

**NOTA DE INVESTIGACION**

**COMPORTAMIENTO DE LA VARIABILIDAD ESPACIAL DE *APHIS* spp. Y *ALABAMA ARGILLACEA* EN EL CULTIVO DE ALGODÓN.**

Tannure, Claudia L.J. <sup>(1)</sup>; Contreras Gladis B. <sup>(2)</sup>; Mazza Silvia M. <sup>(1)</sup>; Schroeder Juan A. <sup>(1)</sup>; Polak Marcelo G. <sup>(2)</sup>; Avanza María M. <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Facultad de Ciencias Agrarias - UNNE. <sup>(2)</sup> EEA Sáenz Peña – INTA

[cltannure@agr.unne.edu.ar](mailto:cltannure@agr.unne.edu.ar)

**RESUMEN**

Los objetivos de este trabajo fueron estudiar la variabilidad espacial de los insectos plaga del cultivo de algodón, *Aphis* spp. y *Alabama argillacea*, determinar bases para esquemas de muestreo y planificación de experimentos mediante el uso de técnicas geoestadísticas. Se trabajó con datos provenientes de un muestreo sistemático con arranque aleatorio, de treinta puntos georreferenciados y formados por cinco plantas cada uno, en lotes homogéneos de algodón, en la EEA INTA Saenz Peña, durante la campaña 97/98. En los treinta puntos de muestreo, semanalmente se evaluó la cantidad adultos de *Aphis* spp. y la de larvas de *Alabama argillacea*. Los semivariogramas experimentales se calcularon para cada una de las fechas de muestreo y se ajustó a los modelos teóricos para la definición de sus parámetros, por el proceso de tentativa y error. En cada oportunidad se consideró el rango como medida de alcance de la dependencia espacial. Los resultados permiten concluir que, para asociar un menor esfuerzo y una mayor representatividad, en muestreos de plagas para las especies citadas en este trabajo, se debe muestrear a intervalos iguales o mayores al mínimo alcance de la dependencia espacial encontrada: - 290 m. para pulgones (*Aphis* spp.); - 192 m. para la oruga de la hoja (*Alabama argillacea*).

**Palabras clave:** distribución espacial, geoestadística, plagas, algodón.

**SUMMARY**

The objectives of this work were to study the space variability of the cotton crop insects plagues of the cotton cultivation, *Aphis* spp. and *Alabama argillacea*, and to establish bases for sampling outlines and planning of efficient experiments applying geo-statistical techniques. Data comes coming from a systematic sampling with random start, of thirty points georeferenced and formed by five plants each one, in homogeneous lots of cotton, in the EEA INTA Saenz Peña, during the campaign 97/98. The

experimental semivariogramas were calculated for each sampling date, the adjustment to the theoretical models for parameters definition were carried out by tentative and error process. In each opportunity, the range was considered as a spatial dependence measurement. The results allowed to conclude that to associate smaller effort and bigger representativeness, in plagues sampling, for the species mentioned in this work, sampling must be equal or bigger than the smallest spatial intervals: - 290 m. for *Aphis* spp.; - 192 m. for *Alabama argillacea*.

**Key words:** spatial distribution, geostatistics, plagues, cotton

**INTRODUCCIÓN**

El adecuado control de insectos plaga es uno de los aspectos más importantes en el manejo del cultivo del algodón (*Gossypium hirsutum*, L.), tanto desde el punto de vista económico como ecológico. (Castella *et al.*, 1999; Dai-XF *et al.*, 1996; Mazza de Gaiad *et al.*, 1996).

El conocimiento del comportamiento espacial de las poblaciones de insectos plaga, en los diferentes estadios del cultivo, es un factor trascendente en la selección de técnicas de muestreo para la detección del momento óptimo de la aplicación de prácticas de control.

La Estadística Clásica brinda técnicas adecuadas para el estudio de la variabilidad espacial y las técnicas de Geoestadística, desarrolladas primeramente para el estudio de la variabilidad espacial de minerales, aplicadas en estudios geológicos y posteriormente trasladadas a otras áreas del conocimiento, pueden ser utilizadas con éxito en el análisis del comportamiento de poblaciones biológicas.

La Geoestadística es la aplicación de la teoría de las variables regionalizadas, es decir las variables que presentan una estructura espacial de correlación, a la estimación de procesos o fenómenos espaciales. Desde un punto de vista teórico, la Geoestadística se basa en conceptos y herramientas ya existentes en otros campos de la Estadística como procesos estocásticos estacionarios, técnicas de análisis de la

variancia y predicción por mínimos cuadrados, con una extensión al caso de funciones aleatorias en dos o más dimensiones ( Chica Olmo *et al.*, 1995).

En Geoestadística lineal es suficiente la estimación de los dos primeros momentos de la distribución. El primer momento, la esperanza  $E[Z(x)]$  conocida como deriva o también tendencia. Como momentos de segundo orden de  $Z(x)$  con respecto a  $m(x)$ , son importantes la varianza  $Var [Z(x)]= E\{[Z(x)-m(x)]^2\}$ , que, en general, es una función de  $x$ ; la covarianza  $C(x_i,x_j)= E\{[Z(x_i)-m(x_i)] [Z(x_j)-m(x_j)]\}$  que, en general es una función de  $x_i$  y  $x_j$ ; y el semivariograma  $\gamma(x_i, x_j)= 1/2E\{[Z(x_i) - Z(x_j)]^2\}$  (Samper Calvete y Carrera Ramírez, 1990).

Bajo la hipótesis de estacionariedad el semivariograma es igual a la diferencia entre la varianza y la covarianza, sin embargo cuando la media varía “lentamente” de forma que la escala local se puede suponer constante, el semivariograma es independiente del valor local de dicha media, mientras que la covarianza requiere su estimación (Samper Calvete y Carrera Ramírez, 1990).

En la práctica, lo que se hace es calcular el semivariograma experimental y ajustarlo a algún semivariograma teórico. Los semivariogramas teóricos son funciones con una expresión analítica sencilla y por ello se emplean frecuentemente para representar los semivariogramas reales. Los modelos de semivariogramas más comunes son: Lineal, Lineal con meseta, Esférico, Exponencial, Gaussiano.

Si  $Z$  es estacionaria, el semivariograma alcanza un valor límite constante llamado meseta, que coincide con  $\sigma^2$  de  $Z$ , la distancia a la que se alcanza este valor se denomina rango o alcance y marca la zona de influencia entorno a un punto, más allá del cual la correlación espacial es nula. Se asume que el rango o alcance en los modelos esférico, lineal y lineal con meseta es idéntico al parámetro ( $Ao$ ), en el caso del modelo exponencial y el modelo gaussiano el rango efectivo es un múltiplo del parámetro,

$3Ao$  para el primer caso y  $1.73Ao$  para el segundo, e indica el punto hasta el cual el modelo incluye el 95% de la meseta ( $C+Co$ ). Aunque  $\gamma(0)=0$ , con frecuencia el semivariograma es discontinuo en el origen con un salto finito que se conoce como efecto pepita, un último valor lo constituye la distancia integral, punto que equilibra las áreas del semivariograma y que suele emplearse para medir el grado de correlación espacial de la variable (Ibáñez & Machado, 1995).

**MATERIALES Y MÉTODOS**

Se trabajó con un muestreo sistemático con arranque aleatorio (Cochran, 1974, Scheaffer, et. al., 1979, Steel y Torrie 1988), de treinta puntos de muestreo georreferenciados y formados por cinco plantas cada uno, en lotes homogéneos de algodón, en la EEA INTA Saénz Peña, durante la campaña 97/98.

En los treinta puntos de muestreo, semanalmente se evaluó la cantidad de adultos para *Aphis spp.* y de larvas de *Alabama argillacea*.

La variabilidad espacial se analizó mediante técnicas de geoestadística, para ello se calcularon los semivariogramas correspondientes a las diferentes fechas de muestreo y seguidamente se probó ajuste a los distintos modelos teóricos, esférico, lineal, lineal con meseta, exponencial y gaussiano, mediante el método de tentativa y error, y determinándose el rango o alcance para cada caso, considerando esas medidas como indicadora de la dependencia espacial.

Los análisis fueron ejecutados mediante los programas Excell, GS+, Variowin y Geoeas de propiedad de la Facultad de Ciencias Agrarias – UNNE. (GS+, Manual del usuario, 2001).

Modelo	Función
Modelo Esférico	$\gamma(h)=Co+C[1.5(h/Ao)-0.5(h/Ao)]$ for $h \leq Ao$ $\gamma(h)=Co+C$ for $h \geq Ao$
Modelo Exponencial	$\gamma(h)=Co+C[1-\exp(-h/Ao)]$
Modelo Gaussiano	$\gamma(h)=Co+C[1-(h^2/Ao^2)]$
Modelo Lineal	$\gamma(h)=Co+[h(C/Ao)]$
Modelo Lineal con meseta (Lin/Sill)	$\gamma(h)=Co+[h(C/Ao)]$ para $h \leq Ao$ $\gamma(h)=Co+C$ for $h \geq Ao$

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Del estudio de los semivariogramas experimentales ajustados a los distintos modelos teóricos, se detecta una variación en el comportamiento espacial de estas poblaciones en diferentes etapas del ciclo del cultivo, las que están asociadas a las fluctuaciones de las densidades poblacionales.

**Variabilidad Espacial de Pulgones (*Aphis spp.*):**

Con muy bajas intensidades de infestación se logra un mejor ajuste con el modelo lineal,  $Y(h)=2187+[h(2187/505.22)]$ , que explica en algunos casos el 93% de la variabilidad ( Fig.Nº 1), cuando las intensidades se incrementan, el modelo esférico,  $Y(h)=1778 [1.5(h/716)-0.5(h/716)]$ , logra explicar el 99% de la variabilidad ( Fig.Nº 2), y con intensidades de infestación aún más altas, el modelo exponencial,  $Y(h)=1929[1-\exp(-h/738)]$ , alcanza a explicar en algunos casos hasta el 87% de la variabilidad ( Fig.Nº 3).

**Variabilidad Espacial de larvas de Oruga de la hoja (*Alabama argillacea*):**

En casos de infestación baja y fundamentalmente localizada, presentan mejor comportamiento los modelos:lineal  $Y(h)=2.29+[h(2.29/505.22)]$ , con una explicación de entre el 73 y el 95% de la variabilidad (Fig.Nº 1); y esférico,  $Y(h)=0.59[1.5(h/690)-0.5(h/690)]$ , que logra explicar hasta el 99% de la variabilidad en algunos casos (Fig.Nº 2). Cuando la infestación es mas elevada y fundamentalmente generalizada, ajusta mejor el modelo exponencial  $Y(h)=1.35[1-\exp(-h/88.00)]$ , con un porcentaje de explicación que oscila entre el 36 y el 98% (Fig.Nº 3).

Las dos especies estudiadas presentan dependencia espacial, con un alcance que varía entre 284 y 330 m. para pulgones (*Aphis spp.*); y entre 192 m. y 330 m. para la oruga de la hoja (*Alabama argillacea*).

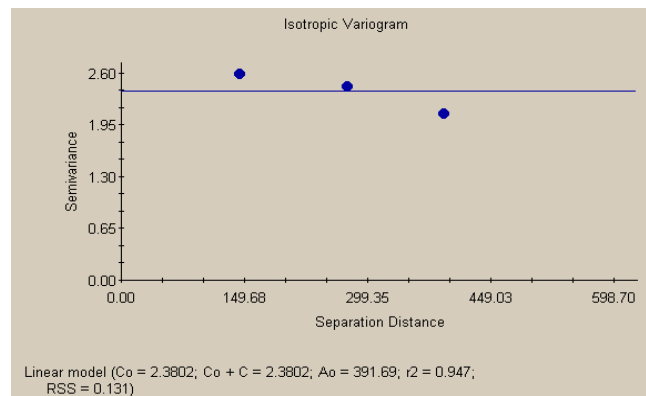


Figura Nº1: Semivariograma experimental para adultos de *Aphis spp.* y larvas de *Alabama argillacea*, ajustado a un modelo lineal, con baja intensidad de infestación.

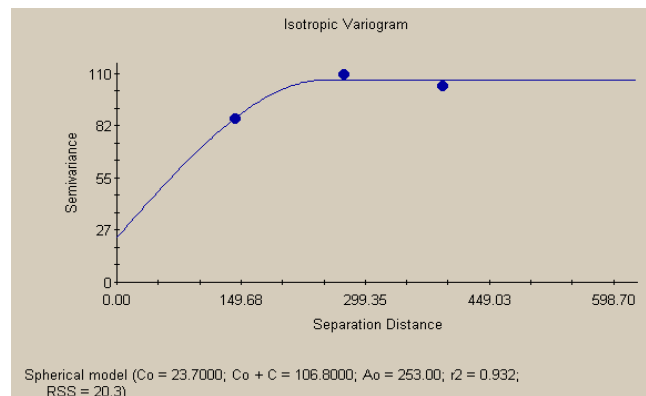


Figura Nº2: Semivariograma experimental para adultos de *Aphis spp.* y larvas de *Alabama argillacea* ajustado a un modelo esférico, con mediana intensidad de infestación.

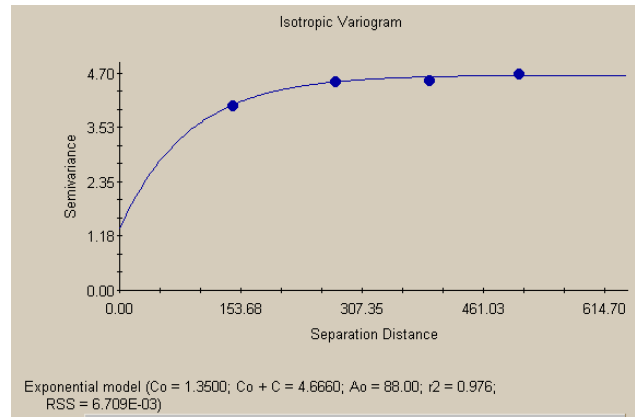


Figura N°3: Semivariograma experimental para adultos de *Aphis spp.* y larvas de *Alabama argillacea* ajustado a un modelo exponencial, con alta intensidad de infestación.

### CONCLUSIÓN

Para asociar menor esfuerzo y mayor representatividad, para las especies citadas en este trabajo, se sugiere muestrear a intervalos iguales o mayores al mínimo alcance de la dependencia espacial, es decir:

- 290 m. para pulgones (*Aphis spp.*)
- 192 m. para la oruga de la hoja (*Alabama argillacea*).

### BIBLIOGRAFÍA

- Castella, J.C.; Jourdain, D.; Trebuil, G.; Napompeth, B. 1999. A systems approach to understanding obstacles to effective implementation of IPM in Thailand: key issues for the cotton industry. *Agric. Ecosyst. Environ.* 72(1):17-34, 1999.
- Chica Olmo, M., Delgado García, J., Pardo Igúzquiza, E. 1995. Introducción al Análisis Geoestadístico de variables espaciales. Logroño.308p.
- Cochran, W.G. 1974. Muestreo Simple Al Azar (Cap. 2) y Muestreo por Conglomerados (Cap. 9) Técnicas de Muestreo. Continental S.A. México.
- Dai, X.F.; Guo, Y.; Qiu-Sibang, Y. 1996. Research on cotton main pests integrated management in China: present state and strategy. Progress of research on plant protection in China. Proc. Third National Conference of Integrated Pest Management, Beijing, China, 12-15 November 1996. 1996, 605-609.
- Ibáñez, J. J.& Machado, C. 1995. Análisis de la Variabilidad Espacio-Temporal y Procesos Caóticos en Ciencias Medioambientales. Logroño.308p.
- Mazza, S., Contreras, G.B., Videla, G.W., Polar, M., Schroeder, J.A. y Tannure, C.J. 1996. Técnicas de muestreo para la evaluación de infestación por pulgones (*Aphis gossypii*) en algodón (*Gossypium hirsutum*). Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas SGCYT-UNNE. Actas 3(5):1-4.
- Samper Calvete, F. J.; Carrera Ramírez, J. 1990. Geoestadística. Aplicaciones a la hidrología subterránea. 2da Ed. Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería. Barcelona.484p.
- Scheaffer, R.L., W. Mendenhall & L. Ott. 1979. Elementary Survey Sampling. Duxbury Press. USA. pp 5-7; 141-161.
- Steel, R.G. y Torrie, J.H. 1988. Bioestadística: Principios y Procedimientos. 2da Ed. (1a. en español). Mc Graw Hill. México. pp 7-35; 83-116.