

Práctica Final

Teoría de Sistemas

Pablo González Troyano

Grado en Ciencia, Gestión en Ingeniería de Servicios

Diciembre de 2022

Índice

Introducción	3
Resumen	3
Abstract	3
Objetivos	3
Formulación del problema	4
Diagrama sinérgico	6
Diagrama de Forrester	7
Simulación en Vensim	8
Simple	9
Diagrama	9
Gráficos resultantes	9
Teniendo en cuenta meses de producción	10
Diagrama	10
Gráficos resultantes	11
Análisis de los resultados obtenidos	12
Modelo lógico-matemático	13
Licencia del presente trabajo	14

Introducción

Resumen

En el presente trabajo se aplicarán los conocimientos adquiridos hasta el momento (análisis, comprensión y gestión de los sistemas) en la asignatura de Teoría de Sistemas, perteneciente al Grado en Ciencia, Gestión e Ingeniería de Servicios por la Universidad Rey Juan Carlos.

El alumnado debe formular un problema y establecer su resolución en base a las técnicas practicadas durante el curso.

Abstract

This work will apply the knowledge acquired so far (analysis, understanding and management of systems) in the subject of *Teoría de Sistemas*, belonging to the Degree in Science, Management and Engineering of Services (*Ciencia, Gestión e Ingeniería de Servicios*) at Universidad Rey Juan Carlos.

Students are required to formulate a problem and establish its resolution based on the techniques practiced during the course.

Objetivos

Tal y como se recoge en la documentación facilitada por el personal docente de la asignatura, los objetivos del presente trabajo son:

1. Reflexionar sobre el conjunto de técnicas potencialmente interesantes de la Teoría General de Sistemas.
2. Trabajar estas materias con mayor profundidad.
3. Potenciar las capacidades de trabajo desde un punto de vista práctico, la complejidad que conlleva el análisis y modelización de problemas complejos.
4. Trabajar la capacidad de síntesis.

Formulación del problema

Se propone la empresa papelera “SúperPapel”. SúperPapel se dedica a la generación de todo tipo productos derivados del papel. En este ejercicio nos centraremos únicamente en la fabricación de folios y cartón.

SúperPapel dispone de plantaciones de eucaliptos para su propio abastecimiento en la parte norte de nuestro país. En total, dispone de 50.000 hectáreas bajo explotación, la empresa escogió el eucalipto debido a su rápido crecimiento, que ronda, de media, los 15 metros cúbicos por hectárea y año¹.

Un ciclo completo desde la plantación hasta que está disponible para ser recogida materia prima ronda los 10 años. Esto resulta en la disponibilidad de 5.000 hectáreas disponibles para la recogida cada año. Si tenemos el dato del crecimiento en cuenta medio en cuenta, la edad de los árboles y la superficie de plantación, cada temporada la empresa puede recoger, de media, 750.000 m^3 ($15\text{m}^3/\text{año} \times 10 \text{ años de crecimiento} \times 5.000 \text{ hectáreas}$).

Del total recogido y en base a la experiencia de la empresa, se conoce que entre un 0% y un 5% de la materia prima recogida se echa a perder debido a inclemencias del tiempo (si la madera se moja se puede llegar a pudrir), acción animal y otros factores. Esta materia prima se desechará directamente en el lugar de almacenaje y no continuará el proceso en la cadena de producción. Nótese que se puede echar a perder todo el eucalipto almacenado, no únicamente lo producido ese mes/semana.

La recogida se realiza entre los meses de septiembre y abril. En los meses de mayo a agosto se plantan los árboles, empezando por las zonas que más meses llevan sin producir. Se realiza de esta manera para evitar las posibles heladas de la zona norte peninsular que pudieran debilitar o echar a perder los eucaliptos plantados.

¹ Fuente de los datos: <https://ecoinventos.com/eucalipto-los-mitos-de-un-arbol-maldito>

La empresa tiene capacidad almacenar, bien en el almacén de la fábrica o bien en los campos recientemente recogidos, aproximadamente 1.000.000 de m³ aproximadamente, por lo que este no es un problema operativo para la empresa. La empresa se permite el almacenaje de más materia prima de la que puede procesar para permitir el trabajo en la fábrica durante todo el año, y evitar posibles cortes de suministro en caso de que la producción se viera mermada en alguna ocasión.

Una vez la materia prima llega a la fábrica, se utiliza para la producción de papel en sus diferentes presentaciones. Si bien es posible el almacén de la propia fábrica, en caso de fallo de la maquinaria, como norma general, según esta entra a la fábrica se somete al proceso de transformación. Se conoce el dato de que entre el 70% y el 80% de los m³ entrantes resultan en papel.

El sobrante se transforma en cartón para evitar el desperdicio de materia prima, entre un 5% y un 20% del sobrante se transforma en cartón. El resto se desecha como material no útil.

La empresa tiene capacidad para procesar en la primera etapa 16.000 m³ semanales de materia prima.

Diagrama sinérgico

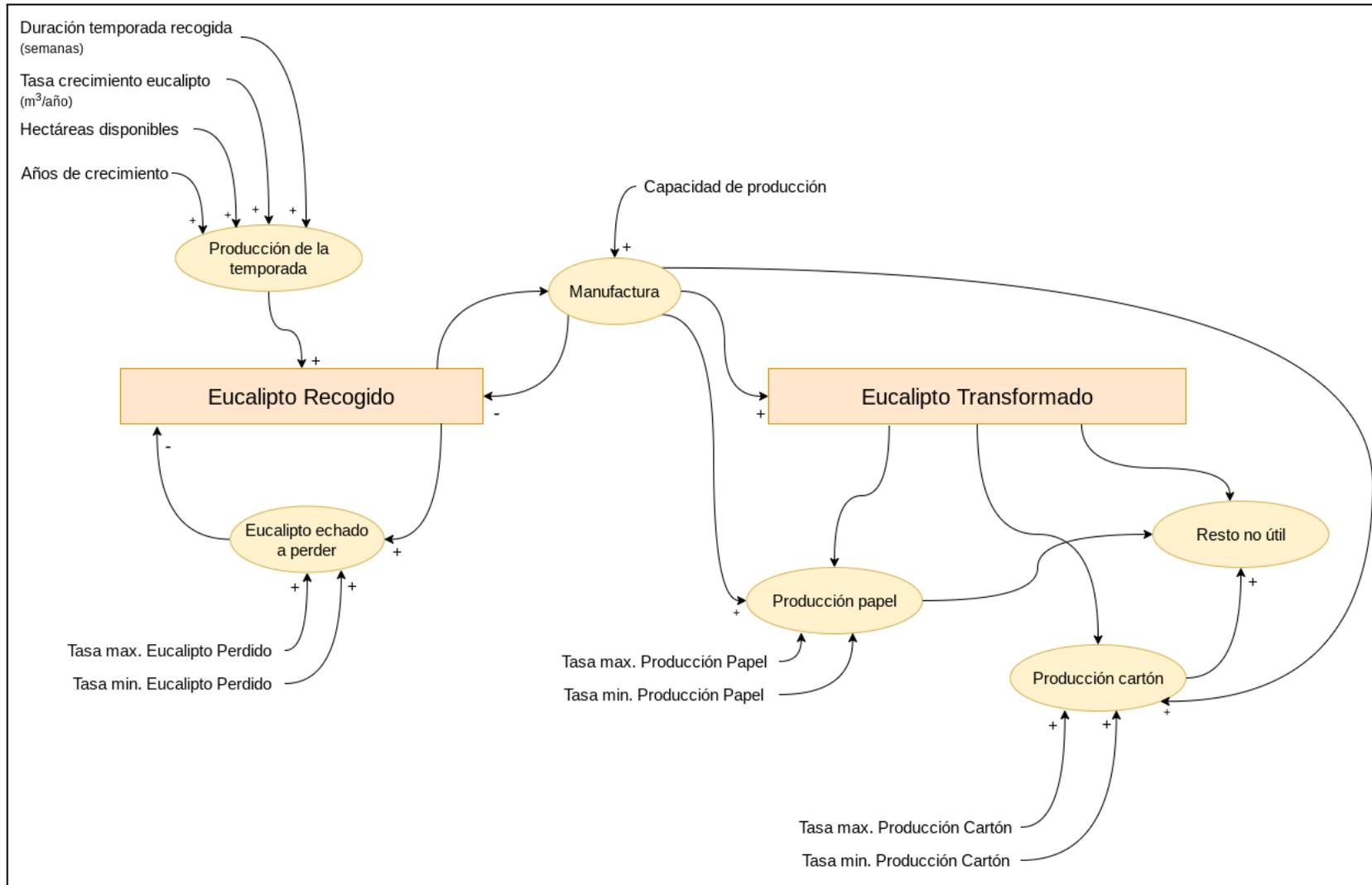
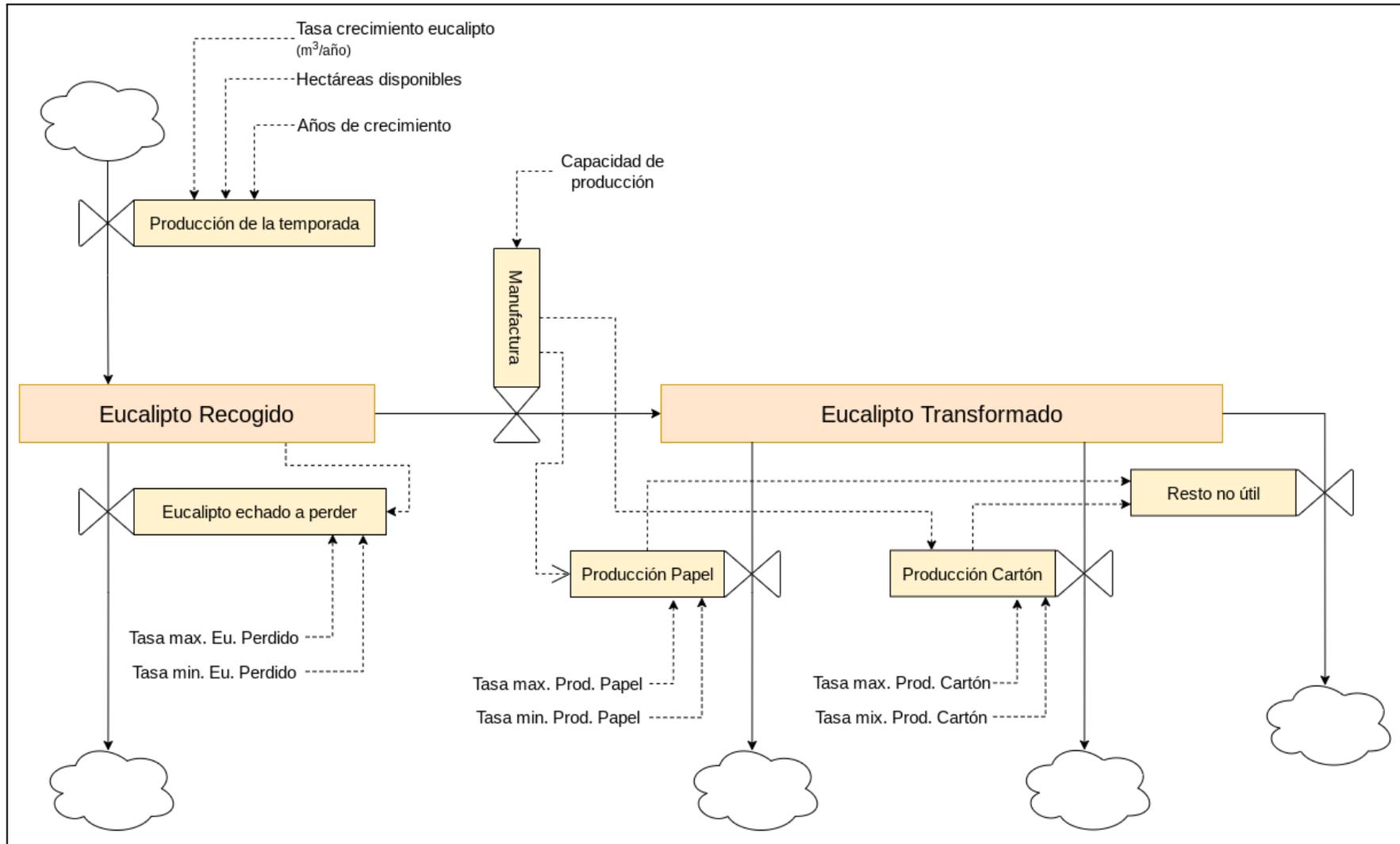


Diagrama de Forrester

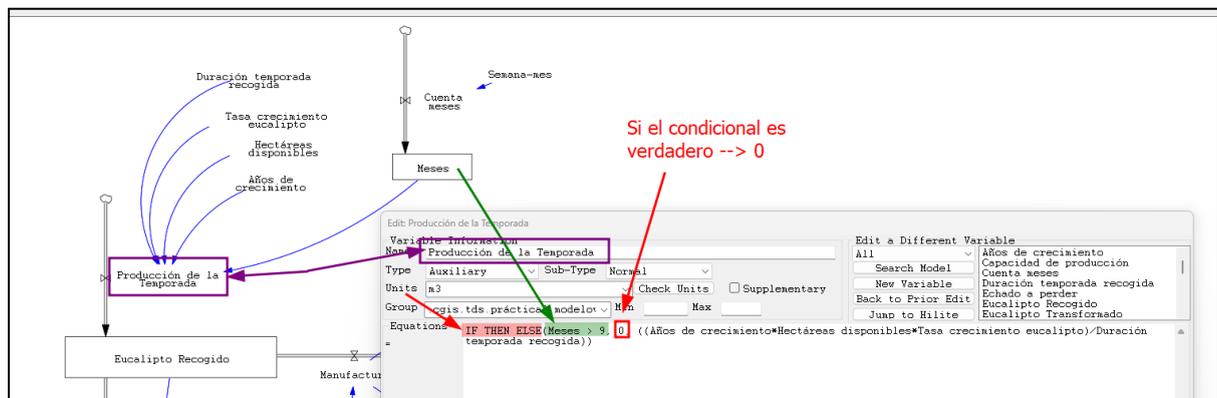


Simulación en Vensim

En esta sección se distinguen dos simulaciones distintas, si bien ambas diagraman el caso que se está tratando. En la primera, denominada *Simple*, se puede comprobar el funcionamiento básico del sistema.

La diferencia respecto a la segunda, denominada *Teniendo en cuenta meses de producción* radica en que en esta los meses a partir del 9 de la simulación (incluido) no se producen más m^3 de madera, tal y como se expone en la [Formulación del problema](#). Si bien Vensim de forma nativa sí tiene esta posibilidad, no está incluida en la versión que en se utiliza (PLE).

Para remediarlo, se ha creado un nivel que almacena los meses que han transcurrido en la simulación. Además, se ha utilizado un condicional (fórmula *IF THEN ELSE*) en el flujo *Producción de la temporada* para que, en caso de que hayamos pasado el mes 8, de como resultado 0.

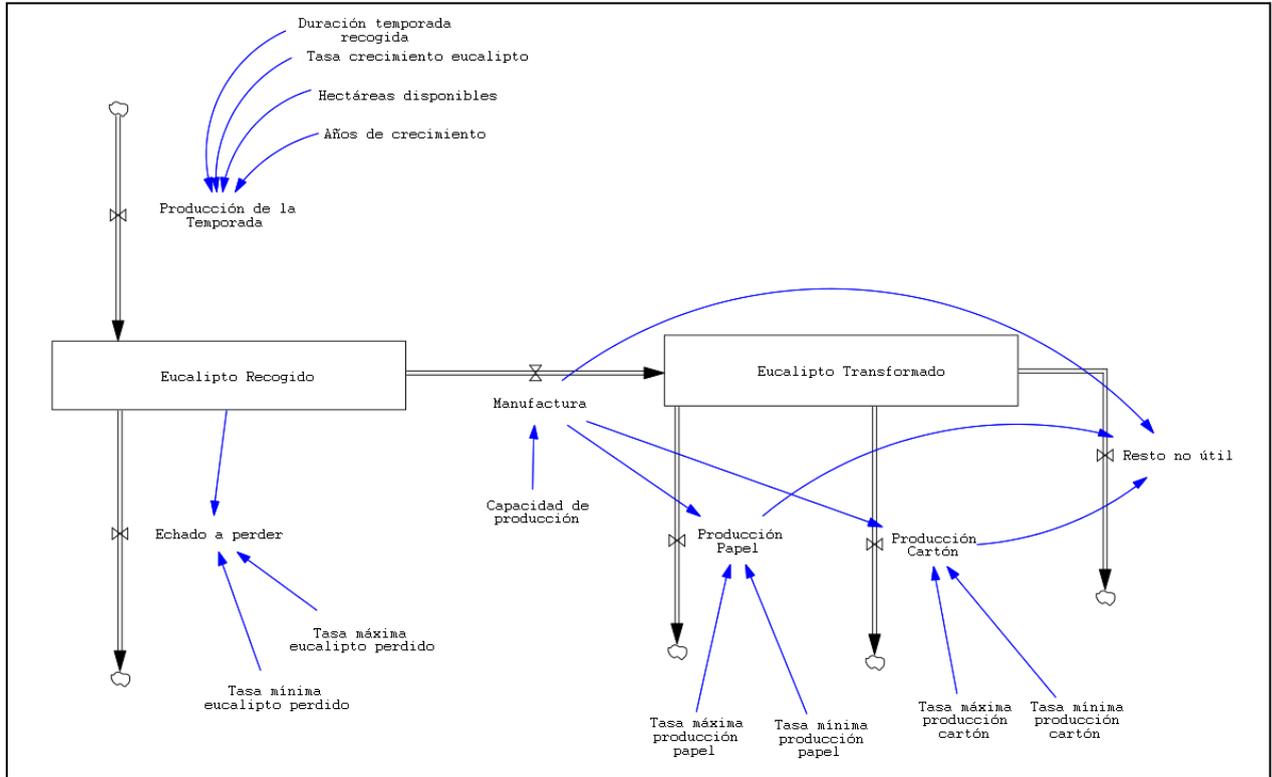


La idea es que el nivel *Eucalipto Recogido* tenga suficiente material para soportar los 4 meses en los que no se recoge más eucalipto. Viendo el resultado de la gráfica queda patente que no, por eso es importante realizar la simulación.

Por otro lado, el nivel *Eucalipto Transformado* no mantiene eucalipto; es un puente desde el nivel de *Eucalipto Recogido* (a través del flujo *Manufactura*) hacia los distintos finales que tiene la materia prima: producir papel, producir cartón o acabar siendo desechado como resto no útil.

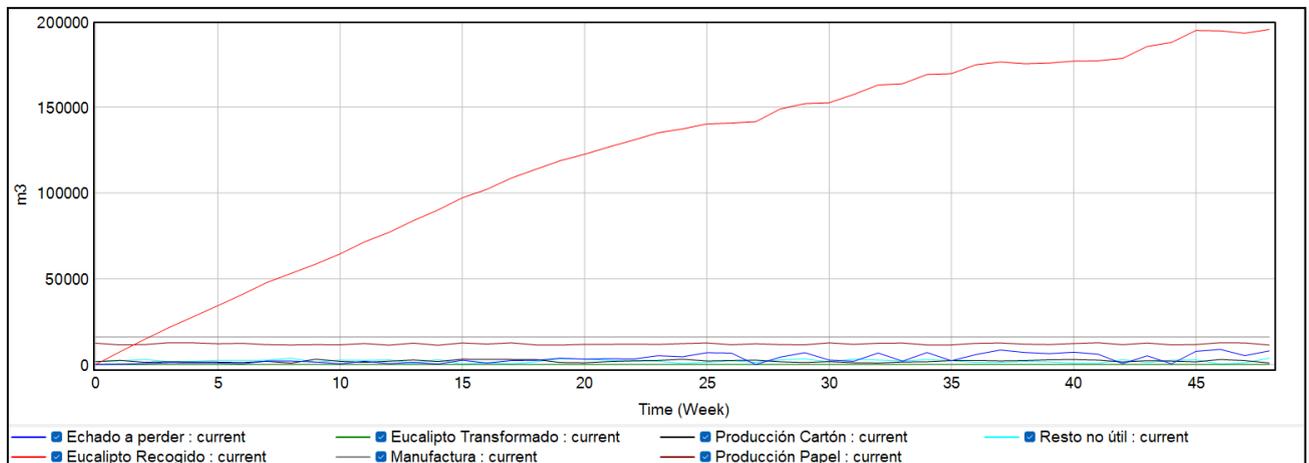
Simple

Diagrama

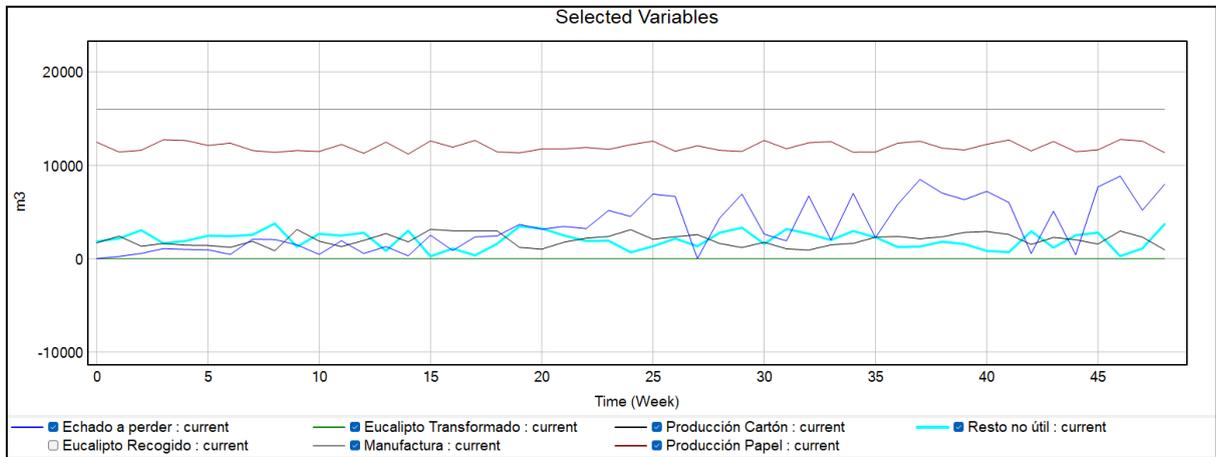


Gráficos resultantes

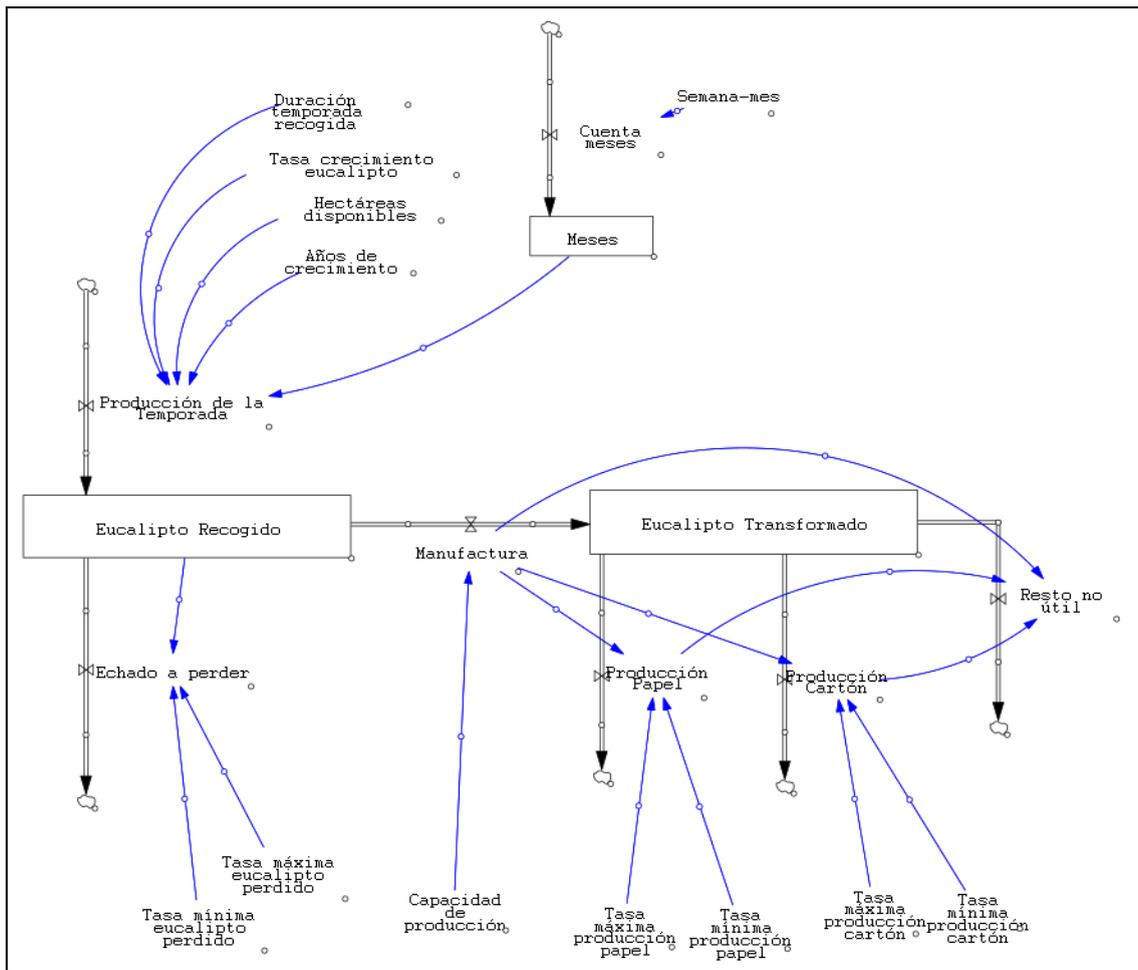
Primeramente se mostrará una vista general de las variables más importantes. Posteriormente, se descartará la variable “Eucalipto recogido” para facilitar la visión del resto.



En la imagen a continuación se muestra la ampliación de las variables:

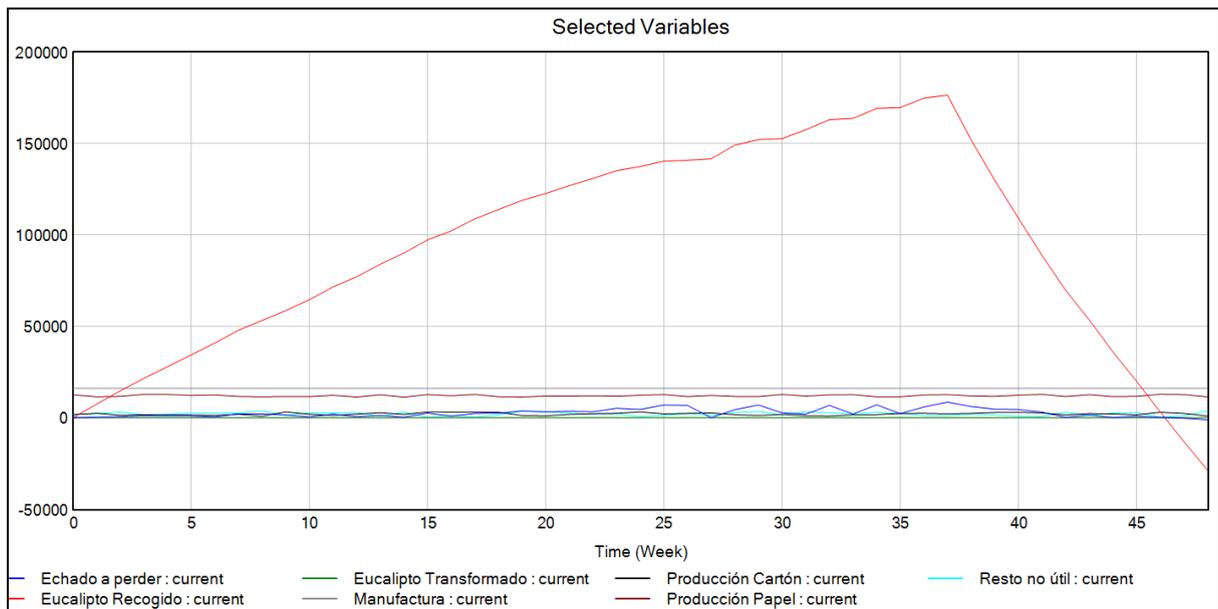


Teniendo en cuenta meses de producción Diagrama

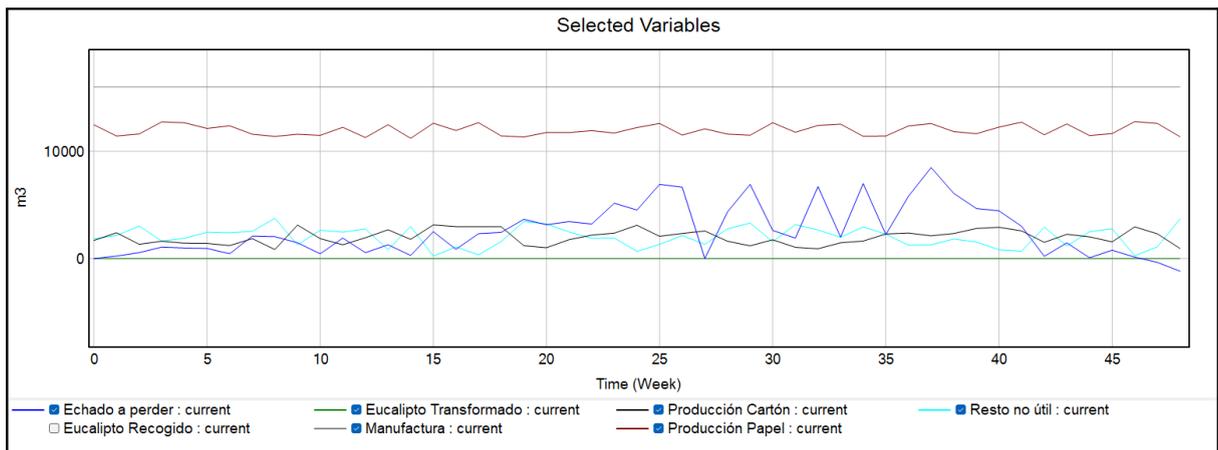


Gráficos resultantes

De igual manera a lo realizado para la simulación en Vensim *Simple*, en la que no se tenía en cuenta la restricción de no recolectar los meses 9-12, se mostrarán dos gráficos: uno con la visión general y otro eliminando la variable *Eucalipto Recogido* para facilitar la visualización.



En la imagen a continuación se muestra la ampliación de las variables:



Análisis de los resultados obtenidos

Gracias a la realización de los modelos usando el programa Vensim, es posible obtener conclusiones más certeras que con la simple exposición del problema.

El mayor ejemplo es el que se da respecto a la cantidad de eucalipto que la empresa almacena para (en principio, según se pensaba) mantener la producción en la fábrica durante los 4 meses que no se recolecta materia prima.

Revisando el [Gráfico Resultante](#) en esta simulación queda patente que no sería suficiente. La empresa debería reducir la producción en algún momento (véase vacaciones de agosto y/o en las vacaciones de Navidad), aumentar la cantidad de eucalipto almacenado o generado en primera instancia.

Esta es precisamente una de las fortalezas y funciones de la teoría de sistemas. En base a los datos del caso de estudio, plantear cuáles serán los posibles *outputs*. Con estos datos, suponiendo que la empresa propuesta en el caso práctico fuera real, podría ajustar su funcionamiento en base a previsiones con base científica. De no hacerlo, tendría personal (coste económico) y maquinaria (coste económico) paralizada.

Como detalle curioso o aprendizaje, cabe destacar que indicar las unidades de medida de las variables en el apartado de fórmulas es extremadamente importante. De no hacerlo correctamente, pintará en el gráfico datos irreales, con los que será más complicado obtener conclusiones.

Modelo lógico-matemático

A continuación se recogen las fórmulas aplicadas en el modelo. Nótese que para los niveles se ha de sumar el valor anterior de la variable al generado en la iteración en curso.

Se entiende que para los **niveles**, el resultado en un *quantum* dado es igual a la operación más el resultado del *quantum* anterior.

Leyenda: Nivel, Variable, Flujo

Nombre	Fórmula
Eucalipto Recogido	Producción de la Temporada-Manufactura-Echado a perder
Producción de la Temporada	$(\text{Años de crecimiento} * \text{Hectáreas disponibles} * \text{Tasa crecimiento eucalipto}) / \text{Duración temporada recogida}$
Años de crecimiento	10
Hectáreas disponibles	5000
Tasa crecimiento eucalipto	15
Duración temporada recogida	32
Echado a perder	$\text{Eucalipto Recogido} * (\text{ALEATORIO ENTRE}(\text{Tasa mínima eucalipto perdido}, \text{Tasa máxima eucalipto perdido}))$
Tasa máxima eucalipto perdido	0.05
Tasa mínima eucalipto perdido	0
Manufactura	Capacidad de producción
Capacidad de producción	16000
Eucalipto Transformado	Manufactura-Producción Cartón-Producción Papel-Resto no útil
Producción Papel	$\text{Manufactura} * \text{ALEATORIO ENTRE}(\text{Tasa mínima producción papel}, \text{Tasa máxima producción papel})$

Nombre	Fórmula
Producción Cartón	Manufactura*ALEATORIO ENTRE(Tasa mínima producción cartón,Tasa máxima producción cartón)
Resto no útil	Manufactura-Producción Papel-Producción Cartón
Tasa máxima producción papel	0.8
Tasa mínima producción papel	0.7
Tasa máxima producción cartón	0.2
Tasa mínima producción cartón	0.05

Leyenda: Nivel, Variable, Flujo

Licencia del presente trabajo

Esta obra se publica bajo la licencia Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY-4.0)

Autoría y año de publicación: Pablo González Troyano, 2022

