Trabajo Practico N°1 – Modelos lineales y no lineales

Enunciados

1- Elegir uno de los modelos presentados en el capítulo 1 (sistema masa-resorte-amortiguador o depredador-presa).

2- Realizar un programa interactivo, del caso seleccionado anteriormente, que permita al usuario introducir algunas variables y parámetros de entrada iniciales. El objetivo es estudiar su comportamiento bajo distintas condiciones.

3- Graficar en pantalla los diagramas correspondientes que resulten de la simulación.

- Si sistema es el modelo Depredador-Presa, considere los parámetros de natalidad de liebres y mortalidad de zorros analizados en el caso para una población ideal de 500 liebres y 10 zorros (ver apuntes de cátedra).

4- Deberá presentar un informe que contenga:

- Instrucciones para el uso básico de la aplicación o programa.
- Una explicación de los algoritmos principales utilizados en el programa.
- Pruebas de simulación:
    - Una simulación con los valores por defecto (los vistos en los casos de los apuntes).
    - Dos simulaciones distintas cambiando las condiciones iniciales.

Para cada caso realizar una interpretación de los gráficos, incluyendo capturas de los gráficos.

- Entrega:

La entrega deberá cumplir los siguientes requisitos:

- El código deberá ser presentado en un repositorio git, enviado por mail, o entregado en la presente tarea. Queda abierto a las herramientas utilizadas por los alumnos y alumnas.
- El código debe presentarse convenientemente ordenado y deberá contar con los archivos anteriormente solicitados (informe, código, etc.).
- Entrega antes de la fecha estipulada.

Resolución

En este practica se trabajó con el modelo de Depredador-Presa. Para la resolución de este modelo se utilizaron los apuntes de la catedra, concretamente el capítulo 2.4, **Sistema no lineal simple: el caso presa-predador**.

Desarrollo de Menú

Se realizo el desarrollo de un Menú interactivo para que el usuario ingrese las opciones de configuración de variables que quiera probar y posteriormente ejecute la simulación:

```python
class Menu():
    def show_options(self):
        '''
        Show the options of the menu
        '''
        while True:
            print(OPTION_1)
            print(OPTION_2)
            option = input(SELECT_OPTION)
            if option == "1":
                print(MENU)
                variable_option = int(input(SELECT_OPTION))
                print(START_SIMULATION)
                self.config.load_variables(variable_option)
                predator_prey = PredatorPrey()
                time_result, preys_result, predators_result = predator_prey.run(
                    dt=self.config.dt,
                    initial_time=self.config.initial_time,
                    initial_preys=self.config.hares,
                    initial_predators=self.config.foxes,
                    preys_birth_rate=self.config.hares_birth_rate,
                    preys_death_rate=self.config.hares_death_rate,
                    predators_birth_rate=self.config.foxes_birth_rate,
                    predators_death_rate=self.config.foxes_death_rate,
                    elapsed_time=self.config.weeks,
                    land_capacity=self.config.land_capacity
                )
                print("Times: ", time_result)
                print("Preys: ", preys_result)
                print("Predators: ", predators_result)
                plotter = GraphicsPlotter()
                plotter.plot_population_variation(time_result, preys_result, predators_result)
                plotter.plot_population_variation_with_both_axes(time_result, preys_result, predators_result)
                plotter.plot_phase_diagram(preys_result, predators_result)
                print(END_SIMULATION)
```

Configuración de Variables de Simulación

```python
# Dictionary with the configuration variables of the simulation
VARIABLE_SETS = {
            1: {
                'hares': 500,
                'foxes': 10,
                'weeks': 500,
                'initial_time': 1,
                'final_time': 500,
                'dt': 1,
                'land_capacity': 1400,
                'hares_birth_rate': 0.08,
                'hares_death_rate': 0.002,
                'foxes_birth_rate': 0.0004,
                'foxes_death_rate': 0.2
            },
            2: {
                'hares': 600,
                'foxes': 20,
                'weeks': 600,
                'initial_time': 1,
                'final_time': 600,
                'dt': 1,
                'land_capacity': 1800,
                'hares_birth_rate': 0.1,
                'hares_death_rate': 0.002,
                'foxes_birth_rate': 0.0008,
                'foxes_death_rate': 0.4
            },
```

Simulación

Para la parte de la simulación se trabajó en 3 partes fundamentales, por un lado, la creación de las listas que almacenarían los valores de las poblaciones, siguiendo después con la iteración *for* que actualizaría los valores de dichas poblaciones y finalmente guardando esos valores actualizados en las listas previamente creadas.

Luego, procedíamos a convertir estas listas en arrays para que nos sean más útiles a la hora de trabajarlos en la parte grafica.

```python
def run(self, dt, initial_time, initial_preys, initial_predators, preys_birth_rate, preys_death_rate,
        predators_birth_rate, predators_death_rate, elapsed_time, land_capacity):
    '''
    Execute the simulation of the predator-prey model
    '''

    preys_list = [initial_preys]
    predators_list = [initial_predators]
    time_list = [initial_time]

    time = initial_time

    for i in range(initial_time, elapsed_time):
        time = time + dt
        hunt_encounter_value = self.hunt_event(preys_list[-1], predators_list[-1])
        actual_capacity = self.get_actual_capacity(preys_list[-1], land_capacity)
        preys_updated = self.get_variations_preys(preys_list[-1], dt, land_capacity, actual_capacity,
                                                  preys_birth_rate, hunt_encounter_value, preys_death_rate)
        predators_updated = self.get_variations_predators(predators_list[-1], dt, predators_death_rate,
                                                          hunt_encounter_value, predators_birth_rate)
        preys_list.append(preys_updated)
        predators_list.append(predators_updated)
        time_list.append(time)

    return np.array(time_list), np.array(preys_list), np.array(predators_list)
```

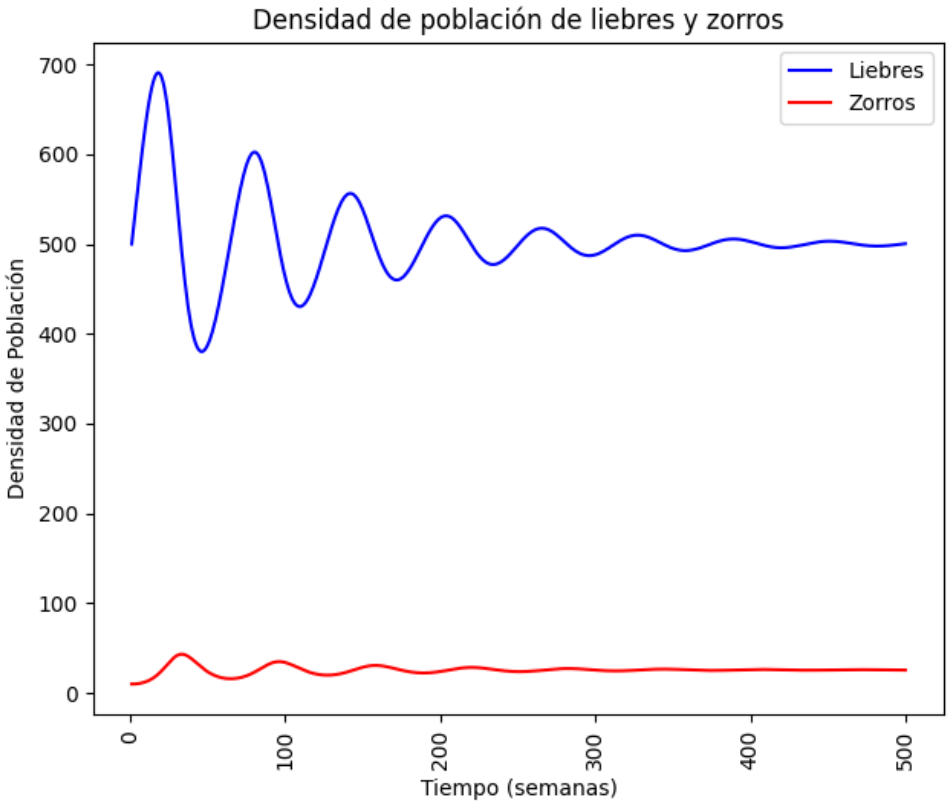
Gráficos

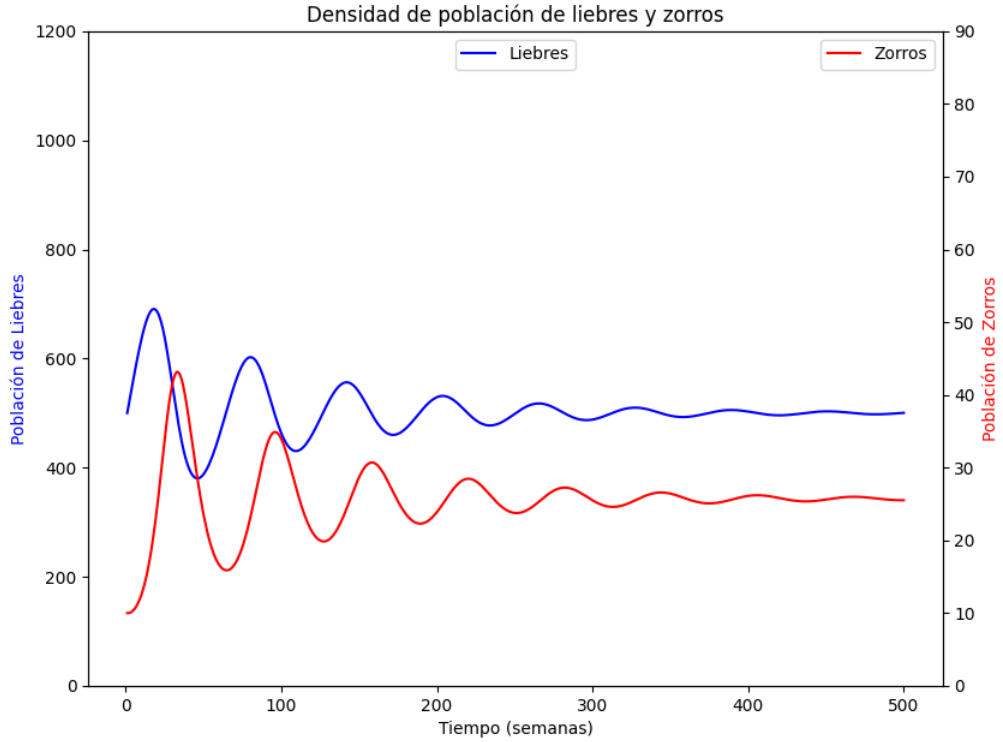
Para la parte grafica se realizaron concretamente 3 gráficos por cada set de variables. Por un lado, 2 gráficos que muestran la variación de la población, uno con dos ejes simples y el otro con un eje combinado de las 2 variables presa-depredador. Además, el tercer grafico es un diagrama de fases que representa los diferentes estados de ambas poblaciones.

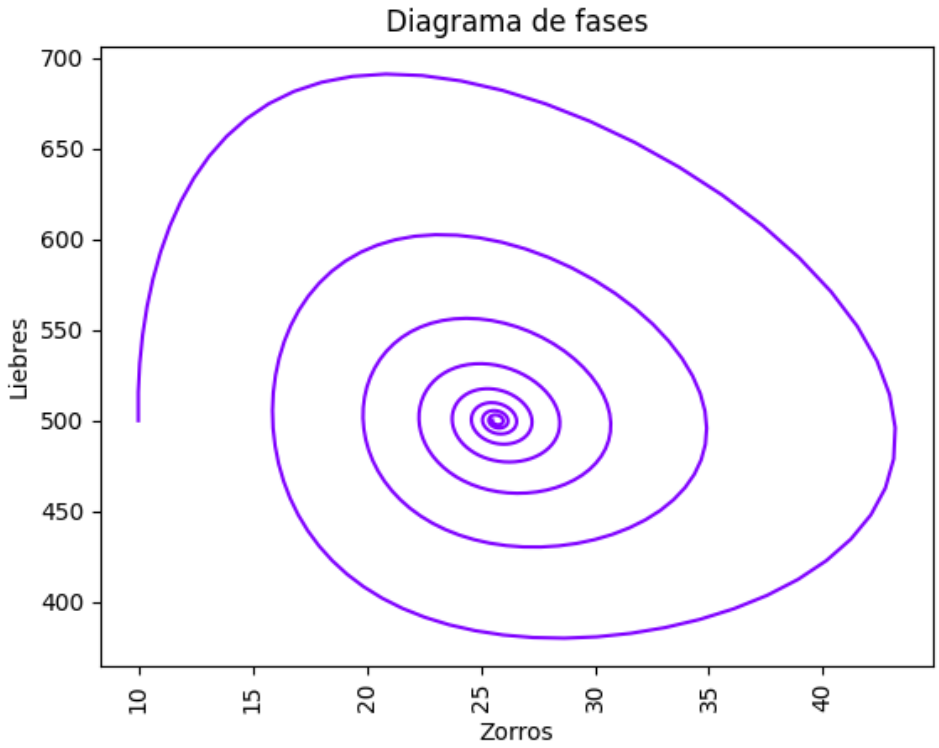
Este proceso se repitió por cada set de variables que se cargaba. Para este caso, se contaba con 3 sets distintos. Por lo que generaron un total de 9 gráficos en total.

Set 1

Para el primer set de variables se utilizan las vistas en el apunte de la catedra, el cual cuenta con una población inicial de 500 liebres y 10 zorros. Para todas las simulaciones se utiliza un determinado intervalo de tiempo, así como también una cierta capacidad de terreno para controlar la población de las liebres.


Densidad de población de liebres y zorros
Liebres
Zorros
Densidad de Población
Tiempo (semanas)
0
100
200
300
400
500
600
700


Densidad de población de liebres y zorros
Liebres
Zorros
Población de Liebres
Población de Zorros
Tiempo (semanas)



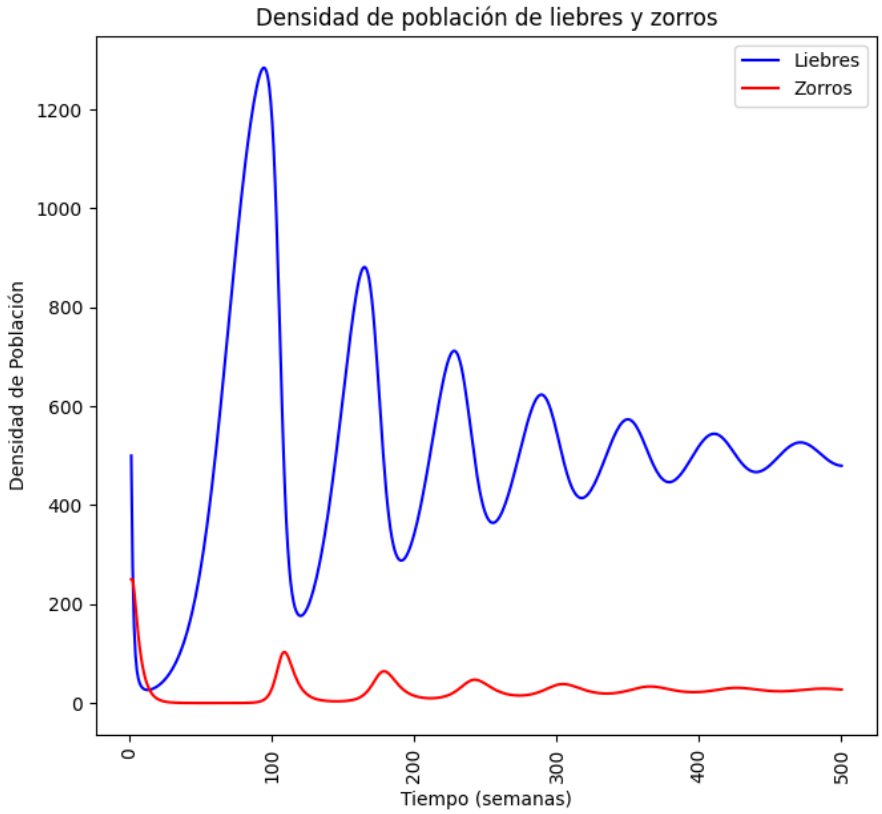
En este caso 1, podemos observar una simulación bastante uniforme con respecto al tiempo. Por un lado, tenemos un incremento brusco en ambas poblaciones, luego un decrecimiento parejo de ambas para luego oscilar en una cierta proporción del tiempo y finalmente tener un equilibrio medio.

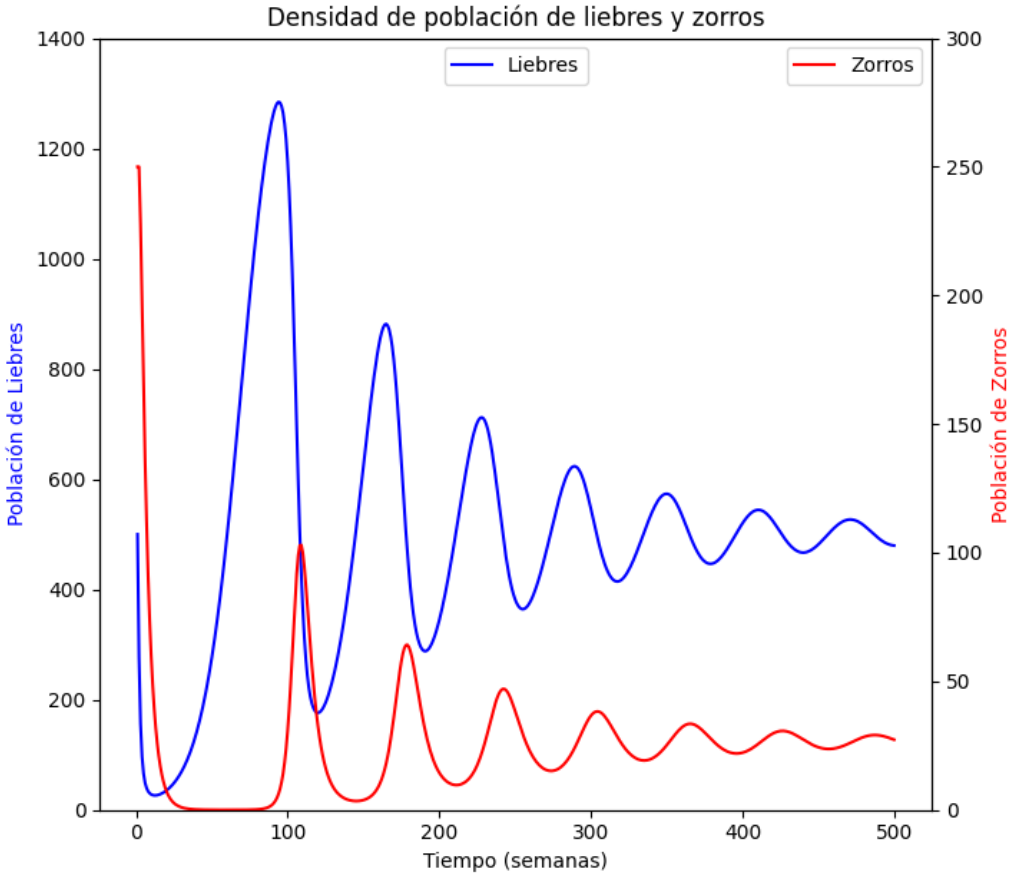
Set 2

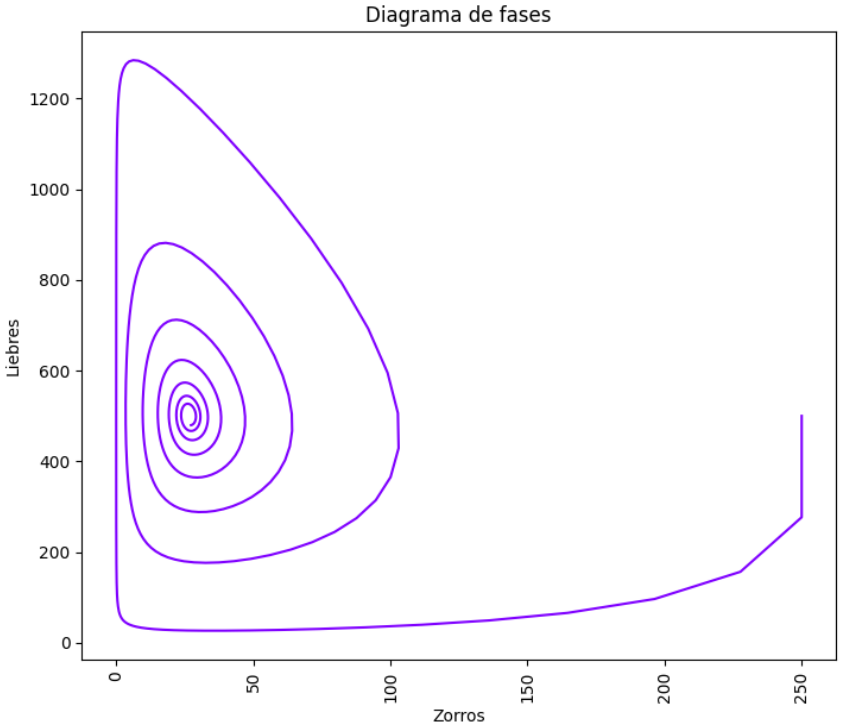
Datos con los que trabajamos:

- Liebres: 500,
- Zorros: 250,
- Semanas: 500,
- Tiempo inicial: 1,
- Tiempo final: 500,
- Variación del tiempo: 1,
- Capacidad del Terreno: 1500,
- Tasa de natalidad de Liebres: 0,08,
- Tasa de mortalidad de Liebres: 0,002,
- Tasa de natalidad de Zorros: 0,0004,
- Tasa de mortalidad de Zorros: 0,2

En este set de variables la población de zorros es la mitad de la población de liebres. Por otro lado, se modifica la capacidad del terreno en 100. Estudiaremos el comportamiento de esta simulación para ver que ocurre.


Densidad de población de liebres y zorros
Liebres
Zorros
Densidad de Población
Tiempo (semanas)
0
200
400
600
800
1000
1200
0
100
200
300
400
500


Densidad de población de liebres y zorros
Liebres
Zorros
Población de Liebres
Población de Zorros
Tiempo (semanas)
0
200
400
600
800
1000
1200
1400
0
50
100
150
200
250
300
0
100
200
300
400
500



En este caso 2, podemos observar que la densidad poblacional de los zorros peligra a corto plazo y que en el caso de la población de liebres tienen un incremento abrupto durante la caída de la población de zorros.

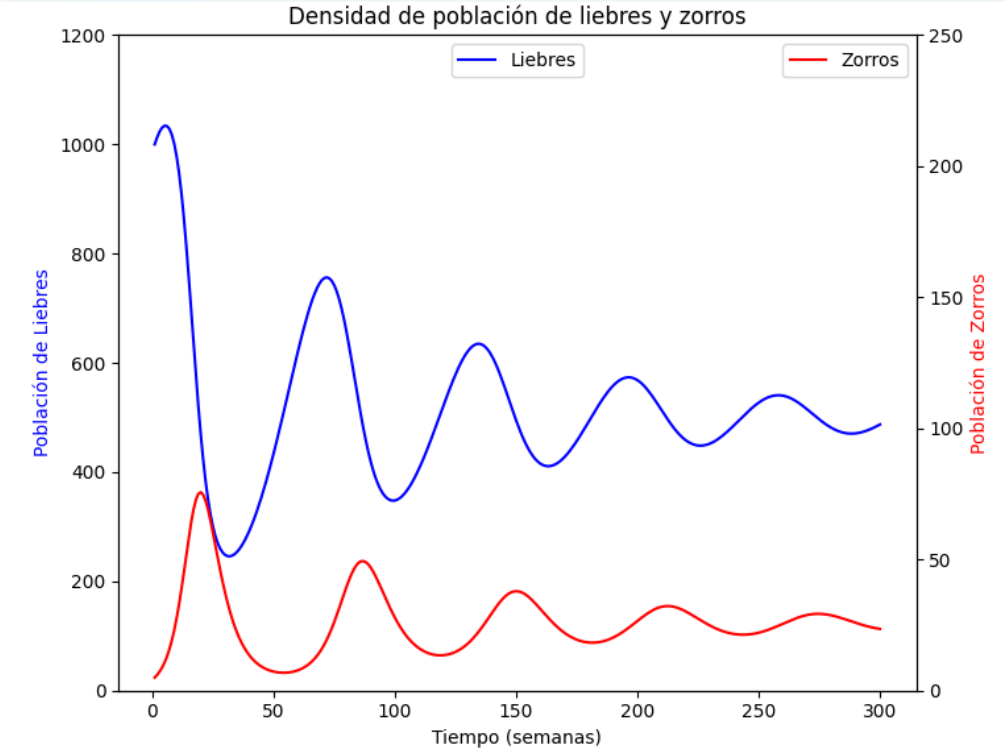
Set 3

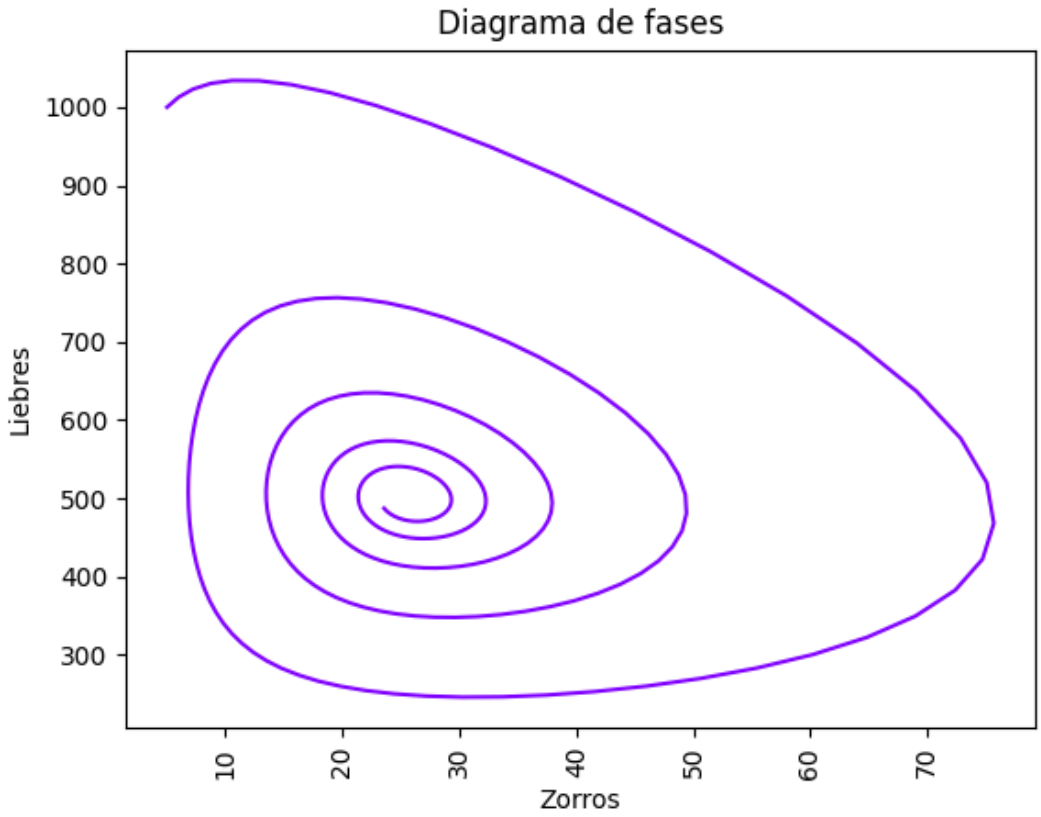
Datos con los que trabajamos:

- Liebres: 1000,
- Zorros: 5,
- Semanas: 300,
- Tiempo inicial: 1,
- Tiempo final: 300,
- Variación del tiempo: 1,
- Capacidad del Terreno: 1400,
- Tasa de natalidad de Liebres: 0,08,
- Tasa de mortalidad de Liebres: 0,002,
- Tasa de natalidad de Zorros: 0,0004,
- Tasa de mortalidad de Zorros: 0,2

En este set de variables la población de zorros es reducida casi al punto más mínimo posible, mientras que la población de las liebres se incrementa al doble del ejemplo anterior. Por otro lado, se reduce la capacidad del terreno en 100, volviendo a los 1400 base del ejemplo de catedra. Estudiaremos el comportamiento de esta simulación para ver que ocurre.


Densidad de población de liebres y zorros
Liebres
Zorros
Densidad de Población
Tiempo (semanas)
0
200
400
600
800
1000
0
50
100
150
200
250
300


Densidad de población de liebres y zorros
Liebres
Zorros
Población de Liebres
Población de Zorros
Tiempo (semanas)
0
200
400
600
800
1000
1200
0
50
100
150
200
250
0
50
100
150
200
250
300



En el caso 3, podemos observar que la densidad poblacional de las liebres es mas libre ya que no tienen tantos depredadores, sin embargo, conforme avanza el tiempo deja de ser un beneficio debido a la relación entre la capacidad del terreno y la tasa de incremento de liebres. En cuanto a los zorros, al ser una población tan pequeña con tantas presas disponibles, tienden a tener un pequeño incremento en el corto plazo, pero conforme pasa el tiempo se ven afectados por las tasas de mortalidad altas (20%) que tienen para los pocos que son.

Conclusión final

Como podemos observar, en todos los casos, la población de liebres y zorros oscilan bastante en el tiempo, hasta que se mantienen en cierto equilibrio pasando las 500 semanas. Por lo que, concluimos que la densidad de las poblaciones no varía tanto y se mantienen más uniformes conforme más tiempo pasa.