



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

Trabajo Final para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo

**Determinación de la distribución espacial y diseño y tamaño  
óptimo de muestra para orugas cortadoras (Lepidoptera-  
Noctuidae) en el sur de Córdoba.**

**Lupano, Gabriel Ezequiel**

**DNI: 38.110.675**

**Director: Ing. Agr. CRENNA, Cecilia**

**Co-Director: Ing. Agr. GIUGGIA, Jorge**

**Río Cuarto - Córdoba**

Diciembre 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO  
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y DISEÑO Y  
TAMAÑO ÓPTIMO DE MUESTRA PARA ORUGAS CORTADORAS  
(LEPIDOPTERA – NOCTUIDAE) EN EL SUR DE CÓRDOBA

Autor: Lupano, Gabriel Ezequiel

DNI: 38.110.675

Director: Ing. Agr. CRENNNA, Cecilia

Co-Director: Ing. Agr. GIUGGIA, Jorge

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias del Jurado  
evaluador:

Peralta, Vanesa Soledad (DNI: 33.359.794) \_\_\_\_\_

Malpassi, Rosana Noemi (DNI: 20.362.333) \_\_\_\_\_

Fecha de presentación: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_.

Aprobado por secretaria académica: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_.

---

Secretario Académico

## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCIÓN.</b>	<b>1</b>
<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>9</b>
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>9</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>9</b>
- Recolección de información a campo	<b>9</b>
- Determinación de Índices de Distribución	<b>12</b>
• Relación varianza media	<b>13</b>
• Índice de Morisita	<b>13</b>
- Determinación del tamaño óptimo de muestra	<b>14</b>
- Determinación del diseño de muestreo en función del número de muestras	<b>14</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>16</b>
- Determinación de la distribución espacial de la plaga.	<b>16</b>
- Calculo del tamaño óptimo de muestra para orugas cortadoras para diferentes diseños de muestreo.	<b>20</b>
• Cálculo del tamaño óptimo de muestra para orugas cortadoras mediante método analítico.	<b>20</b>
• Cálculo del tamaño óptimo de muestra para orugas cortadoras mediante método gráfico.	<b>22</b>
- Determinación del mejor diseño de muestreo en función del número de muestra.	<b>32</b>
<b>CONCLUSIONES.</b>	<b>36</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA CITADA.</b>	<b>37</b>

## ÍNDICE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Ubicación del lote 1 ( $32^{\circ}59'17.30''S$ , $64^{\circ}36'1.88''O$ ), a 2 kilómetros hacia el sur de La Aguada.	10
<b>Figura 2.</b> Ubicación del lote 2 ( $32^{\circ}59'49.15''S$ , $64^{\circ}27'41.28''O$ ), a 13 km hacia el sur este de La Aguada	10
<b>Figura 3.</b> Ubicación del lote 3 ( $33^{\circ} 5'54.76''S$ , $64^{\circ}42'42.62''O$ ), a 12.5 kilómetros hacia el sur oeste de la localidad de Cuatro Vientos.	11
<b>Figura 4.</b> Ubicación del lote 4 ( $33^{\circ} 8'14.40''S$ , $64^{\circ}33'34.26''O$ ), a 6.8 kilómetros hacia el sur de la localidad de Cuatro Vientos.	11
<b>Figura 5.</b> Esquemas de los diferentes diseños de muestreos utilizados a campo.	12
<b>Figura 6.</b> Relación del Índice de Morisita con el número de orugas por hectárea para el diseño Diagonal.	18
<b>Figura 7.</b> Relación del Índice de Morisita con el número de orugas por hectárea para el diseño en X.	18
<b>Figura 8.</b> Relación del Índice de Morisita con el número de orugas por hectárea para el diseño W.	19
<b>Figura 9.</b> Relación del Índice de Morisita con el número de orugas por hectárea para el diseño Estratificado.	19
<b>Figura 10.</b> Gráfico de media y desvío estándar de los valores de Número de orugas/Muestra del diseño Diagonal ubicado en el lote 1.	22
<b>Figura 11.</b> Gráfico de media y desvío estándar de los valores de Número de orugas/Muestra del diseño Diagonal ubicado en el lote 2.	23
<b>Figura 12.</b> Gráfico de media y desvío estándar de los valores de Número de orugas/Muestra del diseño Diagonal ubicado en el lote 3.	23
<b>Figura 13.</b> Gráfico de media y desvío estándar de los valores de Número de orugas/Muestra del diseño Diagonal ubicado en el lote 4.	24
<b>Figura 14.</b> Gráfico de media y desvío estándar de los valores de Número de orugas/	

Muestra del diseño X ubicado en el lote 1.	25
<b>Figura 15.</b> Gráfico de media y desvío estándar de los valores de Número de orugas/ Muestra del diseño X ubicado en el lote 2.	25
<b>Figura 16.</b> Gráfico de media y desvío estándar de los valores de Número de orugas/ Muestra del diseño X ubicado en el lote 3.	26
<b>Figura 17.</b> Gráfico de media y desvío estándar de los valores de Número de orugas/ Muestra del diseño X ubicado en el lote 4.	26
<b>Figura 18.</b> Gráfico de media y desvío estándar de los valores de Número de orugas/ Muestra del diseño W ubicado en el lote 1.	27
<b>Figura 19.</b> Gráfico de media y desvío estándar de los valores de Número de orugas/ Muestra del diseño W ubicado en el lote 2.	28
<b>Figura 20.</b> Gráfico de media y desvío estándar de los valores de Número de orugas/ Muestra del diseño W ubicado en el lote 3.	28
<b>Figura 21.</b> Gráfico de media y desvío estándar de los valores de Número de orugas/ Muestra del diseño W ubicado en el lote 4.	29
<b>Figura 22.</b> Gráfico de media y desvío estándar de los valores de Número de orugas/ Muestra del diseño Estratificado ubicado en el lote 1.	30
<b>Figura 23.</b> Gráfico de media y desvío estándar de los valores de Número de orugas/ Muestra del diseño Estratificado ubicado en el lote 2.	30
<b>Figura 24.</b> Gráfico de media y desvío estándar de los valores de Número de orugas/ Muestra del diseño Estratificado ubicado en el lote 3.	31
<b>Figura 25.</b> Gráfico de media y desvío estándar de los valores de Número de orugas/ Muestra del diseño Estratificado ubicado en el lote 4.	31
<b>Figura 26.</b> Tamaños de muestra para cada diseño de muestreo y coeficiente de variación utilizados en el lote 1.	32
<b>Figura 27.</b> Tamaños de muestra para cada diseño de muestreo y coeficiente de variación utilizados en el lote 2.	33
<b>Figura 28.</b> Tamaños de muestra para cada diseño de muestreo y coeficiente de variación utilizados en el lote 3.	33

**Figura 29.** Tamaños de muestra para cada diseño de muestreo y coeficiente de variación utilizados en el lote 4.

34

## ÍNDICE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Índices de distribución espacial de la plaga calculados para los diferentes lotes bajo estudio y distintos diseños de muestreo.	<b>16</b>
<b>Tabla 2.</b> Valores de chi-cuadrado para los diferentes lotes, diseños e índices utilizados.	<b>17</b>
<b>Tabla 3.</b> Tamaños óptimos de muestra calculados según el método analítico teniendo en cuenta diferentes lotes de muestreo, distintos diseños de muestreo y Coeficientes de Variación ( $CV_x$ ).	<b>21</b>
<b>Tabla 4.</b> Diferentes TOM obtenidos por el método grafico de los distintos diseños de muestreos empleados y diferentes lotes analizados.	<b>35</b>

## RESÚMEN

Entre las diferentes plagas que afectan los cultivos se encuentran las orugas cortadoras. Éstas son organismos que poseen un gran potencial de daño en cultivos de verano. Para la ejecución del presente trabajo se realizó muestreos sobre 4 lotes comerciales con rastrojo de soja y con presencia de la plaga, ubicados en la región sur de la provincia de Córdoba. En cada lote se establecieron 4 diseños de muestreo: en forma de X, en una W, una diagonal y estratificado. Se tomaron 80 muestras para cada uno de los diseños planteados. Las muestras estuvieron representadas por una superficie de  $0,25\text{m}^2$  (aro metálico), en donde se registró el número de orugas presentes. Con los datos obtenidos de los muestreos, se calcularon los índices de distribución espacial de Relación varianza media y Morisita, se probó la aleatoriedad en ambos índices mediante la prueba de chi cuadrado y se realizó un ajuste a un modelo exponencial negativo entre el número de orugas por hectárea y los valores del índice de Morisita. Se calculó el Tamaño Óptimo de Muestra (TOM) por método analítico para cada diseño utilizado aplicando diferentes Coeficientes de Variación y, también el TOM por método gráfico propuesto por Kranz. Por último, se estableció el mejor diseño de muestreo en función del número de muestras. De acuerdo con los resultados obtenidos se puede decir que la distribución espacial de las orugas cortadoras es agregada a elevada densidad poblacional, y a partir de 15.000 orugas por hectárea, la distribución de las orugas cortadoras tiende a uniformizarse observándose que el índice de distribución de Morisita se acerca a 1. Es posible determinar de manera confiable la densidad de orugas cortadoras para evaluar daño a un cultivo utilizando un diseño en diagonal, el cual es el que posee el menor TOM.

**Palabras claves:** orugas cortadoras, índice de distribución, tamaño óptimo de muestra.

## SUMMARY

### DETERMINATION OF THE SPATIAL DISTRIBUTION AND DESIGN AND OPTIMAL SAMPLE SIZE FOR CUTWORMS (LEPIDOPERA-NOCTUIDAE) IN SOUTHERN CÓRDOBA.

Among the different pests that affect crops, cutworms are organisms that have great potential for damage in summer crops. To carry out this work, 4 commercial lots with soybean stubble and with the presence of the pest, located in the southern region of the province of Córdoba were sampled. In each lot 4 sampling designs were established: X-shaped, W-shaped, diagonal and stratified. 80 samples were taken from each design. The samples were represented by an area of 0.25m<sup>2</sup> (metal ring), where the number of caterpillars present was recorded. With the data obtained from the samples, the spatial distribution rates of variance relation and Morisita were calculated, randomness on both indices using the chi square test was tested and an adjustment to a negative exponential model between the number of caterpillars per hectare and the Morisita rate values was made. Optimal Sample Size (TOM) was calculated by analytical method for each design used by applying different Coefficients of Variation as well as by graphical method proposed by Kranz. Finally, the best sampling design was established based on the number of samples. According to the results obtained it can be said that the spatial distribution of the cutworms is added at high population density, and from 15,000 cutworms per hectare, the distribution of the cutworms tends to be uniform whereas morisita's distribution rate approaches 1. It is possible to reliably determine the density of cutworms to assess damage to a crop using a diagonal design, which is the one with the lowest TOM.

**Key words:** Cutworm, Spatial Distribution, Distribution rate, Optimal sample size

## INTRODUCCIÓN

Durante la campaña 2017/2018, se sembraron en Argentina 34.4 millones de hectáreas de los principales cultivos que se producen en el país: Soja, maíz, trigo, girasol, sorgo, y cebada. Casi dos de cada cuatro hectáreas (52,9 %) fueron implantadas con soja, mientras que el 19,9 % correspondió a maíz (Bolsa de comercio de Rosario, 2018).

La producción de los mencionados cultivos se ve afectada por numerosos organismos entre los que se destacan las orugas cortadoras. Éstas poseen un gran potencial de daño principalmente en cultivos de verano con pocas plantas por metro lineal como maíz y girasol. Ataques severos también afectan a soja, principalmente en siembras de octubre (Aragón y Flores, 2005). Las orugas cortadoras son consideradas plagas de importancia económica, siendo en la mayoría de los casos especies polífagas (Balachowsky, 1972; El-Heneidy y Hassanein, 1987). Pertenecen al Orden Lepidoptera, Familia Noctuidae, subfamilia Noctuinae (Borror *et al.*, 1989) cuyos géneros más importantes son *Agrotis*, *Euxoa*, *Feltia* y *Peridroma*, constituyendo un grupo de especies cosmopolitas (Kohler, 1945).

En la región pampeana se encuentran principalmente dos especies: *Agrotis robusta* (= *malefida*) “oruga cortadora áspera” y *Feltia gypaetina* “oruga cortadora parda”, que se caracterizan por tener un ciclo biológico con una sola generación por año. Ambas especies están en actividad como adultos durante el otoño, a partir de abril y continúan presentes hasta fines de junio. Las hembras pueden oviponer entre 1300 a 2000 huevos a nivel de suelo, protegidos por los rastrojos del cultivo cosechado. Luego de 20 a 30 días de desarrollo embrionario nacen las larvas. El periodo larval dura entre 120 a 150 días, al inicio el desarrollo es lento, mientras que, hacia fines del invierno, el mismo se ve acelerado por el aumento de las temperaturas, y es en esa etapa en la que causan el máximo daño (septiembre, octubre y principio de noviembre) (Aragón y Flores, 2005). Pasan el verano en estado de reposo (diapausa estival) a pocos centímetros del suelo en cámaras que preparan al finalizar su estado activo. Empupan enterradas en el suelo a poca profundidad y este período se extiende por 30 a 35 días (Navarro *et al.*, 2009).

Otras orugas cortadoras que se pueden encontrar en la región pampeana son *Euxoa bilitura* y *Peridroma saucia* que se caracterizan por tener un ciclo biológico con varias generaciones por año. La “oruga variada” *Peridroma saucia* posee un coloreado característico del tegumento en los últimos estadios larvales del cual deriva su nombre vulgar. Presenta tres o más generaciones anuales y cumple su ciclo en 45 - 70 días. La hembra coloca entre 500 y 600 huevos en varios grupos compactos de 60 - 70 huevos. Las larvas transcurren por seis estadios alcanzando en el último su máxima longitud, 38 - 45 mm. Su tegumento es de color castaño claro, con tonalidades verdosas o grisáceas y manchas dorsales. Empupa en el suelo, a 1-2 cm de

profundidad y así pasa el invierno. La capacidad de esta plaga para producir daños está relacionada, además de su densidad, con el estadio de desarrollo larval y el tamaño de las plántulas. Los adultos aparecen en primavera y las hembras depositan sus huevos en lugares protegidos, preferentemente en lotes sucios, enmalezados o con abundante rastrojo en superficie, por lo cual los cultivos con labranzas conservacionistas resultan predisponentes al daño de cortadoras (Navarro *et al.*, 2009).

La “oruga cortadora” *Euxoa bilitura* puede realizar intensos ataques en alfalfas asociado a épocas de altas temperaturas y falta de lluvias (Harcourt *et al.*, 1986). Estas orugas son más pequeñas que las otras especies, las mismas pueden subir a los tallos y defoliar la parte superior de los mismos. Tienen una longitud máxima de 35-40 mm y presentan el aspecto típico de las orugas cortadoras que atacan a la alfalfa, presentando el área dorsal de color más claro que los flancos mientras que la cápsula cefálica es de color castaño clara. Tiene un ciclo que se corresponde con el descrito para la “oruga variada” con cuatro generaciones al año (Flores y Balbi, 2011).

Las larvas pueden llegar a cortar hasta tres o cuatro plantas, por lo que se toma como umbral de tratamiento a la presencia de 2000 a 3000 larvas. ha<sup>-1</sup> en la etapa de previa a la siembra de los cultivos. A partir de la emergencia de las plantas, en cultivos como girasol y maíz, se recomienda el control químico cuando se comprueba que existe del 3 al 5 % de plántulas cortadas y la presencia de 3 orugas cada 100 plantas (Flores y Balbi, 2011). En cambio, en soja se admite hasta un 8-10 % de plantas cortadas y la presencia de 3 orugas cada 100 plantas (Igarzábal *et al.*, 2009).

Tooker (2009) en Estados Unidos encontró que los gusanos cortadores negros (*A. ipsilon*), poseen dos tipos de alimentación dependiendo de la cantidad de humedad en el suelo y del tamaño de las plantas. Donde la humedad del suelo es adecuada y las plantas son pequeñas, las larvas se esconden en el suelo durante el día y se mueven hacia la superficie durante la noche, donde cortan las plantas justo por encima de la superficie del suelo. Este es el daño típico para la mayoría de las especies de gusanos cortadores. Una larva cortará un promedio de cinco plantas de maíz durante su desarrollo. En situaciones de suelo seco, las larvas no se mueven a la superficie para alimentarse, sino que mastican la planta justo debajo de la superficie del suelo. Esto hace que las plantas de maíz se marchiten y usualmente mueren. La pérdida de plantas en los campos infestados variará de 10 a 80 %. Rara vez se encuentra un campo completamente destruido, el daño severo generalmente se limita a sectores del campo.

Johnson *et al.* (1984) encontraron en Estados Unidos que los antecesores soja y trigo

contribuyeron a una mayor infestación de *A. ipsilon* respecto al antecesor maíz. La posición en el relieve también influye sobre la densidad de orugas siendo mayor en los ambientes “bajos” respecto a los sectores de “loma” (Corro *et al.*, 2017).

Una población puede definirse como la totalidad o el universo de unidades con determinados atributos presente en un tiempo y espacio determinado (Mora Aguilera *et al.*, 2001). La mayoría de las poblaciones naturales son estacionales y discontinuas, y la estabilidad solo se presenta en los modelos teóricos. Por esto es que se hace difícil muestrear repetidamente una población para tener una distribución de frecuencias bien definida. Los muestreos a campo raramente producen distribuciones consistentes porque son afectados por factores como depredación, parasitismo, pérdida de hospedero, mortalidad física por lluvias y deshidratación (Badii *et al.*, 2011), además la presencia de malezas (Ves Losada, 2003) y el tipo de laboreo que se realiza sobre el lote, tienen una alta incidencia sobre la supervivencia de las orugas (Villata, 1993; Johnson *et al.*, 1984; Aragón, 2000a).

Debido a esta dinámica de las poblaciones en el tiempo y espacio es que existe variabilidad temporal y espacial de los atributos medibles. Cada uno de ellos tiene dos valores asociados, una media y una varianza, por lo que, si a partir de un subconjunto de unidades de la población es posible estimar con cierto grado de precisión a la media y la varianza, entonces se puede afirmar que dicho subconjunto, la muestra, es suficiente para caracterizar a la población con respecto a un atributo específico. La precisión y exactitud de una muestra es directamente proporcional al tamaño de ésta, por lo cual determinar un número óptimo de unidades resulta fundamental a la hora de analizar el comportamiento de una enfermedad (Mora Aguilera *et al.*, 2001; Badii *et al.*, 2011).

Para determinar la intensidad de una plaga en un lote, es necesario diseñar un plan de muestreo confiable, para lo cual debe caracterizar cuantitativamente su patrón de distribución espacial (Pielou, 1977; Spark *et al.*, 2008).

La distribución espacial es una de las propiedades más características de las especies, porque produce parámetros que las segregan y estos son expresiones poblacionales del comportamiento a nivel individual (Badii *et al.*, 2000). Se le puede definir como el producto de la heterogeneidad ambiental y el crecimiento de la población y reproducción, actuando sobre procesos aleatorios y dirigidos de movimiento y mortalidad (Badii *et al.*, 1994a, b; Badii *et al.*, 2000). La disposición de los organismos en el espacio es una característica ecológica resultante del nacimiento, muerte y migración de individuos (Taylor, 1984)

La distribución espacial de los insectos obedece a factores físicos y, principalmente a factores biológicos. Sobre los factores físicos, existe el caso hipotético en que no todos los

puntos en el espacio tienen la misma probabilidad de ser ocupado. Con respecto a los factores de naturaleza biológica, hay ciertos puntos donde las condiciones y factores que afectan la supervivencia son más favorables que otros, teniendo entre ambos, lugares intermedios (Rabinovich, 1980; Margalef, 1986; Guerreiro *et al.*, 2005). Mesina (1986) destaca los lugares para la hibernación, la postura, la alimentación, con condiciones adecuadas de temperatura y humedad, como factores que pueden influir en la distribución de organismos en un área.

Existen tres patrones generales de distribución de los individuos en el espacio: aleatoria, uniforme y agregada (Rabinovich, 1980; Taylor, 1984; Southwood, 1978; Kuno, 1991). Una distribución aleatoria, indica que la probabilidad de encontrar a un individuo es la misma para todos los puntos del espacio. De manera general, una distribución uniforme significa que las distancias entre individuos son aproximadamente las mismas dentro de la población. Una distribución agregada, implica que los individuos se agrupan en aglomerados o parches, dejando porciones del espacio relativamente desocupadas (Pielou, 1977).

La determinación de los posibles patrones de distribución a los que se ajusta una población de insectos en un cultivo dado ayuda a conocer sus hábitos de vida, su tendencia a agruparse o no en las diferentes etapas de su desarrollo y las preferencias con respecto a su hábitat (Southwood, 1995; Manoilloff *et al.*, 1982). Southwood (1995) estableció que si bien las características animales, en general siguen una distribución normal en cuanto a su frecuencia de aparición, la dispersión espacial de las poblaciones a menudo no responde a este patrón, salvo si esa dispersión es aleatoria y las densidades muy altas o las unidades muestrales tan grandes que incluyan un considerable número de individuos (Tannure *et al.*, 2017).

Según Taylor (1961, 1984) y Taylor *et al.* (1979), la disposición agregada es la que se encuentra más comúnmente en la naturaleza, y basándose en la revisión de la literatura por el mismo autor, se menciona que casi el 96% de los artrópodos (el grupo más diverso de todos los organismos del planeta) tienen este tipo de dispersión (Badii *et al.*, 2011).

Muchas especies de coleópteros como: *Phyllotreta cruciferae*, *Psylliades punctulata* y *Phyllotreta striolata* (Chrysomelidae), *Oryzophagus oryzae* (Curculionidae) han sido encontrados presentando una distribución agregada (Mielitz, 1993). Turnock *et al.* (1987) en muestras de basura en Manitoba, Canadá, encontraron en años en los que la población promedio por unidad de muestra fue mayor a uno, que la distribución de los crisomélidos *P. cruciferae* y *P. striolata* fue agregada.

Lucio *et al.* (2009) determinaron en Brasil que la infestación del ácaro del bronceado *Dichopelmus notus* (Acari: Eriophyidae) ocurre en forma agregada en las plantaciones comerciales de yerba mate del oeste de Santa Catarina, tanto en hoja como en planta.

Santos *et al.* (2004) estudiaron la distribución espacial de *Oebalus poecilus* (Hemiptera: Pentatomidae), una plaga importante en el cultivo de arroz brasileño y en bambú. Descubrieron que la plaga también se distribuye en forma agregada.

Silva *et al.* (2014) verificaron la distribución agregada de la población del pulgón negro *Aphis craccivora* (Hemiptera: Aphididae) en el cultivo de judías verdes. Respecto al pulgón del algodón *Aphis gossypii*, Tannure *et al.* (2017) determinaron que la distribución espacial de esta especie en el cultivo de algodón es de tipo contagiosa o agregada.

Evaluando la disposición espacial de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) en soja, Souza *et al.* (2013) encontraron que la población de adultos se distribuye de manera moderadamente agregada a aleatoria en campo.

Costa *et al.* (2010) en un estudio sobre la distribución espacial de psílidos *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) también encontraron una distribución agregada para ninfas y adultos de la plaga estudiada.

Una distribución regular está asociada a una repulsión entre los animales (Taylor 1984), encontrándose raramente en la naturaleza (Ludwig y Reynolds 1988). Uno de los pocos ejemplos es el de la mosca de la fruta *Rhagoletis pomonella*, la que coloca sus huevos sobre frutos de cierto desarrollo del árbol *Crataegus spp.* y de manzana siguiendo un patrón regular (Averill y Prokopy 1989), asociado a la existencia de un marcaje de la superficie del fruto por la hembra que ovipone, evitando que otras lo hagan en el mismo fruto.

La distribución espacial puede ser descrita mediante índices y modelos matemáticos, que permiten hacer predicciones sobre el comportamiento de las poblaciones, determinar tamaños óptimos de muestra (TOM) y planificar programas de muestreo para la toma de decisiones (Rudd, 1980; Ruesink y Kogan, 1980; Shepard, 1980). Los índices de distribución espacial, aunque no describen matemáticamente la distribución de la población estudiada proporcionan una idea muy cercana a la realidad cuando los diferentes índices proporcionan resultados similares (Myers, 1978; Elliot *et al.*, 1990). Entre los índices más utilizados se encuentra el de Morisita, Green, Relación Varianza Media e índice binomial negativo k (Cesconetto *et al.*, 2005; Rahman *et al.*, 2010; Sedaratian *et al.*, 2010), además del índice de Taylor, David y Morey, Lloy e Iwao, entre otros (Cressie, 1993).

Según Green (1966) y Taylor (1984), un índice deseable debería tener los siguientes atributos:

- dar como resultado valores reales y continuos para cada grado de agregación;
- estar poco influenciado por el número de unidades de muestra, el número de

tamaño de la unidad o número total de individuos;

- ser fácil de calcular,
- tener una interpretación biológica.

Para Rabinovich (1980) no existe un índice perfecto que satisfaga todas las condiciones deseables. Un índice debe basarse en suposiciones razonables y debe presentar validez estadística (Waters y Henson, 1959). Para elegir el índice más adecuado es necesario tener alguna idea de la distribución espacial de los insectos y una idea de la variabilidad de áreas a comparar.

Fernandes *et al.* (2003) recomiendan el uso de diferentes índices de dispersión para calcular la distribución espacial de una plaga, ya que un único índice no proporciona todos los atributos considerados ideales desde un punto de vista estadístico.

Al momento de implementar programas de manejo de las plagas que afectan a los cultivos, el conocimiento del patrón de distribución espacial de dichas plagas permite mayor eficiencia en el diseño de programas de muestreo, la selección de métodos de análisis de datos, la estimación de tamaños poblacionales y el estudio de las relaciones predador-presa, huésped-parásito (Sevacherian y Stern, 1972).

De acuerdo con Dionisio *et al.* (2015) para la aplicación de uno o más métodos de control, primero se debe comprender el comportamiento de las plagas en el campo. Por lo tanto, el conocimiento de la distribución espacial de la población de insectos plagas son críticas para comprender la etología de los insectos en el campo y para determinar planes de muestreo acordes al Manejo Integrado de Plagas (MIP), porque para cada tipo de distribución presentada por la población de insectos en el campo, se encuentran variaciones en la metodología a utilizar.

El conocimiento de la distribución espacial de plagas en el campo es importante para encontrar un sistema de control más rentable (Melo *et al.*, 2006), ya que, dependiendo del tipo de distribución espacial presentada por la población de la plaga en el campo, va a afectar los planes de muestreo, que requieren diferentes métodos de acuerdo con las particularidades de cada especie (Ruesink y Kogan, 1980).

Para Silveira Neto *et al.* (1976) no existe un método de muestreo universal para evaluar insectos. El método ideal debe basarse en principios básicos de estadística y conocimiento de la distribución espacial, ciclo de vida y comportamiento del insecto. Además de estos factores, debe considerarse la cuestión económica, ya que un plan de muestreo no se considerará bueno si no es económicamente viable.

La pregunta respecto al tamaño que debe tener una muestra surge inmediatamente al

inicio del planteamiento de cualquier encuesta o experimento (Badii *et al.*, 2006; Badii y Castillo, 2007; Badii *et al.*, 2007a, b). Tomar una muestra más grande de lo necesario para obtener los resultados deseados es un desperdicio de recursos, mientras que, por otro lado, las muestras demasiado pequeñas con frecuencia dan resultados que carecen de uso práctico, y se puede fallar en la obtención de los objetivos del análisis (Badii y Castillo, 2008). Para la determinación de un número apropiado de las muestras a tomar se requiere una considerable investigación para encontrar un programa en el cual la cantidad de muestras sea precisa y económicamente factible (Pedigo y Rice, 2009).

Siempre que se toma una muestra, se pierde algo de información útil con respecto a la población. Si se desea tener un alto grado de precisión, se tiene que tomar una muestra suficiente de la población para asegurar la obtención de la información requerida. El error de muestreo se puede controlar si se selecciona una muestra cuyo tamaño sea el adecuado (Badii y Castillo, 2008). El grado de precisión establecido por el investigador interfiere con el número de muestras a tomar, disminuyendo el grado de precisión disminuirá, concomitantemente, el número de muestras necesarias para cuantificar la población de la plaga (Costa *et al.*, 1988). En general, cuanto más precisión se requiera, más grande será el tamaño de la muestra necesaria (Badii y Castillo, 2008). Por lo tanto, para la estimación de la densidad de población promedio de orugas, con la precisión deseada, es importante dimensionar el tamaño de la muestra (número de puntos de muestreo).

La eficiencia del muestreo tiene que ver con el tiempo empleado en la operación a campo y en laboratorio, y con el costo que implican los jornales/viáticos, el transporte hacia el lugar de obtención de las muestras, el procesamiento y el uso de alguna técnica específica en laboratorio (March *et al.*, 2009).

La evaluación de la densidad poblacional requiere contar las especies por unidad de muestreo (numérico) o, alternativamente, verificar si está presente en la unidad de muestreo (binomial) (Wilson *et al.*, 1983, 1984; Pereira *et al.*, 2004). En este contexto, el muestreo juega un papel importante en el monitoreo de plagas en cultivos comerciales (Wilson y Room, 1983). La elección del método de muestreo depende del costo operativo y la precisión que ofrece o la combinación de estos factores (Silveira Neto *et al.*, 1976).

La determinación del tamaño de muestra es importante para los estudios relacionados con insectos y otros métodos de estimación de la población (Southwood 1975). El número de unidades de muestra requeridas depende del grado de precisión requerido, que a su vez varía con la línea de investigación: dinámica de la población, daño a los cultivos, niveles de daño económico y control de plagas. Para la primera línea de investigación, se acepta un error del

10% del promedio, mientras que para los demás el error aceptable puede ser del 25% (Church y Strickland 1954; Morris 1955).

Silva y Costa (1998) encontraron que la población de larvas de *Diloboderus abderus* de tercer estadio en áreas sin labranza de avena negra se determina eficientemente por unidades de muestra de 25 x 25 cm, 30 cm de profundidad. Para este tamaño de muestra, se requieren 67 y 419 muestras para niveles de error del 25% (baja precisión) y 10% (alta precisión) de la media, respectivamente, para estimar su nivel de población con una uniformidad aceptable.

Cargnelutti Filho *et al.* (2011) determinó que para las orugas *Anticarsia gemmatalis*, *Pseudoplosia includens* y *Spodoptera eridania* en soja, 18 puntos son suficientes para estimar el promedio de densidad de población de oruga para un error de estimado en 30% del promedio estimado, en las etapas fenológicas intermedias.

Lucio *et al.* (2009), determinaron en Brasil, que se deben tomar muestras de tres hojas de yerba mate de cada 22 plantas, al azar, en parcelas de 7.500 m<sup>2</sup>, o 29 plantas. ha<sup>-1</sup> de febrero a abril, para estimar la cantidad de ácaros por hoja.

Existe escasa información sobre la distribución espacial de orugas cortadoras en el mundo. A su vez en el sur de la Provincia de Córdoba tampoco hay información al respecto, ni información referida al mejor diseño de muestreo y número de muestras a realizar. Considerando lo expresado, en este trabajo se plantea determinar la distribución espacial de la plaga, definir un diseño y tamaño de muestra adecuado para la cuantificación de la plaga en lotes ubicados en el Sur de Córdoba.

## **HIPÓTESIS DEL TRABAJO**

Las orugas cortadoras tienen una distribución agregada y existen diseños y tamaños de muestra adecuados para su cuantificación.

## **OBJETIVO GENERAL**

Determinar la distribución espacial de orugas cortadoras y establecer el diseño de muestreo y tamaño óptimo de muestra que mejor cuantifique la plaga en el sur de Córdoba.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Determinar el patrón de distribución espacial de las orugas cortadoras en el sur de Córdoba.
2. Calcular el tamaño óptimo de muestra para orugas cortadoras para diferentes diseños de muestreo.
3. Establecer el mejor diseño de muestreo y tamaño de muestra que cuantifique la densidad poblacional de orugas cortadoras

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Recolección de información a campo**

Para cumplir con los objetivos planteados se realizaron muestreos de orugas cortadoras en cuatro lotes comerciales con rastrojo de soja y con presencia de la plaga, ubicados en la región sur de la provincia de Córdoba (Figura 1,2, 3 y 4).



**Figura 1. Ubicación del lote 1 ( $32^{\circ}59'17.30''S$ ,  $64^{\circ}36'1.88''O$ ), a 2 kilómetros hacia el sur de La Aguada.**



**Figura 2. Ubicación del lote 2 ( $32^{\circ}59'49.15''S$ ,  $64^{\circ}27'41.28''O$ ), a 13 km hacia el sur este de La Aguada**

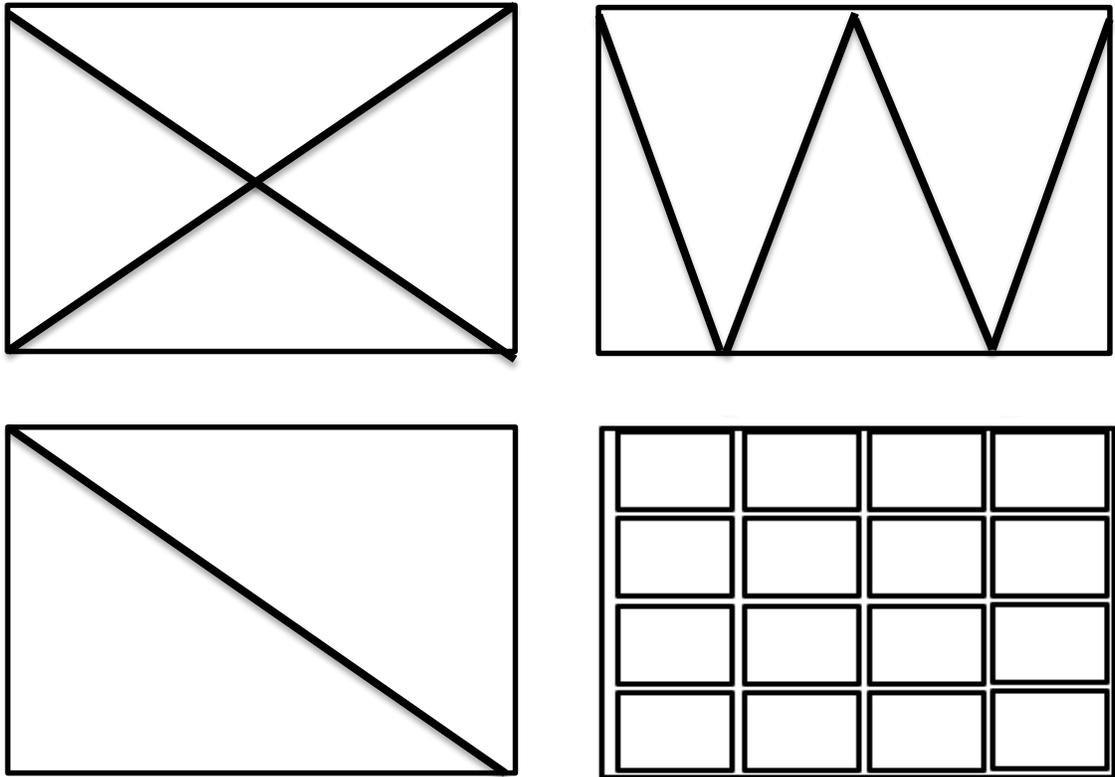


**Figura 3. Ubicación del lote 3 ( $33^{\circ} 5'54.76''S$ ,  $64^{\circ}42'42.62''O$ ), a 12.5 kilómetros hacia el sur oeste de la localidad de Cuatro Vientos.**



**Figura 4. Ubicación del lote 4 ( $33^{\circ} 8'14.40''S$ ,  $64^{\circ}33'34.26''O$ ), a 6.8 kilómetros hacia el sur de la localidad de Cuatro Vientos.**

En cada lote se establecieron cuatro diseños de muestreo: en forma de X, en una W, una diagonal y estratificado (Figura 5). Se tomaron 80 muestras distribuidas sistemáticamente para cada uno de los diseños planteados, según las dimensiones del lote en estudio. Las muestras estuvieron representadas por una superficie de 0,25m<sup>2</sup> (aro metálico), en donde se registraron el número de individuos (orugas) presentes debajo del rastrojo y en los primeros centímetros de suelo.



**Figura 5. Esquemas de los diferentes diseños de muestreos utilizados a campo.**

### **Determinación de Índices de Distribución**

Para determinar el patrón de distribución espacial de la plaga en el lote, con los datos obtenidos de los diferentes diseños de muestreo, se calcularon dos índices de dispersión de plagas: la relación varianza-media (Southwood, 1978) y el Índice de Morisita (Morisita, 1959). De acuerdo Rabinovich (1980), es necesario estudiar más de un índice antes inferir sobre la distribución de una especie de insecto particular.

### **Relación varianza media**

Este índice fue utilizado por primera vez por Clapham (1936), citado por Perry y Mead (1979). También se llama índice de dispersión y, según Rabinovich (1980), sirve para medir la desviación de acuerdo con las condiciones espaciales de aleatoriedad. Este índice se basa en la relación entre la varianza y la media, para calcular el índice se utilizó la siguiente formula:

$$VM = S^2/x$$

En donde VM es el índice de Relación Varianza Media,  $S^2$  es la varianza y “x” es la media poblacional.

Los valores de varianza media inferiores a 1 indican una disposición espacial uniforme, donde la varianza siempre es menor que la media; valores iguales o cercano a 1 indica una disposición aleatoria donde la varianza es igual o cerca de la media y valores superiores a 1 indican una disposición agregada, donde la varianza es mayor que el promedio (Rabinovich, 1980).

La eliminación de la aleatoriedad se comprobó por la prueba de chi-cuadrado con n-1 grados de libertad (Elliot, 1979), mediante la siguiente formula:

$$X^2 = (n-1) S^2/x$$

Donde  $X^2$  es el valor de chi cuadrado, n es el número de muestras,  $S^2$  es la varianza y “x” es la media.

La aleatoriedad en la distribución se rechazó cuando  $X^2 > X^2$  (n-1 g.l.; 0.01)

Las limitaciones de este índice, según Southwood (1971), residen en la influencia del tamaño de la muestra en la cantidad de individuos muestreados, lo que afecta a las agregaciones.

### **Índice de Morisita**

Fue desarrollado por Morisita (1959, 1962), con el propósito de presentar un índice independiente de la media muestral y del número total de individuos. Morisita (1962) tratando de evitar el efecto del tamaño de las muestras en la estimación del nivel de agregación de las poblaciones, menciona un índice de agregación que, para ser válido, asume que la población está constituida por grupos de individuos espacialmente diferenciados y que dentro de cada uno de estos grupos la ubicación de los individuos es al azar. Valores cerca de la unidad indican una disposición aleatoria, valores superiores a la unidad indican disposición agregada, y los valores inferiores a la unidad indican una disposición regular o uniforme (Nacimiento, 1995). La limitación del índice Morisita radica en el hecho de que es influenciado excesivamente por el tamaño de la muestra (Bianco, 1982), convirtiéndose para un uso seguro, el mismo *número* de

unidades de muestreo en todos los campos en comparación (Mesina, 1986). Este índice se calcula según la siguiente fórmula:

$$I_{\delta} = n [\sum(x^2) - \sum x] / (\sum x)^2 - \sum x$$

Dónde  $I_{\delta}$  es el valor del índice de Morisita, “x” representa el número de orugas en cada muestra o cuadrante y “n” el número de muestras.

La eliminación de la aleatoriedad puede ser probada por la siguiente fórmula:

$$X_{\delta} = I_{\delta} (\sum x_i - 1) + n - \sum x_i \sim X^2 (n-1)$$

Donde  $X_{\delta}$  es el valor de chi cuadrado,  $I_{\delta}$  es el índice de Morisita,  $x_i$  es el número total de orugas del total de las muestras y “n” es el número de muestras totales

Si  $X_{\delta} > X^2 (n-1; 0.01)$  se rechaza la hipótesis de aleatoriedad en la distribución.

### **Determinación del tamaño óptimo de muestra**

La determinación del mejor diseño y tamaño óptimo de muestra se realizó mediante dos métodos diferentes, uno analítico y otro gráfico. El método analítico se realizó de acuerdo con la fórmula:

$$n = (k + x) / (x \cdot k \cdot CV^2)$$

En la cual “n” es el número óptimo de muestras, “x” la media de la densidad poblacional, CV es el coeficiente de variación y “k” es un parámetro asociado a la distribución binomial negativa. Se preestablecieron errores aceptables de 5%, 10%, 15%, 20% y 25% ( $CV_x = 0.05, 0.1, 0.15, 0.2$  y  $0.25$ ).

El método gráfico que se utilizó para determinar el TOM es el propuesto por Kranz (1988). Para realizar esta metodología se estimó la media y la desviación estándar de la densidad poblacional evaluada. Los datos se presentaron en un gráfico de doble eje “y” en los cuales constaron los desvíos y las medias mientras que el tamaño de muestra se representó en la abscisa (eje x). De acuerdo con este método, cuando las curvas de desvío y de media se estabilizaron se tomó como tamaño óptimo de la muestra el número correspondiente en la abscisa.

### **Determinación del mejor diseño de muestreo en función del número de muestras.**

En función de los resultados, se determinó el mejor diseño de muestreo, como aquel que permitió estimar la densidad poblacional de la plaga con el menor número de muestras y con un

Coeficiente de Variación aceptable en función del objetivo propuesto y considerando, a su vez, la practicidad del diseño.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1) Determinación de la distribución espacial de la plaga.

En la tabla 1 figuran los resultados obtenidos para el cálculo de ambos índices de distribución espacial considerando diferentes lotes muestreados y diseños de muestreo utilizados.

**Tabla 1. Valores de índices de distribución espacial de la plaga calculados para los diferentes lotes bajo estudio y los distintos diseños de muestreo.**

Diseño / Índice	Diagonal	X	W	Estratificado
<b>Lote 1</b>				
Relación Varianza-Media	4.22	5.87	4.29	6.71
Morisita	2.45	2.97	3.86	3.22
<b>Lote 2</b>				
Relación Varianza-Media	4.38	5.87	6.14	6.23
Morisita	2.37	2.88	2.79	3.04
<b>Lote 3</b>				
Relación Varianza-Media	5.54	5.10	5.32	5.27
Morisita	4.77	3.81	2.95	6.03
<b>Lote 4</b>				
Relación Varianza-Media	3.39	6.14	5.66	3.64
Morisita	4.71	9.65	7.69	7.74

Como se puede observar en la tabla 1, los valores obtenidos para el índice de Relación Varianza Media y Morisita son mayores que 1 en todos los lotes muestreados y diseños de muestreo, confirmando la distribución agregada de la plaga bajo estudio.

Estos índices de dispersión se han utilizado para estudiar el grado de agregación de distintas plagas de insectos. En estudios sobre la distribución espacial de *D. citri* en cítricos, Costa *et al.* (2010) encontraron la distribución agregada de ninfas y adultos del psílido. Martins *et al.* (2010) observaron que la población del ácaro *Tenuipalpus heveae* se distribuye en forma agregada en cultivo de árbol de caucho. Otros autores también han informado de distribuciones agregadas de plagas de insectos en cultivos tales como, *Dilobopterus costalimai* joven (Hemiptera: Cicadellidae) en cítricos (Maruyama *et al.*, 2002), *Alabama argillacea* (Lepidoptera: Noctuidae) en algodón (Fernandes *et al.*, 2003), *Toxoptera citricida* (Hemiptera: Aphididae) en los cítricos (Toledo *et al.*, 2006), *Oncometopia facialis* (Hemiptera: Cicadellidae) en el huerto de cítricos (Maruyama *et al.*, 2006) y *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) en soja (Souza *et al.*, 2013).

En la tabla 2 se plasman los valores de chi-cuadrado para los diferentes lotes y diseños de muestreo utilizados.

**Tabla 2. Valores de chi-cuadrado para los diferentes lotes, diseños e índices utilizados.**

Diseño / Chi-cuadrado	Diagonal	X	W	Estratificado
<b>Lote 1</b>				
Relación Varianza-Media	333 **	464 **	339 **	530 **
Morisita	333 **	464 **	339 **	530 **
<b>Lote 2</b>				
Relación Varianza-Media	346 **	463 **	485 **	492 **
Morisita	346 **	463 **	485 **	492 **
<b>Lote 3</b>				
Relación Varianza-Media	437 **	403 **	420 **	416 **
Morisita	437 **	403 **	420 **	416 **
<b>Lote 4</b>				
Relación Varianza-Media	268 **	485 **	447 **	288 **
Morisita	268 **	485 **	447 **	288 **

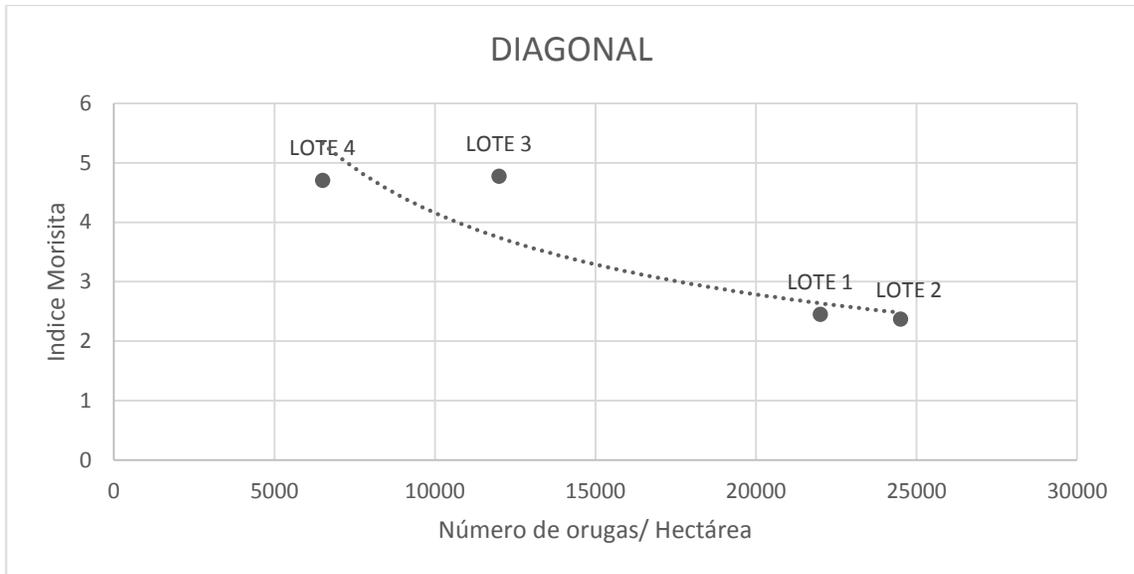
\*= significativo a 5 % de probabilidad, \*\*= significativo a 1 % de probabilidad, NS= no significativo a 5 % de probabilidad.

Con respecto a los valores de chi-cuadrado para los diferentes lotes y distintos diseños de muestreo, la aleatoriedad se rechazó en todos los casos con una probabilidad del 1%.

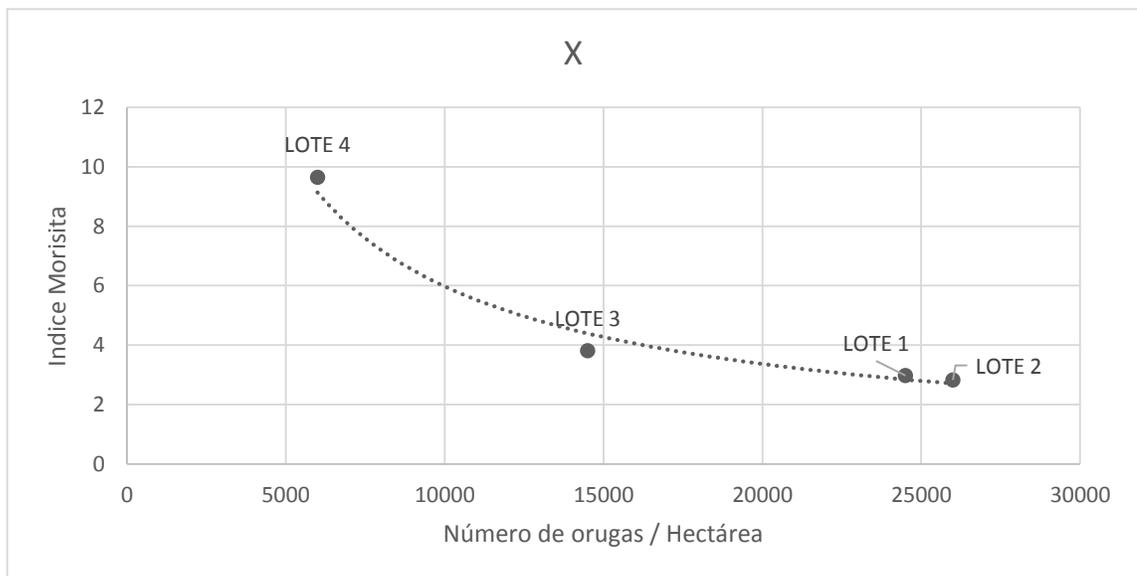
Resultados similares encontró Carvalho (2011), con *Diatraea saccharalis* en caña de azúcar en donde la distribución de la plaga es agregada, rechazando la aleatoriedad con 1 % de probabilidad en todas las muestras analizadas. Lo mismo halló Volpe (2009) en *Cotesia flavipes* en caña de azúcar, en la cual determino la disposición agregada y rechazó la aleatoriedad con 1 % de probabilidad en todas las muestras bajo estudio.

En tanto Simonato (2014), determinó que en adultos de *Leptopharsa heveae* la distribución fue agregada, con resultados del índice de relación varianza media y el índice de Morisita mayores que la unidad en el 68% de las muestras consideradas en el área 1, 78% en el área 2 y 72% en el área 3. Cuando realizó la prueba de aleatoriedad para los índices, fue significativo en la mayoría de las muestras con un nivel de probabilidad del 5%, donde rechazo la aleatoriedad en el 45%, 73% y 68% de las muestras consideradas en tres áreas evaluadas.

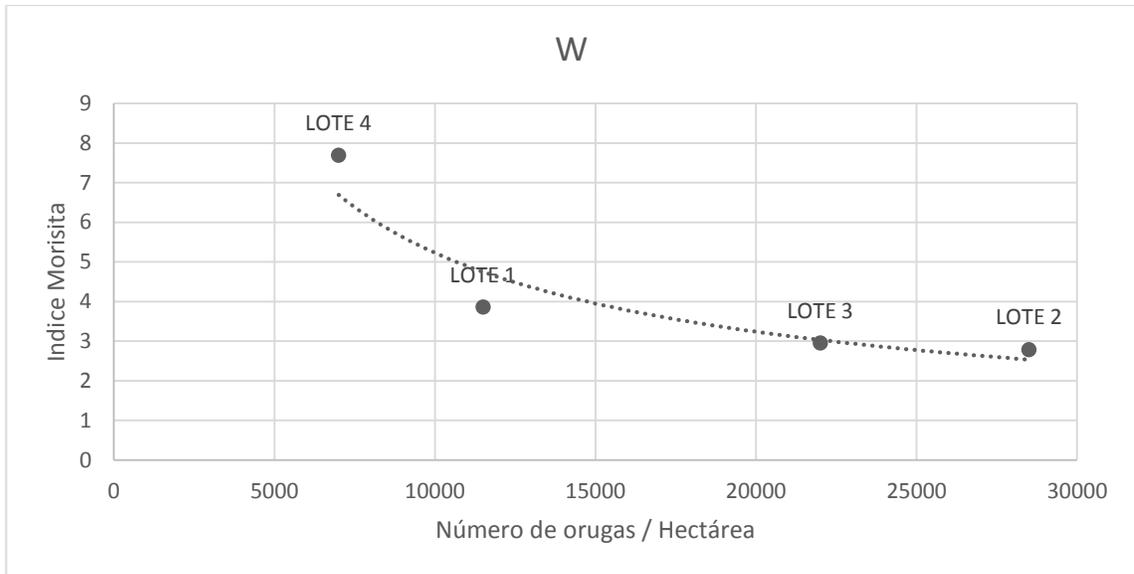
En las figuras 5, 6, 7 y 8 se muestra la relación del índice de Morisita con la cantidad de orugas por hectárea para los diferentes diseños de muestreos empleados



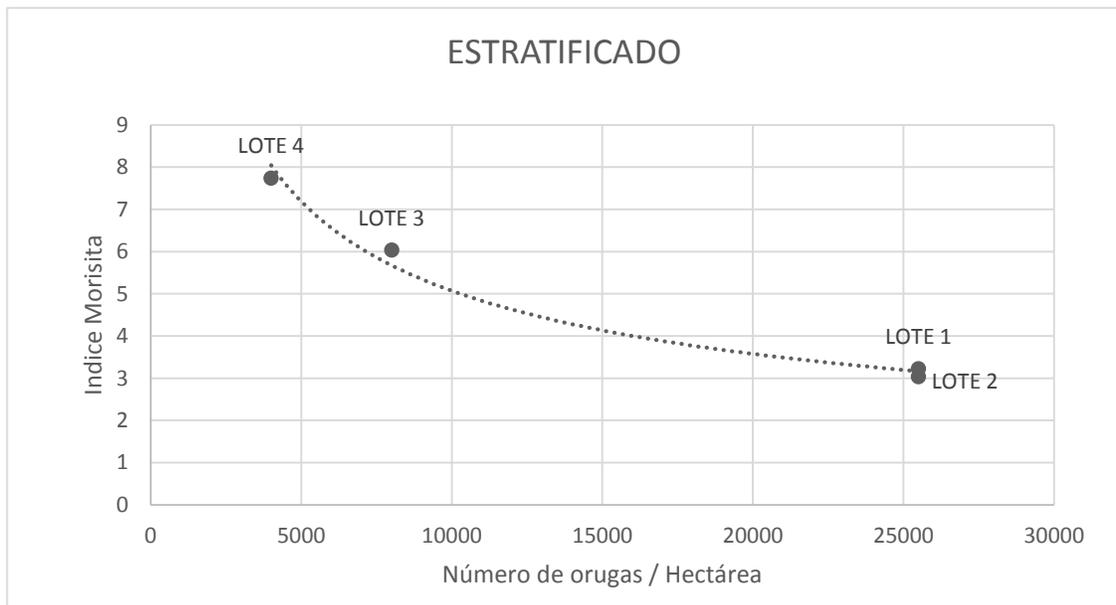
**Figura 6. Relación del Índice de Morisita con el número de orugas.ha<sup>-1</sup> para el diseño Diagonal.**



**Figura 7. Relación del Índice de Morisita con el número de orugas.ha<sup>-1</sup> para el diseño en X.**



**Figura 8. Relación del Índice de Morisita con el número de orugas.ha<sup>-1</sup> para el diseño W.**



**Figura 9. Relación del Índice de Morisita con el número de orugas.ha<sup>-1</sup> para el diseño Estratificado.**

Al relacionar el índice de Morisita con el número de orugas.ha<sup>-1</sup>, se observa un ajuste a un modelo exponencial negativo en el que a bajos niveles de orugas cortadoras los índices tienden a ser mayores, es decir que se presenta un grado mayor de agregación; mientras que con una cantidad de orugas.ha<sup>-1</sup> superior a las 15000 aproximadamente, los valores de los índices tienden a disminuir, indicando que por encima de este valor la plaga tiende a disponerse en forma más uniforme, aunque la distribución sigue siendo agregada.

Resultados similares encontraron Cassano *et al.*, (2019) para *Dichelops furcatus* en maíz, en la cual al relacionar los índices de distribución espacial con la incidencia de la plaga, observaron un ajuste a un modelo exponencial negativo, en el que a bajos niveles de incidencia el daño realizado por la plaga es agregado; mientras que con incidencia superior al 20%, los valores de los índices tienden a aproximarse a 1, indicando que por encima de ese porcentaje de incidencia la plaga tiende a distribuir sus ataques de forma uniforme.

## **2) Cálculo del tamaño óptimo de muestra para orugas cortadoras para diferentes diseños de muestreo.**

### **2.1) Cálculo del tamaño óptimo de muestra para orugas cortadoras mediante método analítico.**

Una vez definida la distribución espacial de la plaga, se puede determinar o calcular el tamaño óptimo de muestra para cada diseño empleado con la fórmula  $n = (k + x) / (x \cdot k \cdot CV^2)$ , en la cual “n” es el número óptimo de muestras, “x” la media de la densidad poblacional, CV es el coeficiente de variación y “k” es un parámetro asociado a la distribución binomial negativa.

En la tabla 3 se presentan los resultados obtenidos para el cálculo de TOM por el método analítico para cada lote muestreado y para cada uno de los diseños de muestreos realizados, teniendo en cuenta diferentes coeficientes de variación (CV<sub>x</sub>).

**Tabla 3. Tamaños óptimos de muestra calculados según el método analítico teniendo en cuenta diferentes lotes de muestreo, distintos diseños de muestreo y Coeficientes de Variación (CV<sub>x</sub>).**

Lote 1	CV	TOM	Lote 2	CV	TOM	Lote 3	CV	TOM	Lote 4	CV	TOM
Diagonal	0.05	767	Diagonal	0.05	715	Diagonal	0.05	1845	Diagonal	0.05	2088
	0.1	192		0.1	179		0.1	461		0.1	522
	0.15	85		0.15	79		0.15	205		0.15	232
	0.2	48		0.2	45		0.2	115		0.2	130
	0.25	31		0.25	29		0.25	74		0.25	84
X	0.05	958	X	0.05	889	X	0.05	1406	X	0.05	4096
	0.1	240		0.1	222		0.1	351		0.1	1024
	0.15	106		0.15	99		0.15	156		0.15	455
	0.2	60		0.2	56		0.2	88		0.2	256
	0.25	38		0.25	36		0.25	56		0.25	164
W	0.05	1494	W	0.05	862	W	0.05	967	W	0.05	3232
	0.1	373		0.1	215		0.1	242		0.1	808
	0.15	166		0.15	96		0.15	107		0.15	359
	0.2	93		0.2	54		0.2	60		0.2	202
	0.25	60		0.25	34		0.25	39		0.25	129
Estratificado	0.05	1053	Estratificado	0.05	978	Estratificado	0.05	2633	Estratificado	0.05	3596
	0.1	263		0.1	244		0.1	658		0.1	899
	0.15	117		0.15	109		0.15	293		0.15	400
	0.2	66		0.2	61		0.2	165		0.2	225
	0.25	42		0.25	39		0.25	105		0.25	144

Se puede observar que el TOM aumenta mientras menor es el CV<sub>x</sub>, por lo que dependiendo del objetivo del trabajo a realizar va a ser mayor o menor el TOM que se deberá utilizar.

Silva y Costa (1998) demostraron que la población de larvas de tercer estadio de *Diloboderus abderus* en áreas de avena y con labranza cero, se puede determinar de manera eficiente en unidades de la muestra de 25 x 25 cm con una profundidad de 30 cm. Además, determinaron que, para este tamaño de la muestra, se requieren entre 67 y 419 para muestras con niveles de errores del 25% (baja precisión) y del 10% (alta precisión) de la media, respectivamente, para estimar su nivel de población de manera aceptable.

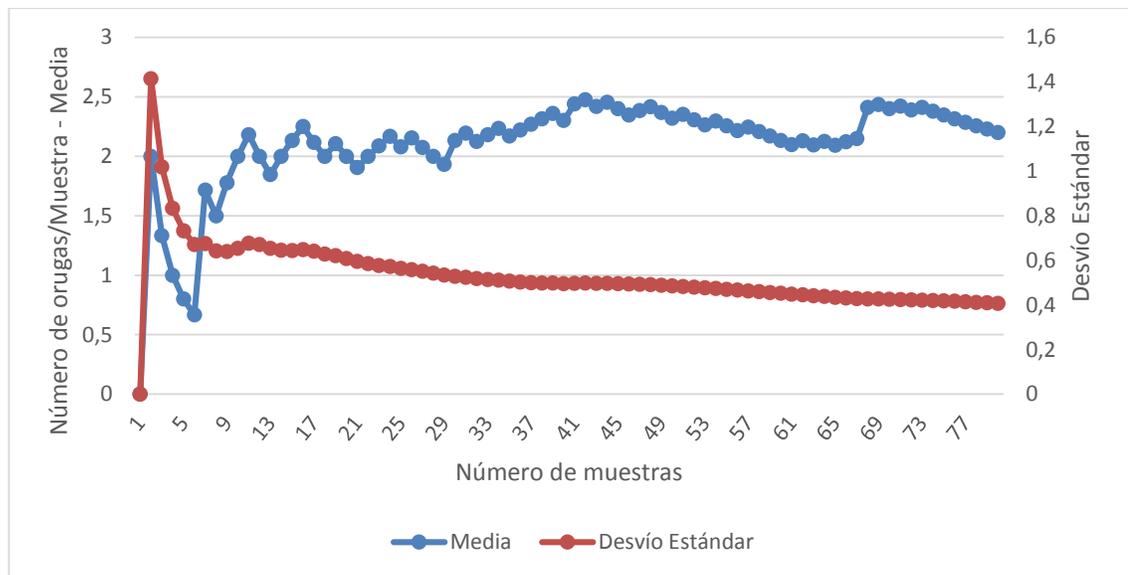
Mc Sorley y Parrado (1983) determinaron el tamaño óptimo de muestra para estimar la densidad de población de *Meloidogyne incognita* y determinaron que para obtener un coeficiente de variación del 25% se necesitaban tres muestras del sitio uno y cuatro muestras del sitio dos. De acuerdo con lo anterior, para un coeficiente de variación del 15% se debían tomar más de diez muestras del sitio uno y ocho muestras del sitio dos (Campbell y Madden, 1990).

## 2.2) Cálculo del tamaño óptimo de muestra para orugas cortadoras mediante método gráfico.

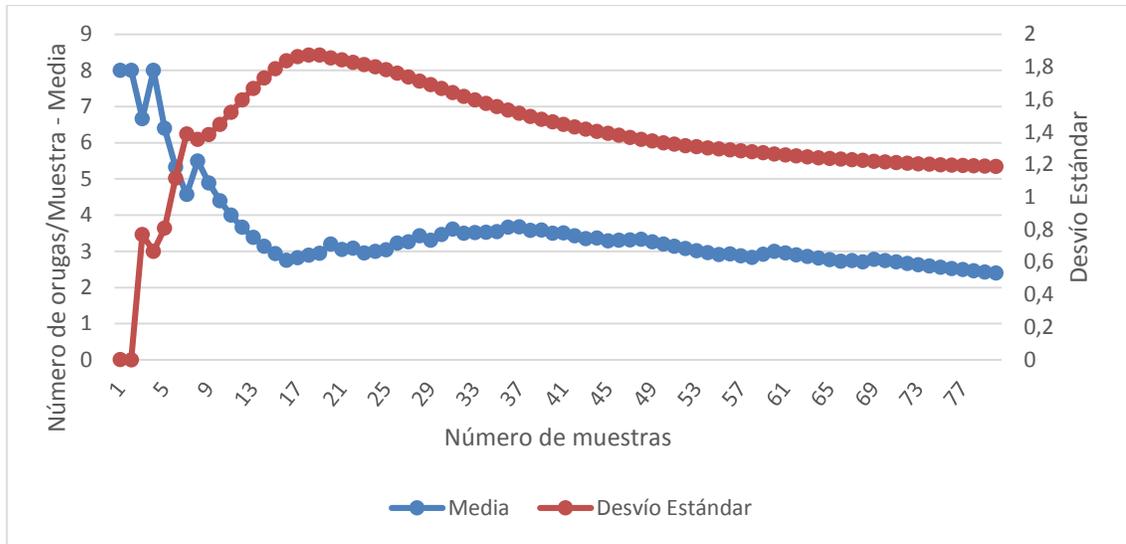
En las siguientes figuras se grafican la media del número de orugas/muestra en función del número de muestras y diferentes desvíos estándar. Para determinar el TOM se observó a partir de qué número de muestras se estabilizaron las curvas de media y desvío estándar simultáneamente.

En las figuras 10, 11, 12 y 13 se pueden observar las representaciones gráficas de los valores de media y desvío estándar de los datos obtenidos a partir de las muestras tomadas en los diferentes lotes para los diseños en Diagonal.

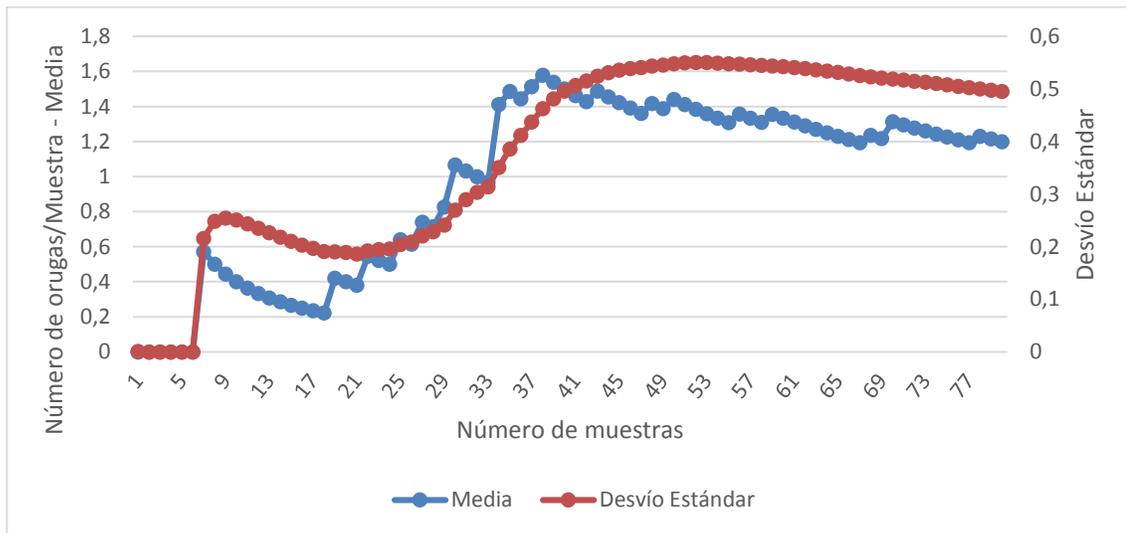
Según se observa en las figuras, en el primer lote el TOM fue de 41 muestras (Figura 10). En el lote 2 el TOM fue de 39 muestras (Figura 11). En el lote 3 el TOM fue de 49 muestras (Figura 12), mientras que para el lote 4 el TOM fue de 57 muestras (Figura 13). No se observan diferencias significativas entre los diferentes lotes.



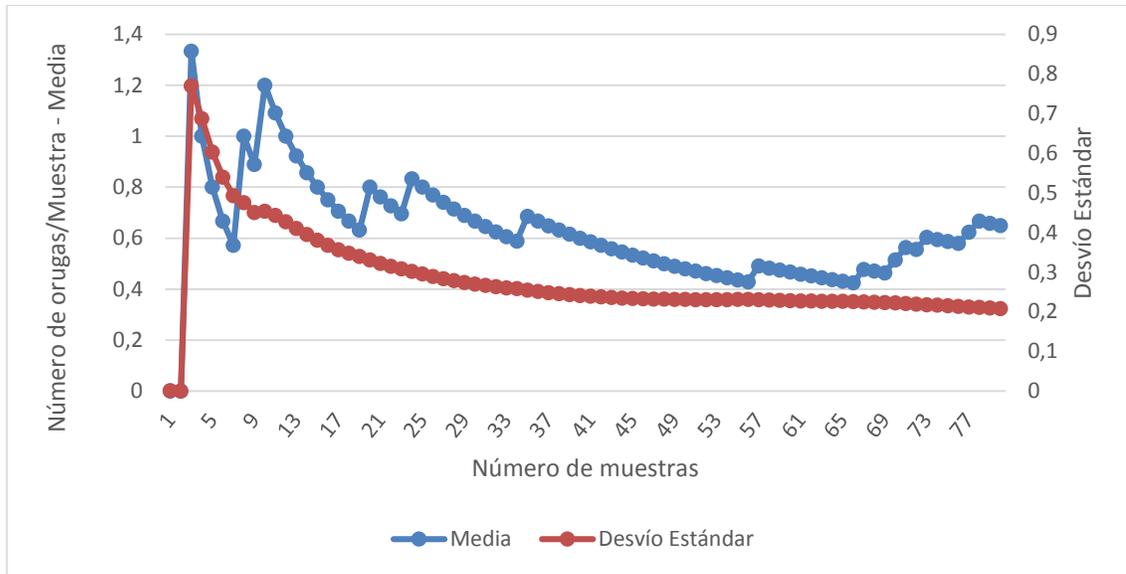
**Figura 10. Gráfico de media y desvío estándar de los valores de Número de orugas/Muestra del diseño Diagonal ubicado en el lote 1.**



**Figura 11. Gráfico de media y desvío estándar de los valores de Número de orugas/Muestra del diseño Diagonal ubicado en el lote 2.**



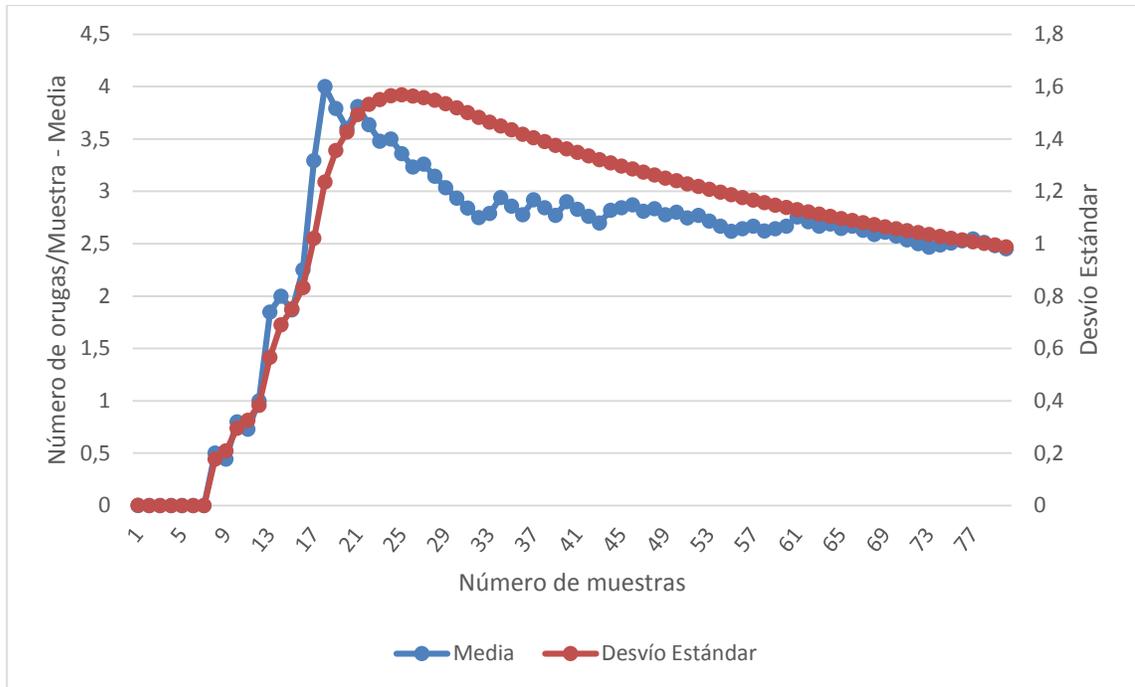
**Figura 12. Gráfico de media y desvío estándar de los valores de Número de orugas/Muestra del diseño Diagonal ubicado en el lote 3.**



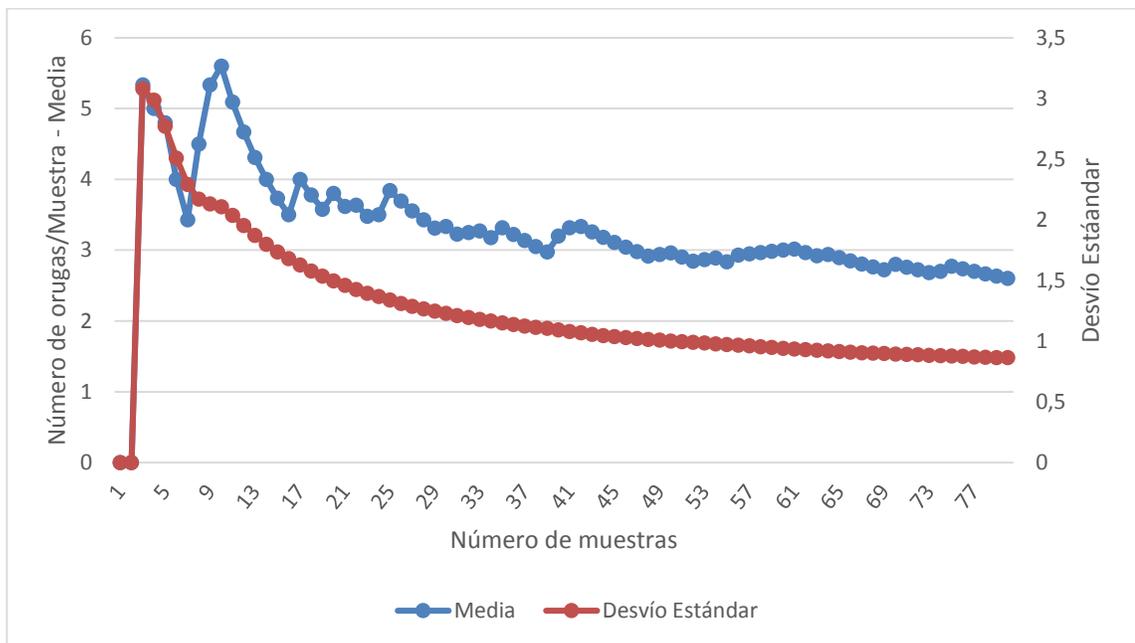
**Figura 13. Gráfico de media y desvío estándar de los valores de Número de orugas/Muestra del diseño Diagonal ubicado en el lote 4.**

En las figuras 14, 15, 16 y 17 se observan las representaciones gráficas de los valores de media y desvío estándar de los datos obtenidos a partir de las muestras tomadas en los diferentes lotes para los diseños en X.

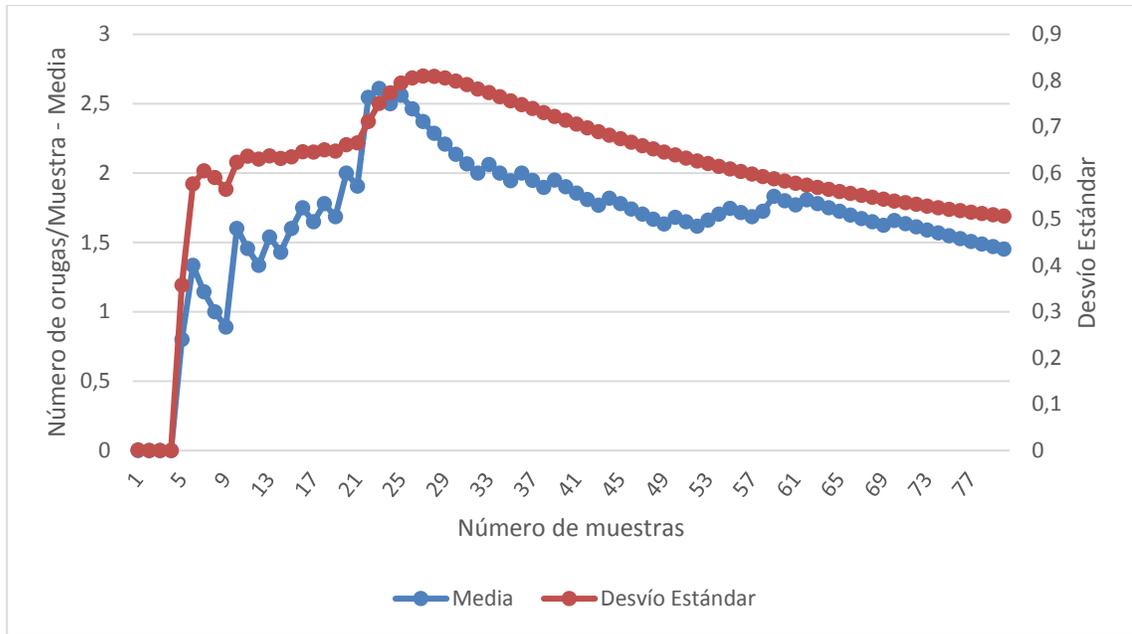
Se puede observar que para el caso del diseño en X en el lote 1 el TOM fue de 61 (Figura 14). En el lote 2 el TOM fue de 48 (Figura 15). Mientras que para los lotes 3 y 4 el TOM fue de 62 (Figura 16) y 43 (Figura 17) respectivamente. Como puede visualizarse, los TOM no varían demasiado entre lotes para el diseño en X.



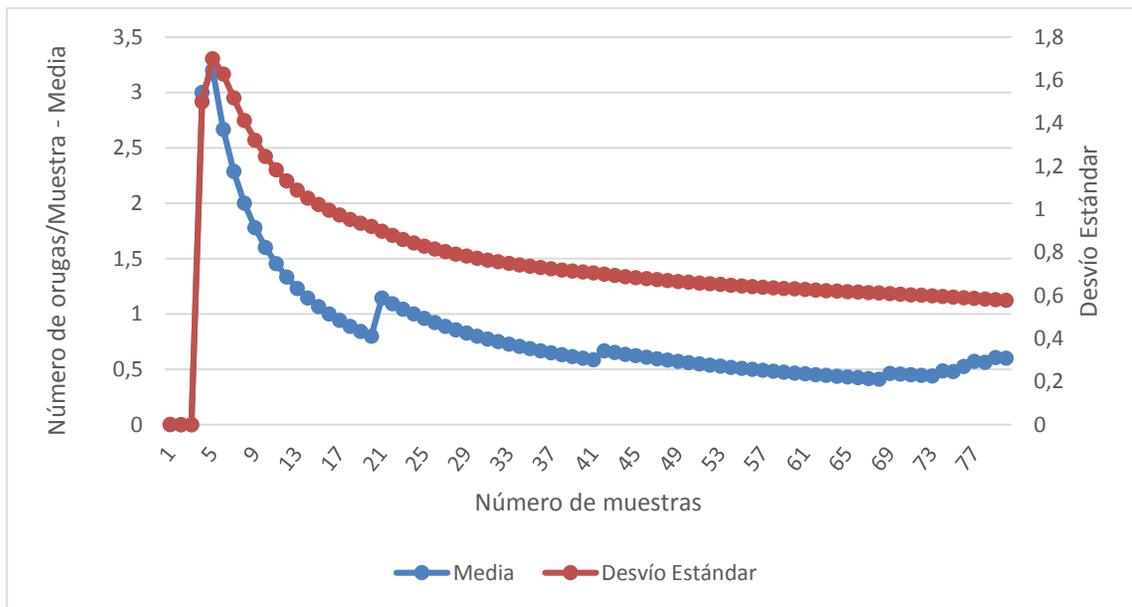
**Figura 14. Gráfico de media y desvío estándar de los valores de Número de orugas/Muestra del diseño X ubicado en el lote 1.**



**Figura 15. Gráfico de media y desvío estándar de los valores de Número de orugas/Muestra del diseño X ubicado en el lote 2.**



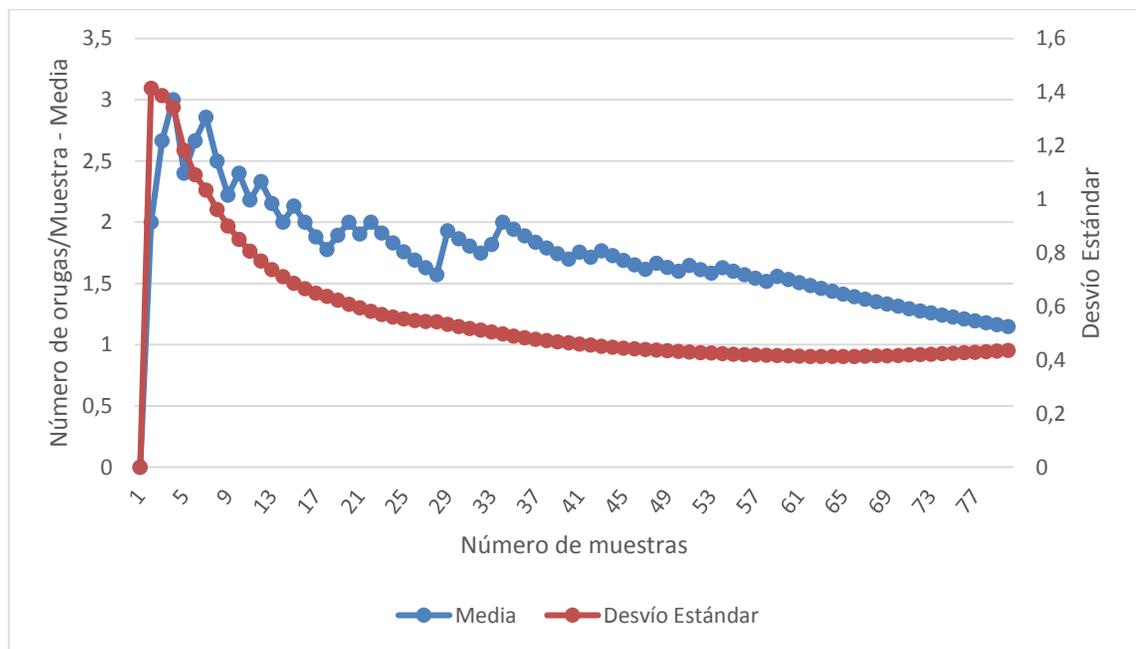
**Figura 16. Gráfico de media y desvío estándar de los valores de Número de orugas/Muestra del diseño X ubicado en el lote 3.**



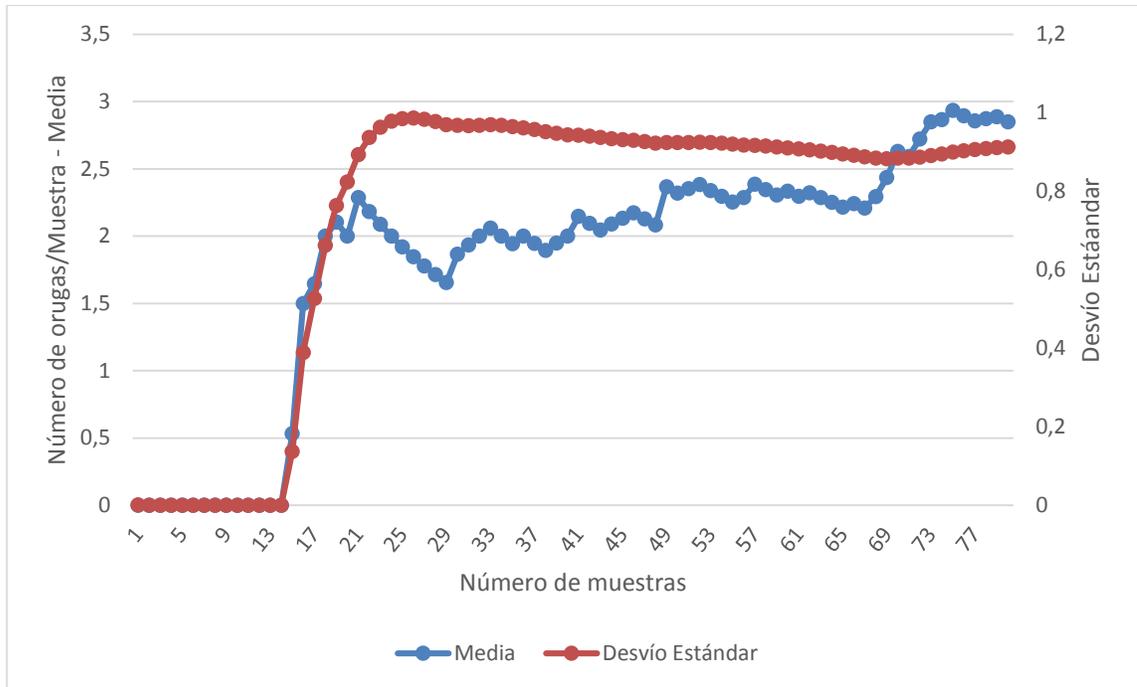
**Figura 17. Gráfico de media y desvío estándar de los valores de Número de orugas/Muestra del diseño X ubicado en el lote 4.**

En las figuras 18, 19, 20 y 21 se observan las representaciones gráficas de los valores de media y desvío estándar de los datos obtenidos a partir de las muestras tomadas en los diferentes lotes para el diseño de muestreo en W.

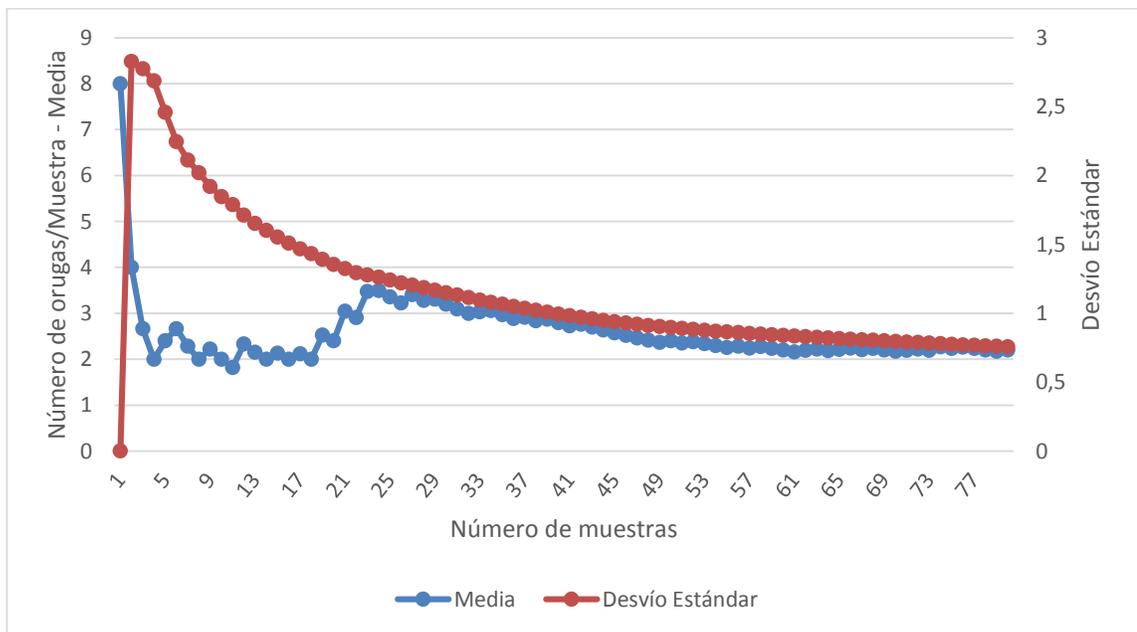
Según se observa que en el lote 2 (Figura 19) no se pudo obtener el tamaño óptimo de muestra, debido a que no fue suficiente el número de muestras tomadas (80 muestras) para determinar el TOM, dado que las curvas de media y desvío estándar de los datos nunca lograron una estabilidad. En los lotes 1 (Figura 18), 3 (Figura 20) y 4 el TOM (Figura 21) fue de 61, 34 y 62 muestras respectivamente.



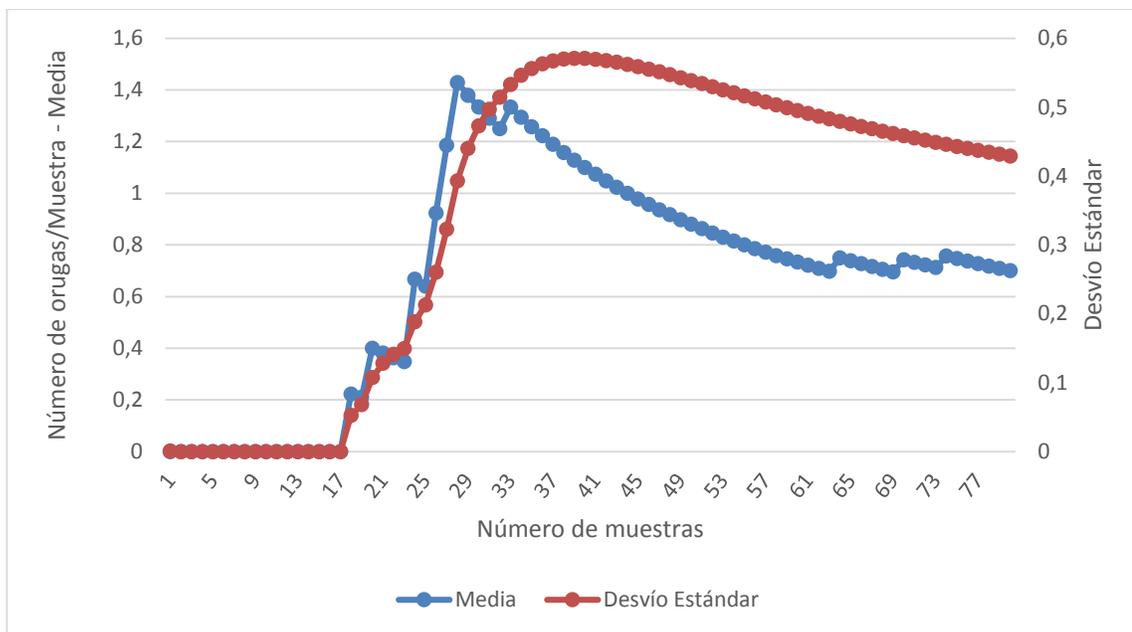
**Figura 18. Gráfico de media y desvío estándar de los valores de Número de orugas/ Muestra del diseño W ubicado en el lote 1.**



**Figura 19. Gráfico de media y desvío estándar de los valores de Número de orugas/Muestra del diseño W ubicado en el lote 2.**



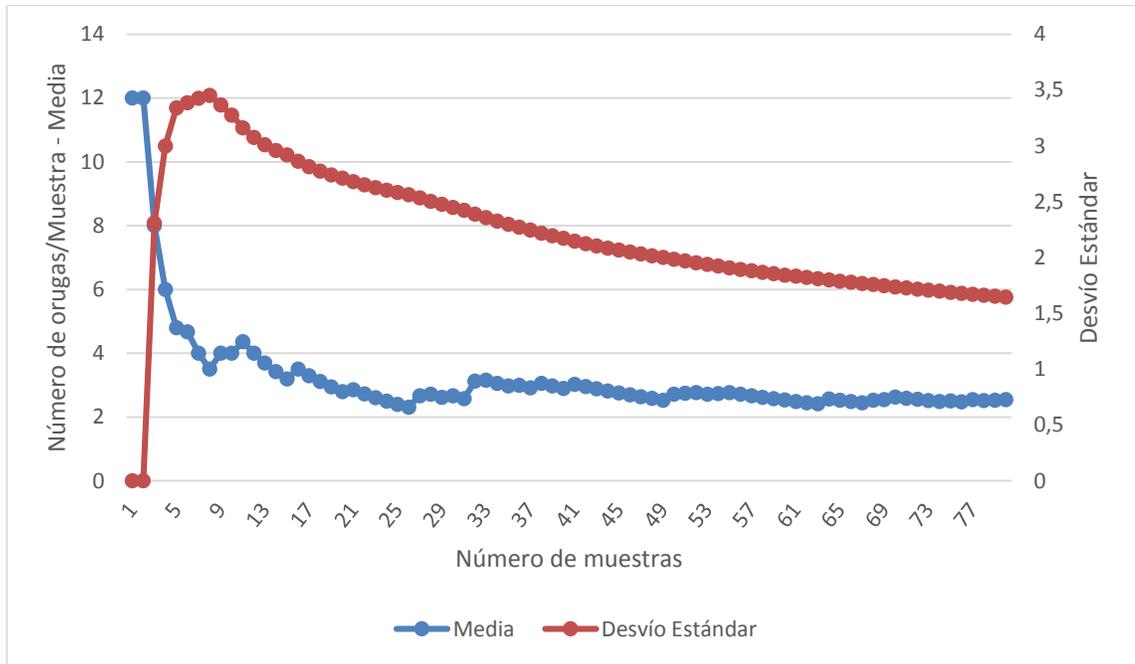
**Figura 20. Gráfico de media y desvío estándar de los valores de Número de orugas/Muestra del diseño W ubicado en el lote 3.**



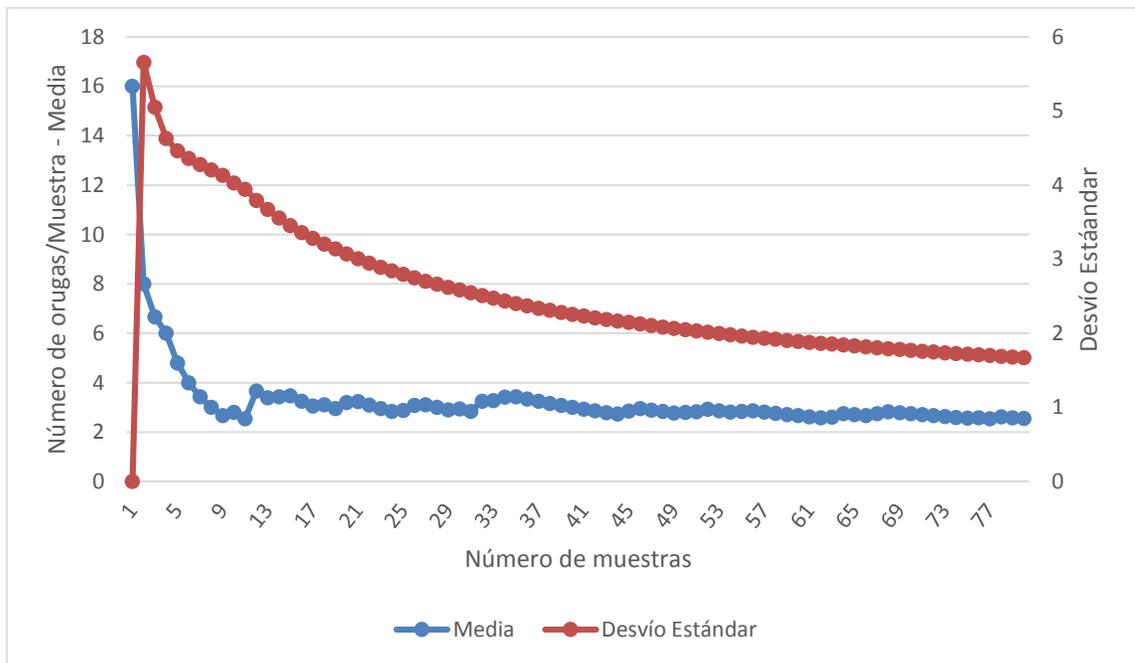
**Figura 21. Gráfico de media y desvío estándar de los valores de Número de orugas/Muestra del diseño W ubicado en el lote 4.**

En las figuras 21, 22, 23 y 24 se observan las representaciones gráficas de los valores de media y desvío estándar de los datos obtenidos a partir de las muestras tomadas en los diferentes lotes para los diseños en Estratificado.

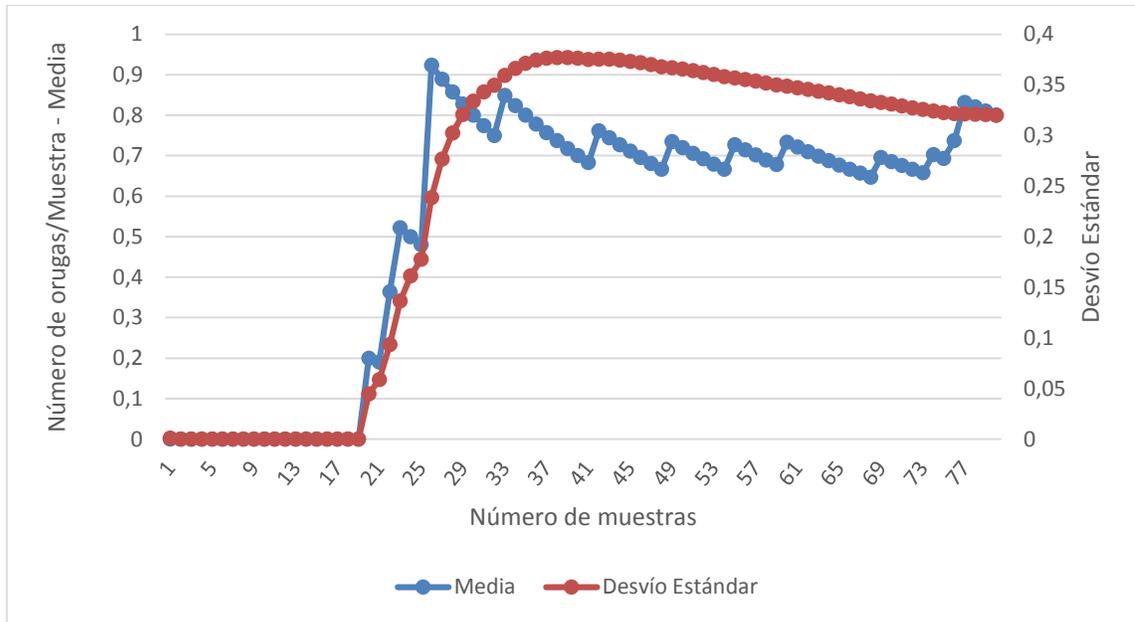
Según las figuras el TOM para el lote 1 es de 51 muestras (Figura 22). En el lote 2 el TOM fue de 46 muestras (Figura 23), mientras que para los lotes 3 (Figura 24) y 4 (Figura 25) el TOM no se pudo determinar dado que las curvas de media y desvío estándar de los datos nunca lograron una estabilidad.



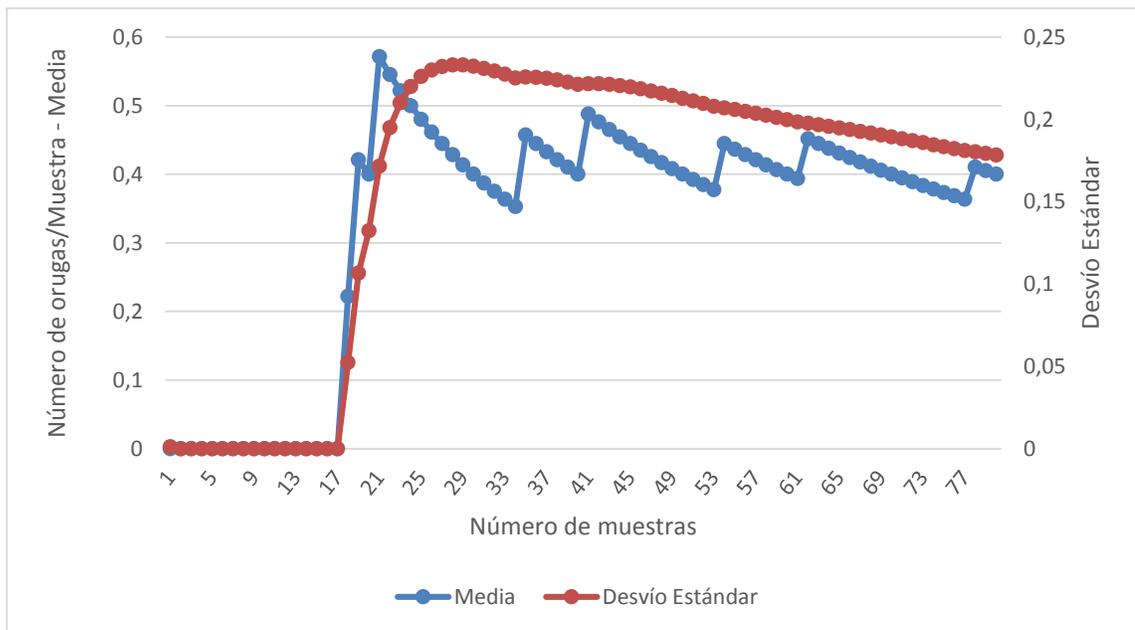
**Figura 22. Gráfico de media y desvío estándar de los valores de Número de orugas/Muestra del diseño Estratificado ubicado en el lote 1.**



**Figura 23. Gráfico de media y desvío estándar de los valores de Número de orugas/Muestra del diseño Estratificado ubicado en el lote 2.**



**Figura 24. Gráfico de media y desvío estándar de los valores de Número de orugas/Muestra del diseño Estratificado ubicado en el lote 3.**

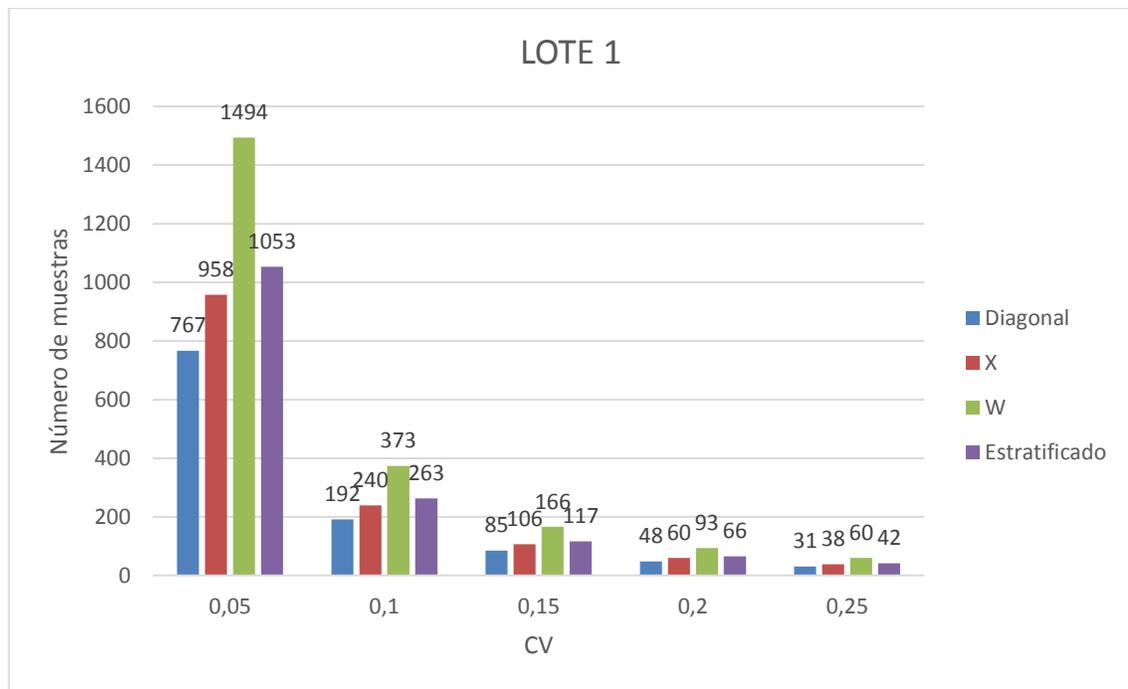


**Figura 25. Gráfico de media y desvío estándar de los valores de Número de orugas/Muestra del diseño Estratificado ubicado en el lote 4.**

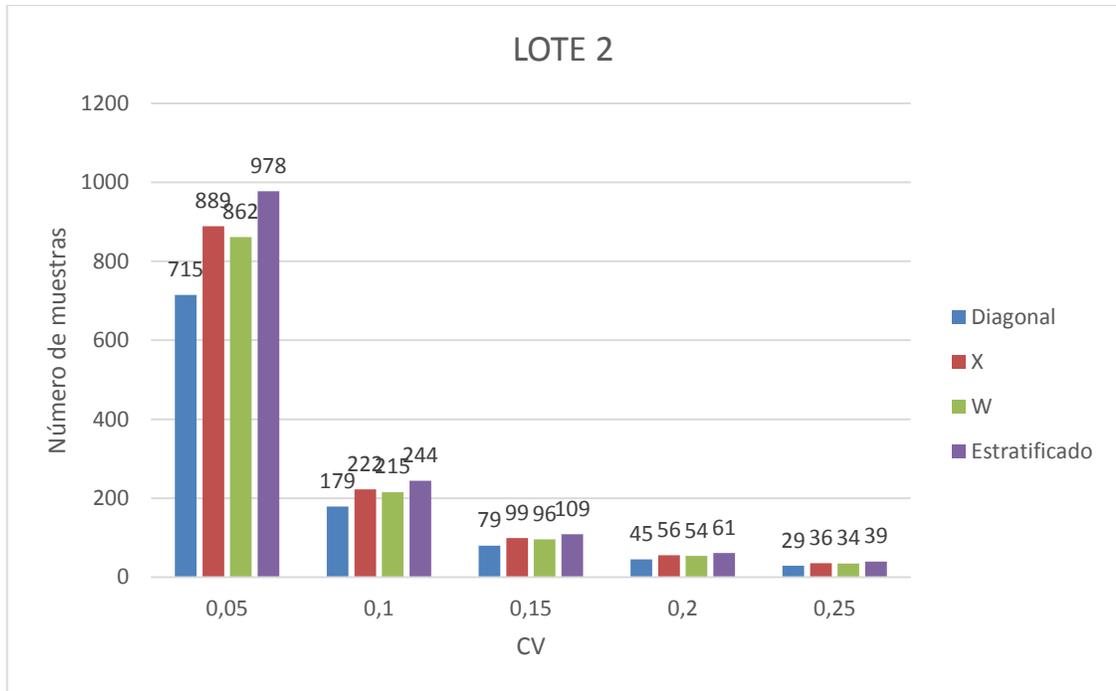
En aquellos diseños y lotes donde no se pudieron obtener los TOM fue debido a que no se lograron estabilizar las curvas de media y desvío estándar. Resultados similares obtuvieron Campbell y Madden (1990) quienes plantean que en el método propuesto por Kranz en muchas ocasiones el desvío estándar no logra estabilizarse en el rango de muestras tomadas preliminarmente. Proponen como ejemplo que para determinar el número de pústulas causadas por *Erysiphe graminis*, el número mínimo de hojas requeridas aumenta a medida que la media del nivel de enfermedad disminuye, y cuando el nivel de precisión deseado aumenta. También afirman que se necesitan muchas muestras cuando la enfermedad se distribuye agregadamente.

### 3) Determinación del mejor diseño de muestreo en función del número de muestras.

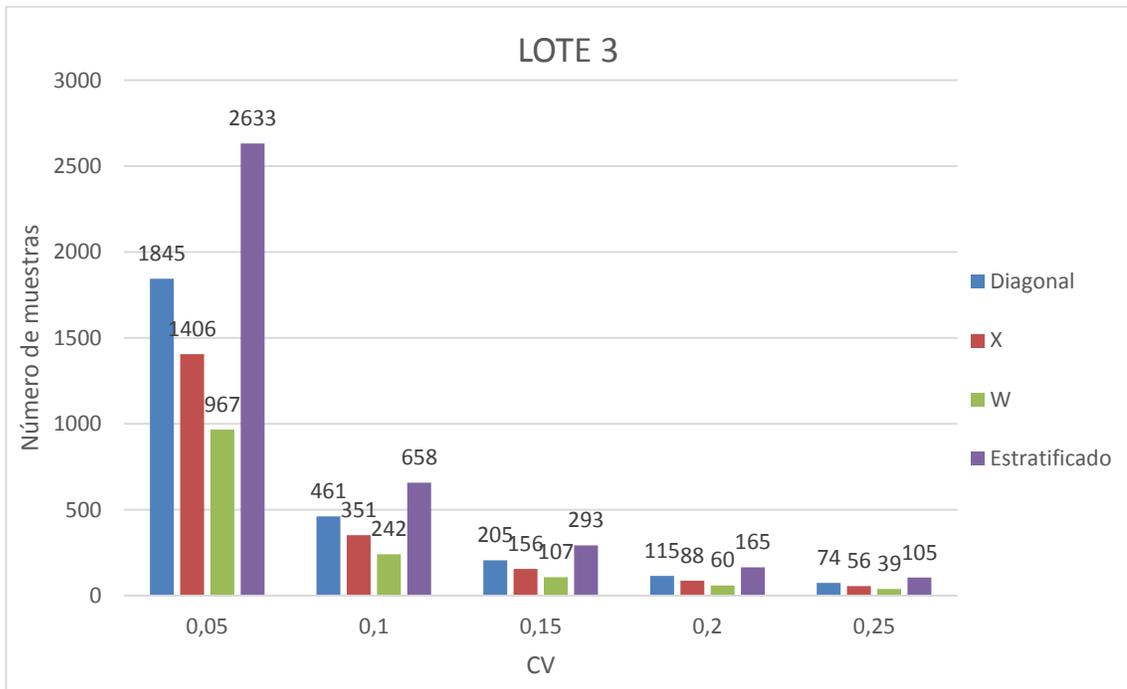
En las figuras 25, 26, 27 y 28 se pueden observar las representaciones gráficas de los valores de tamaño de muestra para cada diseño de muestreo relacionado con los coeficientes de variación en cada lote en particular.



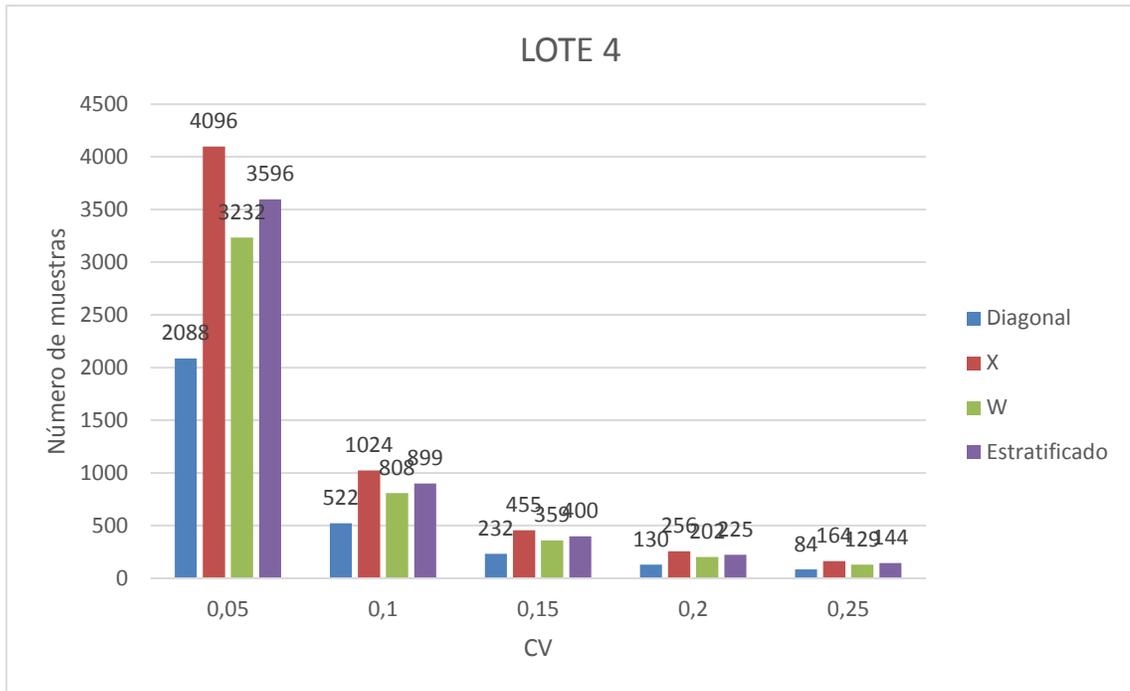
**Figura 26. Tamaños de muestra para cada diseño de muestreo y coeficiente de variación utilizados en el lote 1**



**Figura 27. Tamaños de muestra para cada diseño de muestreo y coeficiente de variación utilizados en el lote 2.**



**Figura 28. Tamaños de muestra para cada diseño de muestreo y coeficiente de variación utilizados en el lote 3.**



**Figura 29. Tamaños de muestra para cada diseño de muestreo y coeficiente de variación utilizados en el lote 4.**

Como se observa en las figuras 25, 26, 27 y 28 para los  $CV_x = 5\%$ ,  $10\%$ ,  $15\%$ ,  $20\%$  y  $25\%$  el TOM es menor para el diseño en diagonal para todos los lotes, excepto para el lote 3. En este último para todos los coeficientes de variación, el diseño en W fue el que presentó menor número de muestras.

Según la línea de investigación el grado de precisión requerido es diferente. Para estimar el daño a un cultivo, o el nivel de daño económico y para el control de plagas, un CV del  $25\%$  es considerado aceptable (Church y Strickland 1954; Morris, 1955).

El diseño diagonal fue el que presentó menor TOM para la mayoría de los lotes, y posee la ventaja de ser el que menos recursos requiere para realizarlo, además de ser el que menor tiempo demanda. Al respecto, March *et al.* (2009) concluyeron que la eficiencia del muestreo tiene que ver con el tiempo empleado en la operación a campo y en laboratorio, y con el costo que implican los jornales/viáticos, el transporte hacia el lugar de obtención de las muestras, el procesamiento y el uso de alguna técnica específica en laboratorio.

En la tabla 4 se presentan los resultados obtenidos de TOM por el método gráfico para cada lote muestreado y para cada uno de los diseños de muestreos realizados.

**Tabla 4. Diferentes TOM obtenidos por el método gráfico de los distintos diseños de muestreos empleados y diferentes lotes analizados.**

<b>Diseño/Lote</b>	<b>Diagonal</b>	<b>X</b>	<b>W</b>	<b>Estratificado</b>
Lote 1	41 TOM	61 TOM	61 TOM	51 TOM
Lote 2	39 TOM	48 TOM	No se pudo obtener	46 TOM
Lote 3	49 TOM	62 TOM	34 TOM	No se pudo obtener
Lote 4	57 TOM	43 TOM	62 TOM	No se pudo obtener

Se puede observar que para el diseño en diagonal el TOM va de 39 a 57 muestras para los lotes bajo estudio. Para el diseño en X la cantidad de muestras óptimas varían entre 43 a 62. Para el diseño en W el TOM va desde 34 muestras a 62, mientras que para el diseño estratificado va de 46 a 51 muestras. La diferencia en los TOM obtenidos en los diferentes diseños de muestreos utilizados es pequeña.

Entre los criterios de elección del TOM se encuentran la precisión (CV) y el mínimo costo. En el caso de la elección del mejor diseño en función del TOM no hay diferencia entre los mismos debido a que el rango de número de muestras a tomar se encuentra entre 34 y 62, por lo que si se realizan el número máximo de muestras se estaría contemplando todos los muestreos.

Al respecto, Silveira Neto *et al.* (1976) expresan que la elección del método de muestreo depende del costo operativo y de la precisión que ofrece o la combinación de estos. De acuerdo con lo planteado, en este caso no se puede determinar la metodología de muestreo por la precisión requerida ya que en el método propuesto por Kranz no se utilizan diferentes coeficientes de variación para obtener los TOM. Por lo que el mejor diseño y TOM se determina por el costo operativo.

## CONCLUSIONES

- Determinar la distribución espacial de las orugas cortadoras es de fundamental importancia para poder establecer un diseño de muestreo y número de muestras adecuado.
- La distribución espacial de las orugas cortadoras es agregada a elevada densidad poblacional.
- A partir de 15.000 orugas por hectárea, la distribución de las orugas cortadoras tiende a uniformizarse observándose que el índice de distribución de Morisita se acerca a 1.
- Utilizando el método analítico, la determinación del TOM depende en mayor medida del coeficiente de variación utilizado que del diseño de muestreo planteado.
- A través del método analítico es posible determinar de manera confiable la densidad de orugas cortadoras para evaluar daño a un cultivo utilizando un diseño en diagonal, el cual posee el menor TOM, con un rango entre 30 y 80 muestras, y como 55 muestras en promedio.
- A través del método gráfico es posible determinar la densidad de orugas cortadoras mediante cualquiera de los diseños de muestreo tomando alrededor de 60 muestras.
- Se recomienda repetir la experiencia en lotes donde la densidad poblacional de la plaga sea menor, cercana al nivel de daño económico.

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ARAGÓN, J.R. 1996. Diagnóstico y alternativas de manejo de plagas asociadas a Siembra Directa. En: Actas IV Congreso Nacional de Siembra Directa. Villa Giardino. AAPRESID (Asociación Argentina de Productores de Siembra Directa). Córdoba. p.: 233-251.
- ARAGÓN, J. 2000a. Evaluación y manejo de orugas cortadoras (Lepidoptera: Noctuidae) en cultivo de girasol en Argentina. 15th International Sunflower Congress Toulouse, France June 12152000 Vol.3 Session H. p: 2833.
- ARAGÓN, J. y F. FLORES. 2005. Insectos de suelo perjudiciales para el maíz: alternativas de manejo. En: <http://www.agrositio.com/vertext/vertext.php?id=51693&se=16>. Consultado: 29/09/2018.
- AVERILL, A. L. y R. J. PROKOPY. 1989. Distribution patterns of *Rhagoletis pomonella* (Díptera: Tephritidae) eggs in hawthorn. Ann. Entomol. Soc. Am. 82: 38D44
- BADI, M.H., FLORES, A.E., FLORES, S. y S. VARELA. 1994a. Statistical description of population distribution and fluctuation of citrus rust mite (Acari: Eriophyidae) on orange fruit in Nuevo Leon, Mexico. Biotam, 6(1): 1-8.
- BADI, M.H., FLORES, A.E., FLORES, S. y S. VARELA. 1994b. Comparative estimation of distribution statistics of citrus rust mite (Acari: Eriophyidae) on leaves of three different orange orchards in Nuevo Leon, Mexico. Biotam, 6(1): 9-16.
- BADI, M.H., FLORES, A.E., FORUGHBAKHCH, R. y H. QUIROZ. 2000. Fundamentos de muestreo. En: *Fundamentos y perspectivas de Control Biológico*. UANL, Monterrey. p: 129-144.
- BADI, M.H.; CASTILLO, J. y A. WONG. 2006. Diseños de distribución libre. Innovaciones de Negocios, 3(1): 141-174.
- BADI, M.H. y J. CASTILLO (eds.). 2007. Técnicas Cuantitativas en la Investigación. UANL, Monterrey.
- BADI, M.H.; CASTILLO, J.; WONG, A. y J. LANDEROS. 2007a. Precisión de los índices estadísticos: técnicas de jackknife & bootstrap. Innovaciones de Negocios. 4(1): 63-78.
- BADI, M.H.; CASTILLO, J.; LANDEROS, J y K. CORTEZ. 2007b. Papel de la estadística en la investigación científica. Innovaciones de Negocios. 4(1): 107-145.
- BADI, M.H. y J. CASTILLO. 2008. Tamaño óptimo de la muestra (Optimum size). Innovaciones de Negocios. 5(1): 53 – 65. UANL

- BADI, M.H.; GUILLEN, A.; CERNA, E. y J. LANDEROS. 2011. Dispersión Espacial: El Prerrequisito Esencial para el Muestreo. Daena: International Journal of Good Conscience. 6(1): 40-71.
- BALACHOWSKY, A.S. 1972. *Entomologie appliquée a l'agriculture*. Entomología aplicada a la agricultura. Tomo II. Lepidopteros. Masson et. Cite, Paris, Francia. 1634p.
- BIANCO, R. 1982. Disposición espacial de *Aeneolamia* spp. (Homoptera: Cercopidae) en praderas de gramíneas tropicales. Chapingo. 123p. Tese (Maestría de Ciencias) - Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas/Colegio de Post graduados.
- BOLSA DE COMERCIO DE ROSARIO, 2018. Área sembrada en Argentina para la campaña 2018/19. Las predicciones de Oil World. Consultado: 25/4/2019 En: [https://www.bcr.com.ar/Pages/Publicaciones/informativosemanal\\_noticias.aspx?pIdNoticia=1118](https://www.bcr.com.ar/Pages/Publicaciones/informativosemanal_noticias.aspx?pIdNoticia=1118)
- BORROR, D.J.; TRIPLEHORN, C.A. y N.F. JOHNSON. 1989. *An introduction to the study of insects*. Introducción al estudio de los insectos. Sexta Edición. Publicado por Colegio Saunders. 875p.
- CAMPBELL, C.L. y L.V. MADDEN. 1990. *Introduction to Plant Disease Epidemiology*. Jhon Wiley and Sons. New York, USA. 532 p.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; CHERMAN, M. A.; GUEDES, J. V. C.; DAL PRÁ, E.; SCHALLEMBERGER, D. G. y G.R. STÜRMER. 2011. Dimensionamento de amostra na estimação da população de corós em áreas de campo nativo e de cultivo no Estado do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, Santa Maria, 41 (8): 1300-1306.
- CARVALHO, J.D.S. 2011. Distribuição espacial e amostragem sequencial de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae), na cultura de cana-de-açúcar. 2011. xv, 61 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Disponible en: <<http://hdl.handle.net/11449/102275>>.
- CASSANO, C. *et al.* 2019. Importancia del daño producido por *Dichelops furcatus* (Hemiptera: Pentatomidae) en el cultivo de maíz en el sur de Córdoba. *Ab Intus*, [S.l.], v. 2, n. 3, july. ISSN 2618-2734. Disponible en: <[http://www.ayv.unrc.edu.ar/ojs/index.php/Ab\\_Intus/article/view/86](http://www.ayv.unrc.edu.ar/ojs/index.php/Ab_Intus/article/view/86)>.
- CESCINETTO, A. O. *et al.* 2005. Distribuição espacial do dano da lagarta do cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797), em Sidrolândia, Mato Grosso do Sul. *Ensaio e Ciência*, 9 (2): 305-314.
- CHURCH, B.M. y A.H. STRICKLAND. 1954. Sampling cabbage aphid populations on brussels sprouts. *Plant Path.* 3: 76-80.

- CRESSIE, N.A.C. 1993. Statistics for spatial data. New York: J.Wiley. 900p.
- CORRO, M.A, BAUDINO, E., VILCHES, J., GIRAUDO, W.G., BABINEC, F., VERGARA, G, NIVEYRO, S., GHIRONI, E. y C. FERRERO. 2017. Estudio comparativo de la densidad del complejo de orugas cortadoras (Lepidoptera: Noctuidae) en diferentes ambientes y cultivos antecesores en la región subhúmeda pampeana central. *Revista de la Facultad de Agronomía UNLPam Vol 27(2): 2935*
- COSTA, E. C., LINK, D. y V. ESTEFANEL. 1988. Plano de amostragem sequencial para percevejos em soja. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Londrina, v. 17, n. supl., p. 51-59.*
- COSTA, M. G.; BARBOSA, J. C.; YAMAMOTO, P. T. y R.M. LEAL. 2010. Spatial distribution of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) in citrus orchards. *Scientia Agricola, Piracicaba, 67 (5): 546-554.*
- DIONISIO, L. F. S., LIMA, A. C. S., MORAIS, E. G. F., CORREIA, R. G., SANTOS, A.V. F. y C.K.S. XIMENES. 2015. Distribuição espacial de *Metamasius Hemipterus* (Coleoptera: Curculionadae) em plantio de dendê (*Elaeis guineensis* Jacq) em Roraima. *Revista Agro@mbiente, 9 (3): 327-336.*
- EL-HENEIDY, A.H. y F.A HASSANEIN. 1987. Survey of the parasitoids of the greasy cutworm, *Agrotis ipsilon* Rott. (Lepidoptera: Noctuidae) in Egypt. *Anz. Schädlingskde. Pflanzenschutz, Umweltschutz 60:155-157.*
- ELLIOTT, J. M. 1979. Some methods for the statistical analysis of sample benthic invertebrates. *Ambleside: Freshwater Biological Association. 157p.*
- ELLIOT, N.C., KIECKHEFER, R.W. y D.D. WALGENBACH. 1990. Binomial sequential sampling methods for cereal aphids in small grains. *Journal of Economic Entomology, v.83, p.1381-1387.*
- FERNANDES, M.G., BUSOLI, A.C. y J.C. BARBOSA. 2003. Distribuição espacial de *Alabama argillacea* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro. *Neo. Rev. Entomol. 32(1):107-115.*
- FLORES F. y E. BALBI. 2011. Manejo de orugas cortadoras en cultivos extensivos. *Información para extensión EEA Marcos Juárez. INTA.6p.*
- GREEN, R. H. 1966. Measurement of non – randomness in spatial distributions. *Researches on Population Ecology, 8 (1): 1-7.*
- GUERREIRO, J. C. *et al.* 2005. Distribuição espacial do predador *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae) na cultura do milho. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia, 4 (7): 34-45.*

- HARCOURT, D. G., ARAGON, J.R. y R. GONZALEZ. 1986. Plagas de la alfalfa. In: C. Bariggi, V. L. Marble, C. D. Itria y J. M. Brun (ed.). Investigación, Tecnología y Producción de Alfalfa. INTA. Colección Científica, T. XXII. Buenos Aires, Cap. 7, pp. 183-221.
- IANONNE, N. 2011. Alertas por cortadoras en Maíz, Girasol y Soja. Consultado: 11/3/2018. En: [https://www.agroconsultasonline.com.ar//documento.html/Alerta%20de%20Plagas%20del%20Servicio%20t%C3%83%C2%A9nico%20INTA%20Pergamino%201-11-2011.pdf?op=d&documento\\_id=241](https://www.agroconsultasonline.com.ar//documento.html/Alerta%20de%20Plagas%20del%20Servicio%20t%C3%83%C2%A9nico%20INTA%20Pergamino%201-11-2011.pdf?op=d&documento_id=241)
- IGARZÁBAL, D., FICHETTI, P., GALVEZ, M., LAGUZZI, M., LABAQUE, M. y A. WEISSBEIN. 2009. Reconocimiento y manejo práctico de plagas. En: *Manual de manejo del cultivo de soja*. Eds.: Fernando García, Ignacio Ciampitti y Héctor Baigorri. 1º Edición. 136p.
- JOHNSON, T.B., TURPIN, F.T., SCHREIBER, M.M. y R. GRIFFITH. 1984. Effects of Crop Rotation, Tillage, and Weed Management Systems on Black Cutworm (Lepidoptera: Noctuidae) Infestations in Corn. *J. Econ. Entomol.* 77: 919-921.
- KOHLER, P.E. 1945. Los "Noctuidae" argentinos. Subfamilia Agrotinae. *Acta Zoológica Lilloana III*. p: 59-134.
- KRANZ, J. 1988. Measuring plant disease. En: *Experimental Techniques in Plant Disease Epidemiology* (J. Kranz y J. Rotem, eds.). Springer- Verlag. New York. Pág. 35-50.
- KUNO, E. 1991. Sampling and analysis of insect populations. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, v. 36, p. 285-304.
- LUCIO, A. D. C., VIEIRA NETO, J., CHIARADIA, L.A. y L. STORCK. 2009. Distribuição espacial e tamanho de amostra para o ácaro-do-bronzeado da erva-mate. *Revista Árvore*, Viçosa, 33 (1):143-150.
- LUDWIG, J.A. y J.S. REYNOLDS. 1988. *Statistical ecology: a primer on methods and computing*. New York: John Wiley & Sons. 337p.
- MARCH, G.J., A. MARINELLI y C. ODDINO. 2009. *Introducción a la Epidemiología para el Manejo de las Enfermedades de los Cultivos*. Universidad Nacional de Rio Cuarto. Rio Cuarto, Córdoba, Argentina. Cap. 3.
- MANOILOFF, I. T., BARRAL, J.M. y G.A. DE LAVALLE. 1982. Distribución de la Población de Pulgones (*Aphis gossypii* Glov) en Algodón en la EERA Saenz Peña (Chaco) y su Aplicación en el Muestreo Secuencial para la Toma de Decisiones en el Control de la Plaga. 11 p.
- MARGALEF, R. 1986. Sucesión y Evolución: su proyección biogeográfica. *Paleontología y Evolución*, Monserrat, v. 20, p. 7-26.

- MARTINS, G. L. M., VIEIRA, M.R., BARBOSA, J.C., DINI, T.A., MANZANO, A.M., ALVES, B.M.S. y R.M. SILVA. 2010. Distribuição Espacial de *Tenuipalpus heveae* Baker (Acarí: Tenuipalpidae) na Cultura da Seringueira. *Neotropical Entomology*, 39 (5): 703-708.
- MARUYAMA, W.I. *et al.* 2002. Distribuição espacial de *Dilobopterus costalimai* young (Hemiptera: Cicadellidae) em citros na região de Taquaritinga, SP. *Neotrop. Entomol.* 31 (1): 35-40.
- MARUYAMA, W. I., BARBOSA, J.C. y L.C. TOSCANO. 2006. Distribuição espacial de *Oncometopia facialis* (Signoret) (Hemiptera: Cicadellidae) em pomar cítrico. *Neotropical Entomology*, 35 (1): 93-100.
- MELO, E. P., FERNANDES, M.G., DEGRANDE, P.E., CESSA, R.M.A., SALOMÃO, J.L. y R.F. NOGUEIRA. 2006. Distribuição espacial de plantas infestadas por *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho. *Neotropical Entomology*, 35 (5): 689-697.
- MESINA, R.R.V. 1986. Disposição espacial de *Panonychus ulmi* (Koch, 1836) (Acarina: Tetranychidae) e determinação do número de amostras na macieira. 1986. 88 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- MIELITZ L. R. 1993. Estudo da diapausa em *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima, 1936) (Coleóptera: Curculionidae) em condições de campo. [Tese de Doutorado]. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 159 f.
- MORA AGUILERA, G., MARCH, G., MARINELLI, A. y S. LENARDON. 2001. Introducción a la epidemiología y manejo de enfermedades de los vegetales. Curso de posgrado. Facultad de Agronomía y Veterinaria. UNRC.
- MORISITA, M. 1959. Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. Ser. E.* 2: 5-235.
- MORISITA, M. 1962. Id-index, a measure of dispersion of individuals. *Researches on Population Ecology*, Kyoto, v.4, p.1-7.
- MORRIS, R.F. 1955. The development of sampling techniques for forest insect defoliators, with particular reference to the spruce budworm. *Canad. J. Zool.* 33: 225-294
- MYERS, J.H. 1978. Selecting a measure of dispersion. *Environment Entomology*. 7: 619-621.
- NASCIMENTO, J.E. 1995. Distribuição espacial e plano de amostragem seqüencial para o percevejo pequeno *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) (Heteroptera: Pentatomidae), na cultura da soja. Jaboticabal. 137p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal/Universidade Estadual Paulista.

- NAVARRO, R., SAINI, E.D. y P.D. LEIVA P. 2009. Clave pictórica de polillas de interés agrícola agrupadas por relación de semejanza. INTA EEA Pergamino. 96p.
- PEDIGO, L.P. y M.E. RICE. 2009. Entomology and pest management. New Jersey: Prentice Hall. 784 p.
- PEREIRA, M. F. A. *et al.* 2004. Amostragem seqüencial (presença-ausência) para *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Neotropical Entomology, 33 (4): 499-504.
- PERRY, J.N.y R. MEAD. 1979. On the power of the index of dispersion test to detect spatial pattern. Biometrics, Alexandria, 35 p.613-622.
- PIELOU, E.C. 1977. *Mathematical Ecology*, Wiley, New York, John Wiley & Sons. 156p.
- RABINOVICH, J. E. 1980. Introduccion a la ecologia de poblaciones animales. México: Continental. p:313.
- RAHMANI, H., FATHIPOUR, Y. y K. KAMALI. 2010. Spatial distribution and seasonal activity of *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae) and its predator *Zetzelia mali* (Acari: Stigmaeidae) in apple orchards of Zanjan, Iran. Journal of Agricultural Science and Technology, 12, (2): 155-165.
- RUDD, W.G. 1980. Sequential estimation of soybean arthropod population densities. En: *Sampling methods in soybean entomology*. Kogan, M. y Herzog, D. C. (eds.) p: 94-104.
- RUESINK, W. G. y M. KOGAN. 1980. The quantitative basis of pest management: sampling and measuring. In: Metcalf, R. L. y Muckmann, W. H. Introduction to insect pest management. p:315-352.
- SANTOS, R. S. S., REDAELLI, L. R., DIEFENBACH, L. M. G., ROMANOWSKI H. P.; PRANDO H. F.; ANTOCHEVIS, R. C. 2004. Distribuição espacial de *Oebalus poecilus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) durante a hibernação. Entomotropica 19 (2): 91-100.
- SEDARATIAN, A *et al.* 2010. Population density and spatial distribution pattern of *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) on different soybean varieties. Journal of Agricultural Science and Technology, 12 (3): 275-288.
- SEVACHERIAN, V. y V.M. STERN. 1972. Spatial distribution patterns of *Lygus bugs* in California cotton fields. Environ. Entomol. 1: 695-704.
- SHEPARD, M. 1980. Sequential sampling plans for soybean arthropods. *Sampling methods in soybean entomology*. KOGAN, M. & HERZOG, D. C. (eds.) Pág: 79-93. Springer-Verlag.

- SILVA, M. T. B. y E.C. COSTA. 1998. Tamanho e número de unidades de amostra de larvas de *Diloboderus abderus* (Sturm) (Coleoptera: Melolonthidae) em plantio direto. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Londrina, 27 (2): 193-197.
- SILVA, J. F.; BLEICHER, E.; MARQUES, G. V. y V. SILVA. 2014. Distribuição espacial do pulgão preto em feijão de corda e cálculo do número de amostras. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, 45 (3): 537-542.
- SILVEIRA NETO, S., NAKANO, O., BARBIN, D. y N.A. VILLA NOVA. 1976. Manual de ecologia de insetos. São Paulo: Agronômica Ceres. 419 p.
- SIMONATO, A.L. 2014. Distribuição espacial, amostragem sequencial e dinâmica populacional de *Leptopharsa heveae* (Hemiptera: Tingidae) na cultura da seringueira. xviii, 96 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias
- SOUTHWOOD, T.R.E. 1971. Ecological methods. London: Chapman and Hall. 391p.
- SOUTHWOOD, T.R.E. 1975. Ecological methods with particular reference to the study of insect populations. London, Chapman and Hall, 391p.
- SOUTHWOOD, T. R. E. 1978. Ecological methods, with particular reference to the study of insect populations. 2 ed. London: Chapman and Hall. 524p.
- SOUZA, L.A.; BARBOSA, J.C., GRIGOLLI, J.F.J., FRAGA, D.F., MALDONADO, W. y A.C. BUSOLI. 2013. Spatial Distribution of *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) in Soybean. Neotropical Entomology, 42: 412-418.
- SPARKS, A.H., ESKER, P.D., ANTONY, G., CAMPBELL, L., FRANK, E.E., HUEBEL, L., ROUSE, M.N., VAN ALLEN, B. y K.A. GARRET. 2008. Ecology and Epidemiology in R: rpatial Analysis. The Plant Health Instructor. DOI:10.1094/PHI-A-2008-0129-03
- TANNURE, C.L; MAZZA, S.M y L.I. GIMENEZ. 2017. Modelos para caracterizar los patrones de distribucion espacial de *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae), en el cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum*) Facultad de Cs Agrarias – UNNE. INTA – EEA Sombrerito.
- TAYLOR, L.R. 1961. Aggregation, variance and the mean. Nature, 189:732-735.
- TAYLOR, L.R., WOIWOOD, I.P. y N. PERRY. 1979. The density dependence of spatial behaviour and the rarity of randomness. J. Anim. Ecol. 47: 383-406.
- TAYLOR, L.R. 1984. Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. Ann. Rev. Entomol. 29: 321-257.
- TOOKER, J. 2009. Black cutworm. Consultado: 29/06/2019. En: <https://extension.psu.edu/black-cutworm>

- TOLEDO, F. R., BARBOSA, J. C. y P.T. YAMAMOTO. 2006. Distribuição espacial de *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (Hemiptera: Aphididae) na cultura de citros. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, 28 (2.): 194-198.
- TURNOCK, W. J., LAMB, R. J. y R.J. BILODEAU. 1987. Abundance, winter survival, and spring emergence of flea beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) in a Manitoba grove. Can Ent 119: 419-426.
- VES LOSADA, J. 2003. Manejo de plagas animales en la implantación del cultivo de girasol. En: Cultivos de cosecha gruesa. Actualización 2003. Boletín de Divulgación Técnica N° 77,EEA Anguil. INTA. pp. 96200.
- VILLATA, C. 1993. Bioecología y control de plagas. En: Alfalfa. Protección de la pastura. Subprograma Alfalfa. Agro de Cuyo. Manuales. p: 34-80.
- VOLPE, H. X. L. 2009. Distribuição espacial do parasitismo de *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae) em cana-de-açúcar. 2009. xii, 67 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.
- WATERS, W. E. y W.R. HENSON. 1959. Some sampling attributes of the negative binomial distribution with special reference to forest insects. Forestry Sciences, 5 (4): 397-412.
- WILSON, L. T. *et al.* 1983. Presence-absence sampling for cabbage aphid and green peach aphid (Homoptera: Aphididae) on Brussels sprouts. Journal of Economic Entomology 76 (3): 476-479.
- WILSON, L. T. y P.M. ROOM. 1983. Clumping patterns of fruit and arthropods in cotton with implications for binomial sampling. Environmental Entomology, 12 (1): 50-54.
- WILSON, L. T. *et al.* 1984. Sampling mites in almonds: I. Within-tree distribution and clumping pattern of mites with comments on predator-prey interactions. Hilgardia, 52 (1): 1-13.