



Ecología II

Unidad 1. Fundamentos de Ecología de Poblaciones

Arlen Marmolejo

Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD)

Actualizado: 2025-09-05



Fundamentos de Ecología de Poblaciones

Historia, Características y Dinámica Poblacional



Agenda de la Conferencia

BLOQUE 1 - Historia y Desarrollo

- Evolución de la disciplina
- Pioneros y contribuciones clave
- Hitos históricos fundamentales

BLOQUE 2 - Características Poblacionales

- Conceptos básicos: tamaño, densidad, distribución
- Estructura etaria y demográfica
- Patrones espaciales



Agenda de la Conferencia (cont.)

BLOQUE 3 - Crecimiento Poblacional

- Modelos matemáticos fundamentales
- Capacidad de carga y regulación
- Efecto Allee

BLOQUE 4 - Factores Reguladores

- Leyes limitantes clásicas
- Factores ambientales y distribución



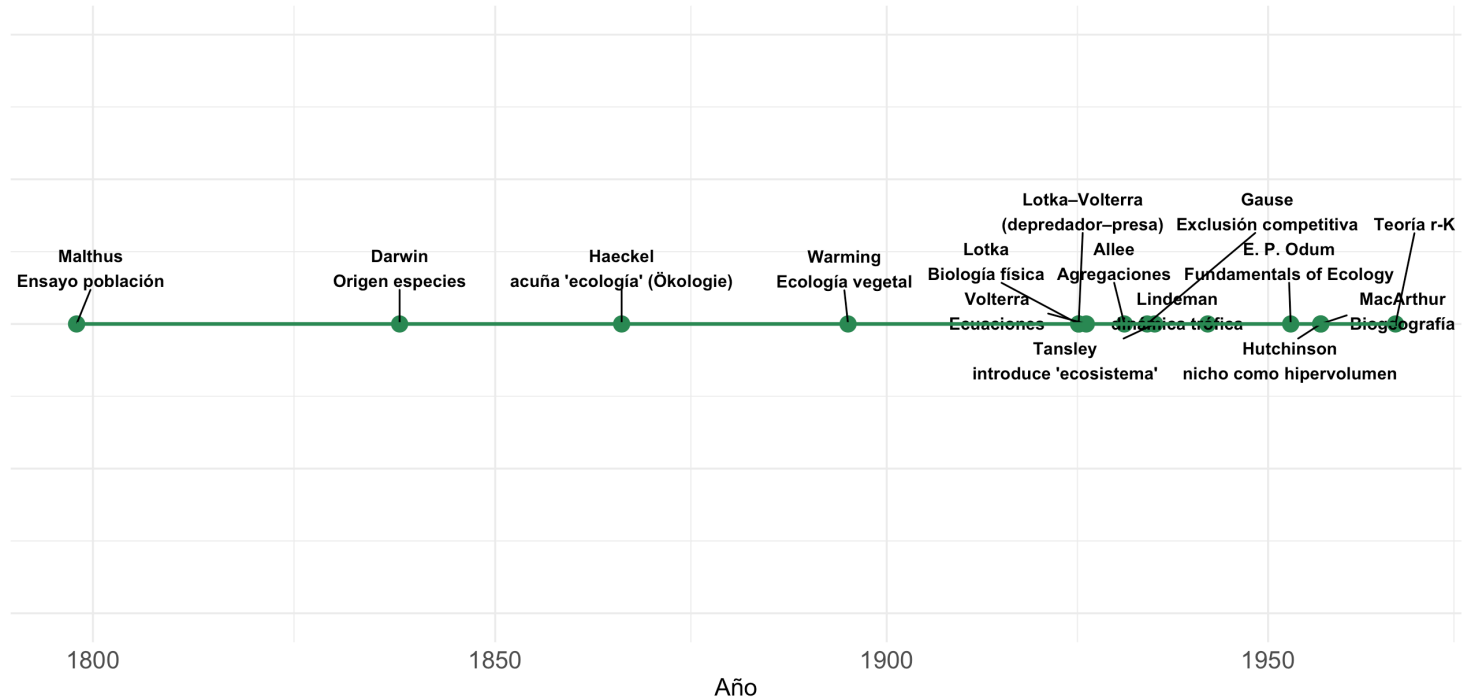
BLOQUE 1

Historia y Desarrollo de la Ecología de Poblaciones



Línea Temporal: Desarrollo Histórico

Hitos Fundamentales en Ecología de Poblaciones





Pioneros y Contribuciones Clave

Thomas Malthus (1798)

- **"Ensayo sobre el Principio de Población"**
- Crecimiento geométrico vs. aritmético
- Base del crecimiento exponencial

Warder Allee (1931)

- **"Animal Aggregations"**
- Efecto Allee (densidad-dependencia positiva)
- Importancia en conservación

Alfred Lotka (1925)

- **"Elements of Physical Biology"**
- Matemáticas en biología
- Ecuaciones diferenciales poblacionales

Georgii Gause (1934)

- **"The Struggle for Existence"**
- Principio de exclusión competitiva
- Experimentos de laboratorio clásicos

Vito Volterra (1926)

- **Modelo depredador-presa**
- Oscilaciones poblacionales
- Fundamentos de la dinámica comunitaria

Robert MacArthur (1967)

- **Teoría r-K**
- Estrategias de vida
- Biogeografía de islas



Evolución Conceptual de la Disciplina

Fase 1: Descriptiva (1798-1920)

- Observaciones naturales
- Descripciones cualitativas
- Censos poblacionales básicos

Fase 3: Experimental (1950-1980)

- Validación empírica
- Experimentos controlados
- Ecología de campo

Fase 2: Matemática (1920-1950)

- Modelos cuantitativos
- Ecuaciones diferenciales
- Teoría poblacional formal

Fase 4: Integrativa (1980-presente)

- Enfoque multidisciplinario
- Biología molecular + ecología
- Modelado computacional
- Aplicaciones en conservación



BLOQUE 2

Características de las Poblaciones



Definición y Conceptos Básicos

¿Qué es una Población?

Definición: Grupo de individuos de la **misma especie** que:

- Ocupan un **área geográfica y tiempo definidos**
- Interactúan entre sí (reproducción, competencia)
- Comparten un **pool genético común**
- Tienen potencial reproductivo conjunto



Características Fundamentales

Propiedades Estadísticas

- **Tamaño (N)**: Número total de individuos
- **Densidad (D)**: Individuos por unidad de área
- **Biomasa**: Peso estimado de la población

Propiedades Dinámicas

- **Tasas vitales**: Natalidad, mortalidad
- **Tasas de movimiento**: emigración, inmigración
- **Estructura**: Edad, sexo, tamaño
- **Distribución espacial**: Patrones geográficos



Tamaño y Densidad Poblacional

Tamaño Poblacional (N)

N = Número total de individuos en la población en un momento dado

Densidad Poblacional (D)

Densidad Bruta

$$D = N/A$$

Donde:

- **N** = Tamaño poblacional
- **A** = Área total ocupada

Densidad Ecológica

$$D_{eco} = \frac{N}{A_{util}}$$

Donde:

- A_{util} = Área de hábitat utilizable
- Más relevante biológicamente



Ejemplo Práctico

- **Población de venados:** 200 individuos en 1000 ha
- **Densidad cruda:** 0.2 venados/ha

- **Pero solo 300 ha son bosque apropiado**
- **Densidad ecológica:** 0.67 venados/ha



Tipos de Distribución Espacial

Distribución Aleatoria

- **Sin patrón aparente**
- Ambiente homogéneo
- Sin interacciones fuertes
- **Ejemplo:** Plantas pioneras en campo abierto

Distribución Agrupada

- **Grupos o manchones**
- Recursos heterogéneos
- Comportamiento social
- Ejemplo: Peces en cardúmenes

Distribución Regular

- **Espaciado uniforme**
- Competencia por recursos
- Territorialidad
- Ejemplo: Árboles en bosque maduro

Índices de Dispersión Índice de Morisita

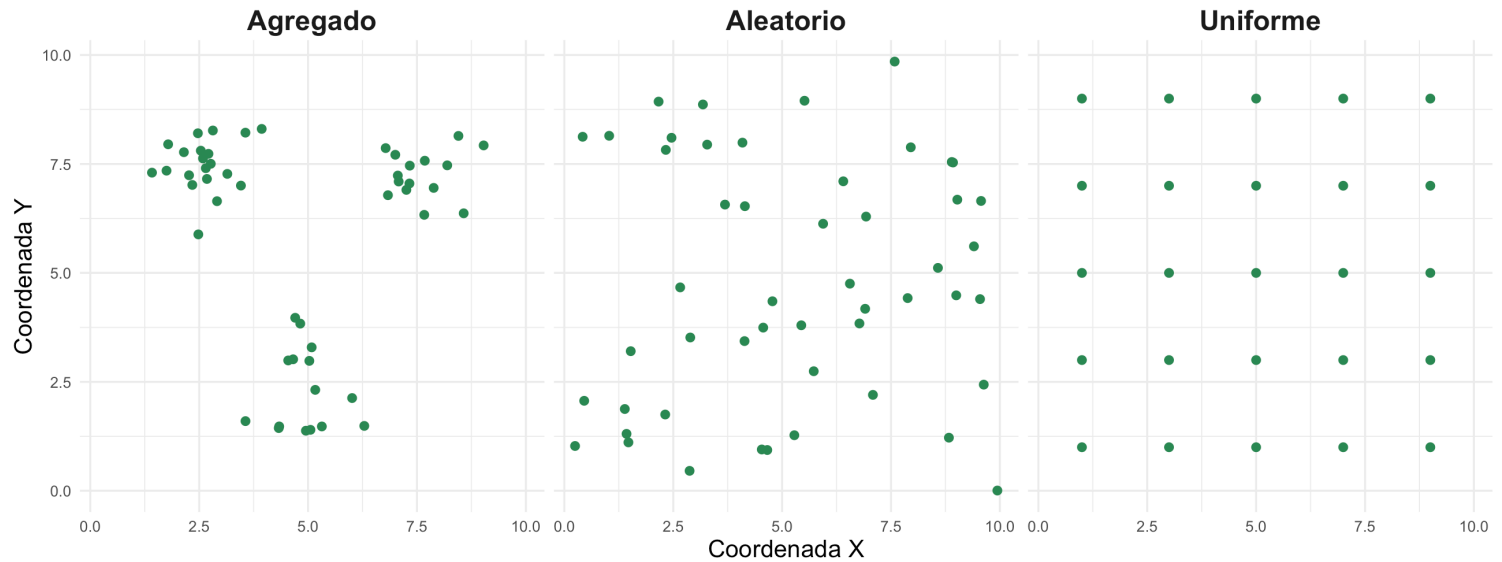
$$I = n \frac{(\sum x^2) - N}{N(N - 1)}$$

- $I = 1$: Aleatorio
- $I > 1$: Agregado
- $I < 1$: Uniforme



Distribución Espacial

Patrones de Distribución Espacial en Poblaciones





Interpretación de Estructuras Etarias

Pirámide Expansiva

- **Base ancha, ápice estrecho**
- Alta natalidad, alta mortalidad
- Población en crecimiento rápido
- **Características:**
 - Muchos juveniles
 - Pocos adultos mayores
 - $r > 0$ (crecimiento positivo)

Pirámide Constrictiva

- **Base estrecha, ápice ancho**
- Baja natalidad, baja mortalidad
- Población en declive
- **Características:**
 - Pocos juveniles
 - Muchos adultos mayores
 - $r < 0$ (crecimiento negativo)

Pirámide Estable

- **Forma relativamente uniforme**
- Natalidad = Mortalidad
- Población en equilibrio
- **Características:**
 - Distribución balanceada
 - $r \approx 0$ (crecimiento cero)



Implicaciones para Manejo

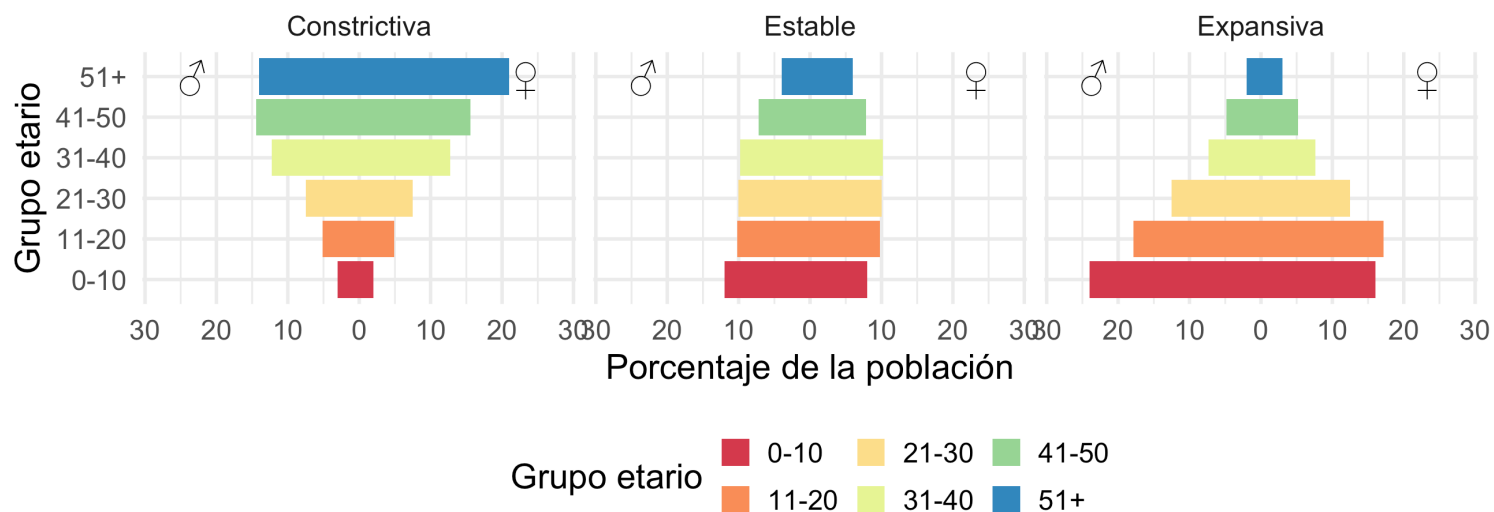
- **Expansiva:** Control poblacional
- **Estable:** Monitoreo continuo
- **Constrictiva:** Programas de recuperación

Pirámides Poblacionales



Estructura Etaria y Demográfica

Pirámides Poblacionales por Tipo





BLOQUE 3

Crecimiento Poblacional



Modelo de Crecimiento Exponencial

Ecuación Fundamental

$$dN/dt = rN$$

Donde:

- **N** = Tamaño poblacional
- **t** = Tiempo
- **r** = Tasa intrínseca de crecimiento
- **dN/dt** = Cambio en el tamaño poblacional

Solución de la Ecuación

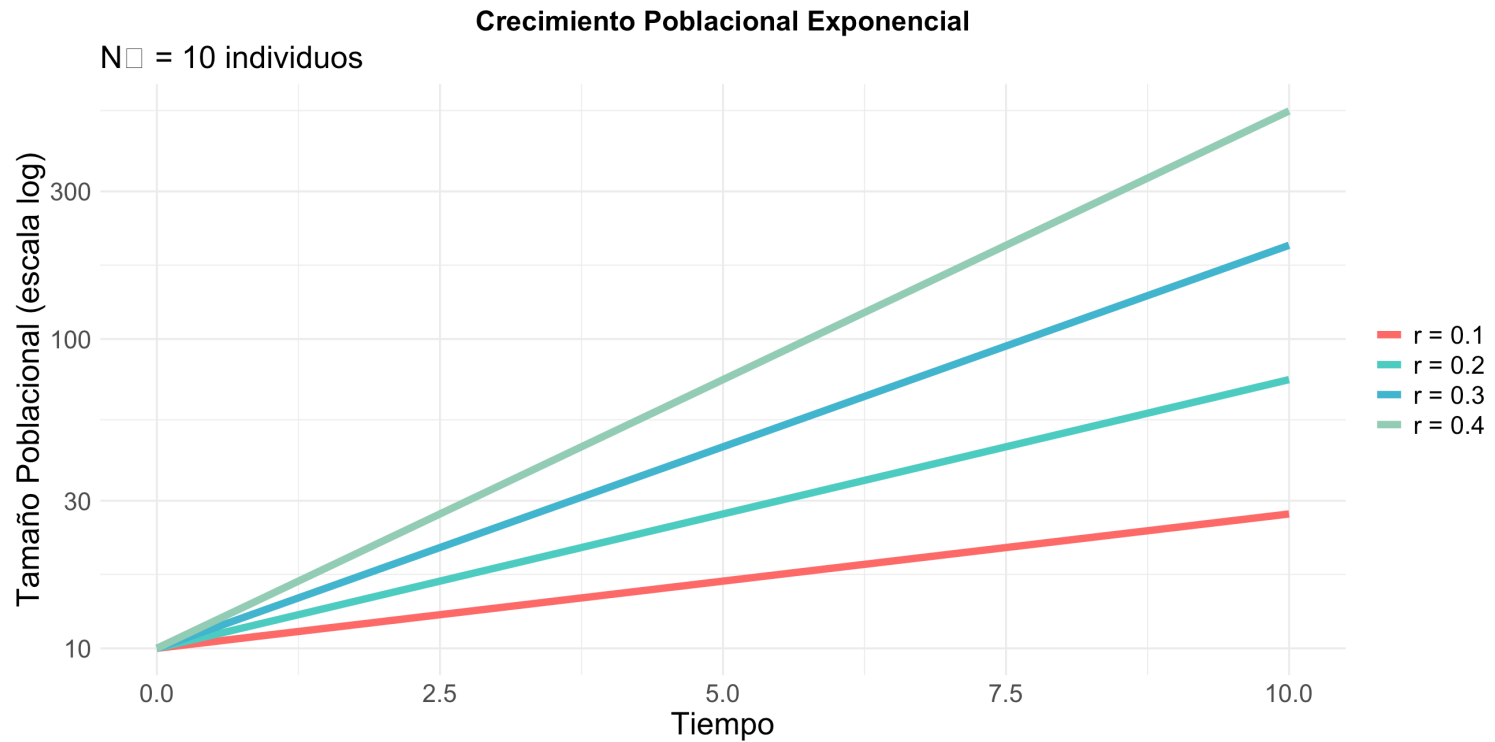
$$N(t) = N_0 e^{rt}$$

Donde:

- **N** = Tamaño poblacional
- **t** = Tiempo
- **r** = Tasa intrínseca de crecimiento
- **N₀** = Población inicial
- **e** = Base del logaritmo natural (2.718...)



Visualización del Crecimiento Exponencial





Modelo de Crecimiento Logístico

Limitaciones del Modelo Exponencial

- **Recursos infinitos** (irrealista)
- **Sin competencia** intraespecífica
- **Ambiente constante**
- **Crecimiento sin límites**

Ecuación Logística

$$dN/dt = rN(1 - N/K)$$

Donde:

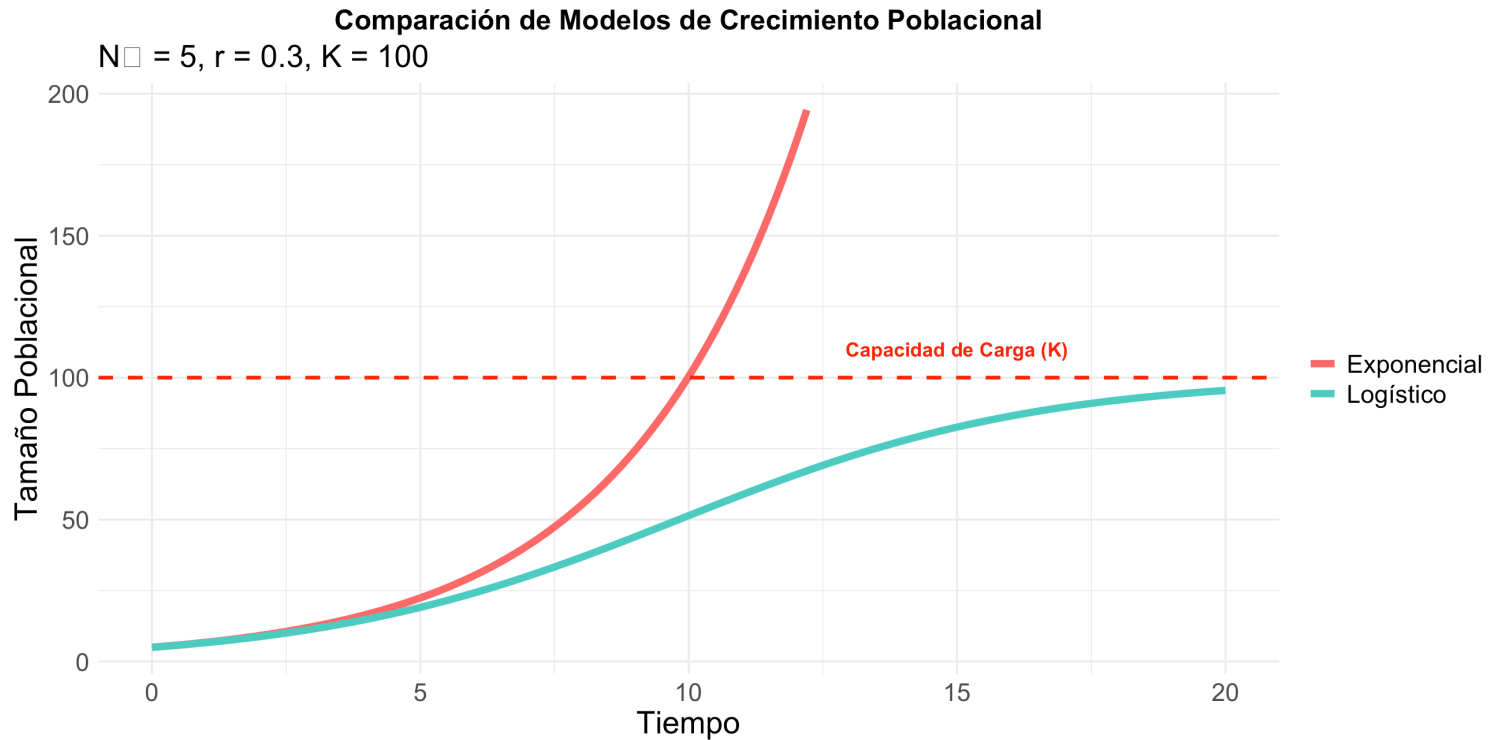
- **N** = Tamaño poblacional
- **t** = Tiempo
- **r** = Tasa intrínseca de crecimiento
- **N₀** = Población inicial
- **K** = Capacidad de carga del ambiente
- **(1 - N/K)** = Factor de resistencia ambiental

Solución de la Ecuación Logística

$$N(t) = \frac{K}{(1 + ((K - N_0)/N_0)e^{-rt})}$$

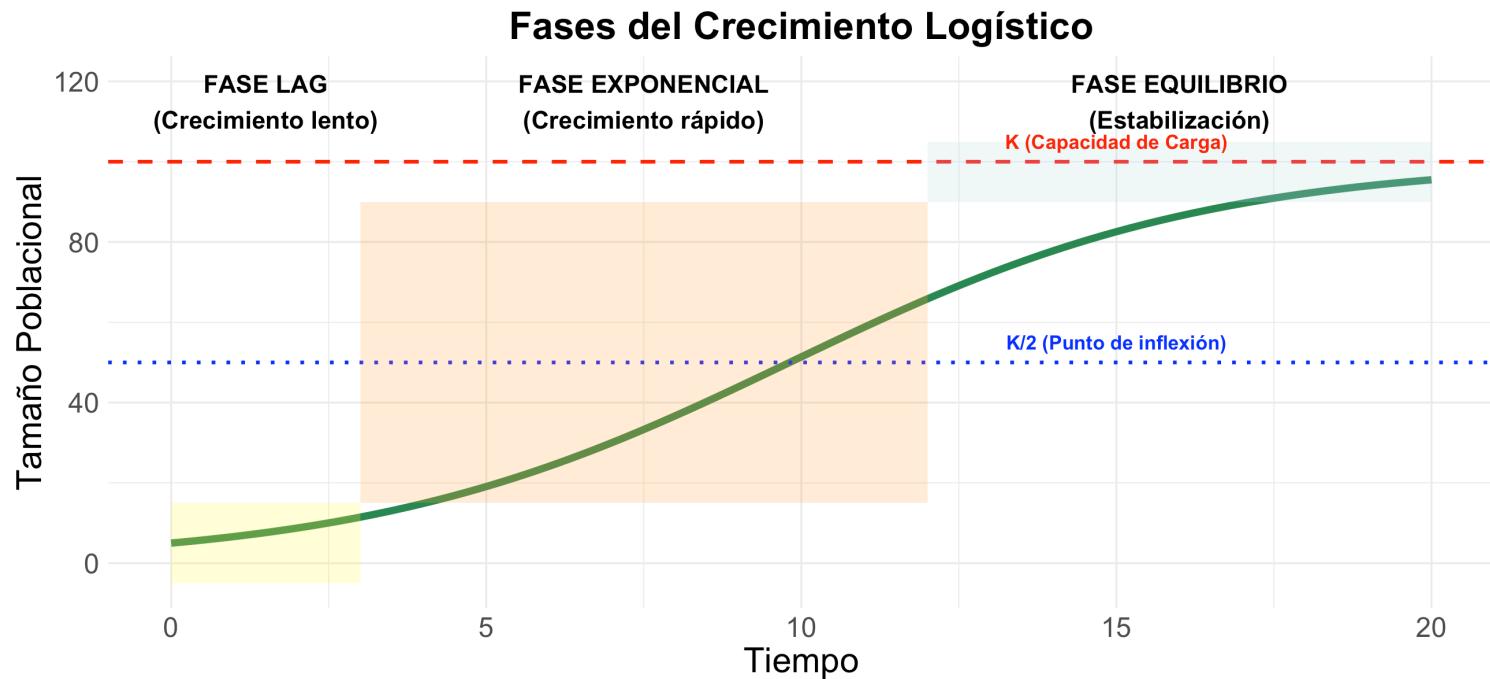


Comparación: Exponencial vs. Logístico





Fases del Crecimiento Logístico



Efecto Allee

Definición

Relación positiva entre densidad poblacional y fitness individual

En poblaciones **muy pequeñas**, el crecimiento per cápita **disminuye** debido a:

- Dificultad para encontrar pareja
- Pérdida de beneficios cooperativos
- Depresión endogámica
- Efectos estocásticos

Modelo Matemático con Efecto Allee

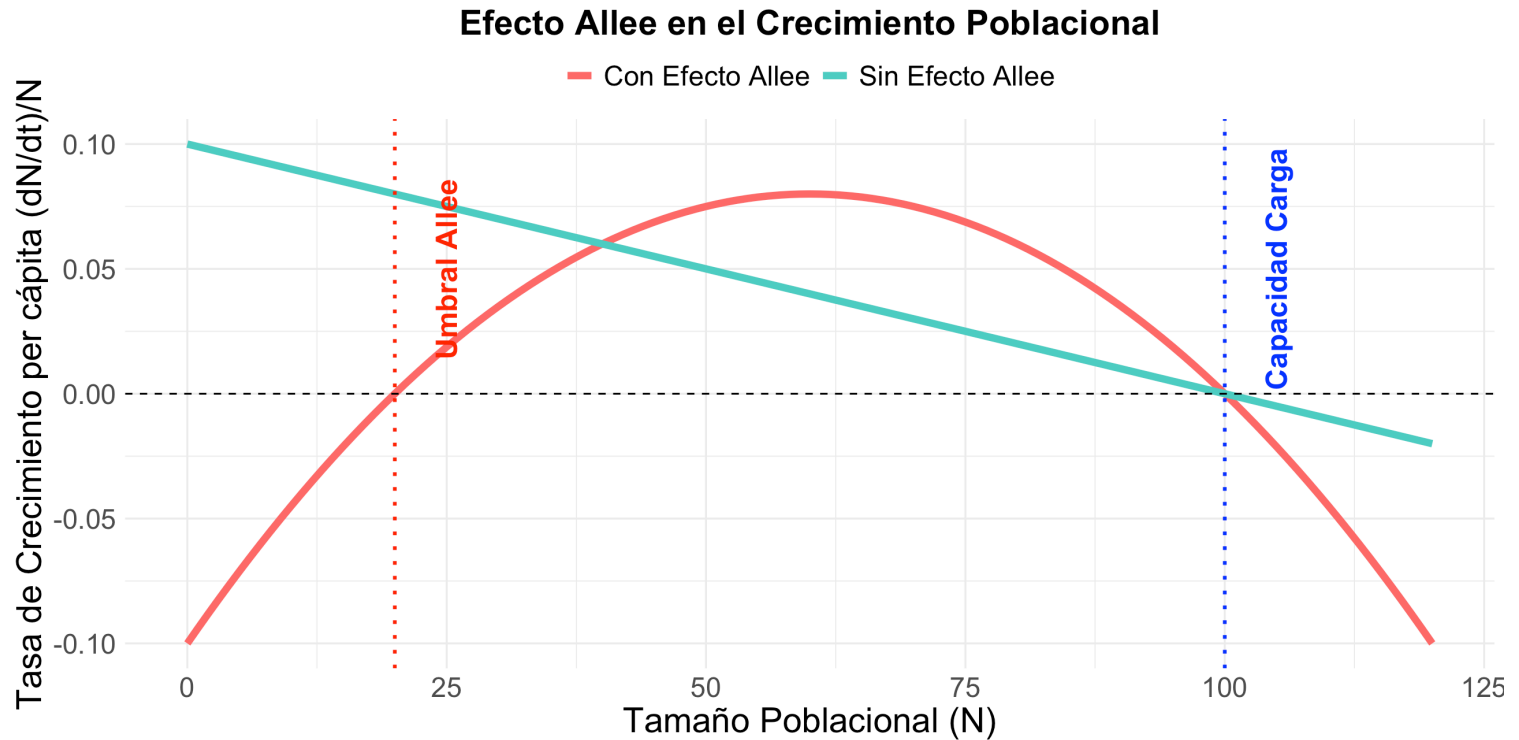
$$dN/dt = rN \left(1 - \frac{N}{K}\right) \left(\frac{N}{A} - 1\right)$$

Donde:

- **N** = Tamaño poblacional
- **t** = Tiempo
- **r** = Tasa intrínseca de crecimiento
- **N₀** = Población inicial
- **K** = Capacidad de carga del ambiente
- **A** = Tamaño poblacional umbral mínimo
- Si $N < A \rightarrow dN/dt < 0$ (extinción)
- Si $A < N < K \rightarrow dN/dt > 0$ (crecimiento)



Visualización del Efecto Allee





Importancia Efecto Allee en Conservación

Consecuencias Críticas

Vórtice de Extinción

- Poblaciones pequeñas → fitness reducido
- Fitness reducido → población más pequeña
- **Retroalimentación positiva hacia extinción**

Umbral de Viabilidad

- Población mínima viable (PMV)
- Por debajo del umbral = extinción inevitable
- **Fundamental para planes de recuperación**

Ejemplos Reales

- **Paloma Migratoria**
 - Comportamiento gregario obligado
 - Extinción por debajo del umbral social
- **Rinoceronte de Java**
 - < 80 individuos actuales
 - Dificultad para encontrar pareja
- **Plantas con Polinización Especializada**
 - Baja densidad → polinización insuficiente
 - **Fragmentación de hábitat crítica**

Implicación para el manejo

- Restaurar poblaciones por **encima** del umbral de Allee

BLOQUE 4

Factores que Regularn las Poblaciones



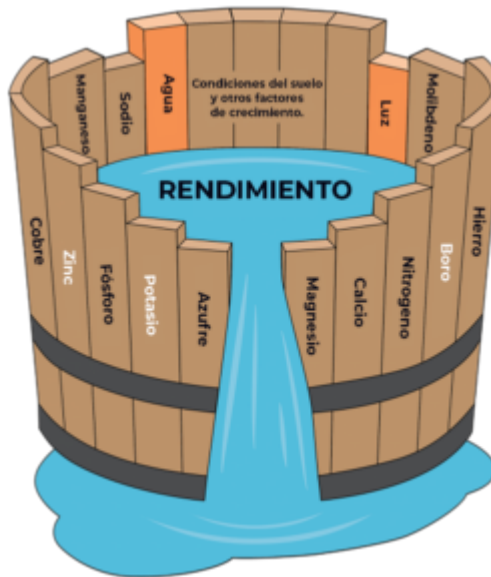
Leyes Limitantes Clásicas

- Ley del Mínimo de Liebig (1840)

"El crecimiento está limitado por el factor menos disponible"

Analogía del Barril:






- Cada tabla = un recurso diferente
- **Tabla más corta** determina la capacidad total
- No importa cuán abundantes sean otros recursos



$$\text{Factor Limitante} = \min\{R_1, R_2, R_3, \dots, R_n\}$$






Ejemplos Específicos:

Plantas Acuáticas

- Agua abundante:  100%
- Luz solar:  90%
- CO₂:  85%
- Nitrógeno:  30% ← LIMITANTE
- Fósforo:  70%

Resultado: Crecimiento limitado al 30%

Cultivo de Café (RD)

- Temperatura:  Óptima
- Precipitación:  Adecuada
- Suelo orgánico:  Rico
- Potasio:  DEFICIENTE ← LIMITANTE
- Mano de obra:  Disponible

Resultado: Rendimiento bajo por falta de K



Caso Práctico: Bosque Nublado Sierra de Bahoruco

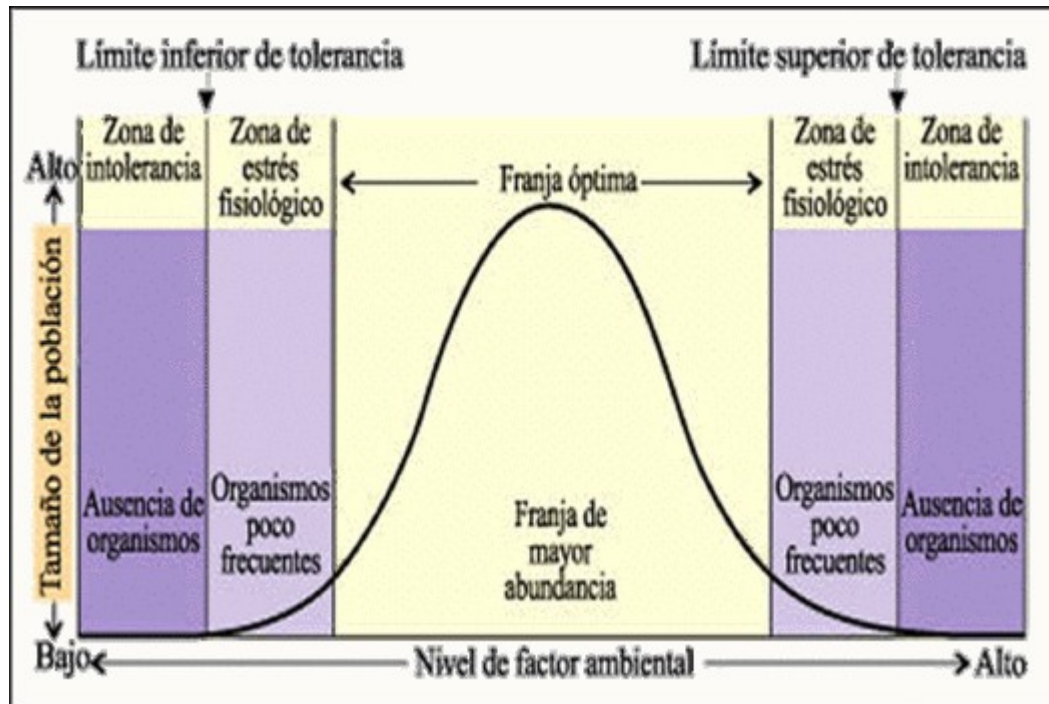
- **Humedad:** 95% (abundante)
- **Temperatura:** Ideal para crecimiento
- **Suelo profundo:** Disponible
- **Radiación solar:** **LIMITADO por nubes** ← FACTOR MÍNIMO
- **Nutrientes:** Moderados

Consecuencia: La vegetación se adapta a **baja luminosidad**, determinando la estructura del bosque.

- Ley de la Tolerancia de Shelford (1913)
"La supervivencia y crecimiento dependen de un rango de tolerancia"

Concepto clave:

- Cada especie tiene **mínimo**, **óptimo** y **máximo** para cada factor ambiental
- Tanto la **deficiencia** como el **exceso** pueden limitar
- El óptimo varía según etapa de vida y condiciones



Rendimiento \propto f(Rango de tolerancia)

Ejemplos Específicos:

Manglares (RD)

- **Salinidad baja:** ❌ Limita crecimiento
- **Salinidad óptima:** ✅ Máximo desarrollo
- **Salinidad alta:** ⚠️ Estrés osmótico

Resultado: Distribución restringida a zonas costeras intermedias

Pino Criollo (Sierra de Bahoruco)

- **Suelo no óptimo para el pino (suelo rico para otras plantas distintas de pino):** ⚠️ Crecimiento lento, mucha competencia
- **Suelo óptimo para el pino (suelo pobre para otras plantas):** ✅ Desarrollo máximo

Resultado: En áreas de suelo pobre para otras plantas, el pino aprovecha ese nicho con menor competencia.



Caso Práctico: Arrecifes Coralinos

- **Temperatura:** Óptima entre 23–29 °C
- **Luz:** Necesaria para simbiosis con zooxantelas
- **pH:** Afectado por acidificación oceánica
- **Tolerancia estrecha:** Vulnerables a cambios leves

Consecuencia: Blanqueamiento masivo con aumentos de temperatura fuera del rango.