



**VIII** Congreso Nacional y  
**I** Congreso Internacional  
de Riego, Drenaje y Biosistemas  
COMI - UAAAN 2023 | Saltillo, Coahuila  
4 al 6 octubre 2023



# Los Sistemas Dinámicos en la Agricultura: Una Perspectiva Integral

Abraham Rojano<sup>1</sup>, Luis Miranda<sup>2</sup>, Raquel Salazar<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5, Carretera Mex-Tex,  
Chapingo, Edo. México 56230; México.

<sup>2</sup> Hochschule für Nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE),  
Eberswalde, 16225, Alemania.



Fecha de presentación: 04 de octubre 2023



**AGRICULTURA**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



**Sonhos**  
universidad personalizada



# **Los Sistemas Dinámicos en la Agricultura: Una Perspectiva Integral**

## Índice

Motivación y contexto

Introducción

Desarrollo

Resultados

Discusión

Conclusión

## Los Sistemas Dinámicos en la Agricultura: Una Perspectiva Integral

### Introducción

Los sistemas dinámicos en la agricultura desempeñan un papel crucial en la comprensión y gestión de los ecosistemas.

Estos sistemas modelan y analizan las interacciones entre componentes biológicos y ambientales en un entorno agrícola, permitiendo a los agricultores e instituciones tomar decisiones informadas para maximizar la producción y la sostenibilidad.

Desde un punto de vista matemático, los sistemas dinámicos en la agricultura se basan en la teoría de sistemas y en ecuaciones diferenciales ordinarias.

Estas ecuaciones describen cómo las variables biológicas y ambientales cambian con el tiempo, capturando fenómenos como el crecimiento de cultivos, la propagación de plagas y enfermedades, y la interacción de especies.

# Los Sistemas Dinámicos en la Agricultura: Una Perspectiva Integral

## Modelo

$$\frac{dX}{dt} = f(X, t) \quad (1)$$

Donde  $X$  es el vector de variables,  $t$  es el tiempo y  $f(X, t)$  representa la función que describe cómo cambian las variables con el tiempo.

### *Modelo de Lotka-Volterra*

Un ejemplo clásico de un sistema dinámico utilizado en la agricultura es el modelo de Lotka-Volterra para describir interacciones depredador-presa. Las ecuaciones Lotka-Volterra son:

$$\frac{dx}{dt} = \alpha x - \beta xy \quad \frac{dy}{dt} = \delta xy - \gamma y \quad (2)$$



VIII Congreso Nacional y  
I Congreso Internacional  
de Riego, Drenaje y Biosistemas  
COMEI - UAAAN 2023 | Saltillo, Coahuila  
4 al 6 octubre 2023



# Los Sistemas Dinámicos en la Agricultura: Una Perspectiva Integral

## Modelo

Modelos como el modelo de Lotka-Volterra, que simula interacciones depredador-presa, son ejemplos clásicos utilizados en este contexto.

En la medida que la tecnología ha avanzado, la aplicación de sistemas dinámicos en la agricultura se ha vuelto más sofisticada. El desarrollo de modelos más complejos, a menudo basados en ecuaciones diferenciales parciales y técnicas de simulación computacional, ha permitido a los científicos y agricultores abordar problemas más detallados y realistas.

Los sistemas dinámicos también han sido fundamentales en la agricultura de precisión, donde los datos recopilados de sensores y tecnologías satelitales se utilizan para ajustar las prácticas agrícolas en tiempo real. En este contexto, un resumen de la interacción de 10 especies diferentes en la agricultura es presentado

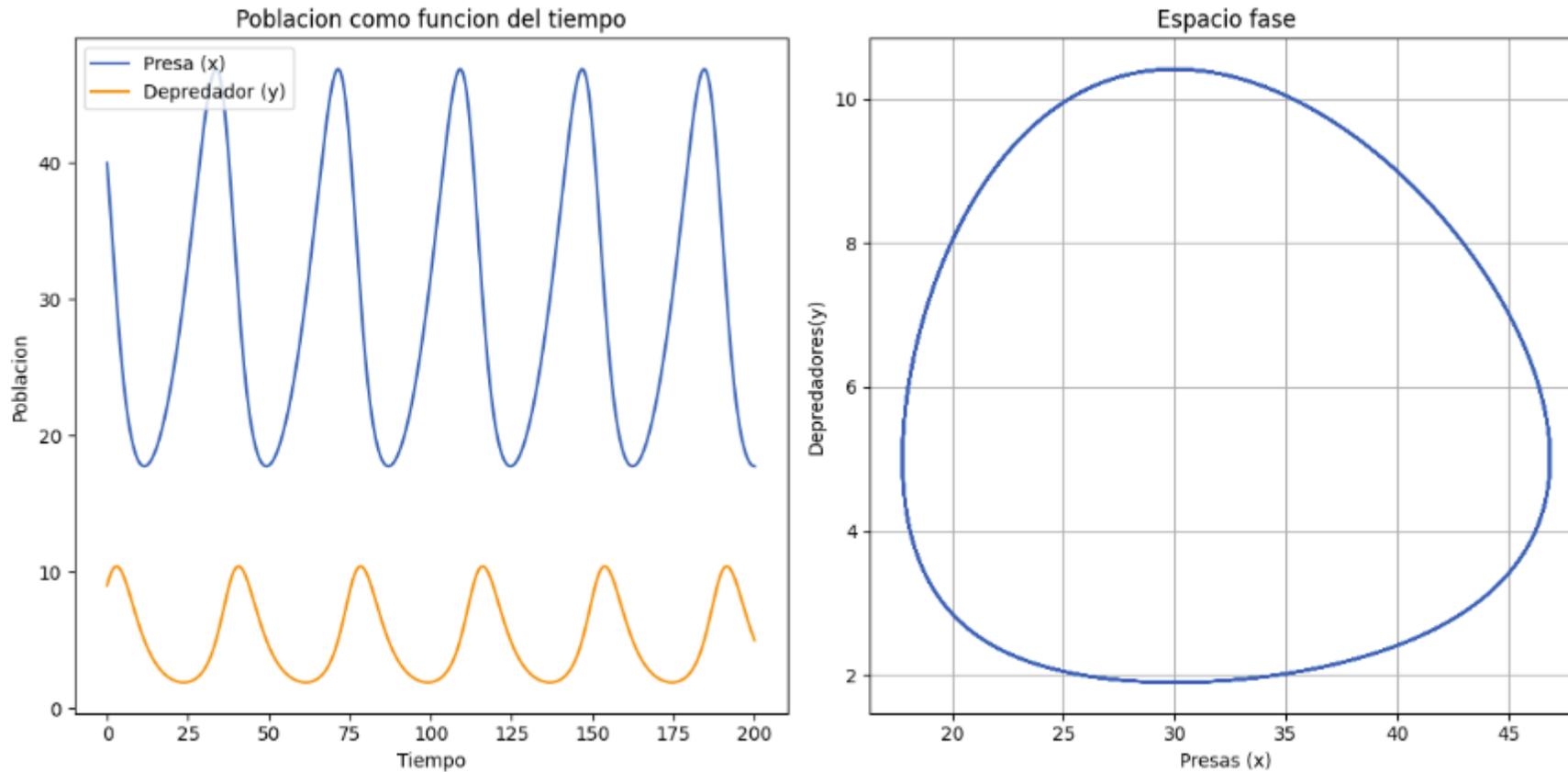
## Efecto Allee

$$\frac{dx}{dt} = x \left( \frac{a_1}{b_1 + c_1 x} - d_1 - e_1 x \right) - axy,$$

$$\frac{dy}{dt} = \frac{ay}{\beta + y} y (x - y).$$

# Los Sistemas Dinámicos en la Agricultura: Una Perspectiva Integral

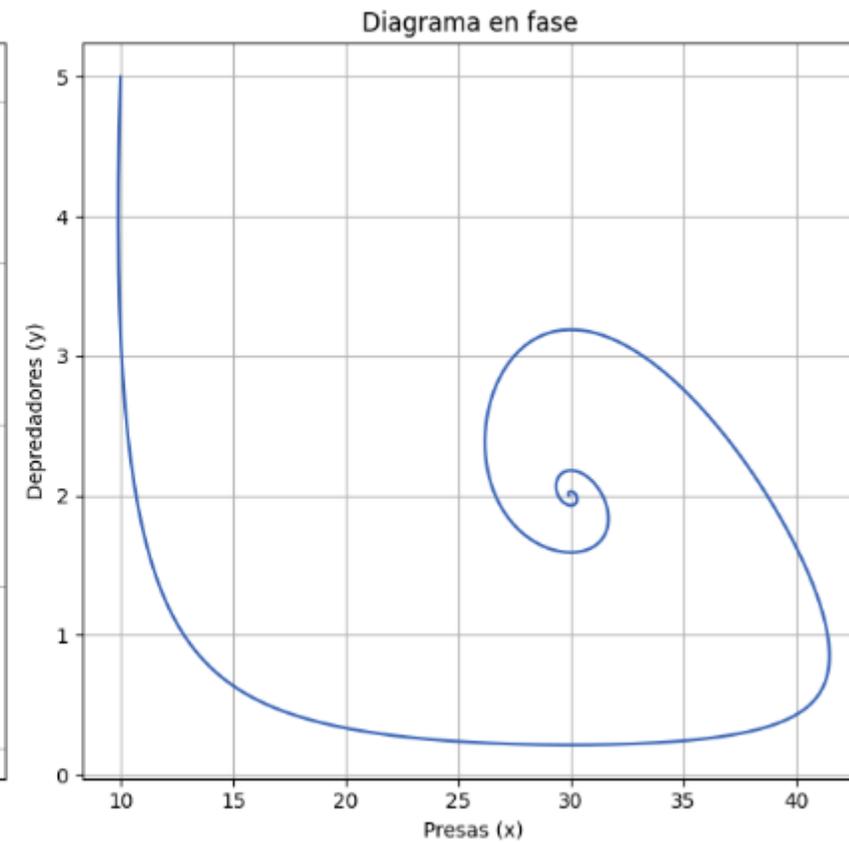
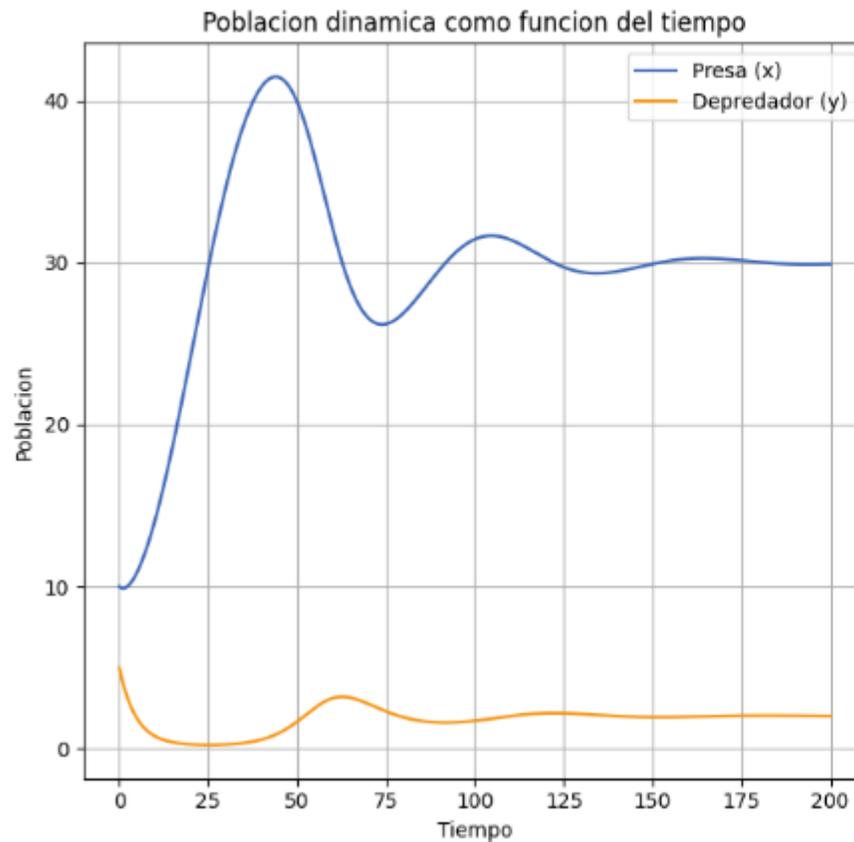
## Resultados



$\alpha=0.1$ ;  $\beta=0.02$ ;  $\gamma=0.3$ ;  $\delta=0.01$

# Los Sistemas Dinámicos en la Agricultura: Una Perspectiva Integral

## Resultados



Allee=50

# Los Sistemas Dinámicos en la Agricultura: Una Perspectiva Integral

Table 1: Ejemplos de coeficientes para el sistema Lotka-Volterra con diferentes especies

Especie Presa	Especie Depredador	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$
Conejos	Lobos	0.2	0.4	0.1	0.3
Ardillas	Halcones	0.3	0.6	0.2	0.5
Ratones	Serpientes	0.1	0.3	0.4	0.2
Gacelas	Leones	0.5	0.8	0.3	0.6
Peces pequeños	Peces grandes	0.4	0.5	0.2	0.3
Conejos blancos	Zorros árticos	0.2	0.3	0.1	0.4
Ciervos	Osos	0.3	0.7	0.4	0.6
Ratones de campo	Búhos reales	0.1	0.2	0.3	0.5
Caribúes	Lobos grises	0.4	0.6	0.2	0.4
Pulgas	Aves rapaces	0.2	0.4	0.3	0.5

## Los Sistemas Dinámicos en la Agricultura: Una Perspectiva Integral

### Conclusiones

Experimentamos con diferentes condiciones iniciales y encontramos que las trayectorias de las poblaciones eran sensibles a los valores iniciales. Pequeñas variaciones en las condiciones iniciales podían resultar en resultados drásticamente diferentes.

Utilizando gráficos generados por Matplotlib, visualizamos las trayectorias de las poblaciones a lo largo del tiempo, lo que permitió una comprensión más clara de cómo interactuaban las especies.

## Los Sistemas Dinámicos en la Agricultura: Una Perspectiva Integral

### Conclusiones

En sistemas Lotka-Volterra, el efecto Allee puede tener efectos profundos en las dinámicas de población, la estabilidad del sistema y las interacciones depredador-presa.

La inclusión del efecto Allee en los modelos puede revelar resultados inesperados y destacar la importancia de considerar mecanismos no lineales y complejos en la ecología de poblaciones.

Comprender cómo el efecto Allee interacciona con otros factores puede ser esencial para la gestión y la conservación de los ecosistemas.



**VIII** Congreso Nacional y  
**I** Congreso Internacional  
de Riego, Drenaje y Biosistemas  
COMEI - UAAAN 2023 | Saltillo, Coahuila  
4 al 6 octubre 2023



# GRACIAS!

abrojano@hotmail.com

Fecha de presentación: 04 de octubre 2023



**AGRICULTURA**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

