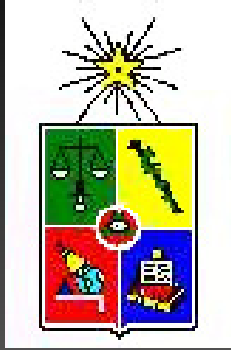


UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS
SILVOAGROPECUARIAS Y VETERINARIAS

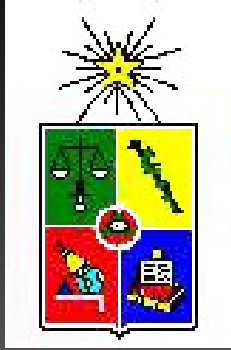
Modelos en epidemiología veterinaria

Christopher Hamilton-West, M.V. PhD (c)




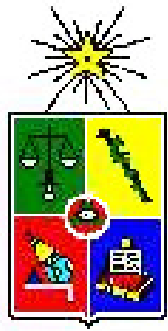
Introducción

- ¿Cómo se puede estimar el comportamiento (o magnitud) de una enfermedad en una población susceptible?
- ¿Cómo se puede estimar el funcionamiento de un programa de control para una enfermedad X?
- Para poder contestar esta y otras preguntas se pueden utilizar los modelos epidemiológicos

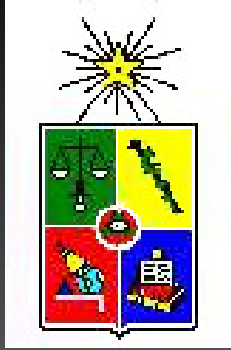


Definición de modelo

- Son la representación de procesos (biológicos) o sistemas, cuyo fin es aumentar el entendimiento de ellos.
- Sistema: “Conjunto de reglas o elementos que ordenadamente contribuyen a un fin” 
- La modelación es aplicable a diversas disciplinas como agronomía, medicina, biología, economía, etc.

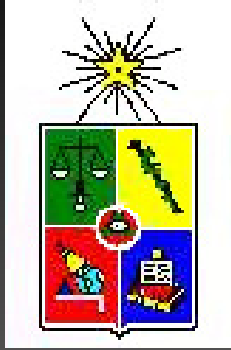


“Distintas investigaciones sobre una misma realidad establecerán distintos sistemas”



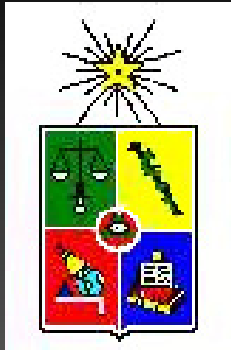
Aplicaciones de los modelos

- En epidemiología son un medio útil para la investigación de enfermedades donde la experimentación y las observaciones en terreno son impracticables
 - Bienestar animal
 - Enfermedades exóticas
 - Tiempo
 - Costos
 - Etc.



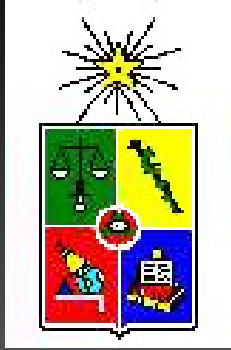
Algunos usos de los modelos

- Explicar y predecir patrones de ocurrencia de enfermedades
- Simular brotes de enfermedades
- Predicción de resultados de medidas para el control o erradicación de enfermedades



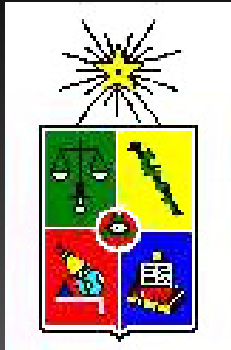
Tipos de modelos

- Descripción Escrita
- Modelo Mental
- Modelo Gráfico
- Mapa
- Maqueta
- Modelo Matemático



Modelos matemáticos

- Buscan explicar situaciones mediante ecuaciones matemáticas
- Son modelos dinámicos (transición de estados)
- Pueden ser determinísticos o estocásticos
- Se basan en una serie de supuestos



Pasos para la elaboración de un modelo matemático

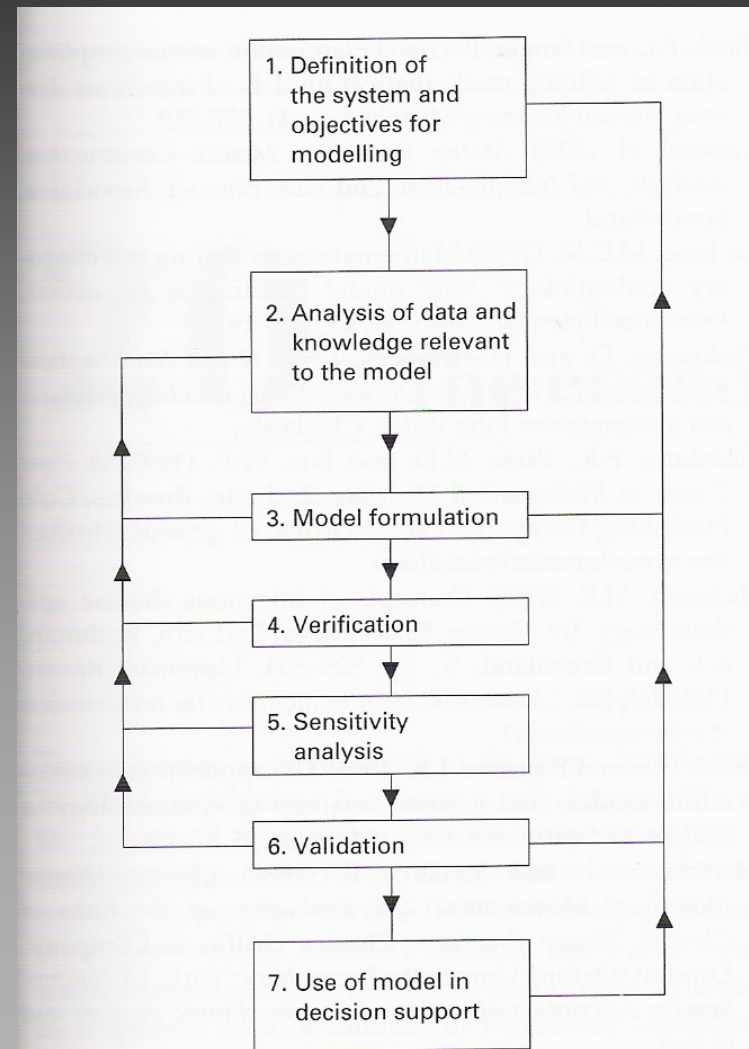
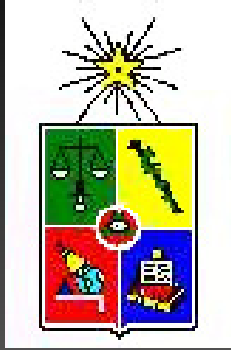
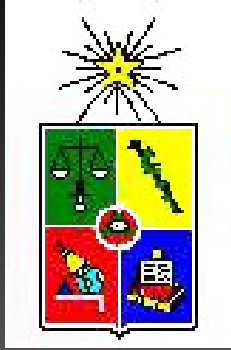


Fig. 19.10 Stages in model-building. (Modified from Taylor, 2003.)



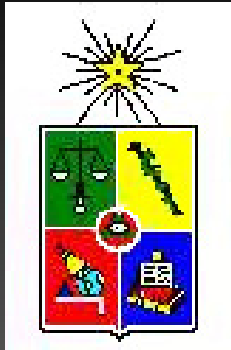
Modelo dinámico

- $X_{t+1} = X_t + (a \times X_t) - (b \times X_t)$
- X_{t+1} = tamaño población
- X_t = Población en el tiempo anterior
- $a \times X_t$ = nacidos (a = tasa de natalidad)
- $b \times X_t$ = muertos (b = tasa de mortalidad)



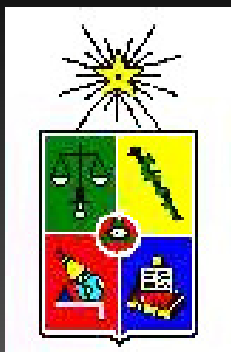
Transición de estados

- Población con individuos susceptibles y enfermos, se sabe que:
- Existe una probabilidad de infección (p): un animal se mueve de la clase Susceptible a Infectado, los infectados no se recuperan

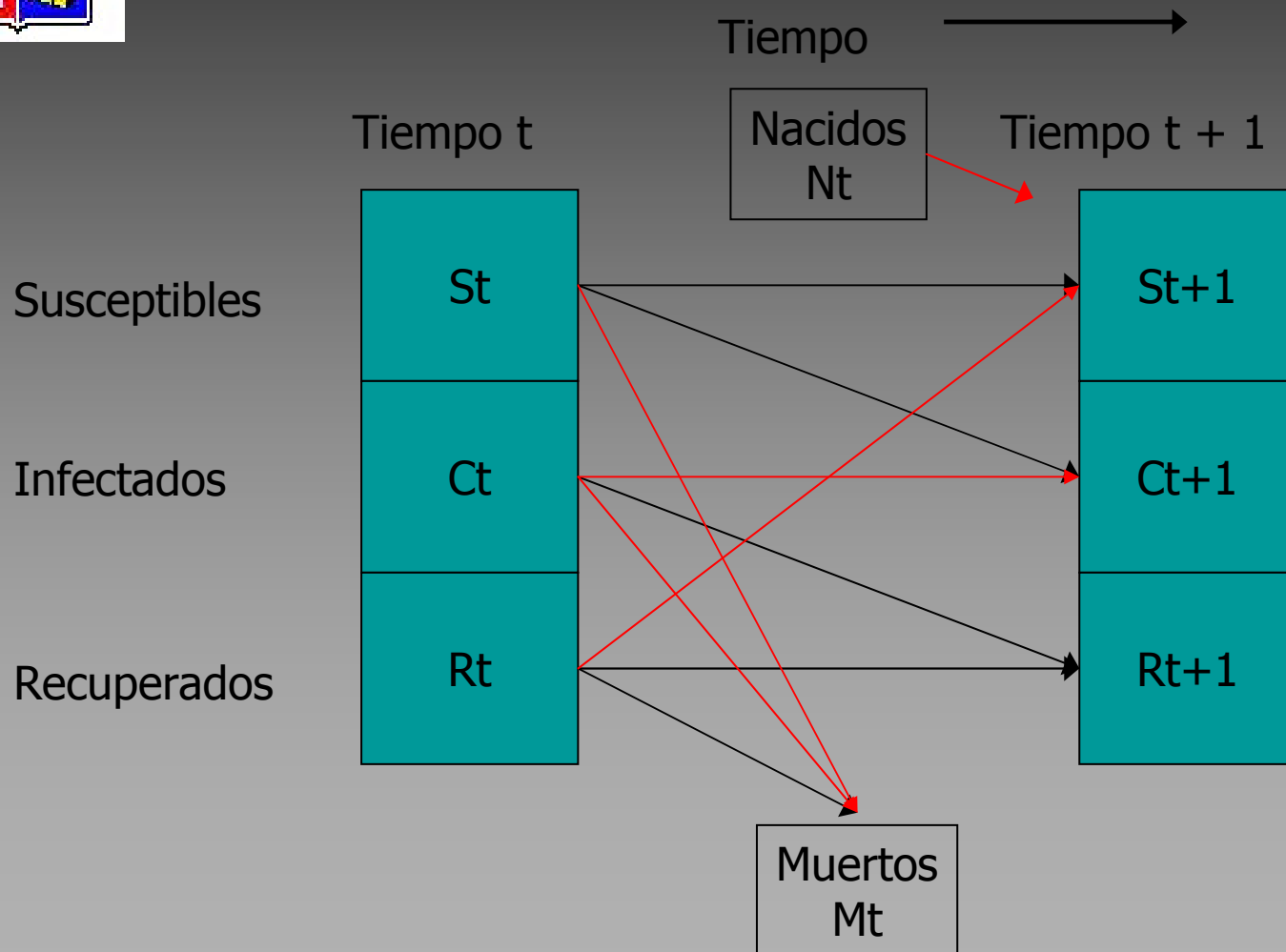


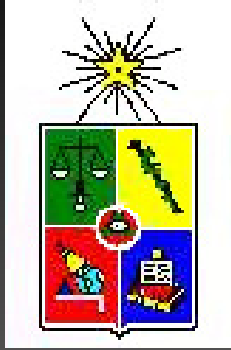
Transición de estados SIR

- Este tipo de modelos considera que en una población existen tres condiciones posibles, susceptibles, infecciosos y recuperados
- Cuando transcurre una unidad de tiempo, los individuos pueden pasar a otro estado
- Puede aplicarse a poblaciones abiertas o cerradas



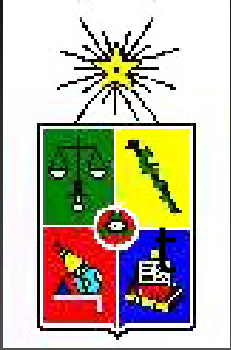
SIR



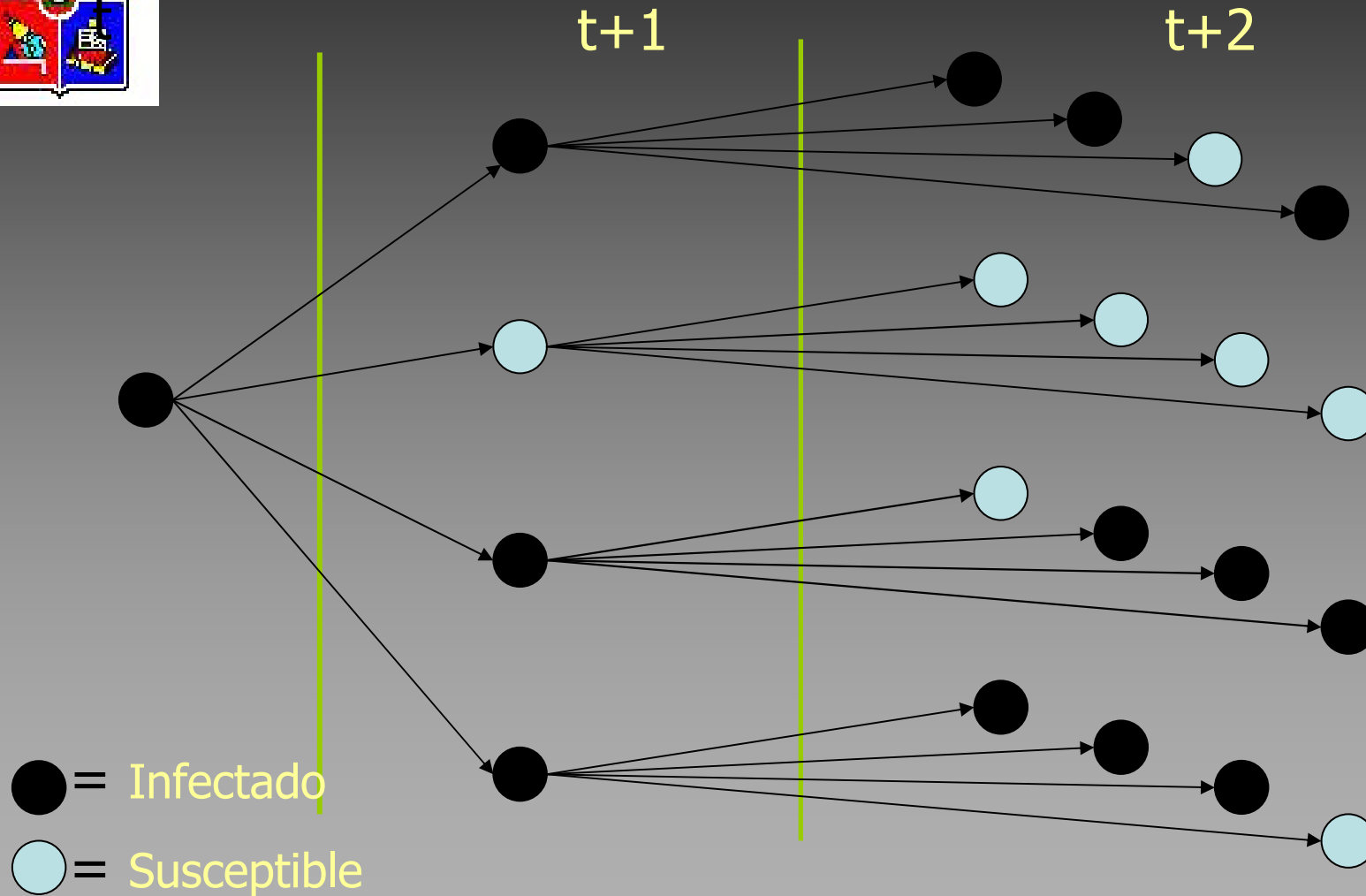


Modelos para enfermedades infecciosas

- Para que una enfermedad se disemine en una población deben existir contactos efectivos entre los animales infectados y los animales susceptibles
- En una población el número de contactos efectivos depende de tres factores:
 - a) El número de animales infectados
 - b) La densidad de la población: manejo y ambiente
 - c) La intensidad de contacto para ser efectivo “virulencia”
- TASA EFECTIVA DE CONTACTO (ECR)
- Es el número de contactos efectivos de un animal infectado en un período de tiempo



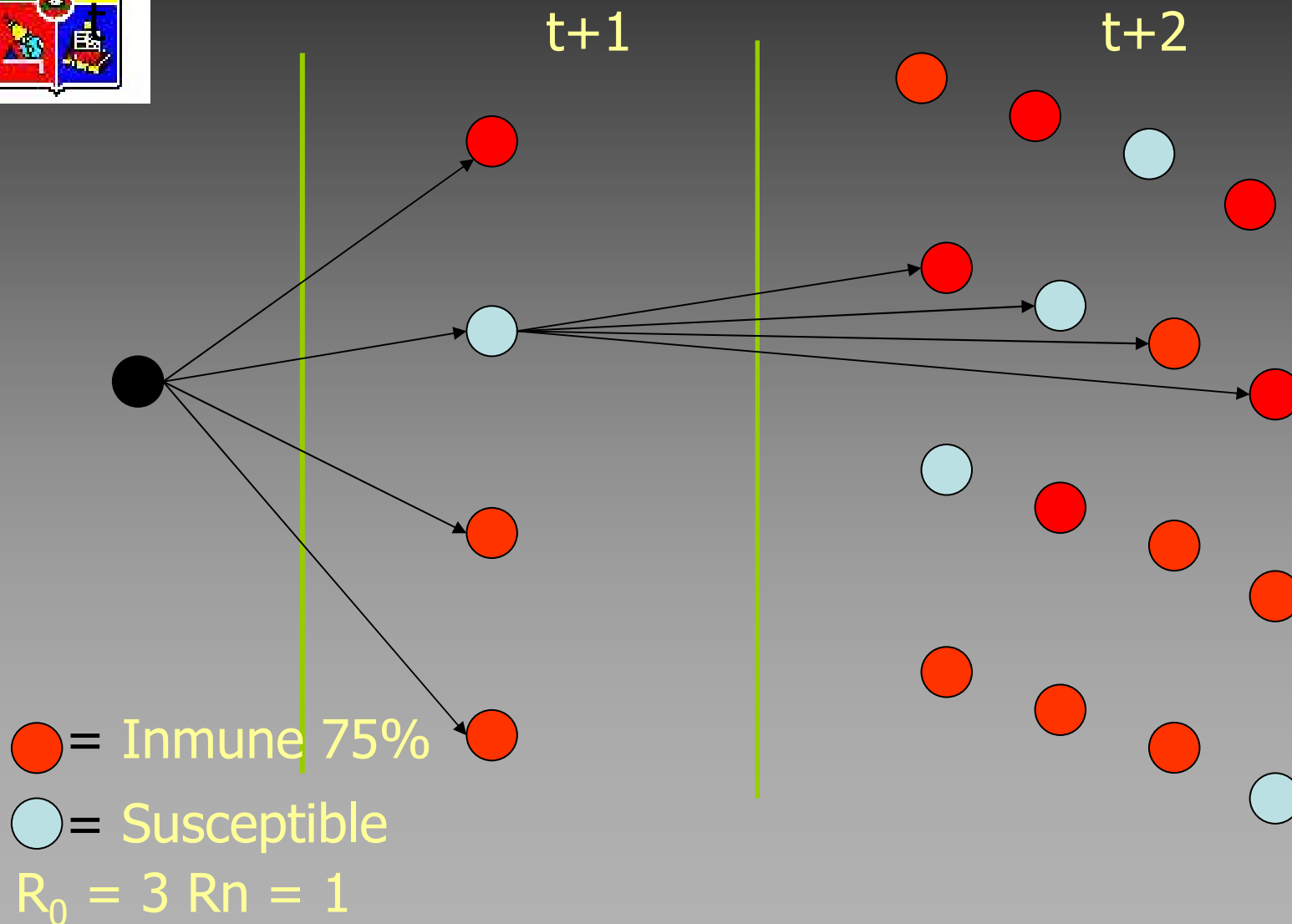
Enfermedad infecciosa

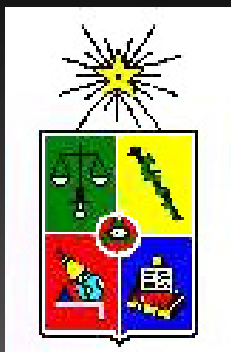


$R_0 = 3$ (Tasa reproductiva básica), tres inf t+1, por cada inf en t



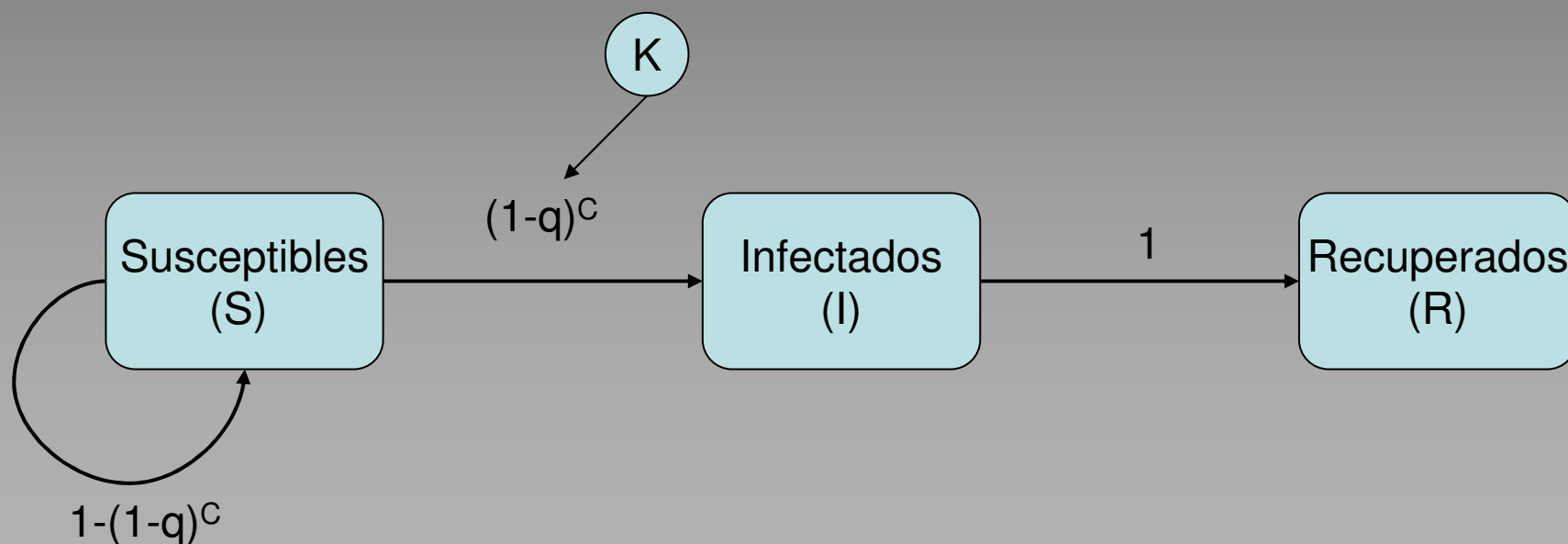
Efectos de las medidas de prevención

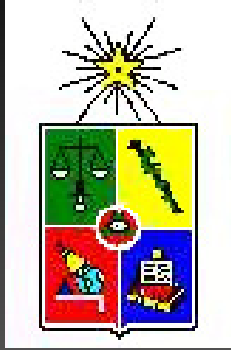




Modelo Reed-Frost

- Desarrollado por Lowell J. Reed y Wade Frost en 1928
- Es un modelo simple que se basa en supuestos muchas veces irreales



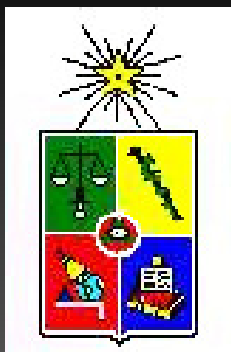


Modelo Reed-Frost

- Este modelo se basa en la ecuación de Reed-Frost

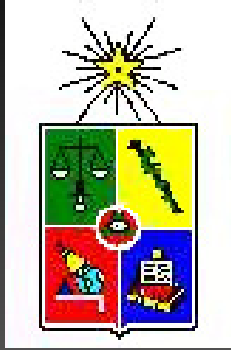
$$C_{t+1} = S_t * (1 - q^{C_t}),$$

- Donde
 - t = período de tiempo
 - C_{t+1} = infectados en el periodo 1
 - S_t = susceptibles en el período t
 - $q = 1-p$ = probabilidad que un individuo evite un contacto efectivo, donde $p = K/(N-1)$ y K es el número de contactos efectivos



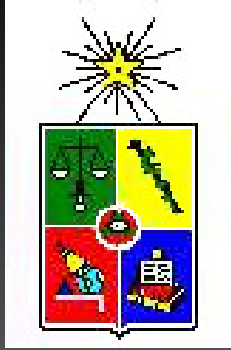
Modelo Reed-Frost

- K es el número promedio de contactos efectivos entre individuos de la población (sin importar su categoría)
- Ej. Si la transmisión fuera por saludo de mano, K sería el promedio de saludos realizados por la población en la unidad de tiempo. Si $K = 3$ y población = 101, entonces
- $P = 3/(101-1) = 0.03$, hay un 3% de probabilidades que un individuo de la población haga un contacto efectivo con otro



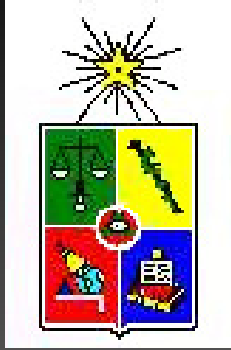
Modelo Reed-Frost

- Supuestos del modelo
 1. La única forma de contagio es por contacto
 2. El periodo de tiempo es igual al periodo de incubación
 3. El periodo de infección es mas corto que el incubación
 4. Todos los individuos tienen la misma probabilidad de contactar a otro
 5. Es una población cerrada
 6. Todas las condiciones permanecen constantes durante el brote
 7. Todos los infectados serán recuperados en el tiempo siguiente



Modelo Reed-Frost

- Este tipo de modelo es adecuado para enfermedades con un período de infección corto, transmisión directa, inmunidad completa y cuando los individuos presentan homogeneidad.



Consideraciones finales

- La complejidad del modelo depende de los objetivos buscados
- Los resultados del modelo nunca serán iguales a la realidad
- Son un buen apoyo para la toma de decisiones, pero no deben ser el único criterio a considerar
- Los supuestos determinan la aplicabilidad de un modelo a otras situaciones