

Explotación Forestal del Pino - Pine Forestry Exploitation

- Ing. Edgard Hernán Maimbil – Docente investigador UADE (Universidad Argentina de la Empresa) – Tutor Tesis de Grado – Ingeniería Informática. tinymaimbil@gmail.com
- Ing. Nahuel Hernán Romera – Docente investigador UADE (Universidad Argentina de la Empresa) – Co Tutor Tesis de Grado – Ingeniería Informática. nahuel.romera@gmail.com
- Pablo Virginillo – *Alumno de Ingeniería Industrial – Facultad de Ingeniería – UADE -* pvirginillo@uade.edu.ar
- Alvaro Bulacios– *Alumno de Ingeniería Industrial – Facultad de Ingeniería – UADE -* abulcios@uade.edu.ar

RESUMEN

La Argentina es un país con mucho potencial forestal. Su gran desarrollo latitudinal permite la proliferación de distintas especies. Las precipitaciones, el clima y los distintos tipos de suelos permiten lograr materias primas de muy buena calidad. La Argentina tiene alrededor de 20 millones de hectáreas aptas para la actividad forestal, esta actividad económica cobra importancia en Misiones. En un segundo plano quedan las provincias de Córdoba, Mendoza, Buenos Aires y el noroeste del país. En todos estos lugares las materias primas están listas para ser extraídas. No necesitan ningún tratamiento que encarecerían el precio de esta actividad. En la Constitución Nacional no hay restricciones para el desarrollo de la misma ya que es considerada beneficiosa para el ambiente.

La actividad forestal no solo se traduce en la obtención de madera, sino también en la promoción del cultivo de especies de crecimiento rápido tanto sea para la obtención de leña, como de la celulosa, materia prima del papel. Así se destacan los monocultivos de eucaliptos (*Eucalyptus* spp.) oriundos de Australia y pinos nativos de Norteamérica como el eliotti (*Pinus eliottii*) y el taeda (*Pinus taeda*) los que son preferidos por su rápido crecimiento, sin olvidarnos de las plantaciones de sauces (*Salix* spp.) tan comunes en los ámbitos inundables del delta del Paraná. Así las forestaciones exóticas van reemplazando bosques o selvas autóctonas y cubren cada año una mayor superficie sostenida por créditos fiscales, otorgados por una razón mucho más económica que técnica o ecológica.

Este trabajo consiste en la construcción de un sistema modelado, mediante el cual simulando las actividades técnicas obtenemos resultados económico-financieros dentro de un sistema de explotación forestal. El objetivo del mismo se centra en resolver la problemática que encuentran inversores o actuales actores dentro del sistema, al momento de encontrar el balance técnico-económico que les dará la mayor rentabilidad al negocio.

Junto con el modelo se elaborará una planilla de Flujo de Fondos, en la cual se detallará la corriente de costos de cada

una de las actividades desarrolladas en el sistema. El flujo positivo del sistema se determinará de acuerdo al valor de mercado de los productos y subproductos del sistema, a los cuales se les descontarán los costos, gastos e impuestos. Se determinarán los beneficios netos del sistema, los cuales se analizarán aplicando distintos criterios de evaluación económico-financiero, cuyas variables de respuestas serán: en la evaluación (VAN, TIR, relación B/C, período de recuperación de la Inversión o Payback) y los costos de producción del Bosque.

ABSTRACT

Argentina is a country with great forestry potential. His great latitudinal development allows the proliferation of different species. Precipitation, climate, soil types allow different materials to achieve high quality. Argentina has about 20 million hectares suitable for forestry, this economic activity becomes important missions. At a second level are the provinces of Cordoba, Mendoza, Buenos Aires and northwest. In all these places the raw materials are ready to be learned. No need any treatment that would make the price of this activity. In the Constitution there are no restrictions for the development of it as it is considered beneficial to the environment.

Forestry activity not only results in the timber extraction but also in promoting the cultivation of fast-growing species whether for fuelwood or pulp, paper raw material. Thus stand monoculture eucalyptus (*Eucalyptus* spp.) Pine originally from Australia and Native Americans as eliotti (*Pinus eliottii*) and loblolly (*Pinus taeda*) which are preferred for their rapid growth, not least of willow plantations (*Salix* spp.) so common in floodplain areas of the Paraná delta. So exotic afforestation are replacing native forests or forests each year and cover a larger area supported by tax credits, granted for a reason much more economic than technical or ecological.

This work consists of the construction of a modeled system, whereby simulating technical activities we can obtain financial results within this forestry system. Its objective focuses on solving the problems that investors or current

actors within the system encounters, trying to find the technical and economic balance that will give them a higher profitability.

Along with the model, it will be developed a form of Cash Flows, where it will be detailed the cost flow of all the activities. The positive flow of the system is determined according to the market value of the products and subproducts of the system, where costs, expenses, taxes will be deduced. It will determine the net benefits of the system, which will be analyzed using different criteria for economic and financial evaluation, variables whose answers will be: in the evaluation (NPV, IRR, B / C ratio, recovery period or Payback on Investment) and Forest production costs.

1. Introducción a la explotación forestal en Misiones

La Mata Atlántica Interior se extendía aproximadamente 8.250.000 Km². en el nordeste de Argentina, Paraguay, y en sudoeste de Brasil. Conocida en Argentina como la Selva Paranaense (aunque a esta fitogeográficamente se le incluye la zona de campos de zona Sur de la Provincia de Misiones), la Mata Atlántica Interior pertenece a un grupo de selvas tropicales húmedas de América del Sur, reconocida como un área de alto grado de endemismo y diversidad tanto a nivel neotropical como global.

Misiones abriga el 29% de las especies de plantas vasculares de la Argentina, todo esto en solamente 1.1% del área total del país. Originalmente la Mata Atlántica Interior en Misiones cubría un área cercana a los 25.700 Km², un 86% de la Provincia.

Aquí existen condiciones climáticas particulares que determinan el desarrollo de una formación selvática subtropical, cuya principal característica es la de presentarse formando estratos que se definen en base al porte de los árboles que la forman, junto al carácter semi caducifolio de gran parte de las especies arbóreas.

El denominado estrato superior o dosel se halla compuesto de árboles que conforman una capa continua de follaje a una altura de entre 10 y 20 metros. Aquí son muy abundantes las lauráceas del género *Ocotea* y *Nectandra*, las leguminosas como anchico colorado (*Parapiptadenia rigida*), el espina de corona (*Gleditsia amorphoides*), el cedro (*Cedrela fissilis*), el guatambú blanco (*Balfuodendron riedelianum*), los lapachos (*Tabebuia* spp.) y más de 200 especies arbóreas de diferentes familias. Interrumpiendo la continuidad del dosel y en forma aislada, se elevan las copas de los gigantes de la selva, árboles que alcanzan alturas de más de 40 metros, constituyendo el estrato de los emergentes. Entre éstos se encuentra el palo rosa (*Aspidosperma polyneuron*), el timbó o pacará (*Enterolobium contortisiliquum*), el incienso (*Myrcarpus frondosus*), el ybirá pytá (*Peltophorum dubium*), el rabo molle (*Lonchocarpus muehlbergianus*), el alecrín (*Holocalyx balansae*), entre otros.

El estrato intermedio está integrado por árboles más pequeños, de entre 3 y 10 metros de altura como el yuquerí guazú (*Machaerium aculeatum*), el cocú (*Allophylus edulis*), el guazatumba (*Casearia sylvestris*). Se destacan la presencia de dos especies de palmeras, el pindó (*Syagrus romanzoffiana*) y el palmito (*Euterpe edulis*). En este estrato llaman la atención los helechos arborescentes, típicos de regiones tropicales, luego el sotobosque o estrato arbustivo, que en algunos sitios parece dominado por un elemento importantísimo de esta selva: las especies de cañas o bambúseas de los géneros *Guadua*, *Chusquea* y *Merostachys*, de hasta 30 metros de altura que forman densos cañaverales. La localización de algunas de éstas está condicionada por características de anegabilidad de los suelos. En este estrato encontramos arbustos del género *Miconia*, *Piper*, *Calliandra* acompañados de renovales de árboles de mayor porte como son los géneros *Eugenia*, *Sorocea*, *Rollinia*, entre otros.

El estrato herbáceo cubre el piso con gran diversidad de helechos y especies umbrófilas, lianas y epifitas, con un destacable número de orquídeas y bromeliáceas.

Bordeando los numerosos ríos y arroyos presentes en este ambiente, las selvas marginales incluyen muchas especies arbóreas que se encuentran en el resto de la selva, como son el anchico colorado (*Parapiptadenia rigida*), el timbó pacará (*Enterolobium contortisiliquum*), el lapacho negro (*Tabebuia impetiginosa*), el ibirá pitá (*Peltophorum dubium*), pero existen otras que son exclusivas o de mayor importancia en estos ambientes como el seibo (*Erythrina cristagalli*), el ingá (*Inga uruguensis*), los curupíes (*Sapium* sp.), el laurel del río (*Nectandra falcifolia*), entre otros.

Otro de los ambientes que se pueden detectar en la selva paranaense son las denominadas capueras. En estos lugares la selva ha sido intervenida mediante desmonte o incendios, y se desarrolla una vegetación herbácea y arbustiva donde especies como *Digitaria insularis*, *Vernonia tweediana*, *Cynodon dactylon*, *Croton hirtus*, etc. cubren rápidamente el suelo. Esta vegetación más tarde es reemplazada por especies heliófilas como el fumo bravo (*Solanum granuloso-leprosum*), palo pólvora (*Trema micrantha*), pitanga (*Eugenia uniflora*), entre otras. Por último, a la sombra de éstas germinan árboles umbrófilos que finalmente regenerarán la selva.

2. Modelo Conceptual

Dentro de todas las especies mencionadas anteriormente, las especies de pino tienen como particularidad su rápido crecimiento independiente de la superficie en donde se encuentre. El modelo se ve alimentado por distintos tipos de variables que resultan de especial interés para el estudio del comportamiento del mismo. Podremos observar por ejemplo el impacto del **tipo de superficie (loma, media loma, bajos)** sobre la especie a plantar, ya que dependiendo del tipo de superficie la tasa de crecimiento de cada especie

varia, dejando en evidencia que el pino encuentra mayores posibilidades de desarrollo en zonas más bajas. Este trabajo se centra en el desarrollo de especies de Pino, y considerando las características geológicas y climáticas de la zona, al momento de la reinversión deberemos buscar zonas donde la tasa de crecimiento del pino sea más elevada.

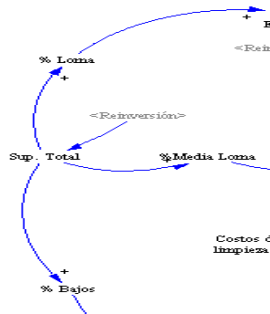


Figura 1: Influencia tipo de superficie

Otra de las variables de flujo claves dentro del modelo son los **raleos**, los cuales son realizados entre 2 y 3 veces antes de la tala raza, idealmente una vez al año. Los raleos se definen básicamente como remociones de volúmenes, grandes o pequeñas de acuerdo al objetivo deseado, lo cual permite que las plantas remanentes aumenten su vigor, estimulen el crecimiento en diámetro y desenvuelvan una mayor calidad. Pero es necesario encontrar un equilibrio entre los costos y la rentabilidad que se desea obtener, con lo cual se define previamente la periodicidad de los raleos, y su cantidad.

No solo la tala raza genera beneficios, sino que también los raleos generan un producto que puede ser vendido, con lo cual los costos de raleo y cuidados culturales se van cubriendo con el avance del proyecto.

Estos raleos irán alterando la cantidad de unidades de Pino en el Monte, extrayendo volúmenes pero mejorando la calidad de los restantes. Esto se verá reflejado en el precio de venta que se definirá para los productos de cada raleo o tala raza.

En resumidas cuentas, definiendo, valorizando y controlando las variables, nos permitirá hacer pronósticos más acertados.

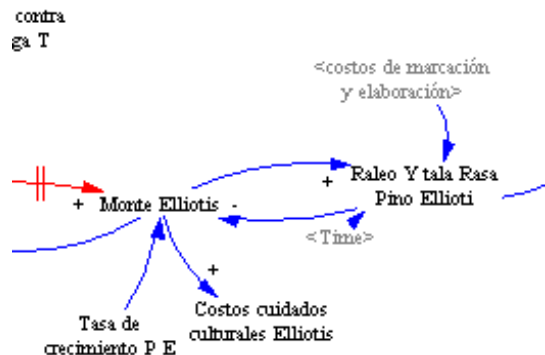


Figura 2: Impacto de raleos y costos de mantenimiento

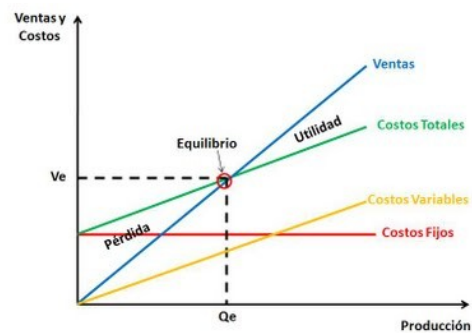


Figura 3: Relación costos-ventas

El sistema se ve retroalimentado con la reinversión, mediante la cual ampliamos la superficie total de plantación. De esta forma la siguiente plantación será mayor, obteniendo directamente una mayor cantidad de madera a vender.

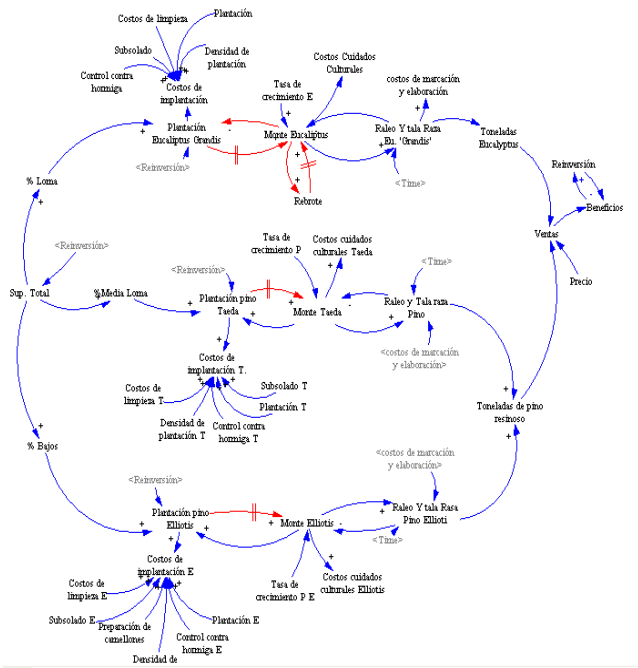


Figura 4: Diagrama de influencias

4. Objetivos

El objetivo principal del modelo es evaluar la factibilidad económico-financiera, de la administración de la producción forestal, de un Sistema de Explotación Forestal en bosque de pino.

Para llegar a esto, se deberá analizar otros puntos, entre los cuales se destacan:

- Determinar una metodología para hallar el costo de producción en un sistema de explotación forestal;
- Recolectar información y proporcionar pautas de evaluación para la implementación efectiva de sistemas de explotación forestal en la región de Misiones;
- Identificar los principales conflictos o amenazas al Sistema;
- Identificar las principales necesidades de infraestructura.

En base al desarrollo del modelo, podremos generar recomendaciones para el futuro plan de manejo del área

5. Modelo Forrester

Partiendo de la base expuesta anteriormente, nos centramos en la forestación del pino avanzamos con la construcción el modelo. El mismo consta principalmente de 3 partes:

- Distribución de volumen en Loma o Bajo

- Secuencia de raleos y tala rasa, y su posterior comercialización
- Reinversión con la compra de nuevos terrenos

Para dar inicio a la simulación, definimos una superficie inicial de 10 hectáreas de la cual tenemos un 60% de loma, y un 40% de bajo. Por datos estadísticos se obtiene que la producción de pino arroja un resultado de aproximadamente 500m³ de madera por hectarea, con lo cual partimos con esa densidad de volumen. Dicho volumen se va reduciendo con los sucesivos raleos y posterior tala rasa.

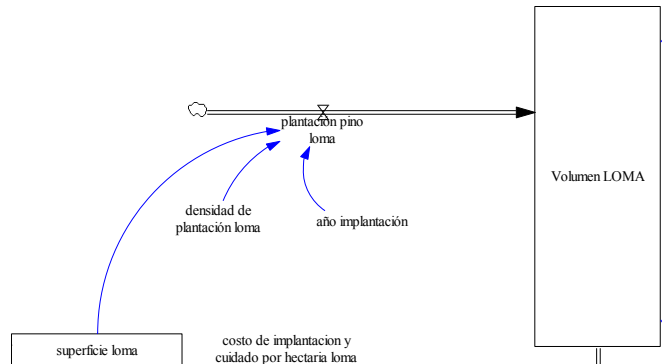


Figura 5: Proceso de Implantación

Los raleos se realizan el primero a los 4 años y el segundo a los 8, pasando a la tala rasa a los 12 años. En el primero se extrae un 10% del volumen productivo; en el segundo un 45% de lo restante; en la tala rasa se termina de deforestar el total de la superficie.

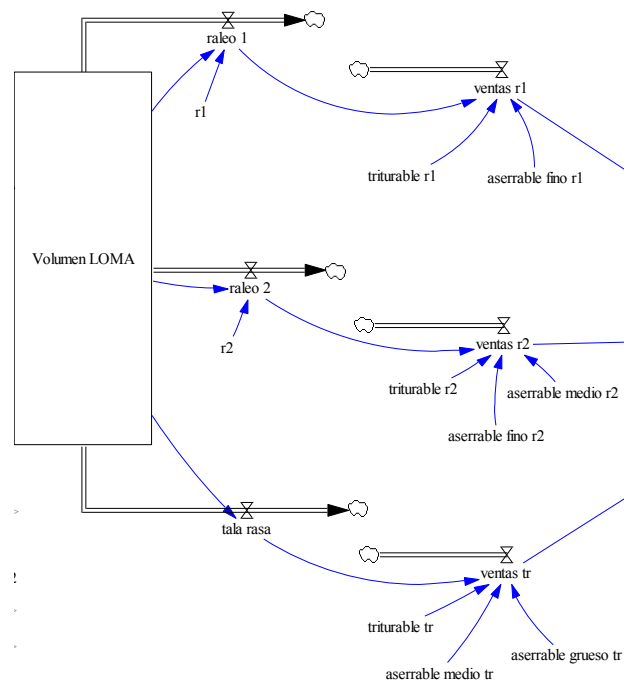


Figura 6: Secuencia de raleos y tala rasa

Como calculamos la densidad de volumen directamente con una estimación de producto y no de materia prima, todo lo extraído es aprovechable, sin tener en cuenta los desperdicios.

Referente a los costos, los mismos se van activando de a lo largo del ciclo, respetando los tiempos definidos:

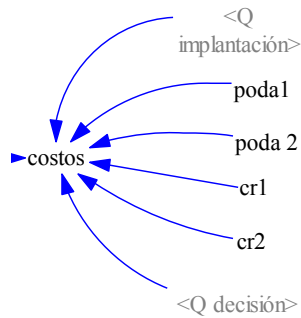


Figura 7: Distribución de costos en el tiempo

- Costos de implantación (preparación de terreno, plantación) – al año 0
- Costos de cuidados culturales (mantenimiento previo al raleo, podas, control de hormigas, contra fuego, etc.) – al año 2 y 3.
- Costos de elaboración (raleos, tala rasa) – a los años de cada hito respectivamente.

Con estas suposiciones, el modelo arroja un resultado el cual es negativo al principio, pero luego de la segunda plantación comienza a arrojar resultados positivos. Estos resultados permiten activar la retroalimentación del modelo y comprar nuevos terrenos, aumentando la superficie a plantar, aumentando los costos, pero aumentando aún más la retribución.

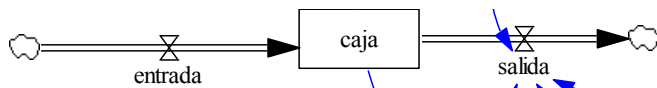


Figura 8: Entrada y salida de dinero en la variable CAJA

Todos los resultados económicos se ven reflejados en una variable de estado que denominamos CAJA, alimentada por la variable de flujo ENTRADA (ventas) y vaciada por la variable de flujo SALIDA (costos, dividendos, compra de nuevos terrenos).

La decisión de compra de nueva superficie se realiza luego de realizada la tala rasa: si el resultado fue positivo, los accionistas obtienen sus dividendos según lo planificado (un 30%) y si aún tengo existencias para superar el mínimo de superficie a comprar, se activa la compra dentro de los márgenes prefijados.

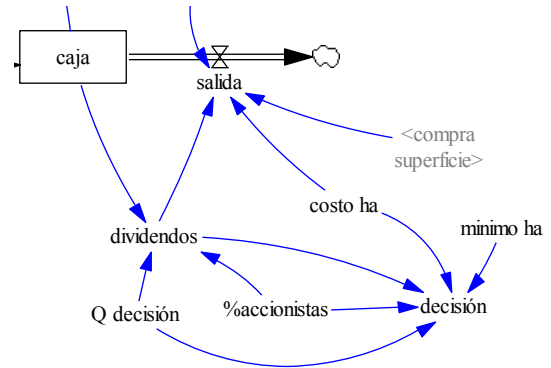


Figura 9: Proceso de decisión de compra

Si se decide comprar, entonces se activa el proceso de compra, el cual compara el nivel de caja, con el porcentaje que se desea reinvertir y el máximo de hectáreas que se está dispuesto a comprar.

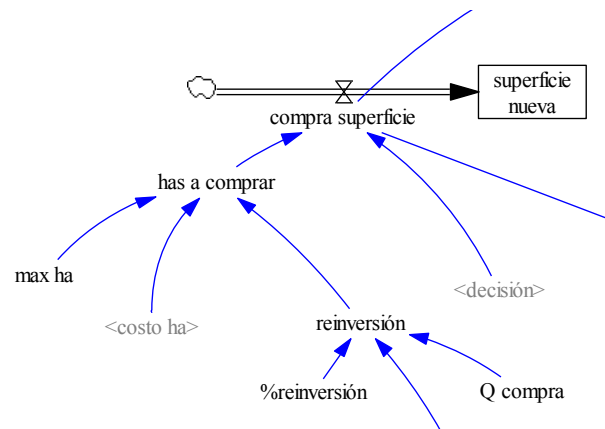


Figura 10: Proceso de compra de nueva superficie

5.1. Caso base

Con la primera corrida, obtuvimos los siguientes resultados:

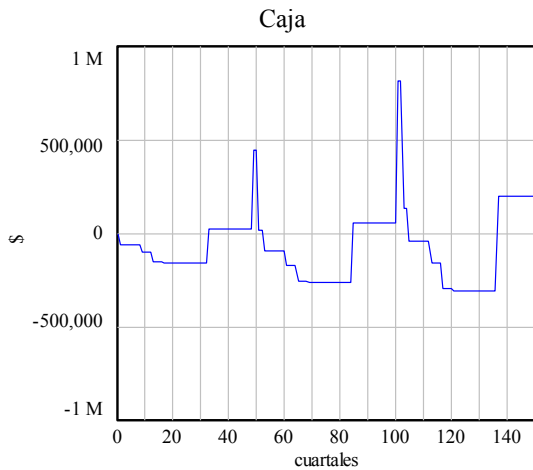


Figura 11: Flujo de fondos – caso base

Como se puede observar, partimos con una inversión inicial de aproximadamente \$150.000 donde se incluye la implantación y los cuidados culturales de los primeros 3 años. En el año 4 se realiza el primer raleo, el cual es poco comercializable y genera más costos que retribuciones. Pero a partir del año 8 (Q32), con el 2do raleo y la posterior tala rasa en el año 12, el nivel de caja se incrementa hasta los \$440.000.

Con la política de los accionistas de recibir un 30% de las ganancias, se distribuyen \$130.000, y el proceso de decisión de comprar se activa comprando un nuevo terreno de 8 hectáreas, debido a que por política de la empresa se podía reinvertir solamente un 40% de las ganancias, dejando lo restante en caja.

En los años posteriores se repite la operatoria, con un flujo de caja negativo al principio debido a las inversiones de compra de terreno, preparación, implantación y cuidados culturales de los primeros años, pero luego se logra obtener una facturación de \$780.000 en el segundo ciclo, y por encima del millón de pesos en el tercer ciclo.

5.2. Caso 2 - proteccionismo

Por políticas de la empresa, los accionistas deciden en este caso extraer de la caja un 50% en concepto de dividendos una vez finalizado el ciclo, y solamente comprar superficies de 10 hectáreas, ni más ni menos. Con estas condiciones, se obtienen los siguientes resultados de caja:

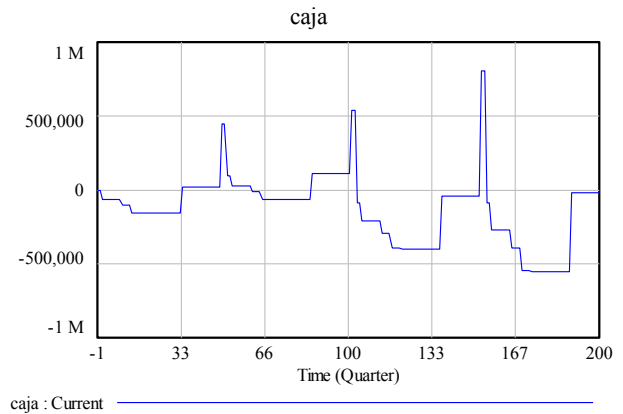


Figura 12: Flujo de fondos – caso 2

Si bien en el primer ciclo obtengo un resultado positivo, y los accionistas reciben \$220.000 en concepto de dividendos, el dinero restante de la caja no alcanza para cubrir la necesidad mínima de compra de 10 hectáreas, con lo cual se decide continuar con la superficie actual, y esperar el resultado del próximo ciclo.

Llegado al final del segundo ciclo, los resultados son mejores que los del primero, con lo cual la decisión de compra es positiva y se anexan 10 hectareas a la superficie inicial.

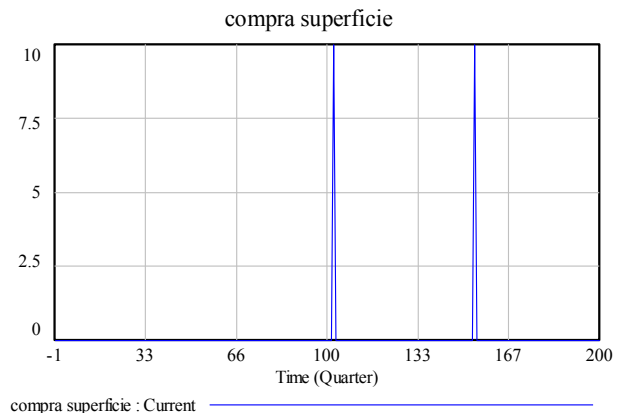


Figura 13: Compra de superficie nueva luego del 2do y 3er ciclo

Al final del tercer ciclo, obtengo beneficios por un total de \$800.000, valor inferior al obtenido en el caso base. Las políticas protectoras y conservadoras de los accionistas muestran un resultado inferior al mostrado en el primer caso.

5.3. Caso 2 – alta reinversión

En este caso, volvemos a la situación inicial pero con una actitud diferente por parte de los accionistas: rescindir ganancias personales para lograr una mayor compra, y obtener más beneficios a largo plazo. Con esta forma de

pensar, se decide obtener apenas un 20% en dividendos, limitar la compra máxima de hectáreas a 15 (no 10 como antes) y aumentar el porcentaje destinado a la reinversión a un 60% de las ganancias.

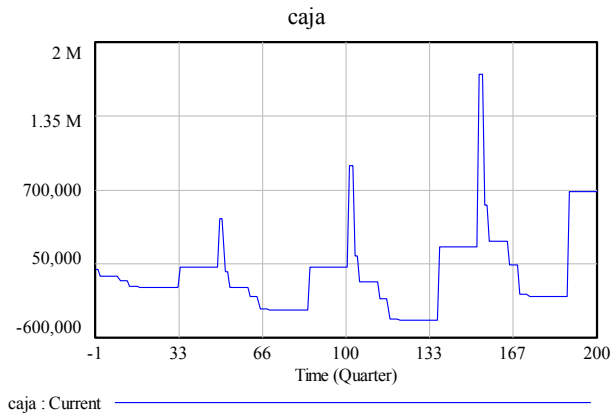


Figura 14: Flujo de fondos – caso 3

El nivel de caja es ampliamente superior a los casos anteriores, lógicamente porque se retira menor cantidad de dinero como dividendos, y si bien la compra de superficie genera una deuda inicial, queda demostrado que a mayor superficie, la retribución es exponencial.

Luego del primer ciclo los accionistas obtienen beneficios por \$89.000, y el sistema me prevé una compra de 11 hectáreas. Luego del 2do y 3er ciclo ya me permite la compra del máximo, que son 15 hectáreas.

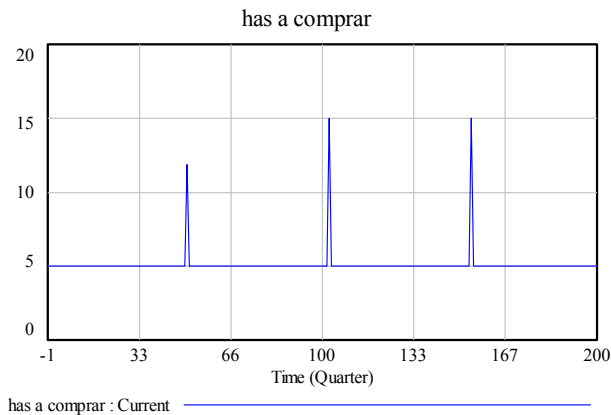


Figura 15: Compra de hectáreas: 11 en el 1er ciclo, 15 en el 2do y 3er ciclo

Terminando el 3er ciclo con un total de 36 hectáreas plantadas, obtengo una facturación de M\$ 1,7, ampliamente superior a los casos definidos anteriormente.

6. Conclusión

La Dinámica de Sistemas es una metodología para la construcción de modelos de sistemas. Pretende establecer técnicas que permitan expresar en un lenguaje formal (matemático), los modelos verbales (mentales).

Diseñando el modelo propuesto, se ensayan por medio de simulaciones, las hipótesis sobre las cuales se ha construido y su consistencia. Realizando un análisis de sensibilidad, estudiando la dependencia de las conclusiones con relación a posibles variaciones de los valores de los parámetros, logramos estudiar el comportamiento del modelo, lo cual nos permite ver el alcance económico-financiero del mismo.



www.dinamica-de-sistemas.com

Libros

Cursos Online



[Ejercicios](#)



[Curso Básico Intensivo en Dinámica de Sistemas](#)



[Avanzado](#)



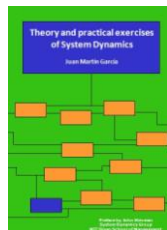
[Curso Superior en creación de modelos de simulación](#)



[Conceptos](#)



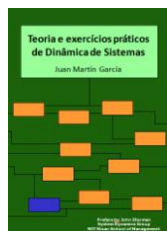
[Modelos de simulación en ecología y medioambiente](#)



[English](#)



[Planificación de empresas con modelos de simulación](#)



[Português](#)



[System Thinking aplicado al Project Management](#)