la misma manera, pues los parámetros involucrados presentan el mismo signo y, por tanto, la relación con la variable de población es la misma en las dos provincias, es decir, las variables precipitaciones y humedad relativa aportan de manera inversa, lo cual demuestra el efecto negativo sobre el crecimiento de las poblaciones y de manera directa la fenología, evidenciando así la acumulación de las poblaciones sobre las plantas con la edad del cultivo y la variable diseñada a partir de la temperatura media, lo cual puede interpretarse como que en la medida en que la temperatura media se aleja del umbral máximo y se mantiene dentro de los límites permisibles para *T. tabaci*, mejoran las condiciones para su desarrollo.

Los índices de regresión para cada uno de los parámetros involucrados fueron similares en los dos análisis.

Varios autores han planteado que el crecimiento de las poblaciones de *T. tabaci* es favorecido por los períodos secos y las temperaturas elevadas (Vera y Barceló 1979, Lorini *et al.* 1986, Den Ouden *et al.* 1987), lo que posibilita la acumulación de las poblaciones sobre las plantas en el tiempo. Sin embargo, no existen antecedentes precisos sobre el efecto de la humedad relativa como factor independiente. Lewis (1958) realizó pruebas de laboratorio acerca de la influencia de la humedad relativa sobre los trips, y obtuvo resultados dudosos sobre su efecto. Ali *et al.* (1993), en estudios realizados sobre *T. tabaci* en algodón, no encontró un efecto significativo de la humedad relativa sobre las fluctuaciones de población.

Con el objetivo de obtener los modelos de predicción del desarrollo de la población de *T. tabaci*, en los análisis de regresión se utilizaron las variables considerando el valor que adquirirían durante la semana precedente a aquella en la que se realizó cada conteo de población de la plaga.

Los modelos de predicción se obtuvieron, por una parte, utilizando en los análisis todas las variables involucradas en el modelo de descripción y, por otra parte, solo la propia variable población y la variable que en el modelo presentaba el mayor aporte al describir el comportamiento de esta plaga, [Log (35 - Tmed)].

Para la provincia de La Habana, los tres modelos de predicción encontrados mostraron un alto coeficiente de

determinación, lo cual nos indica lo bien representada que está la plaga por cualquiera de los métodos que se desee emplear para su predicción. Sin embargo, el mejor modelo es aquel en el cual se predice la población total a partir de la población de la semana anterior y la variable diseñada con la temperatura media (C), con un coeficiente de determinación de alrededor de 0,99. El gráfico que representa la ecuación con los intervalos de confianza para la recta de regresión y los puntos observados ploteados nos brinda una imagen de la precisión de este ajuste (Fig. 1).

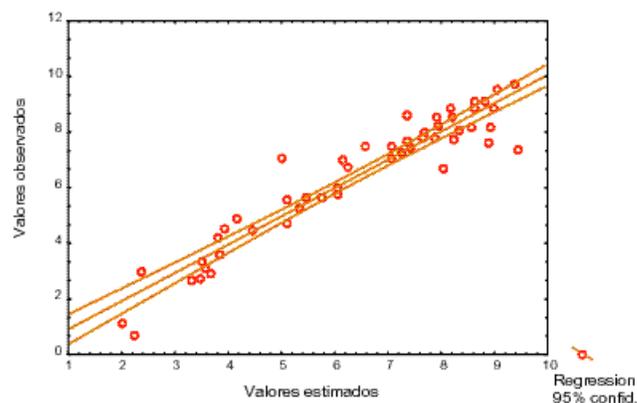


Figura 1. Modelo de predicción de *T. tabaci* en ajo para la provincia de La Habana y su intervalo de confianza.

$$\bullet \text{Log (Pob-tot)} = 0,048 \text{ Fenol} + 1,85 \text{ Log (35 - Tmed}^*) - 0,009 \text{ Prec}^* - 0,026 \text{ HR}^* \quad \text{(A)}$$

$$R^2 = 0,94$$

$$\bullet \text{Log (Pob-tot)} = \text{Log (0,008221)} + 0,81725 \text{ Log (Pob-tot}^*) + 2,433 \text{ Log (35 - Tmed}^*) \quad \text{(B)}$$

$$R^2 = 0,91$$

$$\bullet \text{Log (Pob-tot)} = 0,8354 \text{ Log (Pob-tot}^*) + 0,5495 \text{ Log (35 - Tmed}^*) \quad \text{(C)}$$

$$R^2 = 0,989$$

En el estudio realizado para la provincia de Holguín, las ecuaciones de regresión obtenidas presentaron, al igual que en La Habana, un alto coeficiente de determinación y, en este caso, la que mejor predice la densidad de población es también la ecuación (C), (Fig. 2), con un alto coeficiente de determinación (0,984).

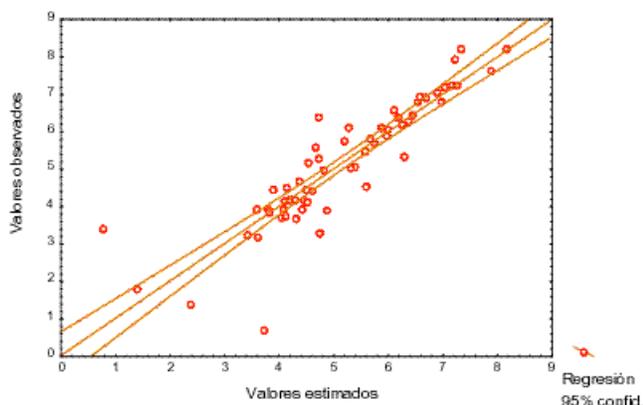


Figura 2. Modelo de predicción de *T. tabaci* en ajo para la provincia de Holguín y su intervalo de confianza.

$$\bullet \text{Log (Pob-tot)} = 0,014 \text{ Fenol} + 2,17 \text{ Log (35 - Tmed}^*) - 0,047 \text{ Prec}^* - 0,011 \text{ HR}^* \quad \text{(A)}$$

$$R^2 = 0,91$$

$$\bullet \text{Log (Pob-tot)} = \text{Log (1,58204)} + 0,9019 \text{ Log (Pob-tot}^*) + 0,123018 \text{ Log (35 - Tmed}^*) \quad \text{(B)}$$

$$R^2 = 0,81$$

$$\bullet \text{Log (Pob-tot)} = 0,9016 \text{ Log (Pob-tot}^*) + 0,3086 \text{ Log (35 - Tmed}^*) \quad \text{(C)}$$

$$R^2 = 0,984$$

Conclusión

Los modelos logarítmicos son los más adecuados para describir el efecto de las variables climáticas sobre las variaciones de la población de *T. tabaci* en el tiempo para el cultivo del ajo. El ajuste obtenido demuestra que esta plaga se incrementa con la edad del cultivo y que las precipitaciones y la humedad relativa son factores que pueden limitar su crecimiento.

Los modelos determinados para predecir el comportamiento de la plaga en el cultivo reflejan los cambios que pueden producirse en las densidades de población; por lo tanto, se recomienda utilizar en La Habana y en Holguín los modelos que contienen como parámetros la población en el conteo anterior y la variable diseñada a partir de la temperatura media: $\text{Log (Pob-tot)} = 0,8354 \text{ Log (Pob-tot}^*) + 0,5495 \text{ Log (35 - Tmed}^*)$ y $\text{Log (Pob-tot)} = 0,9016 \text{ Log (Pob-tot}^*) + 0,3086 \text{ Log (35 - Tmed}^*)$, respectivamente.

Literatura citada

- Ali, A.; Munir, Ahmad Bahtti and Khawar Jawad Ahmad. 1993. Role of weather in fluctuating the population of *Amrasca devastans* (Dist.) and *Thrips tabaci* (Lind.). Proc. Pakistan Congr. Zool, v. 13, p. 133-139.
- Cermeli, M. Amarilidaceas. 1975. Cebolla y Ajo. Fusagri (Venezuela). Serie A No. 39.95 p.
- Den Ouden, H.; Theunissen, J; Shelton, AM. 1987. Prevention of plant injury by cabbage gall midge (*Contarinia nasturtii* Kieffer) and onion thrips (*Thrips tabaci* Lindeman) using emulsions of polyisobutylene. Sonderdruck aus BD, 104(3): 313-318.
- Jiménez, SF; Roscandido, J. 1996. Ciclo Biológico y reproducción de *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) en cebolla y ajo. Manejo Integrado de Plagas 39: 25-29.
- Jiménez, SF; Reyes, S; Cortiñas, J; Vázquez, M. 1999. Dinámica de población de *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) en ajo (*Allium sativum* L.). Fitosanidad 3(1): 21-26.
- Lewis, T. 1958. The distribution and dispersal of Thysanoptera populations of graminea. Ph. D. Thesis. London, London University.
- Linares, G. 1990. Análisis de datos. La Habana, Cuba, Editorial Empresa Nacional de Producción del Ministerio de Educación Superior.
- Lorini, I; Torres, L; Guimaraes, DR. 1986. Fluctuação populacional de tripses na cultura da cebola. EMPASAC. Pesquisa em Andamento No. 62.4 p.
- Poole, RW. 1974. An introduction to quantitative ecology. New York, McGraw-Hill.
- Vera, ER; Barceló, YW. 1979. Resultado preliminar de la dinámica poblacional de *Thrips tabaci* Lind. (Thysanoptera: thripidae) en el cultivo de la cebolla. Presentado en: I Jornada Científica INISAV, Cuba, Resúmenes.
- Watt, K.E.F. 1968. Ecology and Resource Management. New York, McGraw-Hill.