

SELECCIÓN DE MODELOS DE REGRESIÓN PARA DESCRIBIR EL PATRÓN ESPACIAL DE *Thrips palmi* Karny (THYSANOPTERA:THRIPIDAE) EN EL CULTIVO DE PAPA

A. Cabrera[✉], Walkiria Guerra y Moraima Surís

ABSTRACT. Several criteria of fit and statistical significance were applied in order to select the estimates of Taylor's Power Law (TPL) and Iwao's Regression as ecological indicators of the spatial pattern of *Thrips palmi* Karny populations in plantations of potato, *Solanum tuberosum* L., under production conditions for three campaigns (1998-2000). Parameters a and b of TPL were estimated in two ways: changing the model by means of logarithmic transformation to make it linear and through nonlinear regression, as well as α and β in Iwao's Regression. The significance of parameters and the model, the R-squared statistics, the sum of squares of standardized residuals, the correlation coefficient between observed values and predicted ones, and the fulfilment of theoretical assumptions through the evaluation of residuals were applied in the analysis to choose the best model. As a result of the integral valuation of criteria, linearized TPL is the suitable model in order to select their estimates as ecological indexes of aggregation, with values of $b=1.43$ for larvae and $b=1.20$ for adults, indicating an aggregated spatial pattern.

Key words: statistical analysis, selection, models, *Thrips palmi*, potato

INTRODUCCIÓN

La implementación exitosa de los programas de manejo integrado de plagas (MIP) depende en gran medida del desarrollo y la validación de los procedimientos de muestreo; este a su vez requiere del conocimiento del arreglo espacial de la población en estudio. Patrones de tipo regular y al azar son menos frecuentes en poblaciones de insectos, donde lo más común es que se presenten disposiciones agregadas. Existen diversos índices ecológicos y modelos de distribución probabilística, que

Ms.C. A. Cabrera, Profesor Asistente de la Facultad Agroforestal, Centro Universitario de Guantánamo, Carretera a Santiago de Cuba, km 1½, Guantánamo, Cuba; Dra.C. Walkiria Guerra, Profesora Titular del Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Agraria de La Habana, Apartado Postal 18-19, San José de las Lajas, La Habana; Dra.C. Moraima Surís, Investigador Auxiliar del Grupo de Plagas Agrícolas, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria, Apartado Postal 10, San José de las Lajas, La Habana, Cuba.

✉ alcides@censa.edu.cu

RESUMEN. Diferentes criterios de ajuste y significación estadística se aplicaron para elegir los estimadores de la Ley Potencial de Taylor (LPT) y la Regresión de Iwao, como indicadores ecológicos del patrón espacial de poblaciones de *Thrips palmi* Karny muestreadas en plantaciones de papa, *Solanum tuberosum* L., establecidas en condiciones de producción durante tres campañas (1998-2000). Se estimaron los parámetros a y b de la LPT por dos vías: linealizando el modelo mediante transformación logarítmica y a través de regresión no lineal, así como α y β en la Regresión de Iwao. En el análisis para la selección del mejor modelo se aplicaron, entre otros criterios: la significación de los parámetros y del modelo, el coeficiente de determinación, la suma de cuadrados de los errores estandarizados, el coeficiente de correlación entre los valores observados y los predichos, y el cumplimiento de los supuestos teóricos a través del examen de los residuos. Como resultado de la valoración integral de los criterios, resultó que la LPT linealizada es el modelo indicado para elegir sus estimadores como índices ecológicos de agregación, con valores de $b=1.43$ para las larvas y $b=1.20$ para los adultos, los que indican un patrón espacial agregado.

Palabras clave: análisis estadístico, selección, modelos, *Thrips palmi*, papa

miden el grado de agregación de las especies en su hábitat. Algunos de los más utilizados son los que provienen de estimadores calculados de modelos de regresión, entre los que se hayan la Ley Potencial de Taylor (LPT) y la Regresión de Iwao.

Estos modelos establecen relaciones potenciales y lineales entre las medias aritméticas (\bar{x}) y las varianzas (s^2) de una serie de datos provenientes de diferentes muestreos de una población. La estimación de los parámetros de la LPT puede obtenerse linealizando el modelo mediante una transformación logarítmica y la regresión no lineal; a su vez, los estimadores en la Regresión de Iwao son obtenidos por el método de los Mínimos Cuadrados Ordinarios, al ser esta una relación lineal.

En la mayoría de los trabajos donde son utilizados estos modelos para estimar sus parámetros, aparecen reflejados pocos criterios que apoyen la selección de determinado modelo y escasamente se analizan los residuos para verificar los supuestos teóricos. Algunos auto-

res (1) constituyen un caso aislado entre los diversos trabajos que aquí se citan.

La elección de los estimadores para su posterior interpretación ecológica debe realizarse sobre la base de criterios estadísticos, acerca de las adecuaciones de los modelos utilizados a los datos colectados. Estos criterios involucran diversos elementos como son: la significación de los parámetros y del modelo, los intervalos de confianza de los parámetros, los errores estándar, el coeficiente de determinación R^2 , el error estándar de estimación, el estadístico *PRESS* (siglas en inglés de la suma de cuadrados del error de predicción), el cuadrado medio del error (CME) y el cumplimiento de los supuestos teóricos a través del examen gráfico de los residuos y dójimas asociadas con estos, entre otros (2).

Thrips palmi Karny (Thysanoptera: Thripidae) es una plaga de reciente introducción en el país, que afecta principalmente los cultivos como la papa (*Solanum tuberosum* L.), el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y otros que forman parte del hábito dietético diario de los cubanos (3). Estudios ecológico-estadísticos sobre esta se han realizado fuera de Cuba, fundamentalmente en Asia, donde fue informada por primera vez en 1925. El patrón espacial en pepino fue descrito utilizando los coeficientes de la Regresión de Iwao (4). Este modelo junto a la LPT fue usado por algunos autores (5), para el análisis del patrón espacial de la plaga en el cultivo de mango en la India. Ambos modelos también fueron empleados en poblaciones muestreadas sobre berenjena en Taiwan (6). Otros autores (7) describen el patrón espacial en plantaciones de papa en Korea y proponen planes de muestreo binomial y con niveles fijos de precisión para estimar la densidad media, en el que son usados los coeficientes de la Ley Potencial de Taylor.

Con la aparición de *T. palmi* en Cuba, se hizo necesario acometer estudios para conocer su comportamiento en nuestras condiciones. Varios autores (8) describen el patrón espacial de la plaga sobre el cultivo de la papa usando los coeficientes de la Ley Potencial de Taylor. Otros (9) describen también su patrón espacial sobre el mismo cultivo usando los mismos índices. Sin embargo, se encontró variabilidad en los valores de los coeficientes y el grado de ajuste de la regresión lineal para iguales estados de la plaga, lo que hace necesario evaluar modelos alternativos como la Regresión de Iwao y la propia LPT usando regresión no lineal para alcanzar precisión y regularidad en los resultados.

El presente trabajo tiene como objetivo aplicar diferentes criterios de ajuste y significación estadística para elegir los estimadores de la Ley Potencial de Taylor y la Regresión de Iwao, como indicadores ecológicos del patrón espacial de poblaciones de *Thrips palmi* Karny en el cultivo de la papa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos para el estudio proceden de plantaciones de papa (*Solanum tuberosum* L.), variedad Desirée, establecidas en condiciones de producción, durante tres campañas (1998, 1999, 2000), en áreas del municipio Güira de Melena, provincia La Habana. Las áreas del cultivo, sembradas bajo el sistema Fregat, recibieron todas las atenciones previstas, con la aplicación de Confidor en dosis de 0.5-1 kg.ha⁻¹ a la siembra, seguida de un total de no menos de cuatro aplicaciones de *Bacillus thuringiensis* durante el desarrollo del cultivo.

Dentro del área seleccionada (una Fregat de 43.2 ha.), se escogió un cuadrante donde fueron ubicadas cinco parcelas. Dentro de ellas se tomaron 15 plantas al azar en la diagonal, que se alternó en cada muestreo, en las que se observó semanalmente el foliolo apical (10) de una hoja por estrato (inferior, medio y superior), y donde se cuantificaron las larvas y los adultos de *Thrips palmi* Karny al momento del muestreo con el auxilio de lupas de 10 aumentos.

Para cada campaña se calcularon las medias aritméticas (\bar{x}) y las varianzas (s^2) de las larvas y los adultos por muestreo, con las que se determinaron los coeficientes de la Ley Potencial de Taylor ($s^2 = a\bar{x}^b$). Para combinar los datos de las tres campañas en un único conjunto, se probó la homogeneidad de las pendientes y los interceptos de las regresiones de Taylor mediante la técnica de Análisis de Covarianza (11) para la comparación de rectas de regresión.

Con las medidas descriptivas (medias y varianzas) de los datos combinados, se estimaron los coeficientes de LPT y la Regresión de Iwao. Taylor (12) las relacionó a través de la expresión $s^2 = a\bar{x}^b$, donde a y b son los parámetros que se estimaron al linealizar el modelo anterior, que toma así la forma: $\ln s^2 = \ln a + b \ln \bar{x}$ y permite aplicar el método de los Mínimos Cuadrados Ordinarios y también mediante regresión no lineal a través del método de Marquardt.

A los parámetros en cuestión se les da la interpretación ecológica siguiente: a es un factor de escala relacionado con el tamaño de la muestra y b es una medida de agregación. Valores de b superiores a 1 indican un patrón agregado o contagioso, para $b=1$ se tiene un patrón aleatorio y valores de $b<1$ se corresponden con un patrón regular o uniforme. Se ha señalado (12) que el valor de b depende de la interacción entre especies, comportamiento y ambiente.

La Regresión de Iwao (13) se estableció mediante la relación lineal entre la media de agregación de Lloyd m^* y la media aritmética \bar{x} por muestreo, según la ecuación $m^* = \alpha + \beta \bar{x}$. Se definió (14) la media de agregación por la expresión $m^* = \bar{x} + (s^2/\bar{x}) - 1$, donde \bar{x} y s^2 representan la media y la varianza por muestreo respectivamente.

Los coeficientes α y β se estimaron por el método de los Mínimos Cuadrados Ordinarios. Aquí α se define como índice básico de contagio y representa, por cada

individuo en la muestra, cuántos se espera que convivan con él y β es el coeficiente de densidad contagio que refleja la forma de los individuos disponerse en el ambiente. Si $\alpha < 0$, los individuos tienden a la repulsión; si $\alpha = 0$, los individuos tienden a estar aislados y si $\alpha > 0$, los individuos tienden a agruparse o formar colonias. Si $\beta < 1$, los individuos o colonias se distribuyen regularmente; si $\beta = 1$, la disposición será al azar y si $\beta > 1$, la disposición será agregada.

En el análisis para la selección de los modelos utilizados se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- ↪ Métodos de ajuste para modelos lineales y no lineales.
- ↪ Error estándar de los estimadores de los parámetros.
- ↪ Intervalos de confianza de los parámetros.
- ↪ Dósimas *t* de Student y *F* de Fisher del Análisis de Varianza en la regresión.
- ↪ Coeficiente de determinación R^2 .
- ↪ Suma de los cuadrados de los errores estandarizados (SCEE).
- ↪ Análisis del efecto del uso de la transformación logarítmica.
- ↪ Coeficiente de correlación entre los valores observados y los predichos (r_{OP}).
- ↪ Análisis de los residuos.
 - Análisis gráfico.
 - Normalidad (*Test* Kolmogorov - Smirnov).
 - Incorrelación (Estadístico Durbin-Watson).
 - Homocedasticidad (*Test* de Levene).

El procesamiento de la información fue realizado a través de los paquetes de programas *Statgraphics Plus 4.1* (15) y *SigmaPlot 5.0* (16).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La combinación de los datos provenientes de las tres campañas se realizó a partir de los resultados del Análisis de Covarianza, en los que no se detectaron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre las pendientes y los interceptos de las regresiones de Taylor (Tabla I), tanto para las larvas como para los adultos.

Este procedimiento permite reducir grupos de datos en uno solo y considerar las muestras como provenientes de una misma población, reduciendo los cálculos. Poblaciones de *Leptinotarsa decemlineata* Say en berenjena (*Solanum melongena* L.) fueron muestreadas durante cuatro años (17) y combinadas en un único conjunto basado en la falta de diferencias significativas entre las pendientes en la regresión de Taylor entre años. Un procedimiento análogo fue realizado (7) al combinar datos de *T. palmi* obtenidos en dos años en plantaciones de papa en Korea y a partir de los datos combinados, generaron una regresión común de la Ley Potencial de Taylor para usar sus estimadores en el desarrollo de planes de muestreo.

Fueron estimados los coeficientes *a* y *b* de la LPT, linealizando el modelo mediante transformación logarítmica y obtenidos los indicadores que avalan el ajuste (Tabla II). Estos mismos coeficientes fueron estimados mediante regresión no lineal, resultados que aparecen en la Tabla III. Por otra parte, la Tabla IV recoge los de la Regresión de Iwao.

Tabla I. Evaluación de los datos de las tres campañas mediante comparación de rectas de regresión

Estados	Interceptos						Pendientes					
	Campañas		2000	F	g.l.	P	Campañas		2000	F	g.l.	P
1998	1999	1998					1999					
Larvas	4.12	5.99	4.26	3.42	2;15	0.0597	1.22	1.46	1.45	2.46	2;15	0.1191
Adultos	2.75	1.85	2.09	0.20	2;17	0.8244	1.38	1.15	1.18	2.17	2;17	0.1445

Tabla II. Resultados de la LPT linealizada ($\ln s^2 = \ln a + b \ln \bar{x}$)

Estados	n	\hat{a}	$\ln \hat{a}$	$ES_{\ln a}$	IC ($\ln a$)	\hat{b}	ES_b	IC (<i>b</i>)	R^2	SCEE	r_{OP}	p modelo
Larvas	21	4.91	1.59	0.08	1.43–1.75	1.43	0.04	1.34–1.51	98.35	23.92	0.99	0.0000
Adultos	23	2.07	0.73	0.09	0.54–0.91	1.20	0.04	1.12–1.28	98.03	24.57	0.99	0.0000

Tabla III. Resultados de la LPT mediante regresión no lineal ($S^2 = a\bar{x}^b$)

Estados	n	\hat{a}	$ES \hat{a}$	IC (<i>a</i>)	\hat{b}	ES_b	IC (<i>b</i>)	R^2	SCEE	r_{OP}	p modelo
Larvas	21	2.32	1.11	-0.01–4.66	2.10	0.30	1.46–2.74	89.99	41.42	0.95	0.0000
Adultos	23	2.49	0.12	2.24–2.73	1.45	0.14	1.15–1.75	92.79	36.89	0.96	0.0000

Tabla IV. Resultados de la Regresión de Iwao ($m^* = \alpha + \beta \bar{x}$)

Estados	n	α	$ES \alpha$	IC (α)	$\hat{\beta}$	$ES \hat{\beta}$	IC (β)	R^2	SCEE	r_{OP}	p modelo
Larvas	21	0.82	0.60	-0.44–2.09	3.28	0.28	2.70–3.86	88.09	34.13	0.94	0.0000
Adultos	23	0.04	0.12	-0.22–0.29	2.47	0.24	1.97–2.97	83.35	27.06	0.92	0.0000

ES = error estándar, IC = intervalo de confianza del 95 %, SCEE = Suma de cuadrados de los errores estandarizados, r_{OP} = coeficiente de correlación entre los valores observados y los predichos

El modelo en todos los casos resultó estadísticamente significativo, con valores de $p=0.0000$. Al analizar la significación de los parámetros a través de sus intervalos de confianza, puede apreciarse que tanto los valores de b en ambas regresiones como de β en la Regresión de Iwao son significativamente mayores que 1, pues este valor no está contenido en dichos intervalos, lo que indica un patrón agregado. Estos valores de b para *T. palmi* se aproximan al valor obtenido en mango (5) que fue de 1.574, al obtenido en berenjena (6) que fue de 1.577 y los obtenidos en papa (7) que oscilaron entre 1.36 y 1.61. Los valores de b (9) son superiores a estos y oscilaron entre 1.818 y 1.917, pero con valores de a que estadísticamente no difieren de cero. Se señala que en poblaciones de un mismo insecto (12) en diferentes regiones geográficas, las pendientes y los interceptos de la LPT son similares pero no idénticos, debido a que el comportamiento intrínseco del insecto puede verse afectado por las condiciones particulares del entorno en que se encuentra.

Con respecto a los valores de β (3.28 y 2.47 para larvas y adultos respectivamente), estos son muy similares al obtenido por algunos autores (6), que fue de 2.439 y otros (4) que obtuvieron valores de 2.27 y 3.66, confirmando la agregación de la especie.

En cuanto al coeficiente a , nótese que en la primera regresión al linealizar el modelo, los intervalos de con-

fianza obtenidos son para $\ln a$ así como sus errores estándar, lo cual es una consecuencia de la linealización del modelo; a pesar de ello, los valores de $\ln a$ son significativamente mayores que cero, más aún lo serán los valores de a . En la regresión no lineal, el valor de a para larvas no resultó ser estadísticamente diferente de cero, dado que el intervalo de confianza lo contiene. En cuanto a los valores de α en la Regresión de Iwao, tanto para las larvas como para los adultos, no difieren estadísticamente de cero. En general, atendiendo a la significación de los parámetros, los estimados mediante la linealización de la LPT resultan los indicados para elegirlos como índices de agregación.

En cuanto a la bondad de ajuste de los modelos, los coeficientes de determinación R^2 en la regresión linealizada resultan superiores (98.35 y 98.03 % para larvas y adultos respectivamente) a los de la regresión no lineal (89.99 y 92.79 %) y a los de la Regresión de Iwao (88.09 y 83.35 %). Esta superioridad también resultó para los coeficientes de correlación r entre los valores observados y los predichos mediante el modelo, mientras que la suma de los cuadrados de los errores estandarizados resultó inferior para el primer modelo, siguiendo en este orden la regresión de Iwao y por último la Regresión no lineal. En la Figura 1 aparecen los ajustes, resultando notable la calidad de la Regresión de la LPT al linealizar el modelo.

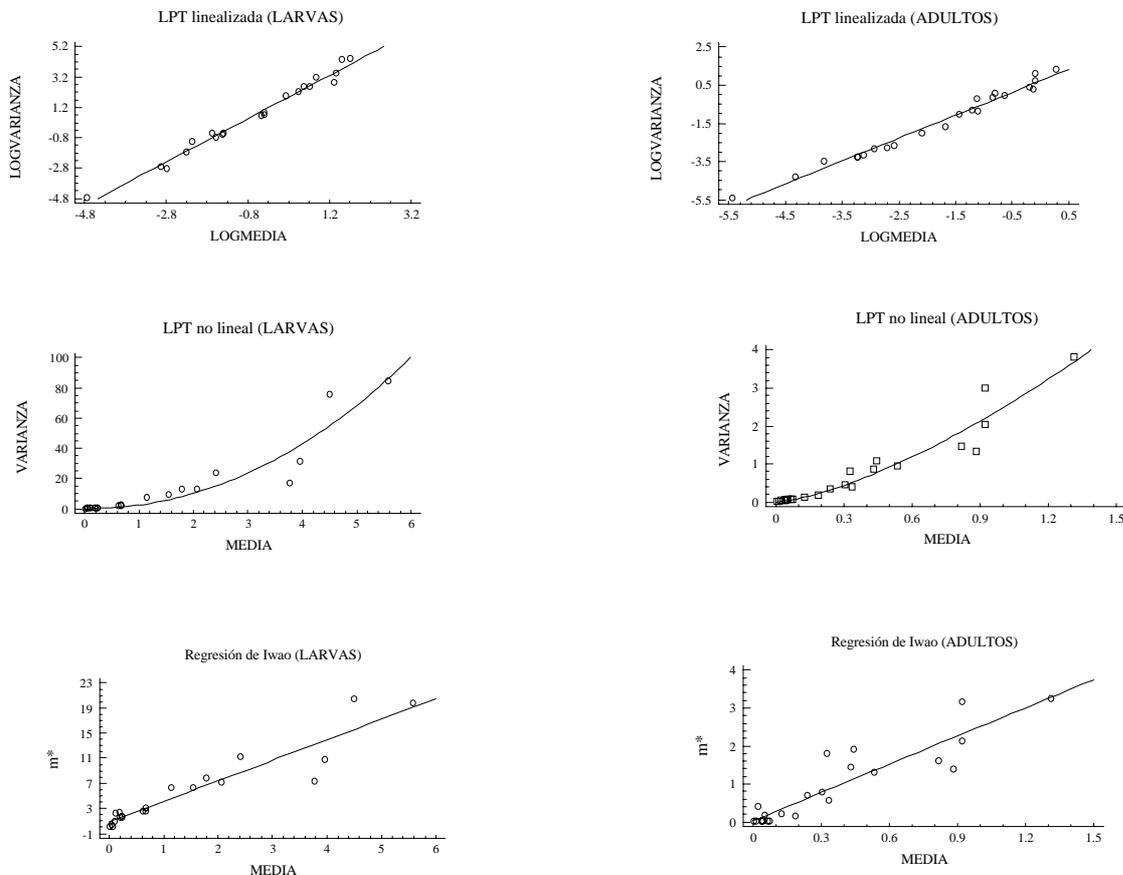


Figura 1. Gráficos de los modelos ajustados

Con respecto al cumplimiento de los supuestos teóricos de los modelos (Tabla V), se observa que el modelo de la LPT linealizado cumple con todos, algo que no se da en ningún otro, pues los valores de probabilidad de las dójimas para evaluar la normalidad (Kolmogorov-Smirnov) y la homocedasticidad (Levene) resultaron mayores que 0.05, lo que indica no rechazar las hipótesis nulas, es decir, ajuste a la distribución normal y homogeneidad de varianzas de los residuos. Con respecto al supuesto de incorrelación, no se observan serios problemas de incumplimiento, pues el estadístico Durbin-Watson resultó mayor que 1.4 en todos los casos.

Tabla V. Análisis del cumplimiento de los supuestos teóricos en los modelos ajustados

Modelo	Estado	Normalidad	Incorrelación	Homocedasticidad
LPT linealizada	Larvas	0.3438 ¹	1.98 ²	0.1242 ¹
	Adultos	0.1502	2.35	0.8655
LPT no lineal	Larvas	0.0001	1.93	0.0001
	Adultos	0.0007	2.31	0.0001
Regresión de Iwao	Larvas	0.0144	1.66	0.0732
	Adultos	0.0019	2.29	0.0756

¹ Valores de probabilidad de las dójimas Kolmogorov-Smirnov y Levene

² Valores del estadístico Durbin-Watson

Los gráficos de la Figura 2 representan los residuos en cada modelo, donde se puede apreciar concordancia con los resultados de la Tabla V, observándose el mejor comportamiento de los residuos en LPT linealizada, seguido de la Regresión de Iwao, lo cual corrobora las cualidades tanto teóricas como prácticas del primer modelo.

El no cumplimiento del supuesto de normalidad de los errores afecta la distribución de los estimadores de los parámetros y el no cumplimiento de la incorrelación y la homocedasticidad influye en que los estimadores no sean MELI (mejor estimador lineal insesgado) si se usa el método de los Mínimos Cuadrados Ordinarios (18).

En general, el cumplimiento de los supuestos teóricos es necesario para que las pruebas de hipótesis basadas en los estadísticos *t* y *F* tengan validez; además, los elementos resultantes de estos contrastes se tienen en cuenta para juzgar la calidad del ajuste obtenido y son considerados entre los atributos de un buen modelo.

Haciendo una valoración integral de los criterios expuestos, resulta que el modelo de la Ley Potencial de Taylor linealizado es el indicado para elegir sus estimadores como índices ecológicos de agregación, pues atendiendo a la significación de los parámetros, a la bondad del ajuste y al cumplimiento de los supuestos teóri-

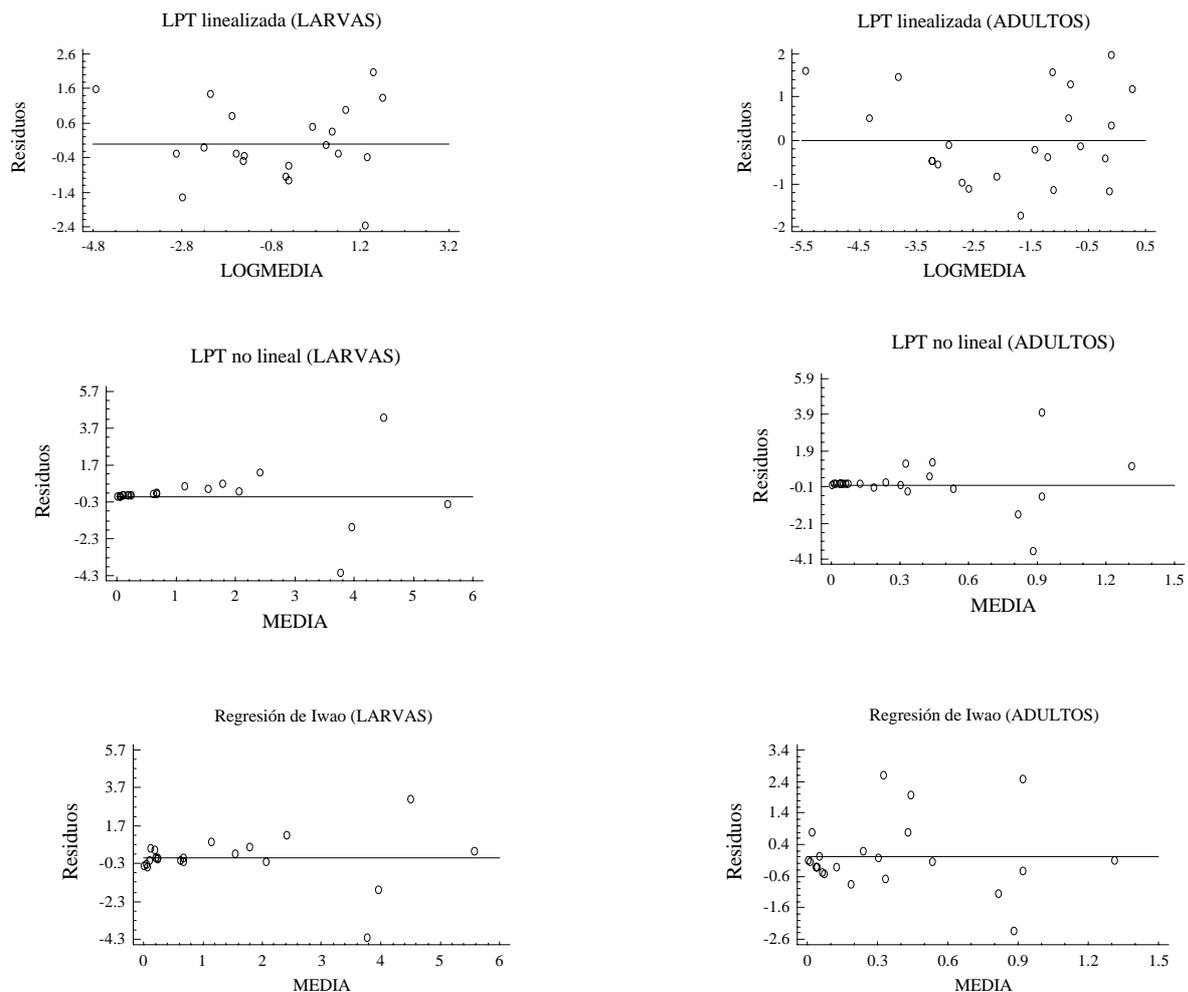


Figura 2. Gráficos de los residuos de los modelos ajustados

cos, tanto la regresión no lineal como la Regresión de Iwao arrojaron resultados inferiores a este.

Se ha señalado que la Ley Potencial de Taylor (12) generalmente ofrece una mejor descripción de la relación varianza media que el método de Iwao, ya que este último tiene asociadas las limitaciones teóricas con el uso de la media de agregación de Lloyd (m^*), como modelo de distribución espacial de varias especies. Algunos autores (6, 19) confirman este resultado, conclusión a la que también llegan otros (20), quienes señalan que la LPT es más útil y confiable para desarrollar programas de muestreo que el modelo de Iwao.

REFERENCIAS

1. Barreto, T.; Martínez, N.; Galindo, P. R. y Corredor, P. D. Patrón de disposición espacial de la chinche de los pastos (*Collaria columbiensis*) (Hemiptera: Miridae) en la Sabana de Bogotá. *Revista Colombiana de Entomología*, 1996, vol. 22, no. 3, p.159-162.
2. Guerra, W.; Fernández, L. y Cabrera, A. Criterios para realizar una selección adecuada de modelos estadísticos en la investigación científica. En: Resúmenes Seminario Científico (12:2000 Nov. 14-17:La Habana), 2000. p. 195.
3. Informe entregado por Cuba al Secretario General de las Naciones Unidas sobre la aparición en nuestro país de la plaga *Thrips palmi*. *Granma*. 1997.
4. Kawai, A. Studies on the population ecology of *Thrips palmi* Karny. I. Population growth and distribution pattern on cucumber in greenhouse. *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology*, 1983, vol. 27, 261-264.
5. Verghese, A.; Tandon, P. L. y Prasada-Rao, G. S. Ecological studies relevant to the management of *Thrips palmi* Karny on mango in India. *Tropical Pest Management*, 1988, vol. 34, no. 1, p. 55-58.
6. Ho, C. C. y Chen, W. H. Distribution and estimates of the optimal sample size of *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) on eggplant. *Chinese J. Entomol.*, 1998, vol. 13, p. 293-303.
7. Cho, K.; Kang, S. H. y Lee, G. S. Spatial distribution and sampling plans for *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) infesting fall potato in Korea. *Journal of Economic Entomology*, 2000, vol. 93, no. 2, p. 503-510.
8. Surís, M.; Jiménez, S.; Chiang, M. L. Distribución en la planta y en el campo de *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera:Thripidae) en cultivos económicos. Informe final de la etapa 2.3 del subproyecto Biología y ecología de *Thrips palmi* Karny. CENSA, 1999, 14 p.
9. Jiménez, S.; Cortiñas, J. y López D. Distribución temporal y espacial y consideraciones para el monitoreo de *Thrips palmi* en papa en Cuba. *Manejo Integrado de Plagas*, 2000, vol. 57, p. 54-57.
10. Plana, L.; Surís, M.; Cabrera, A. y Rodríguez, H. Determinación del foliolo apical de la hoja de papa var. Desiree como unidad muestral en el monitoreo de *Thrips palmi* Karny. *Rev. Protección Veg.*, 2001, vol. 16, no. 1, p. 26-29.
11. Sokal, R. R. y Rohlf, F. J. *Biometry*. 3ed., New York : Ed. Freeman. 1995.
12. Taylor, L. R. Assessing and interpreting the spatial distribution of populations. *Ann. Rev. Entomol.*, 1984, vol. 29, p. 321-357.
13. Iwao, S. A new regression method for analyzing the aggregation pattern of animal populations. *Res. Popul. Ecol.*, 1968, vol. 10, p. 1-20.
14. Lloyd, M. Mean crowding. *Journal of Animal Ecology*, 1967, vol. 36, p. 1-30.
15. Statistical Graphics Corp. Statgraphics Plus for Windows 4.1, 1999.
16. SPSS Inc. SigmaPlot for Windows Version 5.0, 1999.
17. Hamilton, G. C.; Lashomb, J. H.; Arpaia, S.; Chianese, R. y Mayer, M. Sequential sampling plans for Colorado potato beetle (Coleoptera:Chrysomelidae) in eggplant. *Environ. Entomol.*, 1998, vol. 27, no. 1, p. 33-38.
18. Gujarati, N. *Econometría*. La Habana : Ed. ENPES, 1997, 597 p.
19. Hernández, O.A.; Vera, G.J.; Domínguez, R.B.; Bautista, M.N. Disposición espacial del Frailecillo (*Macrodactylus nigripes*) (Coleoptera: Scarabaeidae) en el cultivo de haba en Santa María Tocatlan, Tlaxcala, México. *Agrociencia. Protección Vegetal*, 1994, vol. 5, no. 1, p. 33-43.
20. Pickett, C. H. y Gilstrap, F. E. Dispersion patterns and sampling of spider mites (Acari: Tetranychidae) infesting corn in the Texas high plains. *Environm. Entomol.*, 1986, vol. 15, no. 2, p. 335-341.

Recibido: 27 de noviembre del 2001

Aceptado: 6 de junio del 2002