

Descripción del Modelo

Modelo de simulación para el sector agroindustrial bajo el enfoque de la Dinámica de Sistemas

Versión 1.0

Fecha: 29 de Junio de 2014

El modelo de simulación cuenta con tres estructuras para representar los procesos de cultivo, transformación y consumo, utilizando la metodología de Dinámica de Sistemas [1] [2]. El objetivo del modelo, es construir estructuras genéricas que permitan obtener un acercamiento del sector agroindustrial, estimando una aproximación de las hectáreas que podrían ser cultivadas para cubrir la demanda de la población, entendiendo los límites del sistemas, como las hectáreas disponibles para el desarrollo agrícola y la capacidad instalada de las empresas transformadoras.

A continuación se presenta las estructuras genéricas diseñadas para modelar la actividad agrícola, de transformación y el consumo.

1. Estructura del Cultivo

En la Figura 1, se presenta el diagrama de Forrester [1] para representar de forma genérica el proceso de cultivo de cualquier rubro de consumo humano. En primer lugar, se tiene el nivel *Superficie Sembrada* (Hectáreas), compuesto por un flujo de salida y uno de entrada. El flujo *sup siembra* (hectáreas/mes), está determinado por la superficie disponible para la siembra y por el precio al productor; si este se incrementa, el productor tendrá un mayor incentivo de cultivar el rubro en estudio.

$$supsiembra = MIN (superficie disponible , superficie disponible * efecto precio) \quad (1)$$

Sujeta a

$$superficieDisponible = |superficieMax - SuperficieSembrada| \quad (2)$$

$$\text{efectoPrecio} = (\text{PRECIO AL PRODUCTOR} / \text{PRECIO DE REFERENCIA})^{\text{ALFA}} \quad (3)$$

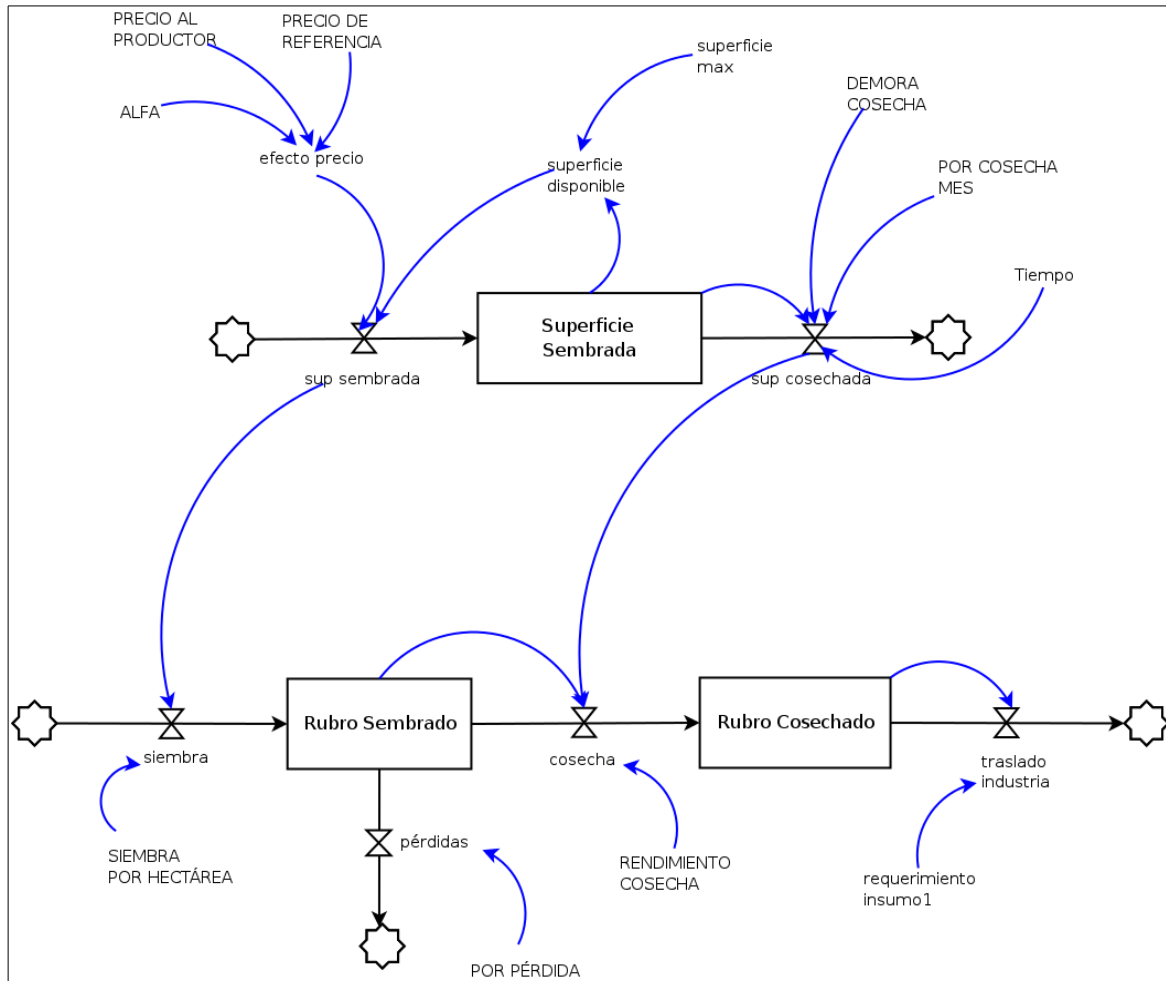


Figura 1. Estructura del Cultivo

Por su parte, el flujo de salida *sup cosechada* (hectáreas/mes), está determinado por el porcentaje cosechado mensualmente, la demora de la cosecha y la *Superficie Sembrada*.

$$\text{supCosechada} = \text{POR COSECHA MES}(\text{Tiempo}) * \text{Superficie Sembrada} / \text{DEMORA COSECHA} \quad (4)$$

$$\text{Superficie Sembrada} = \int (\text{supSiembra} - \text{supCosechada}), \text{Superficie Sembrada Inicial} \quad (5)$$

Se modela también las toneladas sembradas y cosechada, éstas últimas son el insumo principal para la industria que procesa el rubro para convertirlo en un producto dirigido a satisfacer las necesidades alimentarias de las personas. Para ello se describen dos niveles:

$$Rubro Sembrado = \int (siembra - pérdida - cosecha), Rubro Sembrado Inicial \quad (6)$$

$$Rubro Cosechado = \int (cosecha - traslado industria), Rubro Cosechado Inicial \quad (7)$$

En el Nivel *Rubro Sembrado* (Ton), sólo entra el flujo *siembra* (Ton/Mes), el cual describe las toneladas de un rubro que son sembradas. También cuenta con dos flujos de salida: *pérdidas* (Ton/Mes), que representan las toneladas de rubros que no llegan a termino por enfermedades, plagas, causas climáticas, entre otros.; y el flujo *cosecha* (Ton/Mes) determinada por el rendimiento promedio de las tierras, este último flujo entra en el Nivel *Rubro Cosechado* (Ton), quien cuenta con un sólo flujo de salida *traslado industria* (Ton/Mes).

$$traslado industria = MIN(Rubro Cosechado, requerimientos industria) \quad (8)$$

2. Estructura de Transformación

Para describir una estructura genérica que modele el proceso de transformación de un producto agrícola, fue necesario limitarlo a dos procesos (debería representar los dos proceso más importante de cada industria o dividir todos los procesos en dos grupos). Bajo este contexto se crearon dos niveles *Proceso1* y *Proceso2* (Ton/Mes). En el primer proceso se generan dos bienes intermedios uno que va dirigido a otra industria y el segundo que es dirigido al siguiente proceso productivo (o conjunto de procesos) fabricando el bien final.

$$Proceso1 = \int (nacional insumo1 + importación insumo1 - producción bien intermedio - producción bien final), 0 \quad (9)$$

$$Proceso2 = \int (producción bien final - exportación - traslado mercado), 0 \quad (10)$$

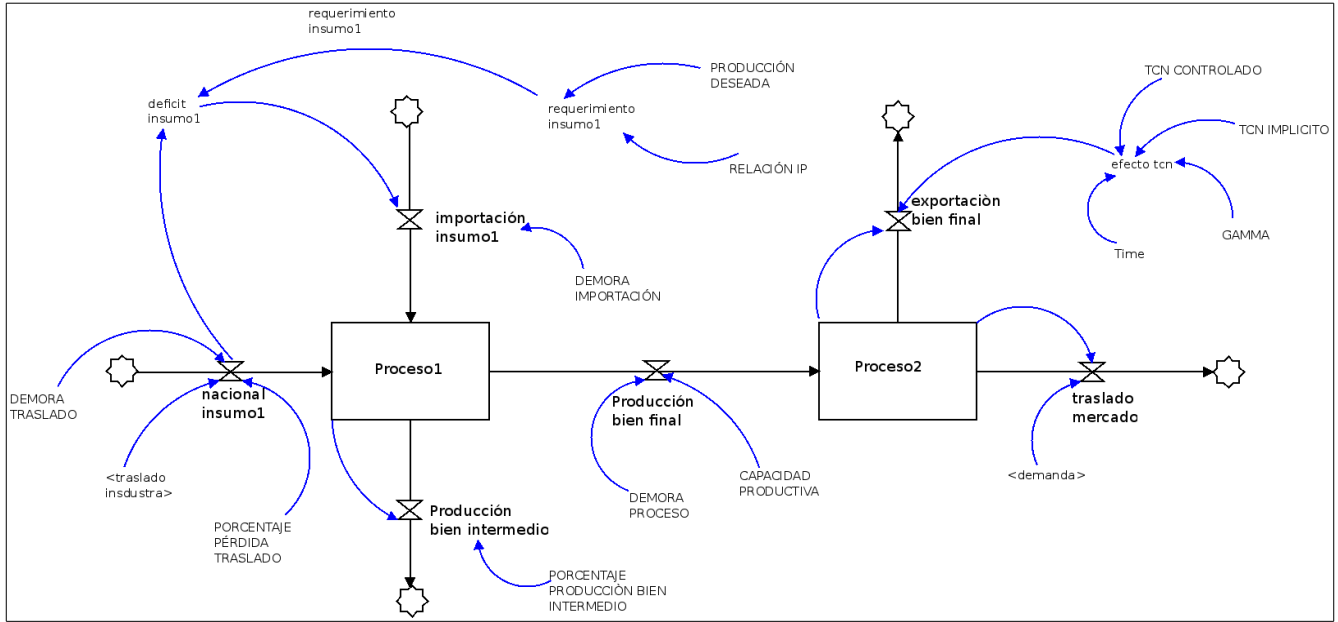


Figura 2. Estructura de Transformación

El flujo de entrada del *Proceso1*, está determinado por el flujo *traslado de la industria*, que es un flujo de salida en la estructura de cultivo y el *porcentaje de pérdida* que se genera durante el traslado de la cosecha.

$$nacionalinsumo1 = \left(\frac{traslado\ indsutria}{DEMORATRASLADO} \right) - \left(\left(\frac{traslado\ indsutria}{DEMORATRASLADO} \right) * PORCENTAJEPERDIDATRASLADO \right) \quad (11)$$

Existirá el flujo de entrada *importación insumo1* (Ton/Mes), sólo si se registra un déficit, es decir si la cantidad del rubro producido en el campo es inferior a los requerimientos del *Proceso1*.

$$deficit\ insumo = requerimiento\ inusmo1 - nacional\ insumo1 \quad (12)$$

$$importación\ insumo1 = IF(deficit\ insumo > 0) THEN \frac{deficit\ insumo1}{DEMORA\ IMPORTACIÓN} ELSE (0) \quad (13)$$

Este proceso genera dos productos uno llamado bien intermedio (como por ejemplo alimento para

animales, residuos para otra industria, entre otros) otro bien requerido para la producción del bien final, que es objeto de estudio y que está destinado al consumidor final

$$producciónbien\ intermedio = Proceso1 * PORCENTAJE\ PRODUCCIÓN\ BIEN\ INTERMEDIO \quad (14)$$

$$producciónbien\ final = MIN \left(\frac{Proceso1}{DEMORA\ PROCESO}, \frac{CAPACIDAD\ PRODUCTIVA}{DEMORA\ PROCESO} \right) \quad (15)$$

El segundo nivel de esta estructura, representa el proceso más importante de la industria o el conjunto de procesos finales que genera el bien dirigido al consumidor final nacional y extranjero (ecuación 10).

$$exportación\ bien\ final = Proceso2 * efecto\ tcn \quad (16)$$

$$efecto\ tcn = (TCN\ IMPLICITO - TCN\ CONTROLADO)^{(-GAMMA)} \quad (17)$$

Por su parte, el flujo *traslado mercado* es el mínimo entre lo generado en el Proceso2 y lo demandado por los consumidores.

$$traslado\ mercado = MIN(demanda, Proceso2) \quad (18)$$

3. Estructura del Consumo

En la Figura 3, se describe el diagrama de Forrester de lo relacionado al consumo del bien objeto de estudio y la disponibilidad del mercado. En primer lugar, se estima de demanda del producto determinada por la población y el consumo per cápita. Siendo necesario entonces, modelar el comportamiento de la población venezolana (Figura 4).

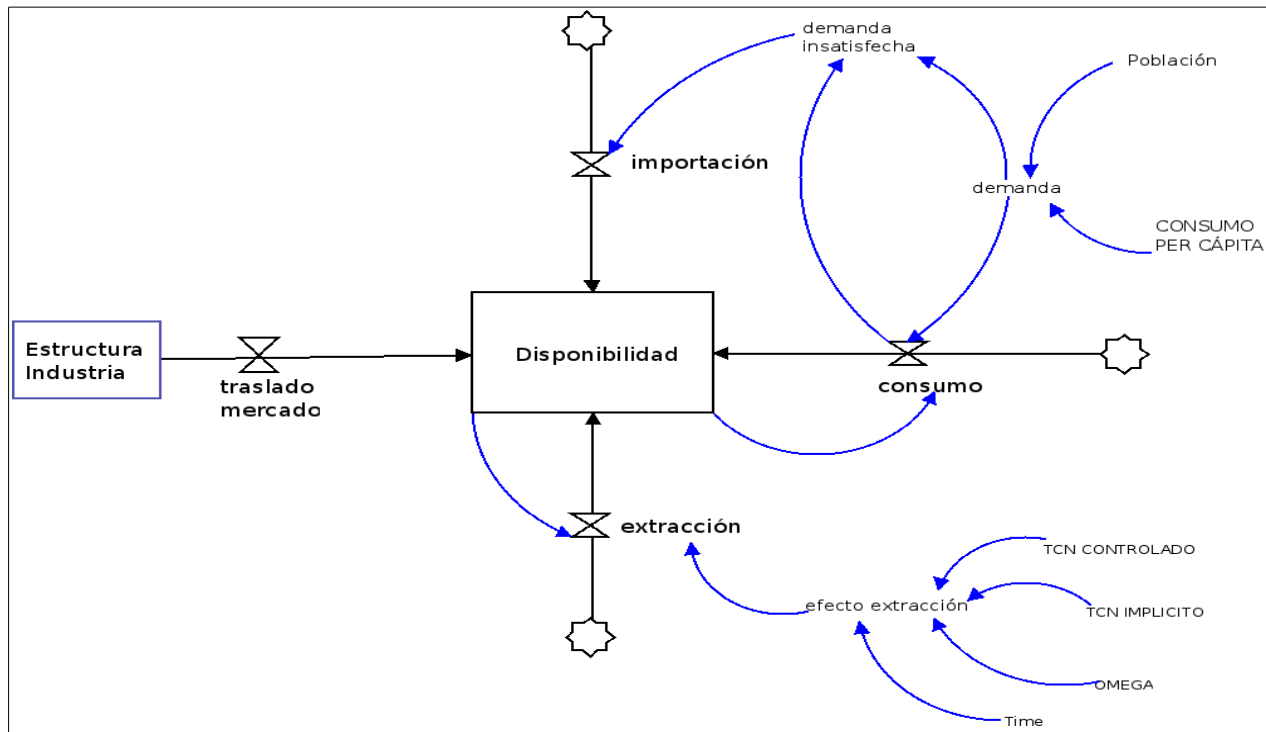


Figura 3. Diagrama de Consumo

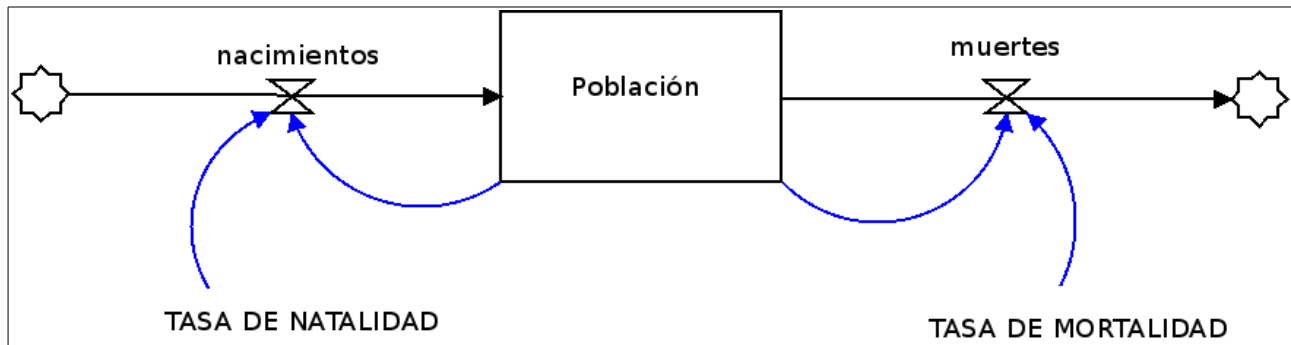


Figura 4. Modelo de Población

Para modelar el consumo del producto generado por la agroindustria se utilizó un nivel para describir la disponibilidad en el mercado de dicho bien.

$$Disponibilidad = \int (traslado\ mercado + importación - extracción - consumo), 0 \quad (19)$$

Se asume en el modelo que existe dos flujos de entrada uno proveniente de la producción nacional y el

otro los bienes importados.

$$\text{importación} = \text{demanda insatisfecha} \quad (20)$$

$$\text{demanda insatisfecha} = \text{IF}(\text{consumo} > \text{demanda}) \text{ THEN } (0) \text{ ELSE } (\text{demanda} - \text{consumo}) \quad (21)$$

La demanda final del bien en estudio, está determinada por el consumo per cápita y la población del país.

$$\text{demanda} = \text{CONSUMO PERCAPITA} * \text{Población} \quad (22)$$

Además de dos flujos de salida, *extracción* (Ton/Mes) y *consumo* (Ton/Mes), para estimar el primero de ellos se calcula en primer lugar el *efecto extracción*, el cual está determinado por el tipo de cambio implícito y establecido por el Estrado.

$$\text{extracción} = \text{Disponibilidad} * \text{efecto extracción} \quad (23)$$

$$\text{efecto extracción} = \text{IF}(\text{TCN IMPLICITO} > \text{TCN CONTROLADO}) \text{ THEN } (\text{TCN IMPLICITO} - \text{TCN CONTROLADO})^{\text{OMEGA}} \text{ ELSE } (0) \quad (24)$$

Por último, el consumo está condicionado a la *Disponibilidad* (Ton). Si la demanda es menor a las toneladas de alimentos disponibles en el mercado, el flujo será la cantidad demandada. En caso contrario, el consumo nacional será todo lo disponible en el mercado, generandose una demanda insatisfecha.

$$\text{consumo} = \text{IF}(\text{demanda} > \text{Disponibilidad}) \text{ THEN } (\text{Disponibilidad}) \text{ ELSE } (\text{demanda}) \quad (25)$$

Consideraciones Finales

El modelo presentado en este documento permite modelar un rubro (maíz, café, cacao, avena, granos, entre otros) y el alimento que genera la industria y que utiliza como insumo base el rubro en estudio. Por ejemplo, se puede evaluar escenarios en lo que respecta al cultivo de cacao, maíz y producción y consumo de chocolate, harina de maíz.

Es importante considerar, que un modelo representa una parte del sistema real. Para este caso en particular, no se toman en cuenta los costos, la disponibilidad de los insumos que se necesitan en el campo y en la industria.

Referencias Bibliográficas

- [1] Forrester, J. (1972): *Dinámica Industrial* (M. Pereiro, Trad.). Buenos Aires: Editorial El Ateneo.
- [2] Sterman, J. (2000): *Business Dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world*. Boston: McGraw-Hill.