

Manejo Integrado de Plagas

FUNDAMENTOS PARA EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Elementos básicos

Relación plaga-daño

Definiciones

Conceptos

Ingeniería Agronómica · 4° año | Clase Aula 2 – 2026

¿Qué es el MIP?

MIP Manejo Integrado de Plagas

Estrategia que controla plagas, enfermedades y malezas con enfoque sustentable. Integra herramientas culturales, biológicas y químicas socialmente aceptadas, minimizando el impacto económico y ambiental. Incluye el uso responsable de agroquímicos y biotecnológicos.



MIP

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) es una estrategia que tiene como objetivo controlar las plagas, enfermedades y malezas que afectan la agricultura, con un enfoque sustentable. Está compuesto por un conjunto de herramientas y prácticas culturales, biológicas y químicas socialmente aceptadas, minimizando el impacto económico y ambiental. El MIP incluye el uso responsable de productos agroquímicos y productos biotecnológicos.

Manejo Integrado de Plagas – Pilares

1

Dinámica poblacional

Conocimiento de la ecología de las especies plaga y sus enemigos naturales.

2

Prevención

Métodos indirectos de control para anticipar los problemas de las plagas.

3

Monitoreo regular

Muestreos de plantas, plagas potenciales, enemigos naturales y condiciones del cultivo.

4

Umbrales de acción

Uso de líneas de acción y umbrales de control para la toma de decisiones.

5

Métodos integrados

Compatibilizar control biológico, biorracional, químico, cultural y físico.

Protección de Cultivos en Agricultura Sostenible

Orden de prioridad ▼



PREVENCIÓN

Protección indirecta



MONITOREO y PREDICCIÓN

Toma de decisiones



CONTROL

Protección directa

Estimación del Riesgo – Flujo de Monitoreo

1

Reconocimiento entomológico y fitopatológico

2

Técnicas de muestreo

3

Modelos de distribución de poblaciones

4

Toma de decisiones

Cada etapa alimenta la siguiente →

Reconocimiento Entomológico

- Reconocer las plagas de un cultivo en una zona particular.
- Conocer la densidad de las poblaciones, los daños que causan y el estado del cultivo.
- Determinar su distribución en un área específica.
- Observar los métodos de control empleados por los agricultores.
- Recabar información para establecer el NDE.
- Detectar e identificar la fauna benéfica.

RECONOCIMIENTO ENTOMOLÓGICO



- Reconocer las plagas de un determinado cultivo en una zona particular
- Conocer la densidad de las poblaciones de plagas, los daños que causan, y el estado del cultivo.
- Determinar su distribución en un área específica.
- Observación sobre los métodos de control empleados por los agricultores.
- Información sobre plantas hospedantes alterantes.
- Recabar información con el fin de establecer el nivel de daño económico (DNE).
- Detectar e identificar la fauna benéfica.

Monitoreo – Estimación de Densidad Poblacional

El Monitoreo permite estimar la densidad poblacional de la plaga.

Precisión del muestreo

Es la diferencia entre la media muestral y el promedio de medias muestrales.

Nº muestreos ↑

Precisión ↑

Error ↓

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS



Monitoreo permite estimar la densidad poblacional de la plaga

La precisión es la diferencia entre media muestral y el promedio de medias muestrales

↑ Nº de muestreos

↑ precisión

↓ error

Factores que Influyen en la Densidad Poblacional

🌡️ ? La Temperatura produce cambios en la fisiología y/o comportamiento de los insectos

Modelización

Tasa de desarrollo de insectos en función de la temperatura.

Grados-Día

Método de acumulación de calor para predecir fenología de la plaga.

Aplicación al MIP

Permite anticipar picos poblacionales y optimizar el momento de control.

Factores que influyen densidad poblacional de las plagas

Temperatura produce cambios en la fisiología y/o comportamiento de los insectos



Modelización de la tasa de desarrollo de insectos en función temperatura

Aplicación al MIP mediante el método de grados días

Parámetros de Desarrollo del Insecto

Tasa de desarrollo

La inversa del tiempo de desarrollo; mide la porción de desarrollo avanzada por unidad de tiempo.

Umbral mínimo de desarrollo (U_{md})

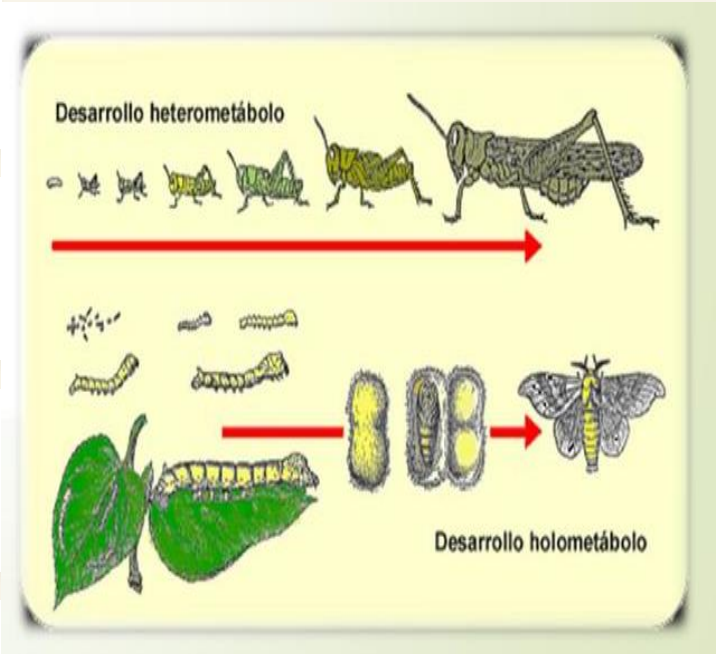
Temperatura a la que ocurre el desarrollo inicial del insecto.

Temperatura óptima (T_O)

Temperatura en que la tasa de desarrollo es máxima.

Umbral máximo de desarrollo (U_{MD})

Temperatura por encima de la cual el insecto no puede desarrollarse.



Método de Grados-Día (°D)

Acumulación de unidades de calor por encima del umbral mínimo de desarrollo, durante un período.

$$^{\circ}\text{D} = \text{Temperatura media} - \text{Temperatura umbral mínima}$$

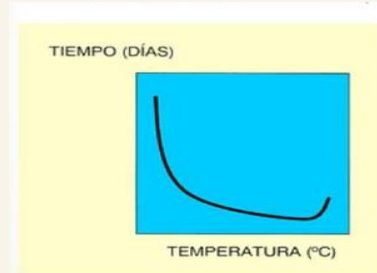


Figura 1. Relación tiempo de desarrollo frente a temperatura.

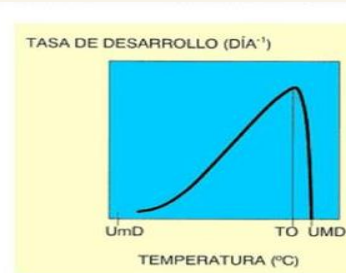


Figura 2. Relación tasa de desarrollo frente a temperatura. UmD: Umbral Mínimo de Desarrollo; TO: temperatura Óptima; UMD: Umbral máximo de Desarrollo.

Dinámica Poblacional – Ejemplo en Soja

Figura 1. Dinámica poblacional de *A. gemmatalis*, *C. includens* y otros en soja – Huasteca 400, Tamaulipas.

2) Dinámica poblacional

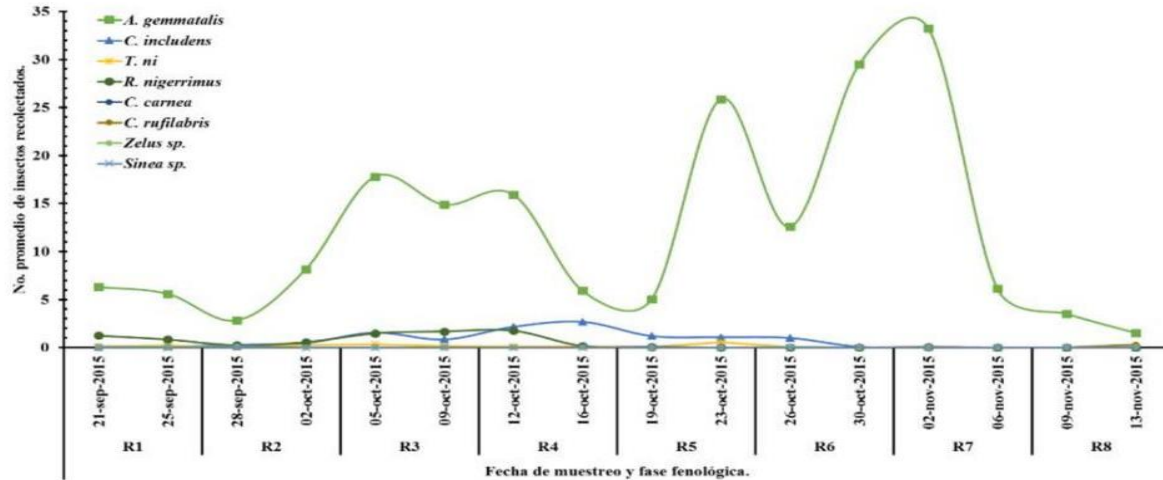
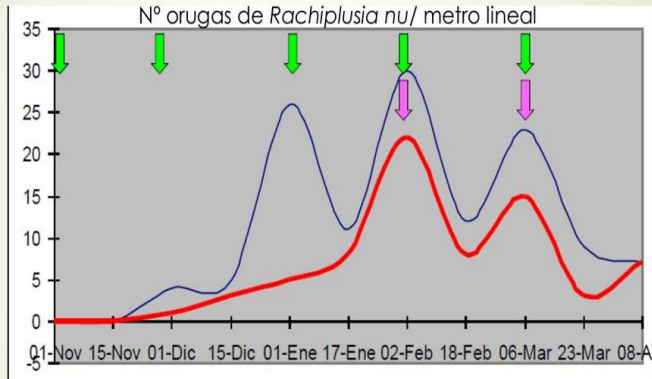


Figura 1. Dinámica poblacional de *A. gemmatalis*, *C. includens*, *T. ni*, *R. nigerrimus*, *C. carnea*, *C. rufilabris*, *Zelus sp.*, y *Sinea sp.*, en la variedad Huasteca 400 del cultivo de soja en el sur de Tamaulipas.

→ La dinámica varía según la fase fenológica (R1–R8). El monitoreo debe adaptarse a cada etapa.

Dinámica Poblacional – Convencional vs. MIP

Dinámica poblacional



■ Lote convencional

■ Lote con MIP

→ Control químico

Lectura del gráfico:

■ Lote convencional – más aplicaciones, mayor presión

■ Lote con MIP – control basado en umbrales, menor presión

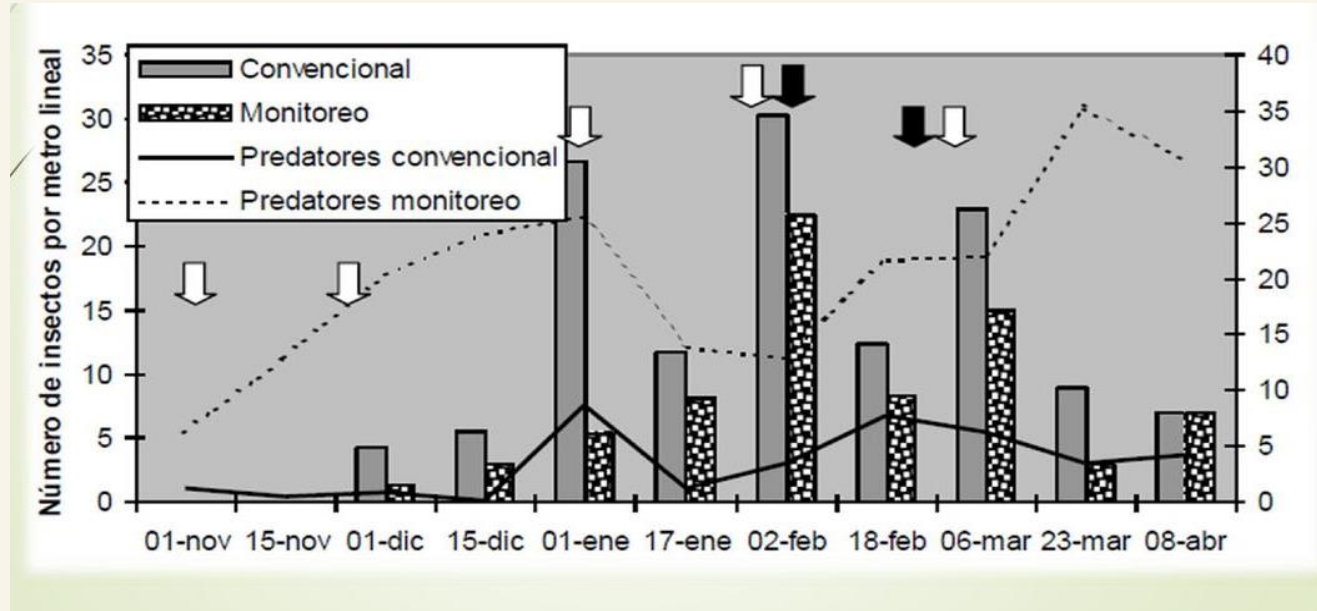
■ Flechas verdes: control químico convencional

■ Flechas rosas: control bajo MIP

El MIP reduce intervenciones sin perder el control efectivo.

Fluctuación Poblacional – Alta Gracia 2004

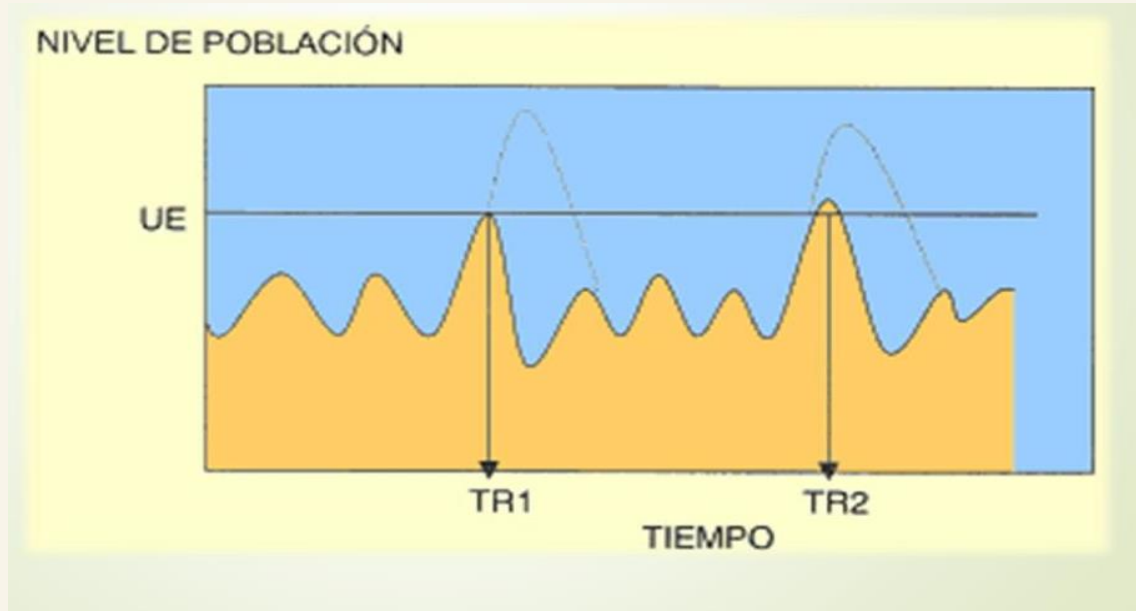
Número de orugas y chinches predadores por metro lineal en lotes con y sin tratamientos preventivos.



→ Los lotes con monitoreo mantienen mayor presencia de predadores benéficos.

Dinámica Poblacional de la Plaga – UE y Umbrales

Cuando la población supera el UE en momentos TR1 o TR2, se aplica la técnica de control.



UE – Umbral Económico: dispara la acción de control

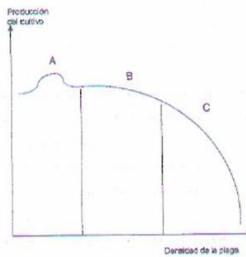
TR1, TR2 – Momentos de intervención óptimos

Posición General de Equilibrio (PGE)

Densidad poblacional media de una plaga que oscila en el tiempo, en función de factores ambientales.

Posición general de equilibrio de la plaga (PGE)

La densidad poblacional media de una determinada plaga que oscila en el tiempo, en función de factores ambientales.



Fases en la relación entre la densidad de la plaga y la producción

Fase A

Sin plaga o muy baja densidad. Sin impacto en producción.

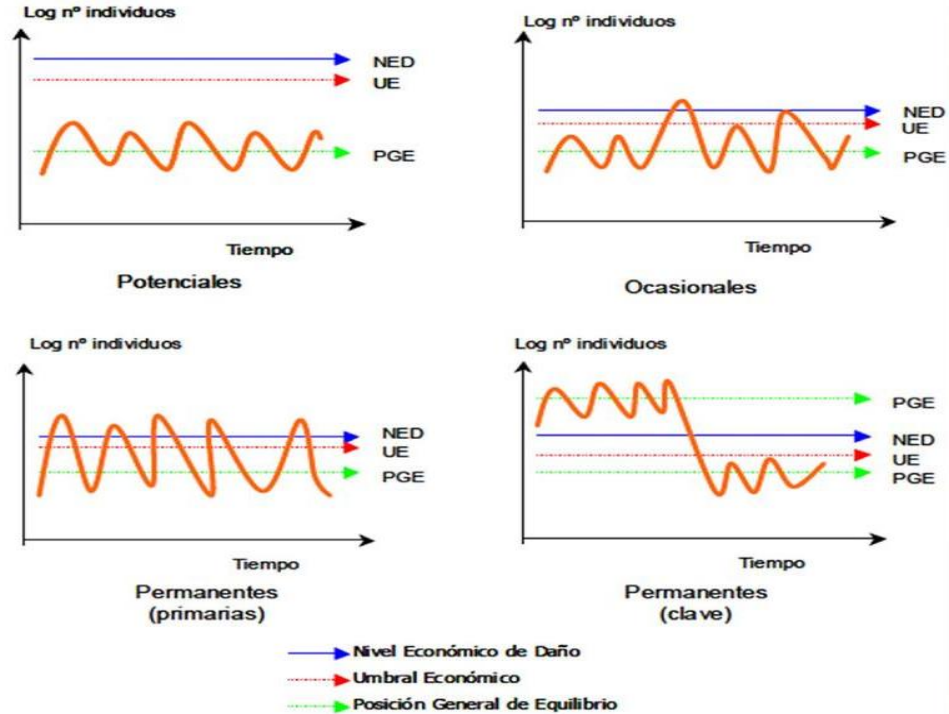
Fase B

Densidad creciente. La producción comienza a verse afectada.

Fase C

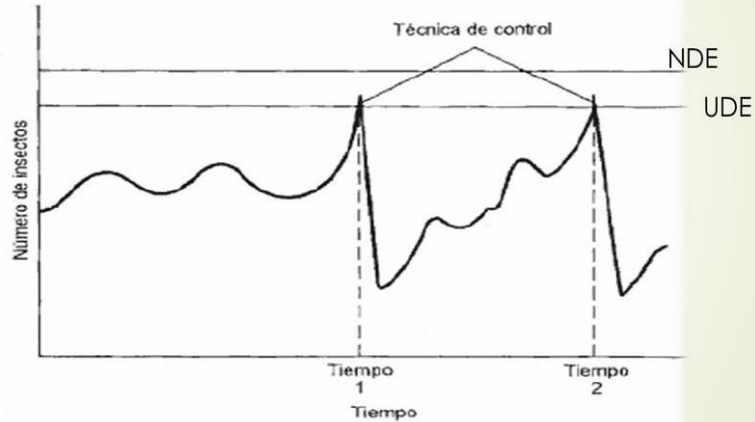
Alta densidad. Daño severo, pérdida significativa de rendimiento.

PGE, UE y NDE para diferentes tipos de plaga



Umbral y Nivel de Control – NDE y UDE

Umbral y Nivel de control



NDE

Nivel de Daño Económico

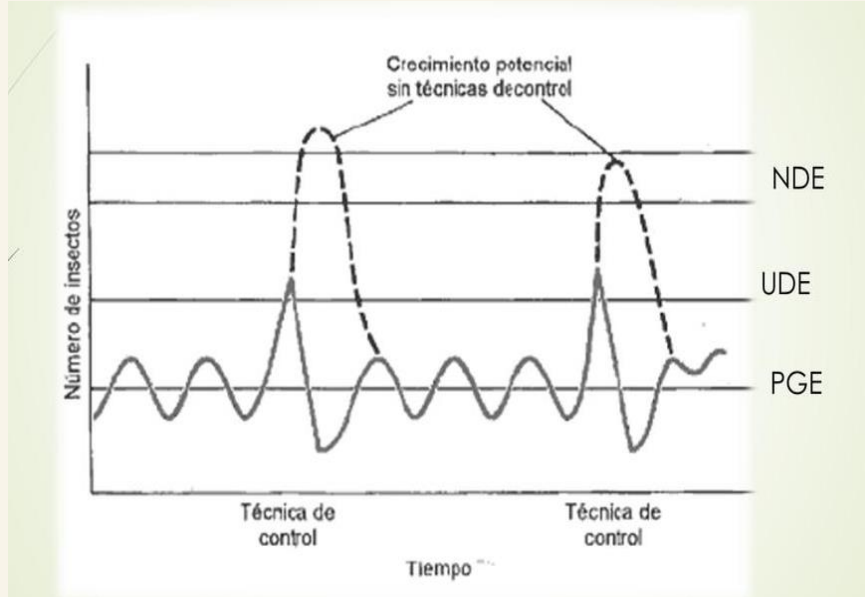
La más baja densidad de plaga capaz de producir daño económico.

UDE

Umbral de Daño Económico

Densidad en la que hay que actuar para que la población no alcance el NDE.

NDE, UDE y PGE – Interacción con el Control



NDE

Límite máximo tolerable de la plaga.

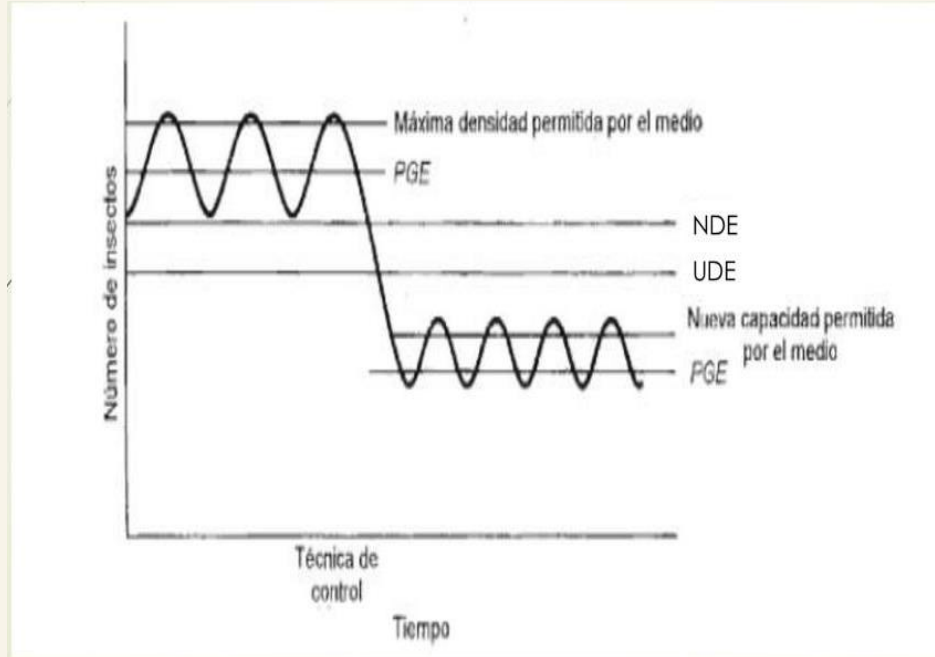
UDE

Señal para aplicar la técnica de control.

PGE

Oscilación natural de la plaga sin intervención.

Efecto de la Técnica de Control sobre la PGE



Interpretación

Una técnica de control efectiva baja la PGE a un nuevo nivel de equilibrio (nueva capacidad del medio).

Esto reduce la frecuencia de intervenciones futuras y el costo total del manejo.

UDE · NDE

Definiciones, fórmulas de cálculo y aplicaciones prácticas

Pedigo (1986) · Southwood & Norton (1973) · Chiang (1979) · Norton (1987) · Trumper (2004)

Definiciones Fundamentales

NDE

Nivel de Daño Económico

La más baja población de una plaga capaz de producir daño económico.

UDE

Umbral de Daño Económico

Densidad de la plaga en la cual hay que tomar medidas para prevenir un incremento y que no alcance el NDE.

DE

Daño Económico

Cantidad de perjuicio producida por la plaga que justifica el costo de tomar medidas de control.

Fórmula NDE – Southwood y Norton (1973)

$$C = Y \times P$$

C

Costo de la acción de control

Gasto total de la táctica empleada (\$/ha).

Y

Rendimiento del cultivo

Producción en unidades estándar (qq/ha,
tn/ha).

P

Precio por unidad de rendimiento

Precio de mercado al momento de aplicar
el control.

Esta ecuación establece que el costo de la táctica de control = rendimiento × precio

Fórmula UDE – Chiang (1979)

$$\text{UDE} = \text{Costo control} / (\text{EC} \times \text{R} \times \text{P} \times \text{RR} \times \text{Cs}) \times \text{Fc}$$

EC

Eficiencia de control

% de la plaga eliminada por el tratamiento.

R

Rendimiento

Producción esperada del cultivo (qq/ha o tn/ha).

RR

Reducción de rendimiento

Daño causado por la plaga a la producción.

P

Precio de cosecha

Valor de venta por unidad de producción.

Cs

Coeficiente de supervivencia

Proporción de insectos que sobrevive al control.

Fc

Factor crítico

Ajuste según etapa fenológica u otro factor.

Fórmula NDE – Pedigo (1986)

Parámetro difícil de calcular — requiere datos de campo específicos del sistema cultivo-plaga.

$$\text{NDE} = C / (V \times b \times K)$$

C

Costo del tratamiento (\$/ha)

Incluye insecticida, coadyuvantes, aplicación y monitoreo.

V

Valor de venta (\$/kg)

Precio esperado por unidad de producción al momento de cosecha.

b

Constante de daño

Tasa de pérdida de cosecha por insecto por unidad de muestreo.

K

Eficiencia del tratamiento

% de reducción de la población logrado con el control (0.8–1.0).

Fórmula UDE – Norton (1987)

$$\text{UDE} = \text{Costo tratamiento} / (\text{P} \times \text{d} \times \text{EC}\%)$$

P

Rendimiento × Precio de cosecha

Valor total de la producción por unidad de área.

d

Coefficiente de daño

Relación entre densidad de plaga y daño al cultivo.

EC%

Eficiencia de control esperada (%)

Porcentaje de la plaga eliminada por la intervención.

Fórmula NDE Adaptada – Trumper (2004)

Fórmula de Pedigo et al. (1986) adaptada por Trumper (2004) para *Diatraea saccharalis* en maíz:

$$NDE = C / (P \times D \times K)$$

Variable	Definición	Unidad / Ejemplo
NDE	Nº de larvas grandes de <i>D. saccharalis</i> por planta de maíz	larvas/planta
P	Precio por unidad de producción	\$/qq
D	Función de daño: disminución de rendimiento por insecto/unidad de muestreo	tn/ha o qq/ha
C	Costo de la medida de control	\$/ha
K	Eficiencia del insecticida aplicado (proporción eliminada)	0.0–1.0

NDE para *D. saccharalis* en Maíz – Ejemplo

Insecticida aplicado

Deltametrina A 5% – 250 cc/ha

Costo de control (C)

10,25 \$/ha

Eficiencia (K)

70% → $K = 0,7$

Precio del maíz (P)

8,9 \$/qq

Rendimiento potencial (qq/ha)	NDE (larvas/planta)
112.98	0,36
83.88	0,49
112.96	0,36
91.44	0,45
75.71	0,54

Conclusión

A mayor rendimiento potencial del lote → el NDE baja (cada insecto genera mayor pérdida económica).

Cálculos de NDE – Comparación de Opciones de Control

Tabla 2. Costos de tratamiento y NDE para distintas opciones de control de *D. saccharalis* en maíz.

Insecticida	Dosis (cc/ha)	Costo (\$/ha)	NDE (larvas/planta)
Deltametrina A 5%	250	10,25	Calcular →
Endosulfan 35%	2300	18,74	Calcular →
Cipermetrina 25%	300	7,80	Calcular →
Betaciflutrina 5%	250	9,97	Calcular →

$$\text{Recordatorio: } NDE = C / (P \times D \times K)$$

Usando $P = 8,9 \text{ \$/qq}$ · $D = \text{función de daño de } D. \text{ saccharalis}$ · $K = \text{eficiencia de cada insecticida}$
Completá la columna NDE con los valores correspondientes a cada opción.

? Ejercicio de Cálculo

1

Con Deltametrina A 5% ($C=10,25$ \$/ha, $K=0,7$), precio maíz $P=8,9$ \$/qq y $D=0,045$ qq/ha/larva: ¿Cuál es el NDE?

2

Con Endosulfan 35% ($C=18,74$ \$/ha) y los mismos P, D, K anteriores: ¿Cambia el NDE? ¿Por qué?

3

Si el rendimiento del lote sube a 130 qq/ha (mayor D): ¿Sube o baja el NDE? Justificá.

Usá la fórmula: $NDE = C / (P \times D \times K)$

