

Modelación Basada en Agentes

Profesor: Gustavo Carreón

Ayudante: Marco Antonio Jiménez

Modelado de cascadas tróficas con agentes: Extensión del modelo Lotka-Volterra

Autor: Paola Mildred Martínez Hidalgo

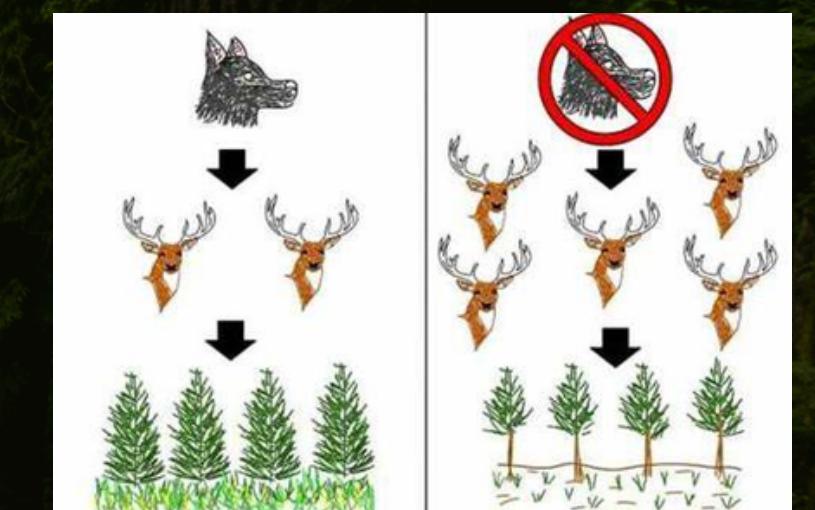


INTERES EN EL TEMA

- Interés personal: Buscar la forma de conectar biología con computación.
- Nos permite probar escenarios ecológicos sin impactar el mundo real.
- Nos permite observar el comportamiento de especies.



- Aplicaciones reales:
 - ** Restauración de ecosistemas (ej: lobos en Yellowstone).
 - ** Manejo sostenible de recursos (ej: pesquerías).





ARTÍCULOS BASE

- de Miguel, A. (2014). Modelo de Lotka-Volterra.
- Olivares, E. G., Cruz, R. L., & Palma, A. R. (2022). Uso de refugio por las presas: su impacto en la dinámica del modelo de Lotka-Volterra. *Selecciones Matemáticas*, 9(2), 287-301.
- Santiago, D. B. M. (2008, December 1). Depredadores tope y cascadas tróficas en ambientes terrestres. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/61422>



PLANTEAMIENTO Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

PLANTEAMIENTO



Modelar el impacto indirecto que tienen los depredadores sobre los productores primarios (plantas), a través de una cadena trófica, en un entorno simulado por agentes.

? PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo la presencia de refugios para presas (ej: zonas de vegetación densa o áreas inaccesibles) influye en la estabilidad de las poblaciones de depredadores y presas en un modelo trófico de tres niveles?

OBJETIVOS BUSCADOS



- Implementar un modelo basado en agentes en NetLogo que simule un ecosistema con tres niveles tróficos (productores, herbívoros y carnívoros), con la presencia de refugios para las presas.
- Explorar los efectos de cascada trófica y evaluar si surgen propiedades emergentes (como ciclos, colapsos, o estabilización).
- Comparar resultados del modelo de agentes con las predicciones de un modelo determinista (ecuaciones diferenciales).



DESCRIPCIÓN BÁSICA DEL MODELO



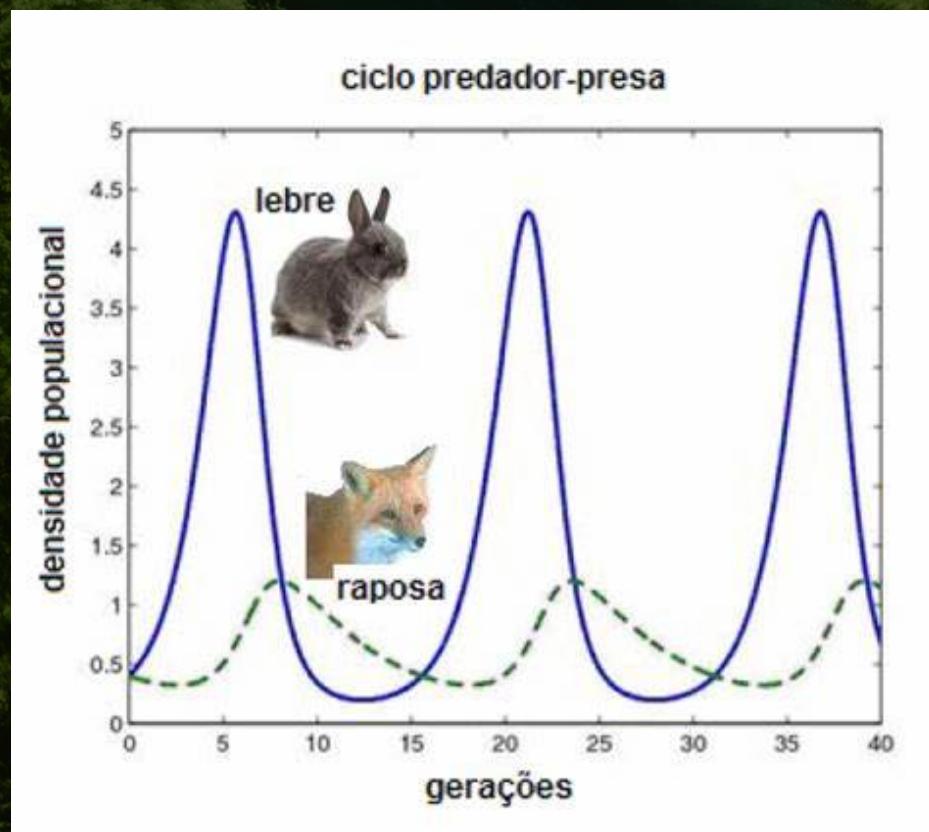
INTRODUCCIÓN

¿QUÉ ES UNA CASCADA TRÓFICA?

“Los grandes depredadores son responsables, en gran medida, de la estructura de los ecosistemas donde habitan. Sus efectos no solo se notan en la abundancia y el comportamiento de sus presas, sino que pueden amplificarse a través de las cadenas o tramas tróficas afectando los patrones de biodiversidad. Este efecto indirecto de los depredadores sobre otros niveles tróficos es lo que se conoce como cascadas tróficas.” (Santiago, 2008, p.32)

MODELO PRESA-DEPREDADOR (LOTKA-VOLTERRA)

- Existencia de dos poblaciones de animales: depredador y presa.
- Cada una de las poblaciones, en ausencia de la otra, tiene una dinámica exponencial: si no hay depredador, la población de la presa crece exponencialmente; si no hay presa, la población del depredador decrece exponencialmente.



SISTEMA DE ECUACIONES DEL MODELO LOTKA-VOLTERRA

$$\frac{dx}{dt} = a_1 x - a_2 xy$$

Presas

$$\frac{dy}{dx} = -b_1 y + b_2 xy$$

Depredadores

x = número de presas

a1 = razón de crecimiento de presas

a2 = razón de interacción de depredadores
con presas

y = número de depredadores

b1 = razón de muerte de los depredadores

b2 = razón de interacción de depredadores
con presas

Extensión propuesta: modelo basado en agentes con cascada trófica

- Se modelarán tres agentes: plantas (productores), herbívoros (presas) y carnívoros (depredadores).
- Se agregarán refugios para las presas.
- Las dinámicas estarán inspiradas en las ecuaciones extendidas tipo Lotka-Volterra con tres especies.



SISTEMA DE ECUACIONES MODIFICADAS



Plantas:

- r = tasa de crecimiento de plantas
- K = capacidad de carga el entorno (núm máximo de plantas)
- a = tasa de consumo de plantas por herbívoros

$$\frac{dP}{dT} = rP\left(1 - \frac{P}{K}\right) - aPH$$

SISTEMA DE ECUACIONES MODIFICADAS



Herbívoros:

- bPH = energía ganada por herbívoros al comer plantas.
- b = cuánta comida necesitan para reproducirse.
- cHC = herbívoros que mueren por ser comidos por depredadores.
- c = tasa de depredación.
- dH = muerte natural de herbívoros.
- d = tasa de muerte natural

$$\frac{dH}{dt} = bPH - cHC - dH$$

SISTEMA DE ECUACIONES MODIFICADAS



Carnívoros:

- eHC = aumento de depredadores por cazar herbívoros.
- fC = Muerte natural de depredadores.
- f = tasa de mortalidad natural.

$$\frac{dC}{dt} = eHC - fC$$

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- de Miguel, A. (2014). Modelo de Lotka-Volterra.
- Olivares, E. G., Cruz, R. L., & Palma, A. R. (2022). Uso de refugio por las presas: su impacto en la dinámica del modelo de Lotka-Volterra. *Selecciones Matemáticas*, 9(2), 287-301.
- Santiago, D. B. M. (2008, December 1). Depredadores tope y cascadas tróficas en ambientes terrestres. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/61422>
- Modelo Presa-Depredador - Modelación dinámica. (n.d.). <https://blogceta.zaragoza.unam.mx/modina/modelo-presa-depredador/>