



Grecia Pérez Mar

Modelo Presa-Depredador con saturación de presas

El modelo Presa-Depredador clásico se caracteriza porque la tasa de depredación es proporcional al producto de las poblaciones de presa y depredador (axy), lo que implica una relación lineal entre las dos especies. El modelo asume que los depredadores pueden consumir un número ilimitado de presas si están disponibles, sin tener en cuenta la capacidad de manejo o saturación de los depredadores.

El modelo presa-depredador con saturación de presas introduce la capacidad de carga del ambiente (K) en el crecimiento de la población de presas, lo que hace que el modelo sea más realista al limitar el crecimiento exponencial a medida que la población se aproxima a los recursos máximos disponibles. Este modelo también refleja cómo las interacciones entre presas y depredadores afectan las tasas de cambio de ambas poblaciones, proporcionando una comprensión más detallada de la dinámica ecológica en comparación con el modelo Lotka-Volterra clásico.

Modelo Presa-Depredador clásico

$$\frac{dx}{dt} = rx - axy$$

$$\frac{dy}{dx} = -cy + dyx$$

Donde:

x es la población de presa en N_0 ,

y es la población de depredadores en N_0

r es la tasa de crecimiento de la presa,



Grecia Pérez Mar

c la tasa de mortalidad de los depredadores,

d describe la eficiencia de la cacería del depredador,

a mide la ineficacia de la presa (Gómez-Restrepo, J. (2009))

Modelo Presa-Depredador con saturación de presas.

$$\frac{dx}{dt} = rx \left(1 - \frac{x}{K}\right) - axy$$

$$\frac{dy}{dt} = -cy + dyx$$

Donde:

K la población límite de presas.

La expresión $rx \left(1 - \frac{x}{K}\right)$ representa el crecimiento logístico de la población de presas. Esto significa que la población de presas crece exponencialmente cuando es pequeña y se ralentiza a medida que se acerca a la capacidad de carga K del ambiente.

El modelo clásico (Lotka-Volterra) asume una relación lineal entre la densidad de presas y la tasa de depredación, mientras que el modelo con saturación de presas incorpora una relación no lineal que limita la tasa de depredación a medida que aumenta la densidad de presas.

El modelo con saturación de presas es generalmente más realista porque refleja las limitaciones naturales de los depredadores en el consumo de presas, haciendo que el modelo sea más aplicable a situaciones ecológicas reales.

Modelo Presa-Depredador con saturación de presas en Vensim.

Paso 1. Abrir el programa de “Vensim PLE x68” y generar un nuevo modelo en la sección de “Archivo”.

Grecia Pérez Mar

Los datos que se deben colocar en la ventana emergente, son:

- Tiempo Inicial: 0
- Tiempo final: 20
- Unidades de Tiempo: Año
- Tipo de Integración: RK4 Auto

Paso 2. Stocks

Crear dos Stocks, uno para la población de Presas y otro para la población de Depredadores.

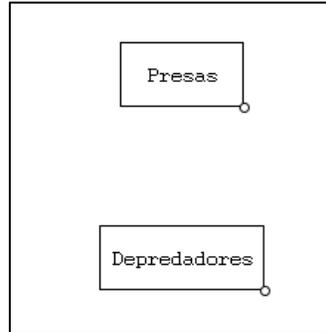


Figura 1. Stocks de las poblaciones para el modelo.

Paso 3. Flujos

Cada stock tendrá un flujo de entrada y un flujo de salida. Es importante que, al nombrar los flujos, se les agregue el nombre del stock, esto se hace ya que Vensim no permite que la misma palabra sea utilizada en el mismo modelo.

Grecia Pérez Mar

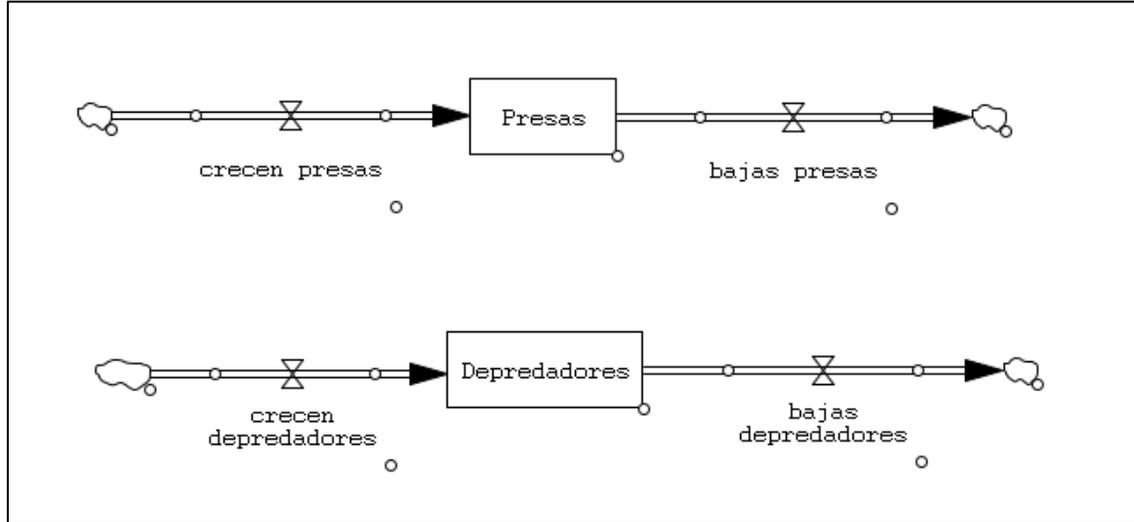


Figura 2. Diagrama de flujos conectados a sus respectivos stocks.

Paso 4. Parámetros.

Con la función de “Variables” en Vensim crear los cinco parámetros necesarios para el modelo. Los parámetros son: “tasa de crecimiento”, “población límite de presas”, “ineficacia de la presa”, “eficiencia de la cacería del depredador”, y “tasa de mortalidad”.

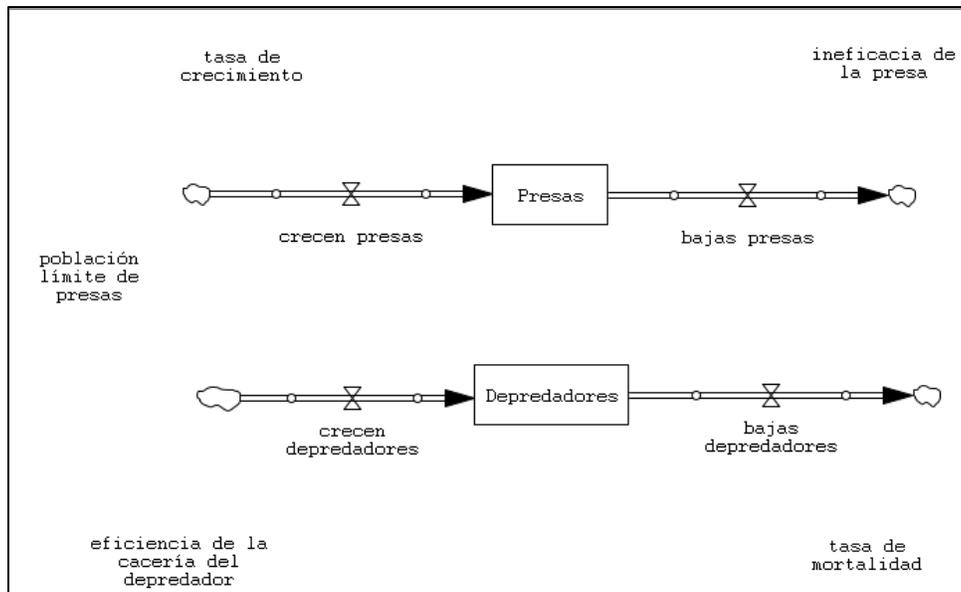


Figura 3. Parámetros del modelo

Paso 5. Conectores.

Grecia Pérez Mar

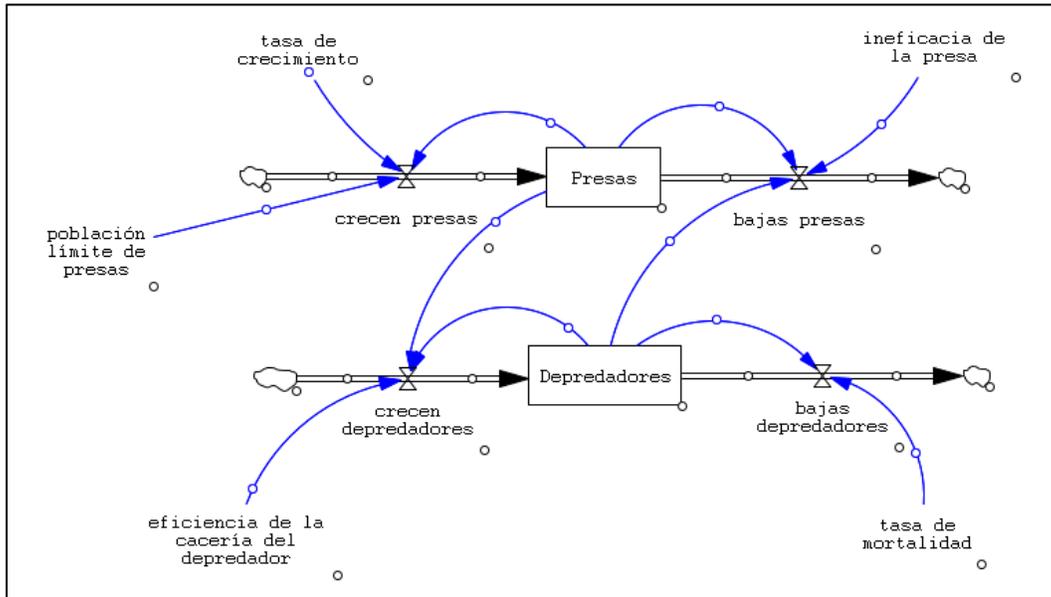


Figura 4. Modelo con las conexiones establecidas.

Paso 6. Ecuaciones y valores.

Con la función de “Ecuaciones” agregar los valores de los parámetros y las ecuaciones del modelo.

- ❖ **Presas** = Valor inicial: 30
- ❖ **Depredadores** = Valor inicial: 4
- ❖ **crecen presas** = tasa de crecimiento*Presas*(1-Presas/población límite de presas)

$$\text{representando } rx \left(1 - \frac{x}{K} \right)$$

En el apartado de “Variables” de la ventana emergente de las ecuaciones se pueden observar los parámetros con las que existe conexiones con el parámetro al cual se le esté agregando el valor o la ecuación. Si el nombre de algún componente del modelo no aparece en este apartado, no podrá ser utilizado en la ecuación.

Grecia Pérez Mar

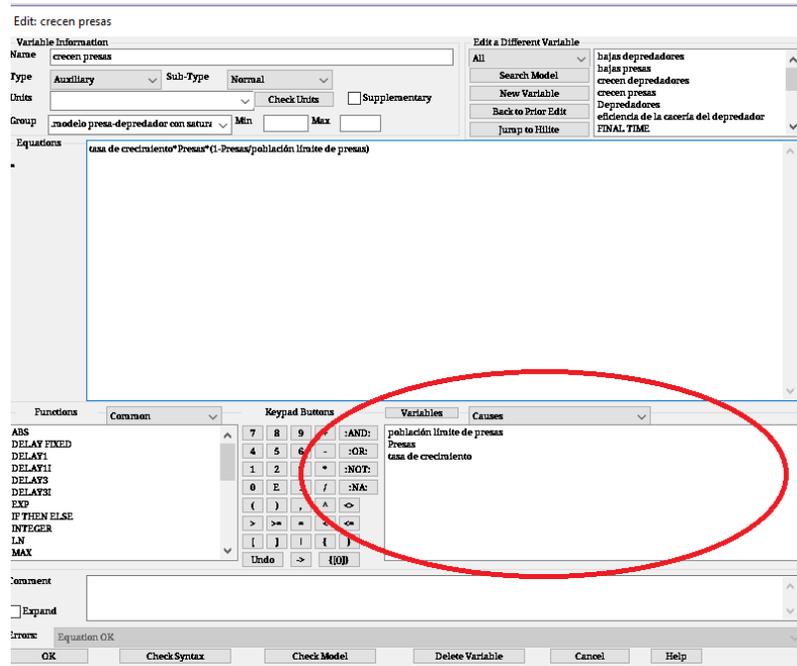


Figura 5. Parámetros con los que el flujo de entrada tiene conexiones.

- ❖ **bajas presas** = Depredadores*ineficacia de la presa*Presas

$$-axy$$

(Vensim automáticamente ya incluye el signo “menos” al ser un flujo de salida, por lo que no es necesario agregarlo)

- ❖ **crecen depredadores** = Depredadores*eficiencia de la cacería del depredador*Presas

$$dyx$$

- ❖ **bajas depredadores** = Depredadores*tasa de mortalidad

$$-cy$$

- ❖ **tasa de crecimiento** = 0.65

- ❖ **población límite de presas** = 71247

- ❖ **ineficacia de la presa** = 0.034

- ❖ **eficiencia de la cacería del depredador** = 0.021

- ❖ **tasa de mortalidad** = 0.68

Grecia Pérez Mar

Paso 7. Simulación.



Para poder simular el modelo es necesario guardar el archivo. Por lo general, mientras se realiza el modelo, automáticamente aparece una ventana emergente la cual le solicita guardar el modelo, pero si no aparece, cuando se da clic en el botón de “Simular” se puede guardar.

En el caso de que modelo se haya guardado antes de simularlo, aparecerá una nueva ventana emergente. Esta ventana indicará que el archivo ya existe, solo es necesario dar clic en “sí”. Esto no afectará al archivo, solo se guardará el modelo con las nuevas modificaciones que se realicen.

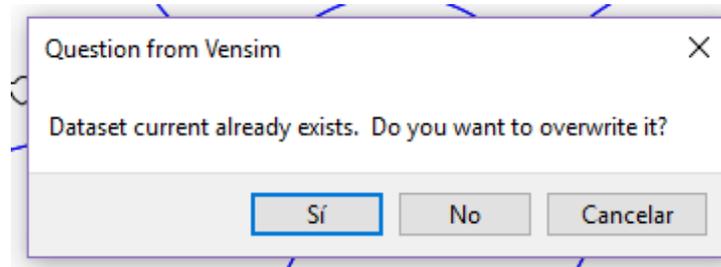
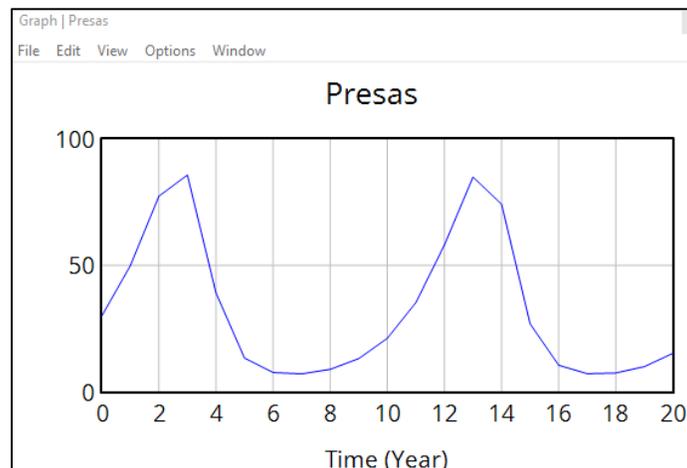


Figura 6. Ventana emergente que aparece al simular el modelo.

Paso 8. Gráficas.



Una vez que el modelo esté simulado, dar clic en el componente al que se quiera graficar y después seleccionar el botón de “Gráfica”.



Grecia Pérez Mar

Figura 7. Grafica del comportamiento de la población de Presas.

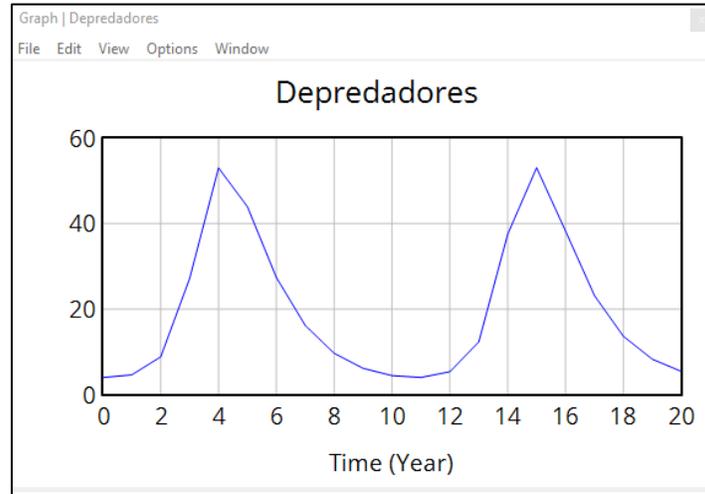


Figura 8. Gráfica del comportamiento de la población de Depredadores.

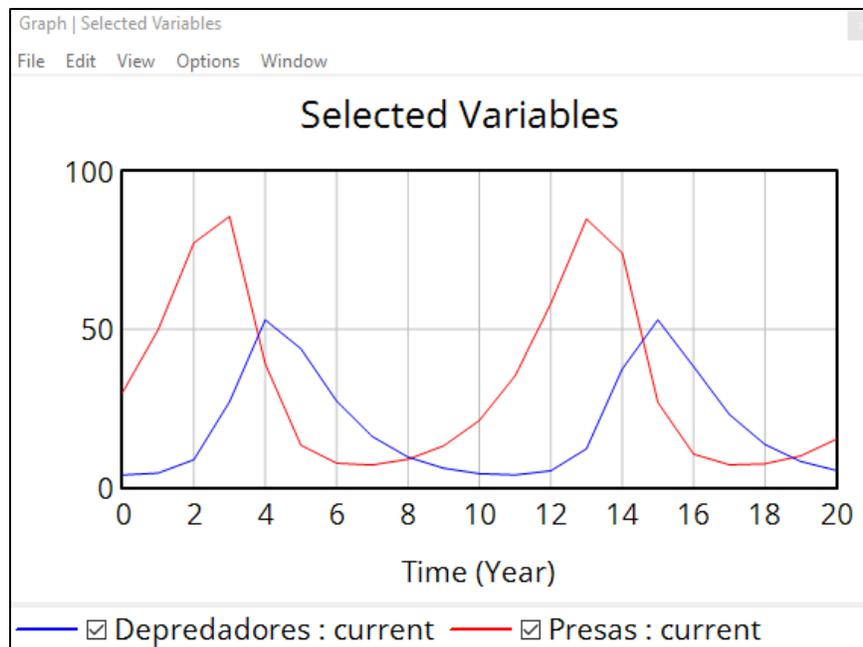


Figura 9. Gráfica de Presas y Depredadores



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
CARRERA DE BIOLOGÍA**

Grecia Pérez Mar

En la gráfica anterior (Figura 9) se compara el comportamiento entre la población de Presas que se encuentra interactuando con la población de Depredadores. En esta gráfica se puede observar lo siguiente:

- ❖ Año 0 a 5: La población de presas (roja) crece rápidamente, seguida por un aumento en la población de depredadores (azul). Cuando la población de depredadores alcanza un cierto nivel, comienza a reducir la población de presas.
- ❖ Año 5 a 10: La población de presas cae debido a la alta depredación, seguida por una caída en la población de depredadores debido a la escasez de presas.
- ❖ Año 10 a 15: El ciclo se repite con un nuevo crecimiento de la población de presas, seguido por un aumento en la población de depredadores.
- ❖ Año 15 a 20: Se observa nuevamente el mismo patrón de crecimiento y decrecimiento en ambas poblaciones.

Para poder simular distintos escenarios en el mismo modelo, existe una función en Vensim llamada “Simular en cada cambio del cursor”. Esta función permite a los usuarios ver inmediatamente el efecto de los ajustes realizados en el modelo sin tener que iniciar manualmente la simulación cada vez que se modifica un valor.



Grecia Pérez Mar

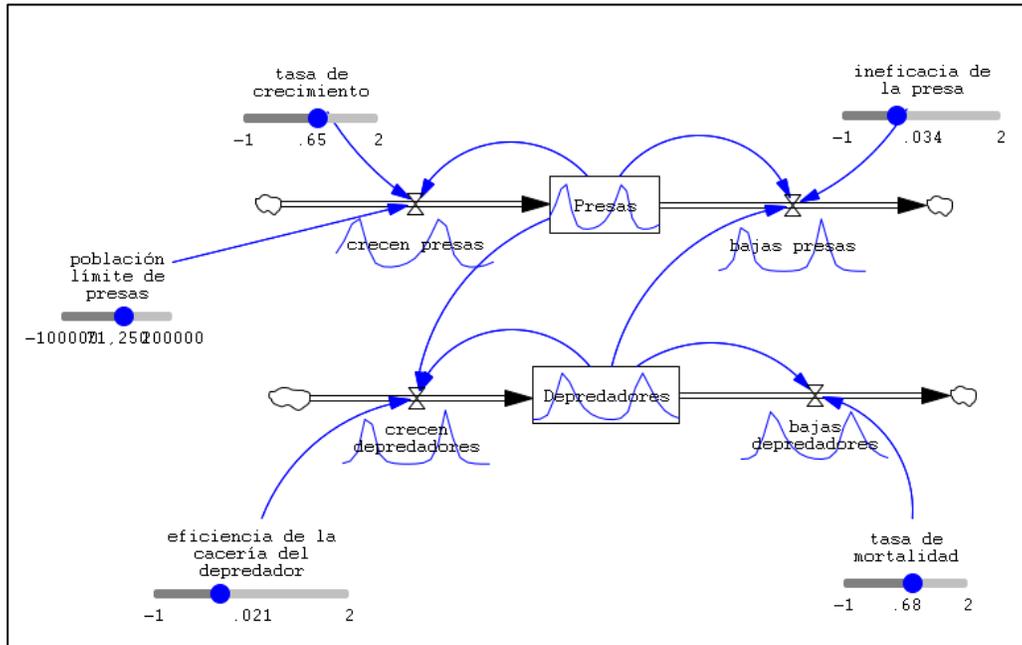


Figura 10. Simulación con botones de control para cada parámetro.

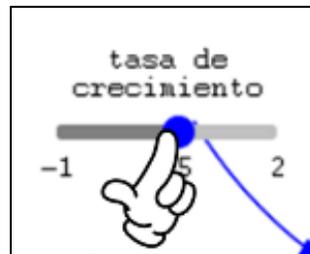


Figura 11. Botón de control para las tasas de cambio

En el caso de esta simulación, se modificó la tasa de crecimiento de las Presas, cambiando su valor a 0.294. Se puede observar en los otros parámetros cómo se modifican a causa de este cambio.

Grecia Pérez Mar

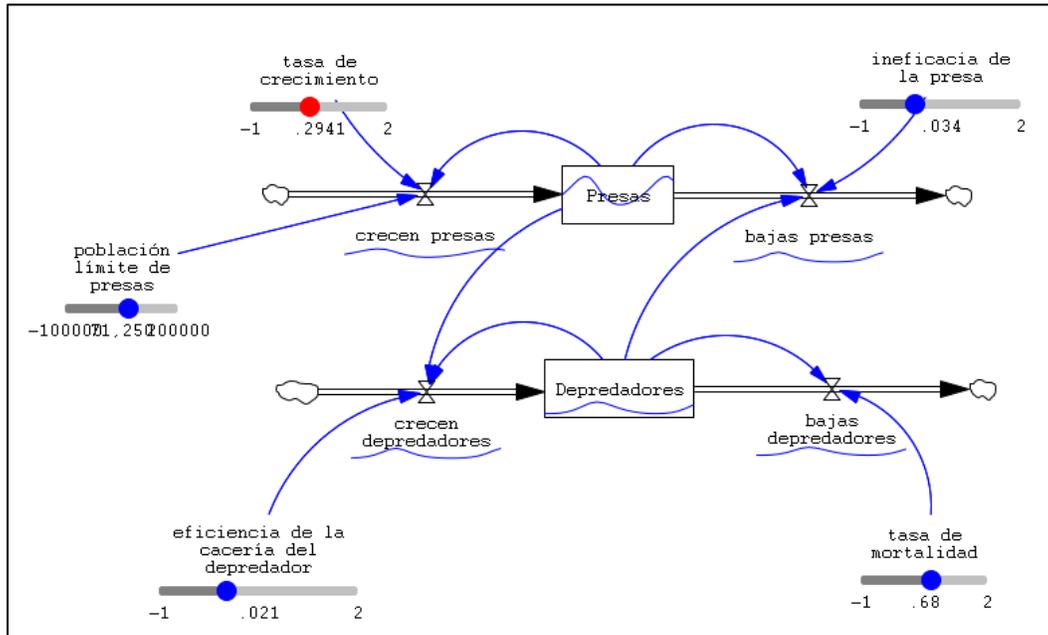


Figura 12. Simulación del modelo haciendo una modificación en la tasa de crecimiento.

Preguntas de retroalimentación:

- Prueba cambiar el valor de la tasa de crecimiento de 0.65 a 0.8. ¿Qué cambios observas en la dinámica de las poblaciones? ¿Crees que esto haría que las presas tengan una ventaja significativa sobre los depredadores?
- Ajusta la eficiencia de la cacería del depredador de 0.021 a 0.05. ¿Cómo afecta esto el equilibrio entre las poblaciones de presas y depredadores? ¿Se estabilizan más rápido o las fluctuaciones se amplifican?
- ¿Qué sucedería si el valor de la ineficacia de la presa (actualmente 0.034) se reduce a la mitad? Intenta predecir cómo afectará esto a las poblaciones. Luego, realiza la simulación para verificar tus hipótesis.

(Gómez-Restrepo, J. (2009) *Modelo presa-depredador y su contextualización en el ámbito nacional e internacional*. Universidad EAFIT.)