

**MAESTRÍA DE PROTECCIÓN VEGETAL  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES, UNLP**

***CURSO “BIOECOLOGÍA DE PLAGAS”  
2023***

***Actividad Práctica N° 1. Nivel de Daño Económico.***

**Objetivos:**

- Aplicar el modelo clásico para el cálculo del NDE.
- Reconocer la naturaleza dinámica del NDE y los principales factores que lo modifican.

**Desarrollo:**

El nivel de daño económico puede definirse como el mínimo nivel de densidad de una plaga que ocasionará un perjuicio económico, es decir una cantidad de daño que justificará el costo de aplicar una medida de control. El modelo clásico de nivel de daño económico está representado por la ecuación (Pedigo et al. 1986):

$$\mathbf{NDE} = \mathbf{C} \div \mathbf{P} \times \mathbf{D} \times \mathbf{K}$$

donde

**NDE:** es el *nivel de daño económico*, expresado como el número de individuos por unidad de muestreo (por ejemplo: larvas/planta);

**C:** es el *costo de la medida de control* por unidad de superficie (por ejemplo: \$/ha);

**P:** es el *precio por unidad de producción* (por ejemplo: \$/qq);

**D:** denominada *función de daño*, representa la disminución del rendimiento ocasionada por un individuo de la plaga por unidad de muestreo (por ejemplo: tn o qq/ha),

y **K:** expresa la *eficiencia de la medida de control*, representada por la proporción de la población de la plaga que es eliminada luego de aplicar la medida de control.

Utilizando esta metodología, Serra y Trumper (2004a y b) calcularon el NDE para el barrenador del tallo *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae), una importante plaga del maíz en la Argentina. En primer lugar, estimaron la función de daño (Serra y Trumper, 2004a), investigando la relación entre el daño causado por un

individuo de la plaga por planta y el rendimiento por planta. Simularon distintos niveles de infestación, realizando aplicaciones diferenciales de insecticida en distintas parcelas de cultivo de maíz, y cuando el cultivo llegó a madurez fisiológica registraron el número de galerías por entrenudo en cada planta y el peso de la espiga. Encontraron una relación lineal entre estas dos variables, representada por la siguiente ecuación:

$$PE = 123,46 - 2,51 BG$$

donde:

**PE:** es el peso de la espiga; **BG** es el número de larvas grandes del barrenador (galerías por entrenudo).

La pendiente de la recta de regresión entre ambas variables indica que, por cada larva grande del barrenador, la planta reduce su rendimiento 2,51 g. Este valor representa un 2,03 % del rendimiento promedio sin daño. Como cada larva grande barrena en promedio dos entrenudos por planta, produce una disminución del rendimiento de 4,06 %.

En función del rendimiento potencial de distintos cultivares y considerando el costo de diferentes insecticidas, se obtuvieron valores de NDE muy variables.

### Ejercicios:

1) Calcular el NDE para *D. saccharalis* en maíz considerando:

a) que el precio del maíz es de 8,9 \$/qq, el rendimiento potencial del cultivo es de 112,98 qq/ha, y la medida de control que se usará es el insecticida Deltametrina A que tiene un costo de 10,25 \$/ha.

b) el mismo precio del cultivo en el mercado y la misma medida de control, pero para un cultivar cuyo rendimiento potencial es de 75,71 qq/ha.

c) para ambas situaciones anteriores utilizar como medida de control la aplicación de un insecticida de menor impacto sobre enemigos naturales, cuyo costo es de 20 \$/ha.

d) para los casos anteriores, un precio del cultivo en el mercado de 10 \$/tn.

Se asume que la eficiencia de los dos insecticidas es del 70% ( $K = 0,7$ ).

- 2) Comparar y discutir los resultados obtenidos.
- 3) Responder las siguientes preguntas:
  - a) ¿Cómo se relaciona el NDE con el costo de control?
  - b) ¿Qué efecto produce en el NDE un aumento en el precio del grano?
  - c) ¿Si el cultivar utilizado tiene un mayor rendimiento potencial, el NDE será mayor o menor?

### **Actividad práctica N° 2. Determinación del número de unidades de muestra**

1) Una especie de áfido en el cultivo de frutilla comienza a preocupar a los productores por su capacidad de transmitir virus y por el desarrollo de fumagina. A fin de conocer el número de unidades de muestra necesario para estimar su densidad poblacional, con un nivel de precisión determinado, se efectuó un muestreo preliminar en tres lotes de 10 camellones x 50 m bajo invernáculo. Se decidió que la unidad de muestra fuera la hoja madura y el diseño utilizado al azar, y se tomaron 50 unidades de muestra para ajustar el mismo según distintos porcentajes de error. Se trabajará en clase con el archivo (áfidosfrutilla.xls) que contiene los datos del número de áfidos por hoja registrados en el muestreo preliminar de tres lotes. Se calculará  $n$  según:

$$n = \frac{s^2}{D^2 \bar{x}^2}$$

Donde  $\bar{x}^2$  y  $s^2$  son la media y la varianza, respectivamente, del número de áfidos por hoja y  $D$  es el nivel de precisión (por ejemplo 0,2 si esperamos un error del 20% de la media).

- a) Determinar a partir de los datos obtenidos, el número mínimo de unidades de muestra necesario para estimar la densidad con errores de muestreo del 10 %, 15 %, 20 % y 30% en cada lote. Graficar.
- b) Relacionar el número de unidades de muestra con la densidad promedio y la varianza, analizando los resultados en cada lote.
- c) ¿Con qué error estaríamos estimando la densidad si decidimos tomar 30 unidades de muestra en cada lote?

### **Actividad práctica N° 3. Parámetros poblacionales**

#### **Objetivos:**

- Interpretar los distintos parámetros poblacionales y comprender la importancia de su conocimiento en el manejo de plagas.
- Observar el efecto de distintos esquemas de supervivencia y fecundidad sobre los parámetros poblacionales.

Parámetros:

$l_x = N_x / N_0$ , proporción de sobrevivientes a la edad  $x$ .  
 $m_x$  = número promedio de huevos / hembra de edad  $x$ .

$R_0$  = tasa reproductiva neta o tasa de reemplazo =  $\sum l_x m_x$

$T$  = tiempo generacional =  $\sum x l_x m_x / R_0$

$r$  = tasa intrínseca de incremento natural =  $\ln R_0 / T$

$\lambda$  = tasa finita de incremento =  $e^r$

$D_t$  = tiempo de duplicación =  $\ln 2 / r$

**Ejercicios:**

1) En la Tabla 1 se indican los datos de supervivencia y fecundidad específicas por edad de dos especies de insectos herbívoros, la especie A es ectófaga, mientras que la especie B es endófaga:

ESPECIE A			ESPECIE B		
x	Nx	mx	x	Nx	mx
0	100	0	0	100	0
1	25	10	1	90	0
2	12	10	2	90	5
3	10	10	3	80	10
4	6	0	4	80	5
5	0	0	5	0	0

Tabla 1.

- a) Calcule la tasa de supervivencia específica por edad. Grafique y compare las curvas de supervivencia para ambas especies.
- b) Calcule la tasa de reemplazo ( $R_0$ ), la tasa intrínseca de incremento natural ( $r$ ) y el tiempo generacional ( $T$ )
- c) Compare los parámetros obtenidos para ambas especies.
- d) Interprete ambos esquemas de supervivencia y fecundidad en función del hábito alimentario.

2) La persistencia de ácaros depredadores generalistas sobre plantas con baja densidad o ausencia de presas tiene un rol importante en el control biológico de ácaros herbívoros. Tal persistencia se debe principalmente a la presencia de presas alternativas u otras fuentes de alimento. En viñedos de Italia se ha observado en el tubo digestivo de dos especies de ácaros depredadores la presencia de un hongo patógeno de la planta. Con la hipótesis de que este hongo constituye una adecuada fuente de alimento para los

depredadores se realizaron experimentos de laboratorio y se compararon los tiempos de desarrollo, tasas de oviposición y parámetros poblacionales de ambos ácaros alimentados sobre micelio y esporas del hongo y sobre polen (conocido como alimento alternativo). Se obtuvieron entre otros, los siguientes resultados:

	Polen	Hongo
<i>Typhlodromus pyri</i>		
D <sub>t</sub> (días)	5,501 ± 0,286 b	14,374 ± 2,957 a
λ (hembras/hembras/día)	1,134 ± 0,007 a	1,047 ± 0,009 b
r <sub>m</sub> (hembras/hembra/día)	0,126 ± 0,007 a	0,046 ± 0,009 b
R <sub>0</sub> (hembras/hembra)	5,293 ± 0,571 a	1,719 ± 0,183 b
T (días)	13,310 ± 0,417 b	11,810 ± 0,302 a
<i>Amblyseius andersoni</i>		
D <sub>t</sub> (días)	3,982 ± 0,165 b	6,207 ± 0,470 a
λ (hembras/hembras/día)	1,190 ± 0,009 a	1,117 ± 0,009 b
r <sub>m</sub> (hembras/hembra/día)	0,174 ± 0,007 a	0,111 ± 0,008 b
R <sub>0</sub> (hembras/hembra)	7,201 ± 0,672 a	3,321 ± 0,300 b
T (días)	11,387 ± 0,198	10,839 ± 0,332

Los valores dentro de cada fila seguidos de diferente letra fueron significativamente diferentes. Tabla tomada de Pozzebon & Duso 2008. Biological Control 45: 441-449.

- ¿Qué parámetros poblacionales de *T. pyri* fueron afectados por el alimento ofrecido? Describa los efectos encontrados.
- ¿Las tasas de crecimiento poblacional de *A. andersoni* fueron mayores cuando se alimentó con el hongo o con polen?
- ¿Cuál de los dos alimentos sería una mejor fuente de alimentación?
- ¿El tiempo generacional fue mayor o menor cuando *A. andersoni* se alimentó con el hongo en relación a cuando se alimentó con polen?
- Discuta los resultados en términos de la posible influencia del hongo en la persistencia de ambos depredadores en los viñedos.

3) Un insecto herbívoro posee dos generaciones relativamente discretas durante cada ciclo del cultivo y posee un tiempo generacional de 35 días. Se encontraron en el campo tres especies de parasitoides que podrían ser eficientes agentes de control biológico. En un estudio de sus características poblacionales se estimaron, entre otros, los siguientes parámetros:

	Parasitoides		
	A	B	C
Ro	31,9	32,2	31,2
T	30,3	40,8	15,0

Analizando comparativamente estos resultados, ¿cuál sería el parasitoide con crecimiento poblacional más rápido? Fundamente.

#### **Actividad práctica N° 4. Crecimiento poblacional.**

##### **Objetivos:**

- Conocer los modelos básicos de crecimiento poblacional: exponencial y logístico.
- Simular el crecimiento poblacional de plagas con diferentes tasas de crecimiento aplicando ambos modelos.
- Relacionar los distintos modelos de crecimiento con las estrategias ecológico-evolutivas.

Para descargar el programa POPULUS deberán ingresar al link <https://cbs.umn.edu/populus/download-populus> y seguir las indicaciones.

ATENCIÓN: Java debe ser instalado antes de instalar POPULUS.

##### **Ejercicios:**

- 1) Los ácaros fitófagos son plagas de numerosos cultivos. Poseen mecanismos de dispersión que les permiten colonizar rápidamente nuevas plantas cuando el recurso comienza a agotarse. Sus ciclos de vida son cortos y un modo muy común de reproducción es por partenogénesis. Los valores de sus tasas de incremento indican un alto potencial de crecimiento y en determinadas situaciones (condiciones meteorológicas adecuadas y constantes, gran disponibilidad de alimento, ausencia de enemigos naturales) suelen alcanzar densidades muy elevadas. Sus poblaciones tienen generaciones superpuestas.

Simule mediante el programa POPULUS 5.3 el crecimiento poblacional de *Tetranychus urticae* en el cultivo de pimiento, cuya tasa intrínseca de incremento natural es de 0,185 individuos/individuo/día.

- a) ¿Cuál será el tamaño poblacional al cabo de 20 días si el número inicial de individuos es 10?
- b) ¿Cómo se modifica la tasa de crecimiento de la población a medida que aumenta la densidad?
- c) ¿Cómo es la tasa de crecimiento por individuo a medida que aumenta la densidad?

2) Un coleóptero xilófago desarrolla poblaciones continuas en eucaliptos y su tasa de mortalidad es dependiente de la densidad. El ambiente es estable, la capacidad de carga para esta especie es de 200 individuos y su tasa intrínseca de incremento natural es 0,06 individuos/individuo/día. Si el número inicial de individuos es 10:

- a) ¿Cuál será el tamaño poblacional al cabo de 150 días?
- b) ¿Cómo se modifica la tasa de crecimiento de la población a medida que aumenta la densidad?
- c) ¿Cómo es la tasa de crecimiento por individuo a medida que aumenta la densidad?

3) Una especie de lepidóptero fitófago posee generaciones discretas, pasa como pupa el invierno y se reproduce a principios de la primavera. La tasa de mortalidad de la población es independiente de la densidad. Una población de esta especie incrementó de 10.000 a 15.000 en la siguiente generación, lo cual significa que la tasa de reemplazo ( $R_0$ ) es igual a 1,5.

- a) ¿Cuál es el valor de la tasa finita de incremento  $\lambda$  si consideramos que  $t=1$  año?
- b) Simule el crecimiento utilizando el programa Populus 5.3
- c) Compare el gráfico obtenido con el del ejercicio 1 y discuta las similitudes y diferencias.

4) ¿Cómo caracterizaría a cada una de estas especies en relación con las estrategias ecológico-evolutivas “r” y “K”?