

# Estimación de poblaciones de insectos y su uso en Manejo Integrado de Plagas (MIP)

M.Sc. José Eladio Monge Pérez  
Universidad de Costa Rica

# Muestreo

- Las características de las poblaciones, tales como la densidad, debe ser estimada a partir de datos colectados en ambientes complejos y variables.
- En el muestreo, colectamos datos sobre un pequeño número de individuos dentro de una población, y hacemos inferencias sobre la población entera a partir de los datos de la muestra.

# Muestreo

- La recolección de datos confiables y precisos es el primer requisito para los estudios de campo sobre distribución y abundancia de insectos.
- Se requieren consideraciones estadísticas como parte integral de cualquier esfuerzo de muestreo.

# Muestreo

- Los datos biológicos típicamente son altamente variables.
- El muestreo busca documentar e interpretar el significado de la variabilidad en las características de la población.

# Muestreo

- La estadística ayuda a estimar:
  - 1. El tamaño óptimo de cada muestra
  - 2. El número de muestras que se debe tomar
  - 3. El patrón espacial que se debe usar en su colecta
- Las decisiones acerca de las conclusiones sacadas a partir de los datos muestreados recaen en las pruebas estadísticas.

# Muestreo

- El primer requerimiento en la selección o aplicación de cualquier esfuerzo de muestreo es saber algo acerca de la biología de la especie a ser muestreada:
  1. ¿Cuáles son los estados de su ciclo de vida?

# Muestreo

- 2. ¿Dónde se encuentran?
- 3. ¿Cuáles son sus principales fuentes de alimentación?
- 4. ¿Dónde se depositan los huevos?

# Muestreo

- Conforme los datos de muestreo son colectados, se puede aprender más sobre los rasgos biológicos clave, y se pueden modificar los métodos de muestreo de acuerdo a ellos.

# Métodos de muestreo

- 1. Muestreo absoluto:
- Cuando se cuenta cada uno de los individuos presentes dentro de un volumen de hábitat.
  
- 2. Muestreo relativo:
- Donde la muestra provee un índice relativo de cuántos individuos están presentes dentro del hábitat muestreado.

# Métodos de muestreo

- Ambos métodos de muestreo pueden usar diferentes técnicas, tales como:
  - 1. Uso de trampas (de succión, con feromonas, con cebos, de luz, con imágenes visuales, con colores, etc.)
  - 2. Uso de redes entomológicas

# Métodos de muestreo

- 3. Conteo directo del número de insectos presentes en un órgano de la planta
- 4. Medición de signos y/o daños de insectos (exuvias, heces, heridas de oviposición o alimentación, porcentaje de defoliación, etc.)

# Métodos de muestreo

- El muestreo absoluto provee datos para estimar el tamaño actual de la población.
- El muestreo relativo es más rápido y fácil de usar, pero provee sólo un índice o medida relativa de la densidad o actividad de la población.

# Métodos de muestreo

- Las medidas relativas de densidad de plaga sobre un cultivo pueden estar relacionadas a la cantidad de daño, y así se puede usar como guía para la implementación de medidas de control.

# Muestreo

- Unidad de muestra:
- Es el tamaño del área o del elemento del que se va a recoger la muestra individual.
- Ejemplos: una sola hoja, diez hojas, tres plantas completas, 10 metros de hilera, un metro cuadrado de terreno, etc.

# Muestreo

- Variable a evaluar:
- Es el dato que vamos a recoger en cada unidad de muestra.
- Ejemplos: número de áfidos por hoja, porcentaje de defoliación, etc.

# Distribución de las plagas en el campo

- En general, las plagas se pueden distribuir en el campo en tres formas:
- 1. Regular. (varianza menor que media)
- 2. Aleatoria (al azar). (varianza igual a la media)
- 3. Agregada (en grupos). (varianza mayor que la media)

# Modelos de muestreo

- 1. Aleatorio: la elección del lugar de muestreo es estrictamente al azar.
- 2. Sistemático: las muestras se recogen a intervalos regulares en todo el campo. Un transecto es una serie de muestras que se recogen a lo largo de una ruta en línea recta.

# Modelos de muestreo

- 3. Estratificado: el campo se divide en secciones o estratos, y se recoge una muestra en cada uno de ellos. La recolección de la muestra en cada estrato puede ser aleatoria o sistemática. Los estratos pueden ser iguales o de dimensiones diferentes.

# Número de muestras

- Depende del error de muestras tolerado, o de la precisión requerida.
  - La precisión y el error son conceptos opuestos.
  - Una medida común de precisión es el coeficiente de variación (CV):
- 
- $CV = (s / \text{media}) \times 100$
  - $s =$  desviación estándar

# Precisión y número de muestras

- Cuanto más bajo sea el CV, mayor será la precisión.
- A medida que aumenta el número de muestras reunidas, decrece el error y aumenta la precisión.

# Daños por plagas

- 1. Plagas directas:
- Causan daño o molestia inmediatamente. Un ejemplo son los insectos que comen sobre frutos comercializables.
- Otro ejemplo son los daños cosméticos, que es principal o totalmente estético. Ejemplo: daños de trips en la cáscara de algunos frutos, que dejan cicatrices marcadas en el fruto, pero que no alteran su sabor o valor nutricional.

# Daños por plagas

- 2. Plagas indirectas:
- Crean condiciones que hacen daño por otros factores.
- Ejemplo 1: insectos vectores de enfermedades.

# Daños por plagas

- Ejemplo 2:
- Daño cosmético creado por la mielcilla excretada por moscas blancas o escamas debido al crecimiento del hongo inofensivo fumagina.
- Si la capa de fumagina es gruesa y ampliamente distribuida en la mayoría de las hojas, la fotosíntesis se puede reducir significativamente debido al sombreo de las hojas.

# Densidad de plaga y MIP

- El control biológico de plagas por enemigos naturales o enfermedades, el cual es estimulado en los programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP), requiere la presencia de algún nivel de población de la plaga, pues de otra forma los enemigos naturales se morirán o emigrarán.

# Nivel de daño económico (NDE)

- El NDE es cuando la cantidad de daño causado por una población de insectos es igual al costo requerido para prevenir ese daño.
- El NDE guía las decisiones acerca de cuál nivel de daño debe llevar a implementar medidas de control.

# Umbral económico (UE)

- Debido a que las poblaciones de las plagas no son estáticas, sino que cambian constantemente, las medidas de control deben ser llevadas a cabo en un “umbral económico” (UE) de densidad de plaga.
- El UE es el nivel de densidad de plaga en el cual se deben tomar acciones para evitar que se alcance el NDE. También se le conoce como umbral de acción.

# NDE

- El NDE es inversamente proporcional al valor unitario del cultivo o producto a ser protegido.
- Para cultivos de alto valor, tales como frutas frescas, un pequeño porcentaje de infestación por insectos puede proveer justificación económica para tomar medidas de control.

# NDE

- En el caso contrario, solamente daños muy sustanciales en cultivos de poco valor (como el pasto) pueden alcanzar o exceder el costo de aplicación de insecticidas.
- El costo del control es directamente proporcional al NDE. Un alto costo de control produce un alto NDE, y viceversa.

# NDE

- $NDE = C / (V \times P \times K)$
- Donde:
- C = costo del control (colones / ha)
- V = valor de mercado del producto (colones / kg)
- P = pérdida de rendimiento causado por la plaga (kg / insecto)
- K = fracción decimal de plaga reducida por el control usado.
- NDE = insectos por hectárea

# NDE

- Ejemplo:
- $C = 20.000$  colones / ha
- $V = 1.000$  colones / kg
- $P = 0,1$  kg / insecto
- $K = 0,5$
- $NDE = 400$  insectos / ha

# NDE

- Los cambios en el tiempo en las variables independientes (V, P o K), u otras variables, pueden complicar el cálculo del NDE.

# NDE

- Los efectos de la densidad de insectos sobre la pérdida de rendimiento puede variar considerablemente con el tiempo.
- Por ejemplo, las plagas que afectan frutos pueden ser toleradas en niveles mayores antes de la floración, o luego de que ha pasado el estado vulnerable en el ciclo del cultivo.

# NDE

- La relación de las densidades típicas o características de poblaciones de plagas con el NDE determina si el insecto:
  - 1. Nunca es plaga: las poblaciones siempre permanecen debajo del NDE.
  - 2. Es una plaga menor u ocasional: las poblaciones ocasionalmente o raramente exceden el NDE.

# NDE

- 3. Es una plaga principal: las poblaciones siempre están cerca o sobre el NDE. Estas son las plagas clave en cada cultivo, y los programas de manejo de plagas siempre deben lidiar con ellas.

# UE

- Para usar el UE para decidir el momento de tomar acciones de control de plagas, las poblaciones de plagas deben ser monitoreadas a través del muestreo.
- La confiabilidad y el costo del muestreo, y la capacidad de predecir los cambios en las poblaciones de plagas, deben ser tomados en cuenta en el momento de decidir los niveles de umbral.

# UE

- Los umbrales económicos requieren la comprensión de cómo las poblaciones de plagas se relacionan con el daño.
- El NDE puede cambiar a lo largo del ciclo del cultivo.

# Reducción de la capacidad de carga (K)

- Cuando la capacidad de carga (K) de una plaga en un agroecosistema es superior al NDE, se dificulta el control de esa plaga.
- En MIP, se busca reducir la capacidad de carga de la plaga en el agroecosistema, para reducir las poblaciones de la misma. Esto se realiza por medio de control biológico, cultural o genético, entre otros.

# Otros fenómenos asociados con la aplicación de plaguicidas

- 1. Plagas secundarias
- 2. Resurgimiento de plaga.

# Plagas secundarias

- Insectos que inicialmente (antes de la aplicación de plaguicidas) estaban limitados a niveles de ningún o poco daño causado, gracias a la acción de los enemigos naturales, pero que luego de la aplicación del plaguicida alcanzan poblaciones anormalmente altas, dada la reducción en las poblaciones de los depredadores y parasitoides clave.

# Resurgimiento de plaga

- Es el aumento rápido de las poblaciones de la plaga a niveles aún mayores que lo normal, luego de la aplicación de un plaguicida, debido a la ruptura de los niveles preexistentes de enemigos naturales.

- En el caso de las plagas secundarias y del resurgimiento de plaga, los insectos plaga son menos sensibles a los plaguicidas que los enemigos naturales.
- En algunos pocos casos, sobretodo en el caso de los ácaros de la familia Tetranychidae, los plaguicidas más bien estimulan o aumentan la reproducción de la plaga.

- Tanto el resurgimiento de la plaga como el surgimiento de plagas secundarias se intensifican cuando se utiliza el mismo insecticida en forma repetida.
- Esto se debe a la evolución de resistencia a los insecticidas controlada genéticamente.

- Muchas gracias!