

Semana 9

Desarrollo de Enfermedades en el Tiempo

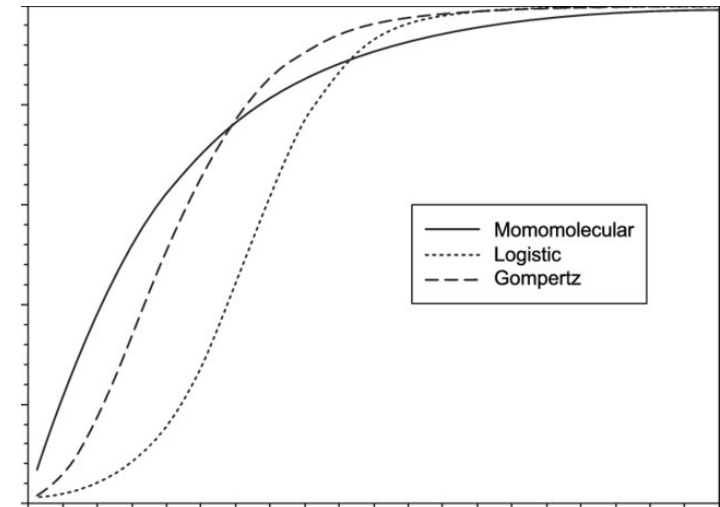
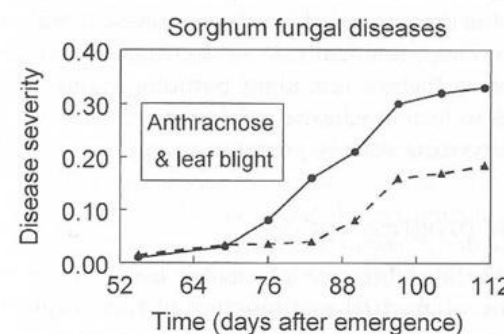
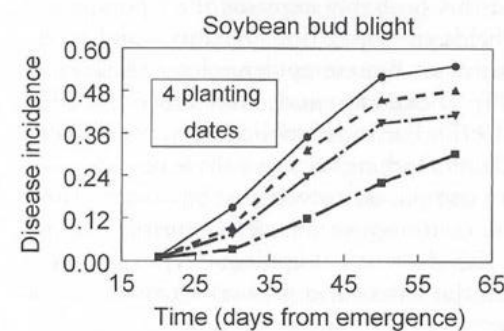
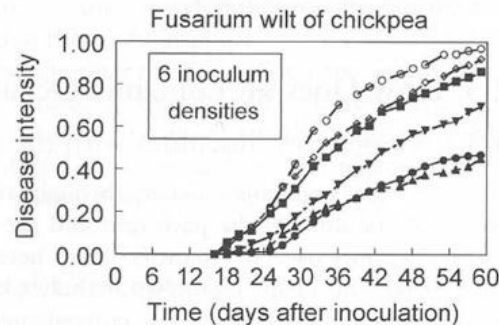
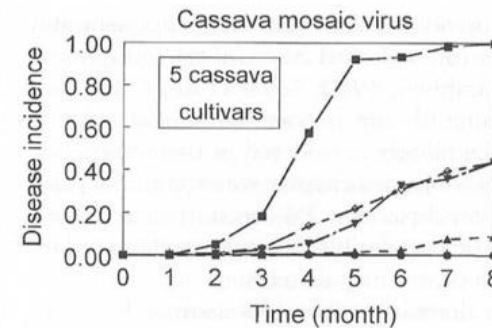
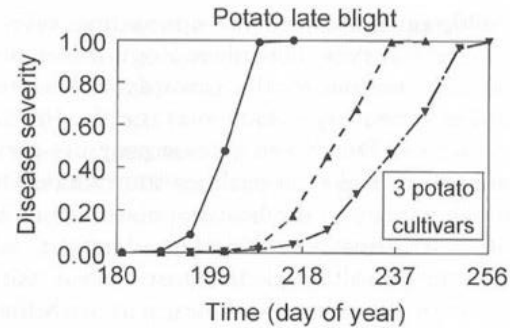
SP6350 Manejo de Enfermedades

Ciclo I-2025

Dr. Mauricio Serrano

Desarrollo de enfermedades en el tiempo

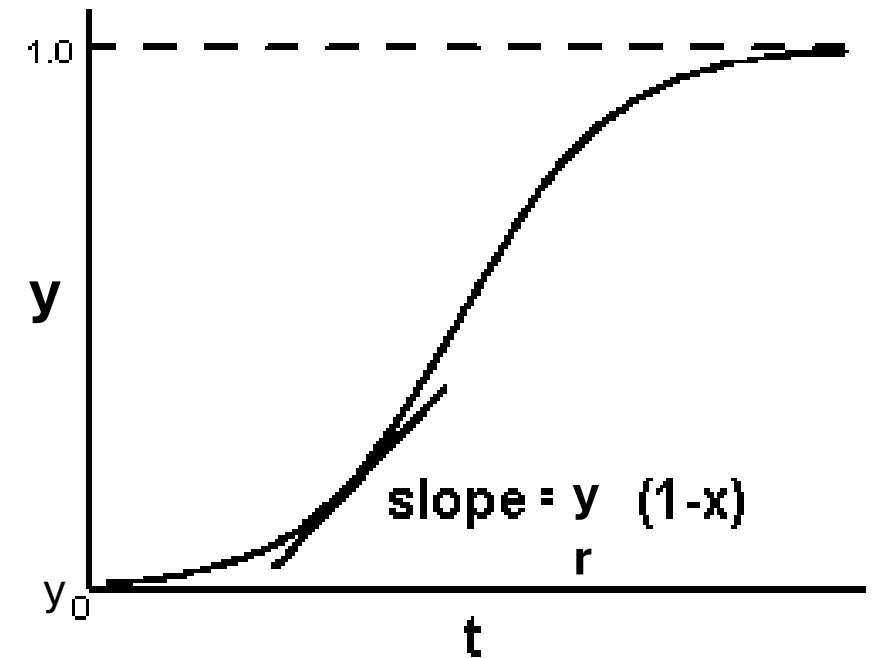
- Es importante describir la curva de desarrollo de una enfermedad:
 - Para comparar epidemias, efecto del ambiente y diseñar medidas de combate.
 - Para predecir el desarrollo de una epidemia
 - Observe las diferentes escalas de tiempo en eje "x"



(Madden et al, 2007)

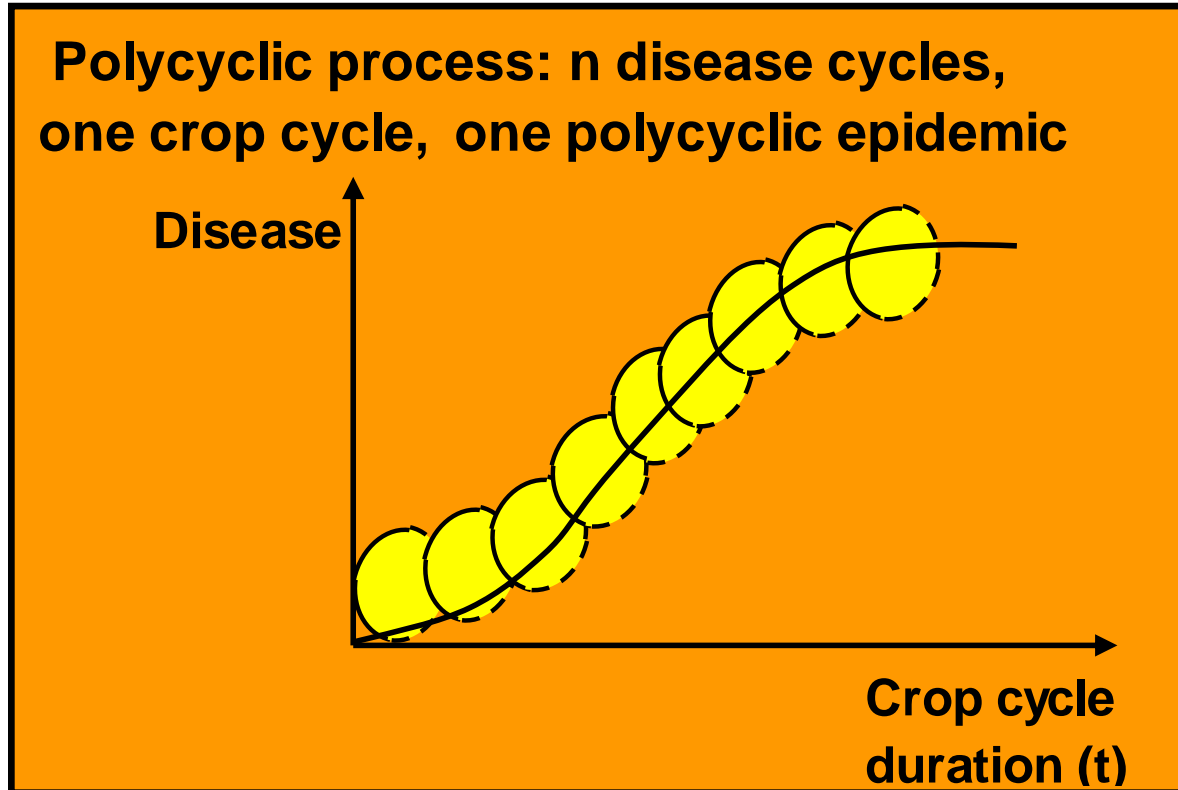
Curva de desarrollo de la enfermedad (Enfermedad Policíclica)

- “El cambio en la cantidad de enfermedad con respecto al tiempo es proporcional a la cantidad de tejido enfermo y a la cantidad de tejido sano restante” (Arauz, 1998).
- $\frac{dy}{dt} \propto y(1 - y)$
- $\frac{dy}{dt} = r y(1 - y)$
- y = proporción de tejido enfermo
- y_0 = nivel inicial de la enfermedad
- $(1-y)$ = proporción de tejido sano
- t = tiempo
- r = tasa de infección aparente
 - Es una medida de que tan rápido es el desarrollo de una enfermedad.



Curva de desarrollo de una enfermedad policíclica.

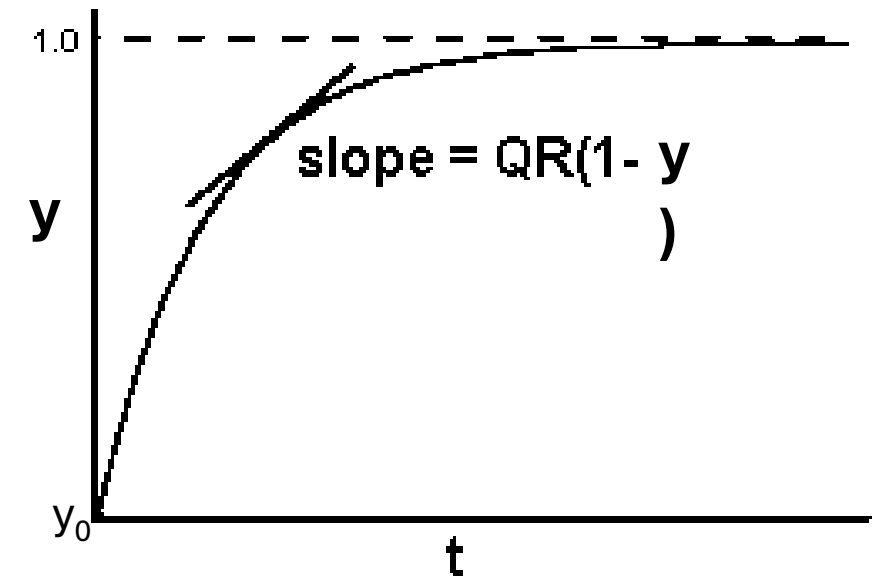
Enfermedad Policíclica



Un proceso policíclico representa una serie de procesos monocíclicos

Curva de desarrollo de la enfermedad (Enfermedad Monocíclica)

- En éste caso tenemos que el cambio en la cantidad de enfermedad con respecto al tiempo es proporcional a la cantidad de tejido sano restante.
- $\frac{dy}{dt} \propto (1 - y)$
- $\frac{dy}{dt} = r (1 - y)$
- y = proporción de tejido enfermo
- $(1-y)$ = proporción de tejido sano
- t = tiempo
- $r = QR$
 - Q = cantidad de inóculo primario
 - R = eficiencia del inóculo primario



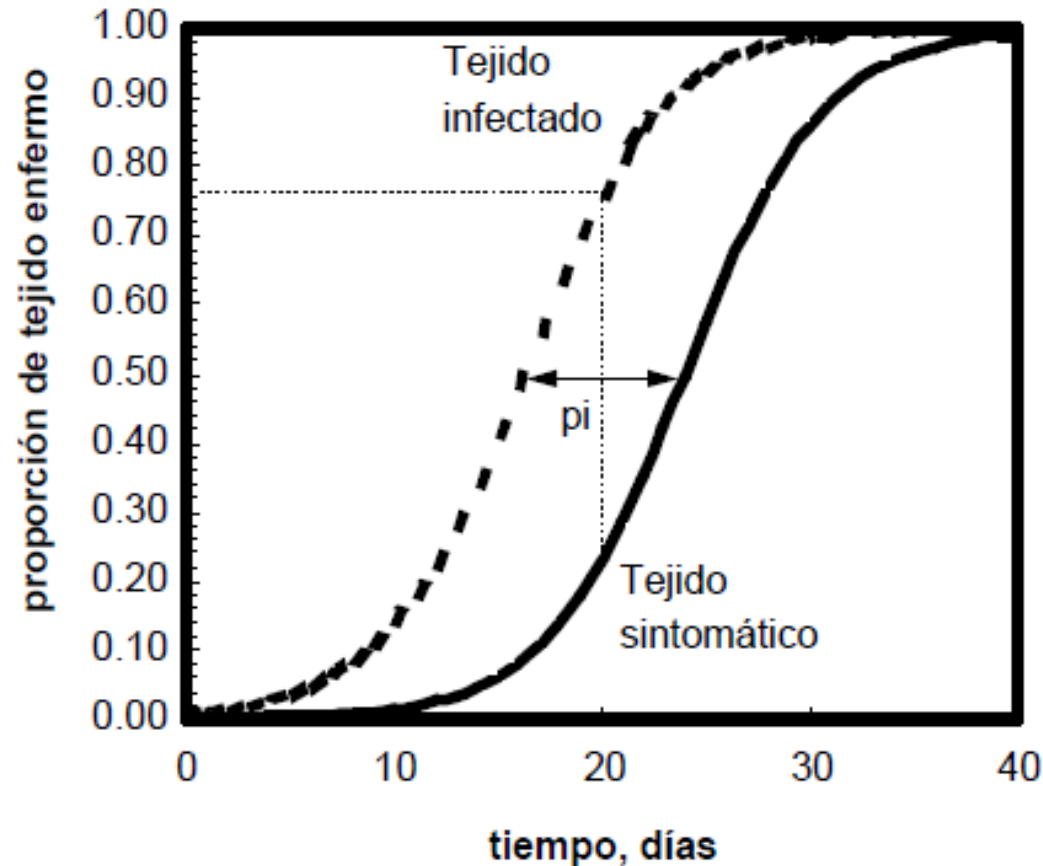
Curva de desarrollo de una enfermedad monocíclica.

Inóculo inicial

El nivel de inóculo inicial puede estar en función de muchos factores:

- Mecanismos de supervivencia del patógeno
- Factores abióticos y bióticos, por ejemplo, clima, microorganismos del suelo, etc.
 - Todos aquellos factores que afecten la supervivencia y producción de inóculo.
- Historial del terreno:
 - Intensidad de la enfermedad en el pasado.
 - Tiempo entre cultivos (rotación, duración de los ciclos).

El periodo de incubación y la tasa de infección aparente



- Recordemos:
 - **Periodo de incubación:** tiempo transcurrido entre infección hasta la aparición de síntomas.
- La curva de progreso de la enfermedad está basada en lo que podemos ver (síntomas).
- Sin embargo, puede haber tejidos infectados que todavía no podemos ver todavía (incubación).
- Por eso usamos el término **tasa de infección de aparente:**
 - Estimamos el progreso de la enfermedad basándonos en los síntomas que podemos ver en un momento dado.

Tasa de infección aparente (r)

Cuadro 13.2. Ejemplos de tasas de infección aparente en diferentes patosistemas

Patógeno	Hospedante	Tasa de infección aparente ^a	Referencia
<i>Botrytis cinerea</i>	Begonia	0.00-0.18	Plaut y Berger, 1981 ^b
<i>Cercospora apii</i>	Apio	0.07-0.15	Berger, 1981 ^b
<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	Frijol	0.11	Ntahimpera <i>et al.</i> , 1996 ^c
<i>Hemileia vastatrix</i>	Cafeto	0.12	Kushalappa y Ludwig, 1982 ^b
<i>Mycena citricolor</i>	Cafeto	0.02	Vargas <i>et al.</i> (sin publicar) ^c
<i>Phytophthora infestans</i>	Papa	0.11-0.51	Large, 1945 ^d
<i>Uromyces appendiculatus</i>	Frijol	0.04-0.20	Plaut y Berger, 1981; Kushalappa y Ludwig, 1982; Imhoff <i>et al.</i> , 1982 ^b
<i>Venturia inaequalis</i>	Manzano	0.19	Berger, 1981 ^b
Virus de la mancha anular de la papaya	Papaya	0.03	Mora-Aguilera <i>et al.</i> , 1996 ^c
Virus de la tristeza de los cítricos	<i>Citrus</i> spp.	0.42-0.82 (por unidad por año)	Gottwald <i>et al.</i> , 1996

^aPor unidad por día, a menos que se especifique otra cosa

^bCitados por Waggoner, 1986

^cCalculado por el autor a partir de la información citada

^dCitados por Burdon, 1987

- Existen enfermedades de muy rápido desarrollo y otras de desarrollo lento.
- Vanderplank (1963) decidió usar el nombre de tasa de infección **aparente** (r) ya que lo observado (y por tanto modelado) es tan solo el tejido sintomático.
- Los tejidos infectados que aún están dentro del periodo de incubación no pueden ser detectados por el ojo humano.

Algunos modelos comúnmente usados para describir el Desarrollo de una Enfermedad

y_t es la cantidad de enfermedad o proporción de tejido enfermo en el tiempo t ;
 y_0 es la cantidad o proporción de enfermedad inicial al inicio de la epidemia ($t = 0$); y
 r es la **tasa de infección aparente**, la cuál refleja la rapidez con la que se desarrolla la enfermedad o se generan nuevas generaciones del patógeno.

- Exponencial: $y_t = y_0 * e^{rt}$
- Monomolecular: $y_t = 1 - [(1 - y_0) * e^{(-rt)}]$
- Logístico: $y_t = 1 / (1 + e^{(-(\ln(y_0 / (1 - y_0)) + rt))})$
- Gompertz: $y_t = \exp[\ln(y_0) * \exp(-rt)]$

Comparación entre el desarrollo de enfermedades Policíclicas vs Monocíclicas

- En general, las enfermedades monocíclicas son más dependientes de la cantidad de inóculo primario.
 - La importancia del inóculo primario es mayor entre menor sea la tasa de infección aparente.
- En las enfermedades policíclicas, un alto valor de r compensa una baja cantidad de inóculo primario.

Comparación entre el desarrollo de enfermedades Policíclicas vs Monocíclicas

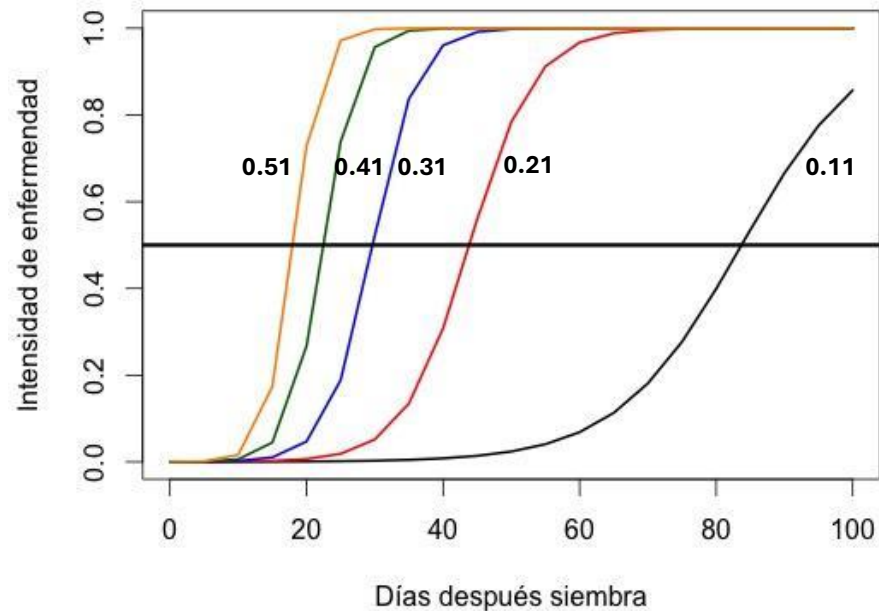
Cuadro 13.1. Comparación entre enfermedades monocíclicas y policíclicas

Característica	Enfermedades monocíclicas	Enfermedades policíclicas
Producción de inóculo secundario	no	sí
Influencia de la cantidad de inóculo primario	alta	baja si r es alta o si el tiempo disponible para el desarrollo de la enfermedad es mucho alta si r es baja o si el tiempo disponible para el desarrollo de la enfermedad es poco
Tipo de patógeno	principalmente patógenos habitantes del suelo, algunos aéreos	principalmente patógenos aéreos, algunos habitantes del suelo
Velocidad de desarrollo	En su mayoría (pero no todas) son de desarrollo lento	En su mayoría (pero no todas) son de desarrollo rápido

Ejemplo - *Phytophthora infestans*

Inóculo inicial = 0.0001 (0.01%)

**Cambiamos la tasa de
infección aparente**

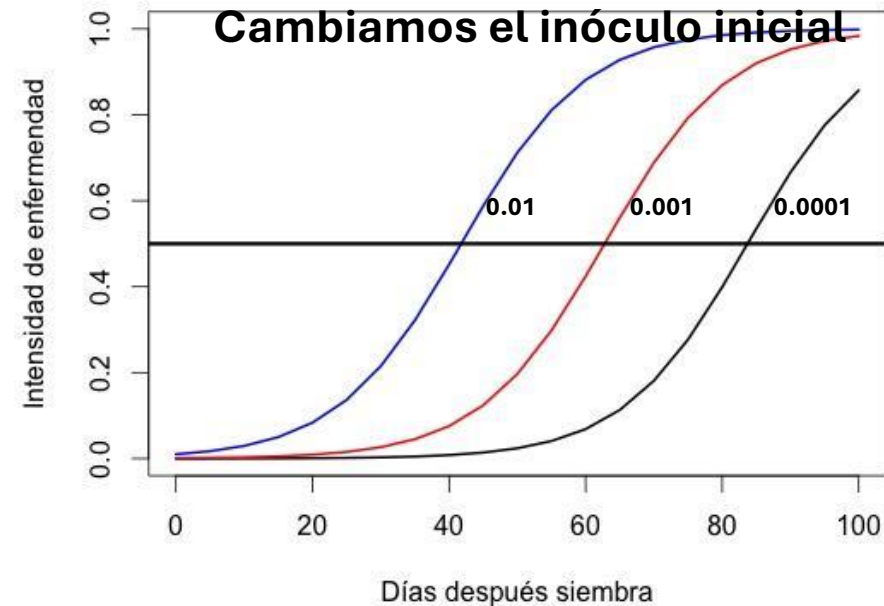


Tiempo para alcanzar intensidad de
50% (0.5):

~ 15 a 80-85 días

**Tasa de infección aparente =
0.11**

Cambiamos el inóculo inicial



Tiempo para alcanzar intensidad de
50% (0.5):

~ 40 días a 80-85 days

Manejo de la enfermedad

- Patógeno
 - Evitación
 - Exclusion
 - Eradicacion

- Planta
 - Protección
 - Resistencia

- Planta infectada
 - Terapia

**Manejo
integrado de
la
enfermedad**

**Como podemos
aplicar estos
métodos para reducir
el inóculo incial y la
tasa de infección
aparente?**

Estrategias basadas en conceptos epidemiológicos

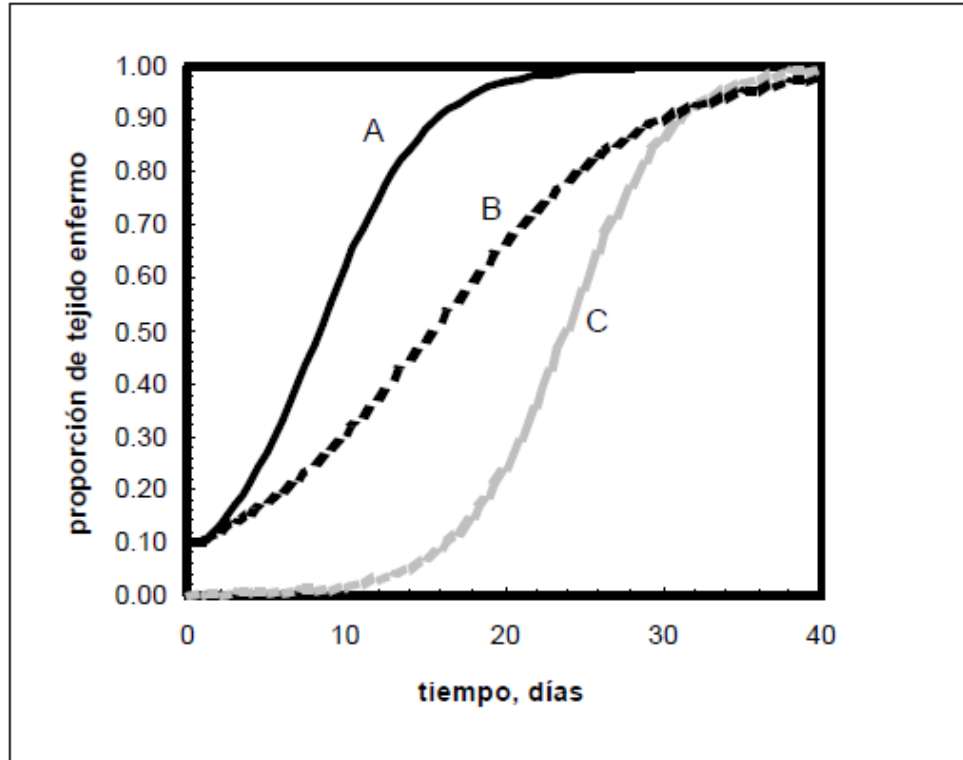


Figura 14.1. Desarrollo de una enfermedad hipotética, y efecto de variar la tasa de infección aparente o el nivel de enfermedad inicial. A: Epidemia original. B: tasa de infección aparente reducida a la mitad. C: nivel de enfermedad inicial reducido 100 veces.

- En enfermedades monocíclicas:
 - Reducción del inóculo inicial.
 - Reducción de eficiencia del inóculo
- En enfermedades policíclicas:
 - Disminuir la tasa de infección aparente
- Reducir tiempo disponible para que la enfermedad progrese