

## **Distribución espacial y plan de muestreo secuencial de la "oruga militar tardía" (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz**

*Autores:*

*Dr. Cs. Biológicas Eduardo Trumper, email: [entomomanfre@manfredi.inta.gov.ar](mailto:entomomanfre@manfredi.inta.gov.ar)*

### **Introducción**

La "isoca cogollera" u "oruga militar tardía", *Spodoptera frugiperda* es un lepidoptero de amplia difusión en todo el continente americano. Se reproduce en los trópicos y subtrópicos y migra a zonas más frías en los meses de verano. Si bien es una especie polifitófaga, muestra una marcada preferencia por gramíneas, y entre las especies cultivadas afecta principalmente maíz y sorgo. Se la considera la plaga más importante del maíz en el Nor Oeste Argentino (NOA) y en la región central es la plaga que le sigue en orden de importancia al barrenador del tallo *Diatraea saccharalis*.

El patrón espacial es una de las propiedades ecológicas más características de las especies. A partir de su conocimiento, se pueden elaborar planes de muestreo secuencial. Éstos permiten estimar la media poblacional con un nivel de precisión fijado por el usuario y son relativamente fáciles de implementar, aunque en algunas situaciones pueden requerir de un elevado esfuerzo de muestreo.

Los objetivos del presente trabajo fueron caracterizar la distribución espacial de larvas de la oruga militar tardía y elaborar planes de muestreo secuencial.

### **Materiales y Métodos**

Los estudios se desarrollaron en el Campo Escuela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba, ubicado a 10 km al sur de la ciudad de Córdoba, camino a Capilla de los Remedios.

Los muestreos se realizaron desde el 2001 al 2004, abarcando tres campañas agrícolas. En la primera campaña, se realizaron muestreos en tres lotes sembrados el 19/10/01, el 06/12/01 y el 23/12/01. En la segunda campaña se sembró un único lote el 08/11/02. En la tercera se sembró un único lote el 01/12/03. La superficie de cada lote fue de 25 hectáreas y la distancia entre surcos de 0,7 mts.

En cada lote se realizaron dos muestreos por semana. Cada unidad muestral estuvo compuesta por 12 plantas de maíz contiguas, y cada muestreo constó de 20 unidades muestrales seleccionadas al azar. Se registró el número y tamaño de larvas de *S. frugiperda* por planta.

Se describió el patrón espacial del total de larvas, de larvas mayores o iguales que 1,5 cm. y de larvas menores de 1,5 cm. de *S. frugiperda* estudiando la relación entre la varianza y la media mediante la Ley de Potencias de Taylor (ver Trumper 2004). Los coeficientes de la Ley de Potencias de Taylor  $S^2 = a \cdot m^b$ , fueron calculados mediante análisis de regresión lineal del logaritmo de la varianza contra el logaritmo de la media muestral. La pendiente de la ecuación de regresión  $\log S = a + b \cdot \log m$ , es considerada un índice de agregación de manera que  $b=1$  indica patrón aleatorio,  $b < 1$  patrón uniforme y  $b > 1$  indica patrón agrupado.

Con los parámetros  $a$  y  $b$  de la ley de potencias de Taylor (Taylor 1984), se desarrollaron los planes de muestreo secuencial, utilizando para ello la siguiente ecuación:  
donde  $T_n$  es el número acumulado de larvas en las  $n$  unidades muestrales tomadas en la fecha de muestreo;  $C$  es el nivel de precisión deseado, el cual representa una proporción fija del error estándar;  $a$  y  $b$  son los parámetros de la ley de potencias de Taylor. Cuando el número acumulado de larvas supera la línea de decisión del plan de muestreo, se esta en condiciones de obtener la media muestral con la precisión deseada, dividiendo número acumulado de larvas por el número de unidades muestrales tomadas ( $T_n/n$ ).

## Resultados

La regresión lineal entre el  $\log S^2$  y el  $\log m$  para larvas menores de 1,5 cm fue altamente significativa ( $p < 0.0001$ ), con un  $R^2 = 0.92$ . La pendiente  $b = 1.27$ , resultó significativamente mayor que 1 ( $F = 11,07$ ,  $gl = 1$ ,  $p < 0.0034$ ), indicando un patrón de dispersión de tipo agrupado ( $b > 1$ ). La regresión para larvas igual o mayores de 1,5 cm. fue altamente significativa ( $p < 0,0001$ ), con un  $R^2 = 0.98$ . La pendiente  $b = 0,98$  no resultó significativamente diferente de la unidad ( $F = 0,54$ ,  $gl = 1$ ,  $p < 0.47$ ), evidenciando un patrón de distribución de tipo aleatorio ( $b = 1$ ). El análisis de regresión para el total de larvas también fue altamente significativo ( $p < 0.0001$ ), con un  $R^2 = 0.90$ . La pendiente  $b = 1,08$  tampoco mostró diferencias significativas respecto de la unidad ( $F = 1,33$ ,  $gl = 1$ ,  $p < 0.26$ ) evidenciando, al igual que las larvas grandes, un patrón de distribución aleatorio.

El patrón agregado en las larvas pequeñas, puede tener explicación

en gran medida en el patrón de eclosión de las larvas a partir de las masas de huevo, ya que *S. frugiperda* coloca sus huevos en masas de 100 a 200 huevos, a partir de las cuales, las larvas neonatas comienzan a moverse. El patrón aleatorio observado en las larvas grandes se explica en parte por la actividad de dispersión de las mismas y por su alto nivel de canibalismo.

En la Tabla 1 se representa una planilla de campo para aplicar el plan de muestreo secuencial elaborado para el total de larvas de *S. frugiperda* con una precisión del 25%. La columna central representa lo que se conoce técnicamente como línea crítica o línea de detención. El plan de muestreo se utiliza del siguiente modo: se toman unidades muestrales (recordar que en este caso la unidad muestral está integrada por 12 plantas consecutivas) de manera secuencial y se va registrando ese número en una de las dos columnas adyacentes a la columna central. Mientras el número acumulado de larvas correspondientes a cada número de unidad muestral ( $n$ ) no supere el valor de la columna central, el muestreo debe continuar. Cuando el número acumulado de larvas supera el valor de la columna central, el valor se anota en la columna de la derecha y el muestreo se detiene. Ese valor de  $T_n$  (Nro. acumulado de larvas) se divide por el número de unidades muestrales ( $n$ ) y el resultado representa la densidad media de larvas por unidad muestral (12 plantas), con una precisión esperada de  $C=0.25$ . Si se desea expresar la densidad de larvas por planta, simplemente se divide el resultado por 12.

Frecuentemente, la bibliografía de divulgación técnica recomienda tomar como Umbral Económico de tipo nominal una densidad de 0,2 larvas por planta. Suponga que se aplica el plan de muestreo representado en la Tabla 1. Al tomar la primera unidad muestral (de 12 plantas consecutivas), se registran 2 larvas. Luego, al tomar la segunda unidad muestral se encuentra 1 larva; en consecuencia, para  $n=2$  se acumulan 3 larvas, y así sucesivamente. Obsérvese que la acumulación de larvas arroja valores inferiores al nivel crítico hasta la unidad muestral  $n=12$ . Cuando se toma la unidad muestral número 13, el valor acumulado excede el nivel crítico para  $n=13$ ; por lo tanto, se lo consigna en la columna de la derecha y el muestreo se interrumpe. Entonces el cociente  $T_n/n$ , es decir,  $27/13$ , arroja como resultado una densidad media de 2.077 larvas por unidad muestral con una precisión  $C=0.25$ . Equivalentemente, la densidad es  $2.077/12=0.17$  larvas por planta, una densidad algo menor que el umbral mencionado anteriormente.

**Tabla 1.** Plan de muestreo secuencial de larvas de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz con un nivel de precisión del 25%.

<b>(<math>T_n</math>) Número acumulado de larvas</b>			
<b>n</b>	<b>Seguir muestreando</b>	<b>Nivel crítico</b>	<b>Detener muestreo</b>
1	2	32.79	
2	3	30.87	

3	6	29.80	
4	8	29.06	
5	12	28.51	
6	13	28.06	
7	15	27.68	
8	17	27.36	
9	20	27.09	
10	23	26.84	
11	24	26.62	
12	26	26.42	
13		26.23	<b>27</b>
14		26.06	
15		25.91	
16		25.76	
17		25.63	
18		25.50	
19		25.38	
20		25.27	

### Consideraciones Finales

La línea crítica presentada en la Tabla 1 fue calculada para obtener estimaciones de densidad de la plaga con una precisión esperada  $C=0.25$ . Este nivel de precisión no es muy exigente, es decir, las estimaciones de abundancia están sujetas a ciertos errores. Si se desea tomar decisiones sobre la base de muestreos más precisos, se debe recalcular la línea crítica bajando el valor  $C$ . Se debe tener en cuenta que aumentar la precisión trae como consecuencia que el protocolo de muestreo será más exigente, es decir se deberán tomar un mayor número de unidades muestrales antes de detener el muestreo.

### Agradecimientos

Este trabajo se desarrolló en el marco del proyecto marco de la Sección Entomología, apoyado por el proyecto PICT 08-04906 y con apoyo parcial del proyecto de la Agencia Córdoba Ciencia, dirigidos por E.V. Trumper

### Bibliografía

Taylor, L. R. 1984. Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. Annual Review of Entomology. 29: 321-357.

Trumper, E.V. 2004. Bases para el diseño de planes de muestreo de plagas. En: Serie Modelos bioeconómicos para la toma de decisiones de manejo de plagas /EEA Manfredi/ Año 1, Nro. 2. ISSN. 1668-9410.