

Modelo de Proyecto de Producción Forestal de Eucaliptus Grandis, Pino Taeda y Elliottii

Edgard Hernán Maimbil, Ing.

Docente investigador UADE (Universidad Argentina de la Empresa) Tutor Tesis de Grado.
edmaimbil@uade.edu.ar , tinymaimbil@gmail.com . (Autor).

Nahuel Hernán S. Romera, Ing.

Docente investigador UADE (Universidad Argentina de la Empresa) – Co Tutor Tesis de Grado.
nahuel.romera@gmail.com (Co Autor).

Nicolás Crisp

Alumno de Ingeniería Industrial – Facultad de Ingeniería – UADE.
nicolascrisp@hotmail.com

Juan Sobral

Alumno de Ingeniería Industrial – Facultad de Ingeniería – UADE.
juansobral87@gmail.com

Resumen—El presente trabajo consta en la construcción de un modelo computacional para analizar el comportamiento del emprendimiento forestal situado en el Nordeste de la provincia de Corrientes, en las cercanías de la localidad de Gobernador Virasoro.

El objeto del mismo será analizar los efectos de las variables principales a fin de mejorar la productividad de un proyecto dedicado a la obtención de maderas suaves y duras mediante el cultivo de Eucalyptus Grandis, Pino Elliottii y Pino Taeda. Dichas especies fueron seleccionadas específicamente de forma de aprovechar de manera más eficiente la superficie en donde se llevará adelante el proyecto, la cual cuenta con un relieve ondulado denominado “de lomas”.

Características de forestación:

Pino Elliottii:

Es una especie originaria del sudeste de Estados Unidos, tiene un rápido crecimiento y prefiere climas y suelos húmedos. Alcanza alturas de 20 a 30 metros y un diámetro de 60 a 80 cm. Es la especie más recomendable para plantar en las áreas bajas y de mayor humedad.

Este árbol se corta (tala rasa) en promedio a los 18 años realizando cuatro raleos durante todo el ciclo. Cabe destacar que el primer raleo comercial se realiza a los 8 años.

Pino Taeda:

Es una especie originaria del sudeste de Estados Unidos, tiene un rápido crecimiento y prefieren ambientes de baja humedad, es la especie más recomendada para las media lomas o lomas.

En la madurez alcanza alturas de 30 a 35 metros y un diámetro de 40 a 145 cm.

Este árbol se corta en promedio a los 20 años realizando cuatro raleos siendo el primer raleo comercial a los 8 años.

Eucalyptus Grandis:

Es una especie originaria de la costa de Australia, en su madurez alcanza alturas de 50 m y diámetros de 1.2 m a 2 m. Tienen un muy rápido crecimiento y es la especie más recomendable para plantar en las lomas.

La tala rasa se realiza en promedio a los 16 años realizando 3 raleos previamente, siendo el primer raleo comercial a los 6 años.

El modelo será construido en la plataforma Vensim, en base a las técnicas ofrecidas por la Dinámica de Sistemas que permite abordar la complejidad de sistemas retroalimentados a partir de la integración de subsistemas acoplados dinámicamente.

Palabras Claves— Raleos – Tala Rasa – Pino Elliottii – Pino Taeda – Eucalyptus Grandis – Dinamica de Sistemas – Retroalimentados.

Abstract—This work consists in building a computer model to analyze the behavior of a forestry enterprise located in the northeast of the province of Corrientes, near the town of Gobernador Virasoro.

The purpose of this work is to analyze the effects of key variables in order to improve the productivity of a project dedicated to the collection of soft and hard woods by growing Eucalyptus Grandis, Pino Elliottii and Pino Taeda. These species were selected specifically for a more efficiently exploit of the available surface where the project will be carry out.

Pino Elliotis:

It's a pine native to the southeastern of the United States. It has a fast growing and prefers moist climates and soils. This trees reaches heights of 20 to 30 meters and diameters of 60 to 80 cm. This kind of pine is recommended to take advantage of the low and wet areas.

These trees are cut (clearcutting) on an average age of 18 years making four thinnings during the entire cycle. Its important to notice that the first commercial cut is made at the eight year.

Pino Taeda:

It's a pine native from the southeastern of the United States. It has a fast growing and prefers not very wet soils.

At maturity reaches heights of 30 to 35 meters and a diameter of 40 to 145 cm.

These trees are cut on an average age of 20 years making four thinnings during the entire cycle. Its important to notice that the first commercial cut is made at the eight year.

Eucalyptus Grandis:

It's a tree native from the cost of Australia, at maturity it reaches heights of 50 m and diameter of 1.2 m to 2 m. They have a very fast growth.

These trees are cut on an average age of 16 years making three cuts during the entire cycle. It's important to notice that the first commercial cut is made at the sixth year.

The Model was build on Vensim, base on the techniques offered by dynamics systems that helps us face the complexity of feedback systems from the interrelation of dynamically coupled subsystems.

Keywords: Thinnings – Clearcutting – Dynamic Systems – Feedback Systems

1. MODULO DE PRODUCCIÓN FORESTAL

El modelo de producción forestal integrará y permitirá evaluar las variables principales que influirán directamente en el comportamiento y rentabilidad de un proyecto de explotación forestal. El Modelo abarcó la temática desde el punto de vista productivo y económico analizando ingresos, costos y la producción en sí.

Debido a la complejidad de las relaciones entre las variables el modelo ha sido dividido en 4 módulos diferentes:

1-Modulo de Eucalyptus.

2-Modulo de Pino Taeda y Elliottii.

3-Modulo de disponibilidad de tierra.

4- Modulo de resultado financiero.

La forestación se puede separar en tres etapas. La primera etapa incluiría todas las actividades relacionadas a la plantación. La segunda etapa se podría considerar la etapa de crecimiento incluyendo todos los trabajos culturales y de mantenimiento y los raleos. Por último, la tercera etapa seria la tala rasa.

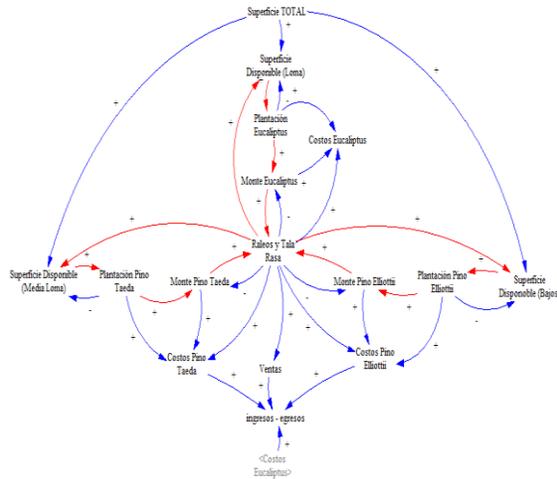


Fig 1: Diagrama Causal Completo

2. MODULO DE EUCLAIPTUS

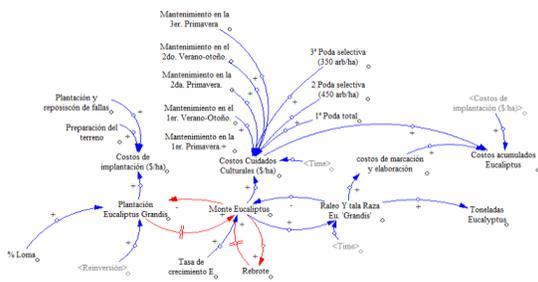


Fig 2: Modulo de Eucalyptus Grandis.

En el caso de Eucalyptus durante la primera etapa se incluyeron las siguientes tareas:

- plantación y reposición de fallas.

Durante la segunda etapa se incluyeron las siguientes tareas:

- mantenimiento en la primera primavera (abarca el control periódico de hormigas hasta el final del primer año).

- mantenimiento en el primer verano-otoño (incluye el control periódico de hormigas. Los herbicidas que se utilizan son: Fordor, glifosato y metsulfurón).

- mantenimiento en la segunda primavera (incluye el control periódico de hormigas. Los herbicidas que se utilizan son: Fordor, glifosato y metsulfurón).

- mantenimiento en el segundo verano-otoño (incluye el control periódico de hormigas. Los herbicidas que se utilizan son: Fordor, glifosato y metsulfurón).

- mantenimiento en la tercer primavera (incluye el control periódico de hormigas. Los herbicidas que se utilizan son: Fordor, glifosato y metsulfurón).

- primera poda total.

- segunda poda selectiva (450 árboles por hectárea).

- tercera poda selectiva (350 árboles por hectárea).

- raleo perdido a los 3 años.

- segundo raleo a los 6 años (se obtiene madera triturable y aserrable fino).

- tercer raleo a los 10 años (se obtiene madera triturable, aserrable fino, aserrable grueso y debobinable fino).

Por último en la tercer etapa se realiza la tala rasa a los 16 años, donde se cortan todos los arboles restantes obteniendo varios tipos de madera como aserrable fino, aserrable grueso, debobinable fino y debobinable grueso.

3. MODULO DE PINO TAEDA Y ELLIOTII

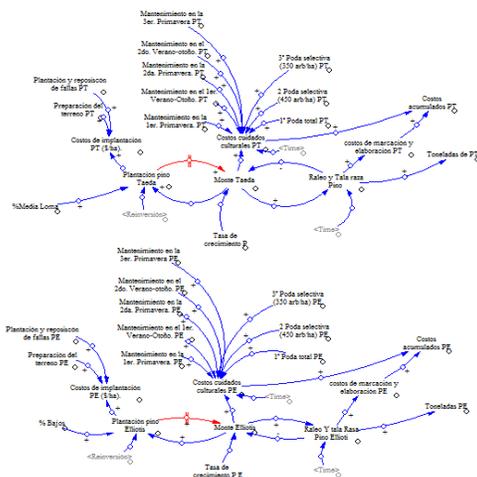


Fig. 3: Modulo de Pino Elliottii y Taeda.

En el caso del pino Elliottii como Taeda las etapas se caracterizan de la siguiente manera.

Durante la primera etapa se incluyeron las siguientes tareas:

-preparación del terreno (incluye la delimitación de la parcela, volteo de árboles remanentes, empuje, eliminación de restos vegetales, rastreada cruzada o aplicación de herbicida y control de hormigas previo).

-plantación y reposición de fallas.

Durante la segunda etapa se incluyeron las siguientes tareas:

-mantenimiento en la primera primavera (abarca el control periódico de hormigas hasta el final del primer año).

-mantenimiento en el primer verano-otoño (incluye el control periódico de hormigas. Los herbicidas que se utilizan son: Fordor, glifosato y metsulfurón).

-mantenimiento en la segunda primavera (incluye el control periódico de hormigas. Los herbicidas que se utilizan son: Fordor, glifosato y metsulfurón).

-mantenimiento en el segundo verano-otoño (incluye el control periódico de hormigas. Los herbicidas que se utilizan son: Fordor, glifosato y metsulfurón).

-mantenimiento en la tercer primavera (incluye el control periódico de hormigas. Los herbicidas que se utilizan son: Fordor, glifosato y metsulfurón).

-primera poda total.

-segunda poda selectiva (450 árboles por hectárea).

-tercera poda selectiva (350 árboles por hectárea).

-raleo perdido a los 3 años.

-segundo raleo a los 8 años (se obtiene madera triturable y aserrable fino).

-tercer raleo a los 11 años (se obtiene madera triturable, aserrable fino y aserrable medio).

-cuarto raleo a los 15 años (se obtiene se obtiene madera triturable, aserrable fino, aserrable medio y aserrable grueso).

Por último en la tercer etapa se realiza la tala rasa a los 20 años, donde se cortan todos los arboles restantes obteniendo madera triturable, aserrable medio, aserrable grueso y muy grueso.

4. MODULO DE DISPONIBILIDAD DE TIERRA

Para poder obtener el máximo rendimiento posible de la superficie disponible, se separo la misma en Lomas, Media Loma y Bajos a fin de poder sembrar en cada una la especie que más convenga de acuerdo a las características y humedad del suelo.

5. MODULO DE RESULTADO FINANCIERO

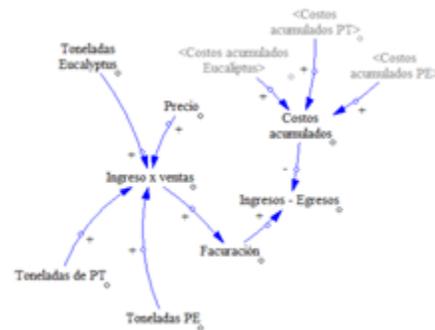


Fig 4: Modulo de resultado financiero.

Se analizan la influencia de los costos de implantación, costos de trabajos culturales, costos de marcación y elaboración de los raleos y de la tala rasa además se costos asociados al proceso productivo, y los ingresos por la venta de los productos obtenidos.

6. RESULTADOS

Una vez que consideramos que el modelo reflejaba el comportamiento de un proyecto forestal lo configuramos para poder predecir el comportamiento de una hectárea forestada a lo largo del tiempo y así poder comparar los resultados con los obtenidos en el análisis de productividad realizado para cada una de las especies.

Análisis Eucaliptus Grandis

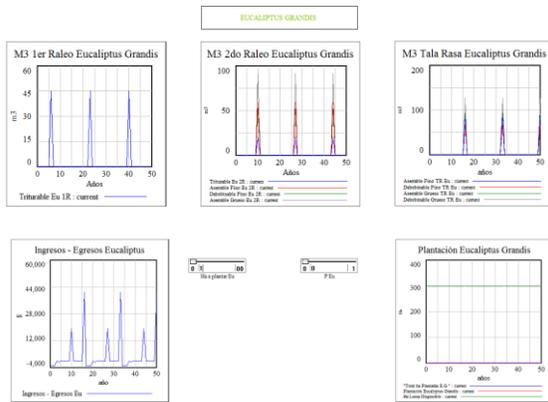


Fig 5: Resultados para una hectárea forestada de Eucaliptus.

Si revisamos los resultados obtenidos podemos ver que se obtiene el comportamiento esperado.

- Grafico M3 1er Raleo Eucaliptus Grandis: Se puede observar que el primer raleo se realiza a los 6 años de edad tal como fue configurado obteniéndose 45 m3 de madera triturable coincidente con la productividad esperada por hectárea.
- Grafico M3 2do Raleo Eucaliptus Grandis: Se realiza a los 10 años de edad tal como fue configurado y se obtuvo 20 m3 de madera triturable, 59 m3 de aserrable fino, 52 m3 de aserrable grueso y 91 m3 de debobinable fino.

- Grafico M3 Tala Rasa Eucaliptus Grandis: Se realiza la tala raza a los 16 años de edad tal como se configuro inicialmente y se obtuvo 87 m3 de aserrable fino, 67 m3 de aserrable grueso, 93 m3 de debobinable fino y 126 m3 de debobinable grueso.

Análisis Pino Taeda

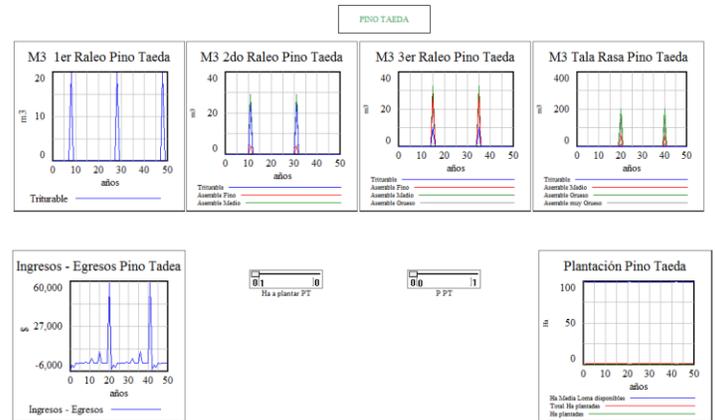


Fig 6: Resultados para una hectárea forestada de Pino Taeda

Si revisamos los resultados obtenidos podemos ver que se obtiene el comportamiento esperado para el Pino Taeda.

- Grafico M3 1er Raleo Pino Taeda: Se puede observar que el primer raleo se realiza a los 8 años de edad tal como fue configurado inicialmente obteniéndose 19 m3 de madera triturable coincidente con la productividad esperada por hectárea para el Pino Taeda.
- Grafico M3 2do Raleo Pino Taeda: Se realiza a los 11 años de edad tal como fue configurado y se obtuvo 24 m3 de madera triturable, 4 m3 de aserrable fino y 28 m3 de aserrable medio.
- Grafico M3 3er Raleo Pino Taeda: Se realiza a los 15 años de edad tal como fue

configurado y se obtuvo 10 m3 de madera triturable, 27 m3 de aserrable fino y 31 m3 de aserrable medio 24 m3 de aserrable grueso.

- Grafico M3 Tala Rasa Pino Taeda: Se realiza la tala raza a los 20 años de edad tal como se configuro inicialmente y se obtuvo 13 m3 de triturable, 62 m3 de aserrable medio, 195 m3 de aserrable grueso y 139 m3 de aserrable muy grueso.

Análisis Pino Elliottii

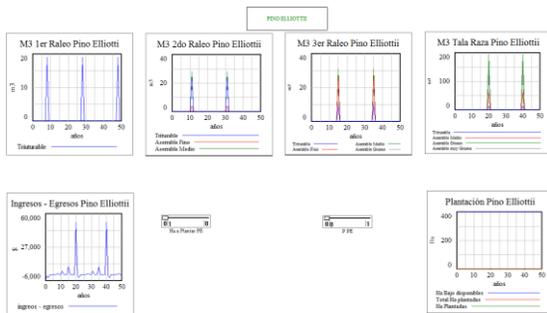


Fig 7: Resultados para una hectárea forestada de Pino Elliottii

Si revisamos los resultados obtenidos podemos ver que se obtiene el comportamiento esperado para el Pino Elliottii.

- Grafico M3 1er Raleo Pino Elliottii: Se puede observar que el primer raleo se realiza a los 8 años de edad tal como fue configurado inicialmente obteniéndose 19 m3 de madera triturable coincidente con la productividad esperada por hectárea para el Pino Elliottii.
- Grafico M3 2do Raleo Pino Elliottii: Se realiza a los 11 años de edad tal como fue configurado y se obtuvo 24 m3 de madera

triturable, 4 m3 de aserrable fino y 28 m3 de aserrable medio.

- Grafico M3 3er Raleo Pino Elliottii: Se realiza a los 15 años de edad tal como fue configurado y se obtuvo 10 m3 de madera triturable, 27 m3 de aserrable fino y 31 m3 de aserrable medio 24 m3 de aserrable grueso.
- Grafico M3 Tala Raza Pino Elliottii: Se realiza la tala raza a los 20 años de edad tal como se configuro inicialmente y se obtuvo 13 m3 de triturable, 62 m3 de aserrable medio, 195 m3 de aserrable grueso y 139 m3 de aserrable muy grueso.

Análisis de resultado de costos

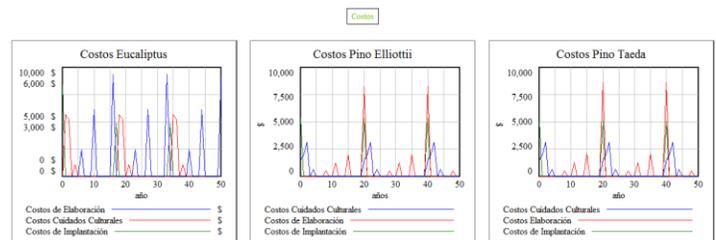


Fig 7: Costos por especie

Costos Eucaliptus

La grafica de costos producto de la forestación de una hectárea de Eucaliptus Grandis se comporta de acuerdo a la realidad plasmada en los análisis de esta actividad.

- Costos de Implantación: la grafica demuestra que los costos de implantación se están comportando de acuerdo a lo esperado. Donde se tiene un pico alto que alcanza los \$ 5042 en el año de plantación pero luego cuando se vuelve a

plantar estos se reducen a picos más bajos de \$ 2906 producto del rebrote.

- Costos Cuidados Culturales: La grafica demuestra que estos costos se adaptan a la realidad esperada de arrojando costos equivalentes a \$3410 el segundo año, \$ 3127 el tercer año y \$ 633 el quinto año.
- Costos de elaboración: tienen un optimo comportamiento acorde a los tiempos de elaboración de cada raleo y los valores relacionados a estos. Siendo \$2430 para el primer raleo, \$ 6129, 15 para el segundo raleo y \$ 9325, 46 durante la tala rasa.

Costos Pino Taeda

Al igual que los costos del Eucaliptus, la grafica de costos para especie de pino también se comporta de acuerdo a lo esperado.

- Costos de Implantación: refleja los montos necesarios para hacer frente a la plantación de una hectárea de Pino, alcanzando valores de \$5042.
- Costos Cuidados Culturales: La grafica demuestra que estos costos se adaptan a la realidad esperada de arrojando costos equivalentes a \$3410 el segundo año, \$ 3127 el tercer año y \$ 633 el quinto año.
- Costos de elaboración: tienen un optimo comportamiento acorde a los tiempos de elaboración de cada raleo y los valores relacionados a estos. Siendo \$494 para el primer raleo a los 8 años, \$ 1312, 5 para el segundo raleo a los 11 años, \$ 2109, 38 para el tercer raleo y \$8588, 55 para la tala raza.

Costos Pino Elliottii

- Costos de Implantación: refleja los montos necesarios para hacer frente a la plantación de una hectárea de Pino, alcanzando valores de \$5042.
- Costos Cuidados Culturales: La grafica demuestra que estos costos se adaptan a la realidad esperada de arrojando costos equivalentes a \$3410 el segundo año, \$ 3127 el tercer año y \$ 633 el quinto año.
- Costos de elaboración: tienen un optimo comportamiento acorde a los tiempos de elaboración de cada raleo y los valores relacionados a estos. Siendo \$494 para el primer raleo a los 8 años, \$ 1312, 5 para el segundo raleo a los 11 años, \$ 2109, 38 para el tercer raleo y \$8588, 55 para la tala raza.

Análisis de un caso real

Se realizo el análisis sobre las forestaciones realizadas por una empresa localizada al noreste de la Provincia de Corrientes.

El principal negocio de esta empresa es el cultivo de Yerba Mate y Te y con el fin de poder aprovechar las superficies ociosas donde no es posible el cultivo de estos productos, decidieron realizar forestaciones de Pino y Eucaliptus.

Corrimos el modelo, configurándolo de acuerdo a las plantaciones realizadas por dicha empresa para poder visualizar el comportamiento de sus forestaciones.

No se realizo la evaluación de un proyecto, sino que simplemente se proyecto y analizo la evolución de la producción de madera y el flujo

de fondos producto de la misma producción de acuerdo a los datos provistos por la empresa.

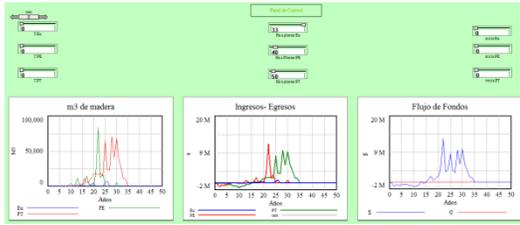


Fig 8: Resultados plantaciones 1997 al 2011

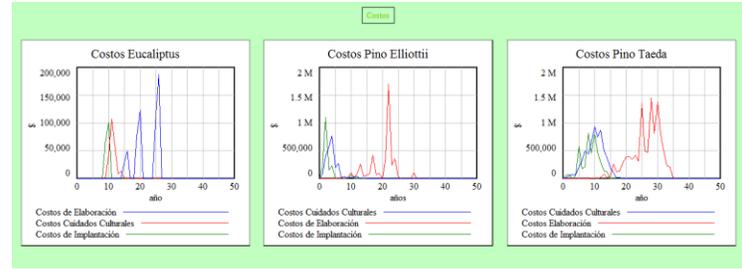


Fig 12: Costos por especie

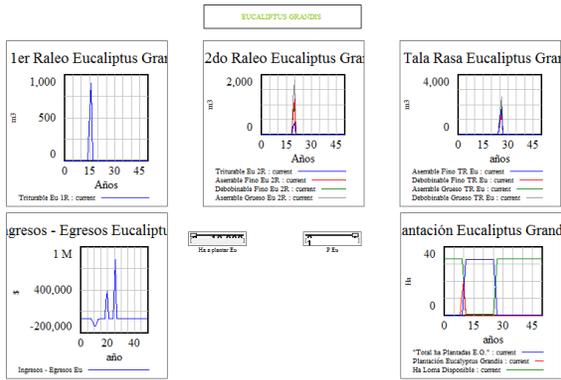


Fig 9: Resultados Eucaliptus.

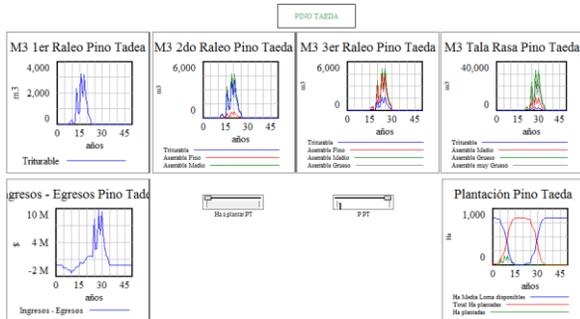


Fig 10: Resultados Pino Taeda.

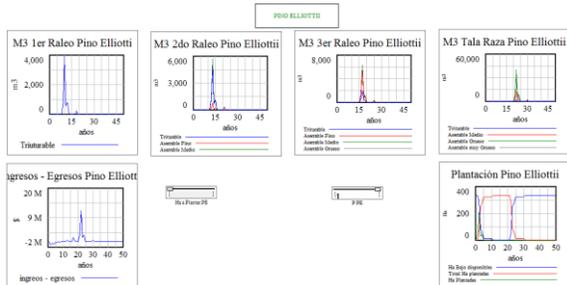


Fig 11: Resultados Pino Elliottii.

7. CONCLUSIÓN

La integración del modelo permitió representar el comportamiento típico de un emprendimiento forestal del noreste de la provincia de Corrientes.

La metodología de Dinámica de Sistemas nos permite abordar sistemas complejos con relativa sencillez facilitándonos la posibilidad de ensayar distintas acciones y posibilidades que permitan solucionar y proporcionar respuestas a los diferentes problemas que llevaron a la creación del modelo.

Bajo ningún aspecto se espera obtener resultados predictivos con absoluta exactitud sino poder identificar las variables críticas que afectan al modelo y comprender las relaciones e impactos que ocurren entre ellas ayudando en la toma de decisiones que puedan tener un posible impacto en el resultado final del proyecto.

8. REFERENCIAS

8.1 REFERENCIAS DE LIBROS

Kurtz VD, Ferruchi R.; La poda como parte de la estrategia para la obtención de madera de calidad.

Trabajo publicado en XV en jornadas forestales de Entre Rios.

Design principles for farm forestry, Trees for Wood Products.

El Centro Nacional de Agroforestería USDA, Arboles trabajando en Beneficio de la Ganadería, segunda edición 2000.

Hillis, W.E. and Brown, A.G. Eucalyptus for Wood Production. CSIRO, Australia 1978.

8.2 REFERENCIAS EN EINTERNET

COSTOS DE IMPLANTACIÓN. Available: <http://coiform.kybersitios.com.ar/> [citado 5 de septiembre de 2012]

PRECIOS DE PRODUCTOS FORESTALES.

Available: <http://coiform.kybersitios.com.ar/> [citado 5 de septiembre de 2012]

9. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Felipe Harrison y Alejandro Crisp quienes han colaborado y asesorado durante el desarrollo de este trabajo.



www.dinamica-de-sistemas.com

Libros

Cursos Online



[Ejercicios](#)



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



[Avanzado](#)



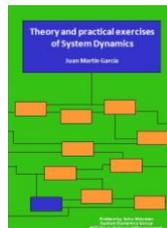
[Curso Superior en creación de modelos de simulación](#)



[Conceptos](#)



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



[English](#)



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



[Português](#)



[System Thinking aplicado al Project Management](#)