



Grecia Pérez Mar

Modelo de los efectos de la Agricultura Intensiva.

La agricultura intensiva es un cultivo intensivo que utiliza un sistema de producción agrícola basado en la optimización de la producción en comparación con la superficie cultivada. Este método se basa en la mecanización extensiva, así como en el uso de fertilizantes químicos (s. a., 2018).

Este modo de producción garantiza un alto rendimiento de los cultivos, lo que permite alimentar a una creciente población mundial; pero amenaza la biodiversidad y la salud humana al ser responsable de contaminación de suelos, aguas subterráneas y cursos de agua subterráneos (s. a., 2018).

Modelo en Vensim

El siguiente modelo está basado en la investigación del trabajo titulado "Study Depicts Mayan Decline" del autor Harold M. Schmeck Jr. Publicado en el New York Times el 23 de octubre de 1979.

Ninguno de los grandes misterios de la historia humana ha sido el colapso repentino de uno de los principales centros de la civilización maya en Centroamérica en un momento en que aparentemente estaba en su apogeo cultural, arquitectónico y poblacional alrededor del año 800 d.C.

Nadie sabe exactamente por qué se derrumbó esta sociedad de varios millones de personas, pero nuevas investigaciones muestran una comprensión cada vez mayor entre población y medio ambiente que puede haber sido crucial para su caída.

Los ambientes tropicales son notoriamente frágiles. Al comprender lo que los mayas hicieron con los suyos, los humanos modernos podrían obtener una guía útil sobre cómo tratar los ambientes tropicales en la actualidad, un ámbito de conocimiento



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

Grecia Pérez Mar

que podría ser particularmente útil para el Tercer Mundo liderado por los meridionales.

Según la nueva investigación, justo antes del cataclismo final, la población de una zona oscilaba entre 200 y 500 personas por kilómetro cuadrado (aproximadamente cuatro décimas de milla cuadrada). Es casi seguro que esta densidad de población requería una agricultura avanzada o un comercio a gran escala.

Paso 1: Nuevo modelo

Simularemos desde el año -1000 al año 2000 para ver la evolución de la población de la civilización Maya hasta la actualidad.

- ❖ *Tiempo Inicial: -1000*
- ❖ *Tiempo final: 2000*
- ❖ *Unidades de Tiempo: Año*

Paso 2. Stocks.

Este modelo está conformado por cuatro Stocks.

- *Población*
- *Productividad del suelo agrícola*
- *Superficie selvática*
- *Superficie agrícola*

Grecia Pérez Mar

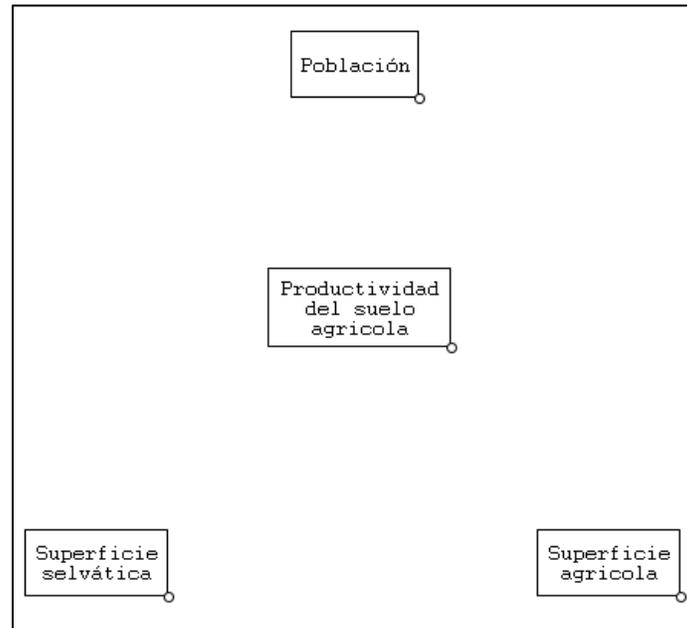


Figura 1. Orden en el que se colocan los Stocks del modelo.

Paso 3. Flujos

- **Incremento neto**

El porcentaje del 0.17% recoge el neto entre nacimientos y defunciones. Así, la población alcanza 2 millones de personas tras 1800 años, partiendo de 100,000.

- **Emigración**

La variación debida a falta de alimentos la obtenemos de la relación entre el Déficit (kg/año) y consumo por persona (kg/(persona*año)), donde las unidades después de dividir son (personas/año). Se corrige por el factor "tasa de migración" (5%) ya que se considera que solo emigra el 5% de los que no tienen comida ese año.

- **Erosión**

Se considera que la erosión es proporcional a la productividad existente del suelo y también de la relación que existe entre la superficie agrícola y la selvática de una forma cuadrática (para no usar una tabla).

Grecia Pérez Mar

- Deforestación

En esencia se deforesta la cantidad de km² necesarios para cubrir el Déficit de alimentos que se necesitan lo que es función tanto del Déficit de alimentos (kg) y de la productividad del suelo agrícola (kg/km²).

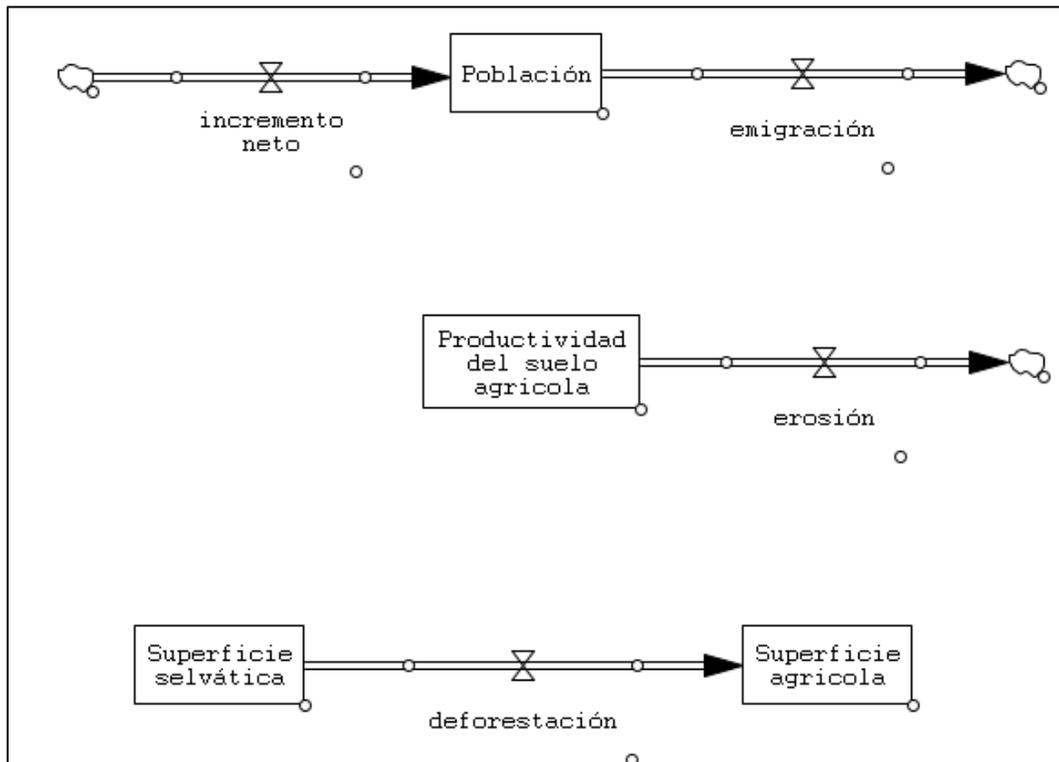


Figura 2. Flujos de entrada y salida que describen cómo cambian las variables clave del modelo

Paso 4. Auxiliares

Colocar los componentes con la opción de “Variables” lo más próximo al flujo con el que se encuentre relacionado. Los componentes de este modelo son: “*tasa incremento*”, “*tasa emigración*”, “*demanda de alimentos*”, “*consumo por persona*”, “*Déficit*”, “*producción de alimentos*”, “*plazo de la deforestación*”, “*plazo de la erosión*”.

Grecia Pérez Mar

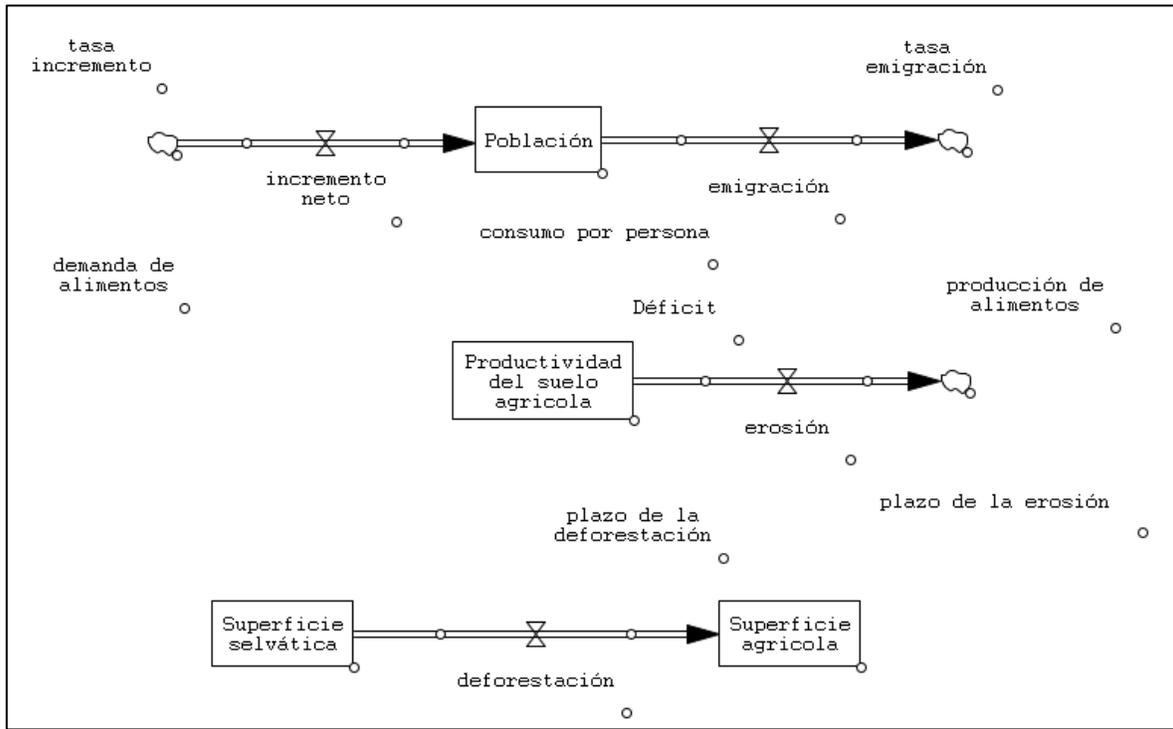


Figura 3. Auxiliares del modelo

Paso 5. Flechas

Con la función de “*Flechas*” establecer las conexiones de los auxiliares.

Grecia Pérez Mar

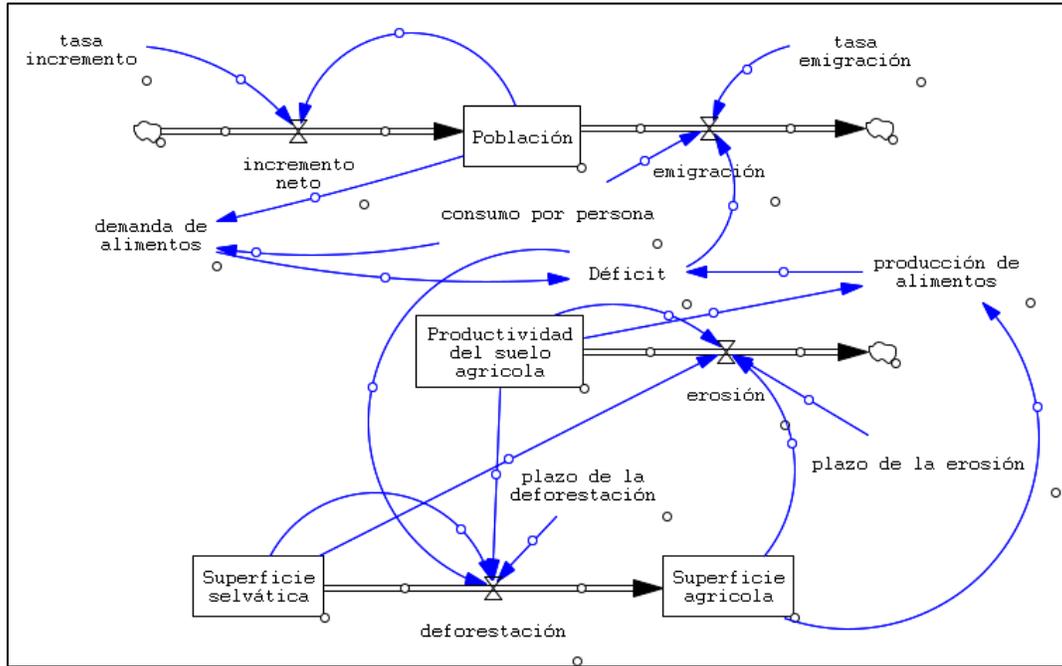


Figura 4. Conexiones establecidas entre las variables auxiliares con los flujos y los Stocks

Paso 6. Ecuaciones.

❖ Stocks

- **Población** = Valor inicial:100000
 - Unidades: personas
- **Productividad del suelo agrícola** = Valor inicial: 5000000
 - Unidades: kg/(km²*año)
- **Superficie selvática** = 5000
 - Unidades: km²
- Superficie agrícola = 8
 - Unidades: km²

❖ Flujos

- **incremento neto** = Población*tasa incremento
 - Unidades: persona/año
- **emigración** = (Déficit/consumo por persona) *tasa emigración



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

Grecia Pérez Mar

- Unidades: persona/año
- **erosión** = $\text{Productividad del suelo agrícola} * \text{MIN} (1, (\text{Superficie agrícola} / \text{Superficie selvática})^2) / \text{plazo de la erosión}$
 - Unidades: $\text{kg}/(\text{km}^2 * \text{año}) / \text{año}$
- **deforestación** = $\text{MIN} (\text{Déficit} / \text{MAX}(\text{Productividad del suelo agrícola}, 1), \text{Superficie selvática} * 0.04) / \text{plazo de la deforestación}$
 - Unidades: $\text{km}^2 / \text{año}$

La función MAX se utiliza para que no aparezca un error al dividir por 0. La función MIN se utiliza para que como máximo se deforeste la superficie de selva que existe y dadas las limitaciones físicas que esta sea un 4% del total de selva.

❖ Auxiliares

- **tasa incremento** = 0.0017
 - Unidades: 1/año
- **tasa emigración** = 0.05
 - Unidades: 1/año
- **demanda de alimentos** = $\text{consumo por persona} * \text{Población}$
 - Unidades: $\text{kg}/\text{año}$
- **consumo por persona** = 400
 - Unidades: $\text{kg}/(\text{persona} * \text{año})$
- **Déficit** = $\text{demanda de alimentos} - \text{producción de alimentos}$
 - Unidades: $\text{kg}/\text{año}$
- **producción de alimentos** = $\text{Productividad del suelo agrícola} * \text{Superficie agrícola}$
 - Unidades: $\text{kg}/\text{año}$
- **plazo de la deforestación** = 1
 - Unidades: año
- **plazo de la erosión** = 1

Grecia Pérez Mar

- Unidades: año

Paso 7. Simulación.

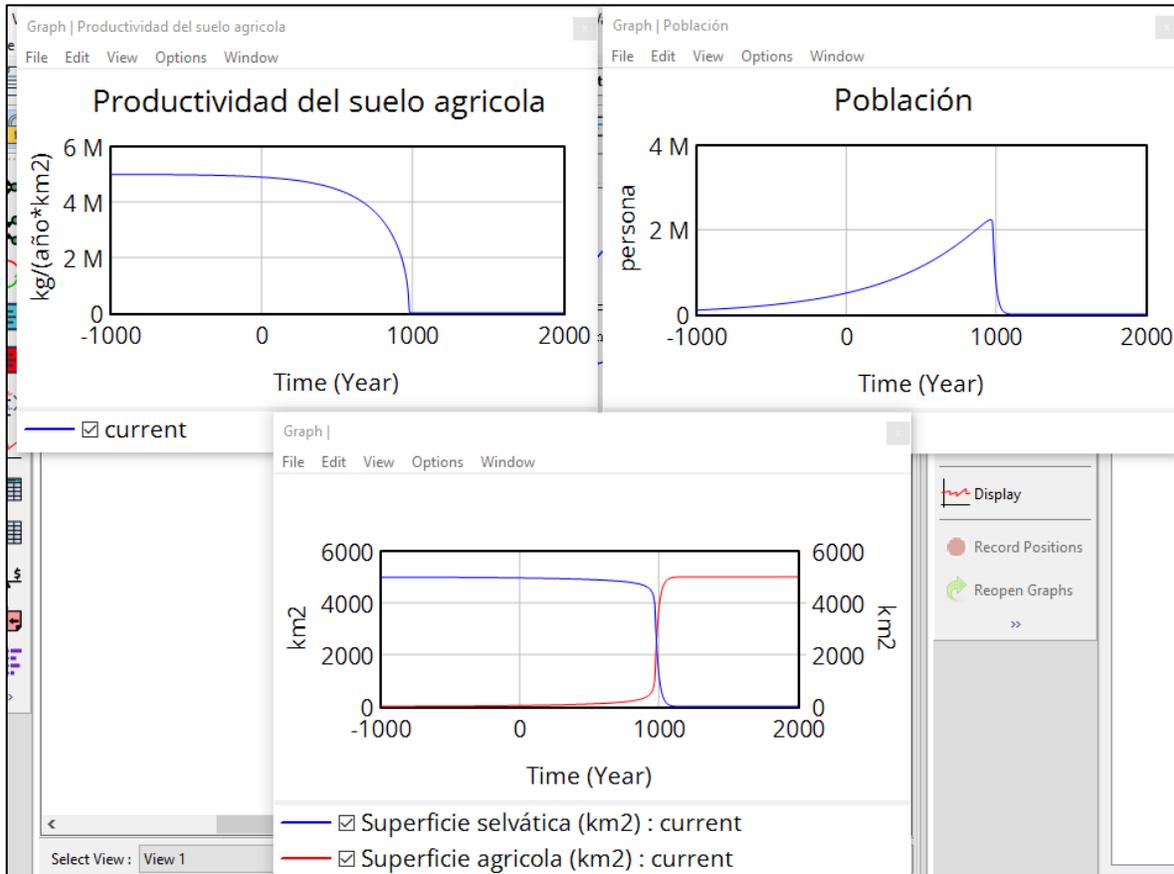


Figura 5. Gráficas de “Productividad del suelo agrícola”, “Población”, “Superficie selvática” y “Superficie agrícola”.

Productividad del suelo agrícola:

La gráfica muestra cómo la productividad del suelo agrícola disminuye drásticamente alrededor del año 1000. Esta caída podría estar asociada con una sobreexplotación de los recursos naturales, cambios climáticos adversos, o alguna otra perturbación significativa que afectó la capacidad del suelo para producir cultivos.



Grecia Pérez Mar

Superficie selvática y agrícola:

La gráfica de la superficie selvática (línea azul) y la superficie agrícola (línea roja) muestra una transición abrupta alrededor del año 1000. La superficie selvática disminuye rápidamente, mientras que la superficie agrícola aumenta de forma igualmente abrupta, lo que sugiere una conversión masiva de tierras selváticas en tierras agrícolas. Este cambio podría estar relacionado con la expansión de la población y la necesidad de más tierras para cultivo, lo cual coincide con el aumento de la población en la siguiente gráfica.

Población:

La gráfica de la población muestra un crecimiento exponencial hasta aproximadamente el año 1000, seguido de un declive rápido. El pico de la población y su posterior declive podrían estar relacionados con la degradación del suelo agrícola, la deforestación, y la disminución de recursos disponibles para sostener a la población. Después del año 1000, la población parece reducirse significativamente, posiblemente debido a una crisis alimentaria o ambiental resultante de la sobreexplotación de los recursos.

Grecia Pérez Mar

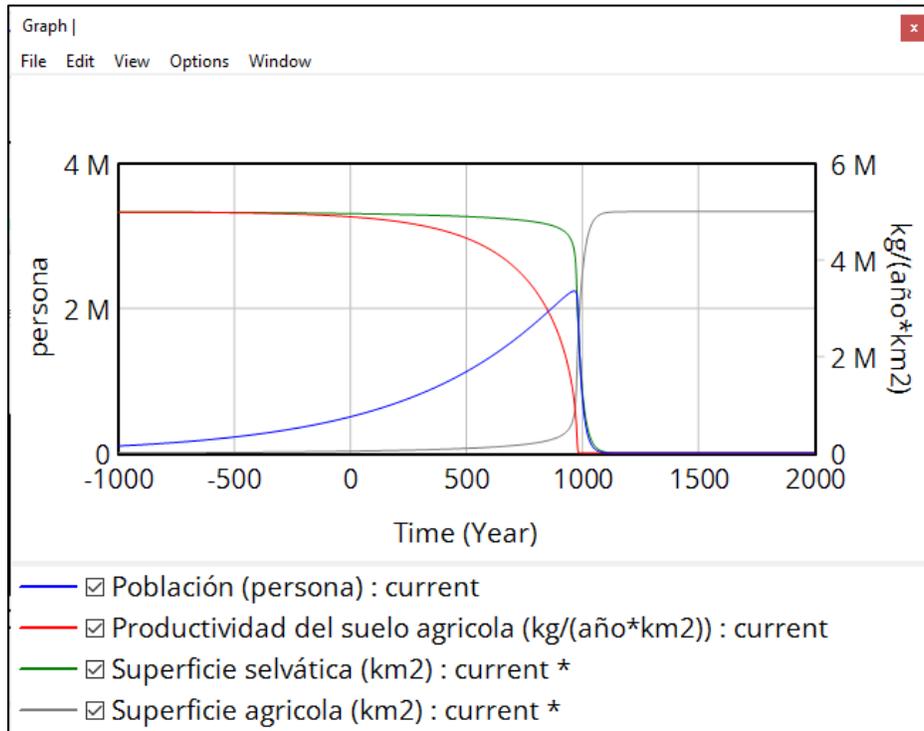


Figura 6. Gráfica comparativa de los cuatro Stocks

La gráfica demuestra un ciclo de retroalimentación negativa donde el crecimiento de la población lleva a una expansión agrícola insostenible, lo cual degrada el suelo y resulta en una crisis de recursos que eventualmente reduce la población. Esto destaca la importancia de un manejo sostenible de los recursos naturales para evitar colapsos ambientales y demográficos.

- **¿Cómo cambia la población si aumentamos la tasa de emigración a 0.1?**
- **¿Qué efecto tiene la emigración en la demanda de alimentos y en el déficit?**
- **¿Qué sucede con la superficie agrícola y selvática si el plazo de la deforestación se incrementa a 2 años?**



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

Grecia Pérez Mar

- ¿Cómo cambia la productividad del suelo agrícola si se reduce el plazo de la erosión a 0.5 años?
- Si el consumo por persona aumenta a 500 kg/persona/año, ¿qué impacto tiene en el déficit y en la producción de alimentos?

Referencias:

- Martin, J. (2024) *System Dynamics Modelling with Vensim*.
- S.a. (2018) Agricultura Intensiva: Definición, Características, ejemplos y más. Hablemos de cultura.com. <https://hablemosdeculturas.com/agricultura-intensiva/>
- Schmeck, H. (1979) "Study Depicts Mayan Decline". *New York Times*. Section C, Page 1