



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
NACIONAL**

FACULTAD REGIONAL CONCORDIA
Licenciatura en Administración Rural

Trabajo Final

**Análisis económico de dos contratistas de cosecha forestal
mecanizada operando bajo diferentes sistemas en tala rasa
de *Eucalyptus grandis* en el Noreste de Entre Ríos.**

AUTOR:

Ayrala, Cristián Ariel.

PROFESORES:

Bardelli, Carlos.

Ruiz Diaz, Mariana.

TUTOR - ASESOR:

Mg. Pérez, Martín M.



Resumen

La inversión en la actividad de servicio de cosecha forestal mecanizada se presenta como una alternativa para Entre Ríos por ser una de las principales provincias con mayor cantidad de hectáreas de bosques implantados. El fundamento de esta actividad se basa en que, ante un costo que implica una barrera de entrada que desalienta el ingreso a tales actividades, se tiene la posibilidad de optar por el mercado de los contratistas de labores, empresas de servicios que se han especializado en un conjunto de actividades, con equipos propios, operando en mercados específicos.

El presente proyecto tiene como objetivo determinar la factibilidad económica de la inversión en los sistemas de cosecha forestal mecanizada "*Full tree*" y "*Cut to length*" en la región Noreste de Entre Ríos, a través de la utilización de la metodología FAO/ECE/KWF para el cálculo de los costos, y de los instrumentos económicos VAN y TIR, tomando como modelo de análisis a dos contratistas de cosecha forestal mecanizada de la empresa MASISA Forestal Argentina S.A.

A partir de los estudios realizados, se puede decir que ambos sistemas no cumplen con la rentabilidad exigida del 15%. Sin embargo, para el caso del sistema *Full tree*, el mismo arroja una TIR positiva, lo cual indica que la rentabilidad propia del sistema es de 3,56%. Por el contrario, el sistema *Cut to length* arroja una TIR negativa, por lo tanto una vez transcurridos los 10 años proyectados, no se recupera la inversión inicial.



Contenido

Resumen.....	1
Introducción.....	5
Forestación.....	5
Bosques en Argentina	5
Bosques implantados	5
Bosques Nativos.....	8
Bosques en Entre Ríos.....	9
Cadena de valor forestal en Entre Ríos.....	11
Cadena de valor forestal.....	12
Cadena de valor forestoindustrial	13
Primera transformación industrial	14
Segunda transformación industrial.....	16
La cosecha forestal	17
Sistemas de cosecha mecanizada	18
Sistema de "Corte a medida" o " <i>Cut to length</i> "	18
Sistema de "Fuste entero" o " <i>Full tree</i> "	18
Cosecha forestal en Entre Ríos.....	19
Justificación.....	21
Objetivo General	23
Objetivos Específicos	23
Metodología	24
Determinación de las inversiones	25
Cálculo de costos e ingresos	25
Determinación de los costos	25
Determinación de ingresos.....	29
Determinación de la rentabilidad.....	29
Desarrollo.....	30



Inversiones del sistema <i>Cut to length</i>	30
Costos de la maquinaria del sistema <i>Cut to length</i>	30
Costos del <i>harvester</i>	30
Costos del <i>forwarder</i>	32
Costos de administración	34
Costos de producción del sistema <i>Cut to length</i>	35
Amortizaciones del sistema <i>Cut to length</i>	37
Costo total del sistema <i>Cut to length</i>	38
Ingresos del sistema <i>Cut to length</i>	38
Rentabilidad del sistema <i>Cut to length</i>	39
Análisis de sensibilidad del sistema <i>Cut to length</i>	42
Inversiones del sistema <i>Full tree</i>	43
Costos de la maquinaria del sistema <i>Full tree</i>	43
Costos del <i>Feller</i>	43
Costos del <i>skidder</i>	45
Costos de los procesadores	47
Costos de la cargadora	48
Costos de administración del sistema <i>Full tree</i>	50
Costos de producción del sistema <i>Full tree</i>	51
Amortizaciones del sistema <i>Full tree</i>	53
Costo total del sistema <i>Full tree</i>	53
Ingresos del sistema <i>Full tree</i>	54
Rentabilidad del sistema <i>Full tree</i>	55
Análisis de sensibilidad del sistema <i>Full tree</i>	56
Interpretación de resultados económicos	57
Interpretación de resultados económicos del sistema <i>Cut to length</i>	57
Interpretación de resultados económicos del sistema <i>Full tree</i>	63
Conclusión	72



Bibliografía	74
Anexos	78



Índice de Gráficos

Gráfico 1. Evolución de la extracción de productos forestales de bosque implantado. Miles de toneladas y porcentaje. Años 2006-2016.	7
Gráfico 2. Evolución de la extracción anual de productos forestales del bosque nativo en Argentina. Miles de toneladas y porcentaje. Año 2006-2016.	8
Gráfico 3. Distribución de las plantaciones forestales inventariadas en Entre Ríos. En hectáreas y porcentaje. Año 2017.	10
Gráfico 4. Superficie inventariada de plantaciones por departamento. En hectáreas y porcentaje. Año 2017.	10
Gráfico 5. Clasificación de los contratistas, según sistemas de cosecha forestal en Entre Ríos. En porcentaje. Año 2012.	20
Gráfico 6. Composición del capital fijo del sistema Cut to length.	57
Gráfico 7. Composición del capital circulante del sistema Cut to length.	58
Gráfico 8. Composición de los costos horarios del harvester.	58
Gráfico 9. Composición de los costos horarios de forwarder.	59
Gráfico 10. Composición de los costos fijos anuales del sistema Cut to length.	60
Gráfico 11. Composición de los costos semifijos anuales del sistema Cut to length.	61
Gráfico 12. Composición de los costos variables anuales del sistema Cut to length.	61
Gráfico 13: Costos totales del sistema Cut to length.	62
Gráfico 14. Composición del capital fijo del sistema Full tree.	63
Gráfico 15. Composición del capital circulante del sistema Full tree.	64
Gráfico 16. Composición de los costos horarios del feller.	64
Gráfico 17. Composición de los costos horarios del skidder.	65
Gráfico 18. Composición de los costos horarios del "procesador 1" y "procesador 2".	66
Gráfico 19. Composición de los costos horarios de la cargadora.	67
Gráfico 20. Composición de los costos fijos anuales del sistema Full tree.	68
Gráfico 21. Costos semifijos anuales del sistema Full tree.	68
Gráfico 22. Composición de los costos variables anuales del sistema Full tree.	69
Gráfico 23: Costos totales del sistema Full tree.	70

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Distribución geográfica de las plantaciones forestales por departamentos. Año 2017.	9
Ilustración 2. Cadena de valor forestal.	12



Ilustración 3. Niveles de transformación.13

Índice de tablas

Tabla 1: Distribución de las plantaciones forestales en Argentina. Hectáreas por provincia, región y especie. Año 2017.6	6
Tabla 2. Consumo de materia prima rolliza por m ³ y porcentaje en Entre Ríos. Año 2017. ..14	14
Tabla 3. Clasificación de aserraderos en Entre Ríos, rangos, cantidad y porcentaje. Año 2017.15	15
Tabla 4. Capacidad de producción, instalada y capacidad ociosa en m ³ anuales en madera aserrada en aserraderos de Entre Ríos. Año 2017.....15	15
Tabla 5. Características generales de la impregnación en m ³ . Año 2017.16	16
Tabla 6: Inversiones del sistema <i>Cut to length</i>30	30
Tabla 7. Datos de costeo y costos del <i>harvester</i> en \$/h y \$/tn.31	31
Tabla 8. Sueldo mensual de operario de máquina forestal.32	32
Tabla 9. Datos de costeo y costos del <i>forwarder</i> en \$/h y \$/tn.....33	33
Tabla 10. Costos administrativos mensuales del sistema <i>Cut to length</i>34	34
Tabla 11. Sueldo mensual de administrador.....35	35
Tabla 12. Costos de producción del sistema <i>Cut to length</i> en \$/tn.....35	35
Tabla 13. Costo operativo mensual del vehículo de apoyo.36	36
Tabla 14. Costos mensuales de los elementos de campamento.36	36
Tabla 15. Amortizaciones anuales del sistema <i>Cut to length</i>37	37
Tabla 16. Costos totales anuales del sistema <i>Cut to length</i>38	38
Tabla 17. Ingresos mensuales y anuales del sistema <i>Cut to length</i>39	39
Tabla 18. Estado de resultados del sistema <i>Cut to length</i>41	41
Tabla 19. Indicadores VAN y TIR del sistema <i>Cut to length</i>42	42
Tabla 20. Análisis de sensibilidad del sistema <i>Cut to length</i>42	42
Tabla 21. Inversiones del sistema <i>Full tree</i>43	43
Tabla 22. Costos del <i>feller</i> en \$/h y \$/tn.....44	44
Tabla 23. Sueldo mensual de operario de maquinaria forestal.45	45
Tabla 24. Costos del <i>skidder</i> en \$/h y \$/tn.....46	46
Tabla 25. Costos de los procesadores en \$/h y \$/tn.47	47
Tabla 26. Costos de la cargadora en \$/h y \$/tn.49	49
Tabla 27. Costos administrativos del sistema <i>Full tree</i>50	50
Tabla 28. Sueldo mensual de administrador.....51	51
Tabla 29. Costos de producción del sistema <i>Full tree</i>51	51



Tabla 30. Costo mensual del vehículo de apoyo.	52
Tabla 31. Costos mensuales de campamento del sistema <i>Full tree</i>	52
Tabla 32. Amortizaciones anuales del sistema <i>Full tree</i>	53
Tabla 33. Costos totales anuales del sistema <i>Full tree</i>	54
Tabla 34. Ingresos mensuales y anuales del sistema <i>Full tree</i>	55
Tabla 35. Estados de resultados del sistema <i>Full tree</i>	55
Tabla 36. Indicadores VAN y TIR del sistema <i>Full tree</i>	56
Tabla 37. Análisis de sensibilidad del sistema <i>Full tree</i>	56



Introducción

En el presente trabajo se plantea la actividad de servicio de cosecha forestal mecanizada como una alternativa de inversión para la región Noreste de Entre Ríos mediante la evaluación de los sistemas de cosecha "*Cut to length*" y "*Full tree*".

Forestación

Se denomina forestación a aquella actividad que se ocupa de estudiar, fomentar y gestionar la práctica de las plantaciones, especialmente de los bosques, como recursos naturales renovables. (SENASA, s.f.)

Se entiende por bosques a las "tierras que se extienden por más de 0,5 hectáreas (ha) dotadas de árboles de una altura superior a 5 metros (m) y una cobertura de copa superior al 10 por ciento, o de árboles capaces de alcanzar esta altura *in situ*." (FAO, 2018)

Los bosques se discriminan en nativos e implantados. Según el artículo 2° de la Ley 26.331 de "Presupuestos mínimos de protección ambiental de los bosques nativos" define estos bosques como "ecosistemas forestales naturales compuestos predominantemente por especies arbóreas nativas maduras, con diversas especies de flora y fauna asociadas, en conjunto con el medio que las rodea, conformando una trama interdependiente con características propias y múltiples funciones, que en su estado natural le otorgan al sistema una condición de equilibrio dinámico y que brinda diversos servicios ambientales a la sociedad, además de los diversos recursos naturales con posibilidad de utilización económica" (Ley de presupuestos mínimos de protección ambiental de los bosques nativos N° 26.331, 2007). Por su parte, la Ley 26.432 de "Inversiones para bosques cultivados" define a los bosques implantados como a los "obtenidos mediante la siembra o plantación de especies maderables nativas y/o exóticas adaptadas ecológicamente al sitio, con fines principalmente comerciales o industriales, en tierras que, por sus condiciones naturales, ubicación y aptitud sean susceptibles de forestación o reforestación". (Ley de inversiones para bosques cultivados N° 26.432., 2008)

Bosques en Argentina

Bosques implantados

En el año 2017, Argentina totalizó en 1.317.793 ha de bosques implantados. A continuación, en la Tabla 1 se expone la distribución de las plantaciones forestales por provincia.



Tabla 1: Distribución de las plantaciones forestales en Argentina. Hectáreas por provincia, región y especie. Año 2017.

Provincia / Región	Coníferas	Eucaliptos	Salicáceas	Otras	Total	Participación
Corrientes	345.965	121.857		6.161	473.983	36%
Misiones	348.305	40.902		16.617	405.824	31%
Entre Ríos	14.156	112.785	23.279	577	150.797	11%
Buenos Aires	4.027	7.818	65.091	78	77.014	6%
Patagonia	109.031		1.744		110.775	8%
Noroeste	5.404	15.875	114	3.654	25.047	2%
Centro	34.172	14.632	1.602	2.520	52.926	4%
Cuyo			8.015		8.015	1%
Resto	29			13.122	13.412	1%
Total País	861.350	313.869	99.845	42.729	1.317.793	100%

Fuente: Elaboración propia en base a (Subsecretaría de Programación Microeconómica, 2019)

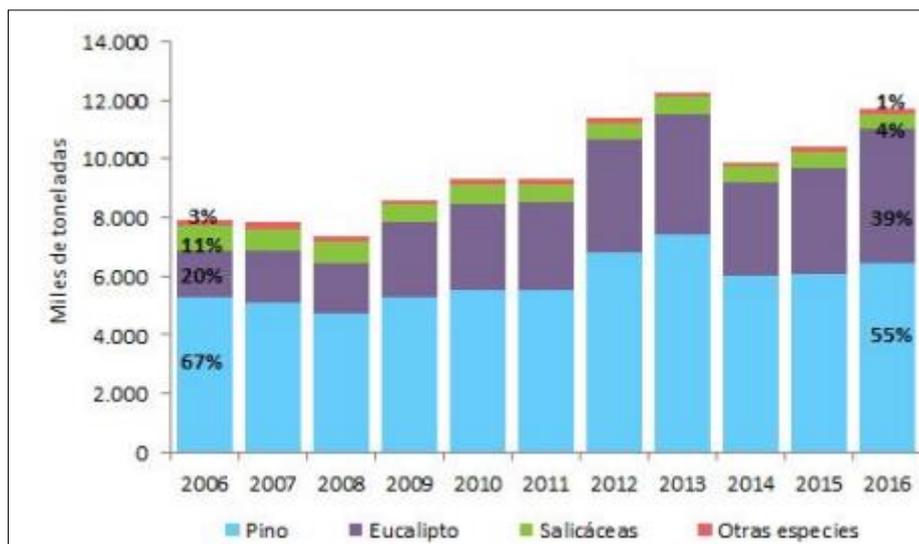
Según los datos aportados por la Subsecretaría de Programación Microeconómica, las provincias con mayor cantidad de hectáreas de bosques implantados son Corrientes (36%), Misiones (31%) y Entre Ríos (11%).

En cuanto a las especies, tanto en Misiones como en Corrientes, predomina el pino, mientras que en Entre Ríos la especie predominante es el eucalipto. Las salicáceas (sauces y álamos) se encuentran concentradas principalmente en el norte de Buenos Aires y el sur de Entre Ríos. (Subsecretaría de Programación Microeconómica, 2019)

A partir de las 1,3 millones de hectáreas de bosque implantado, en 2016 se extrajeron 11.479 toneladas (tn) de madera. En el Gráfico 1 se muestra la evolución de la extracción de productos forestales del bosque implantado durante el periodo 2006-2016. (Subsecretaría de Programación Microeconómica, 2019).



Gráfico 1. Evolución de la extracción de productos forestales de bosque implantado. Miles de toneladas y porcentaje. Años 2006-2016.



Fuente: (Subsecretaría de Programación Microeconómica, 2019)

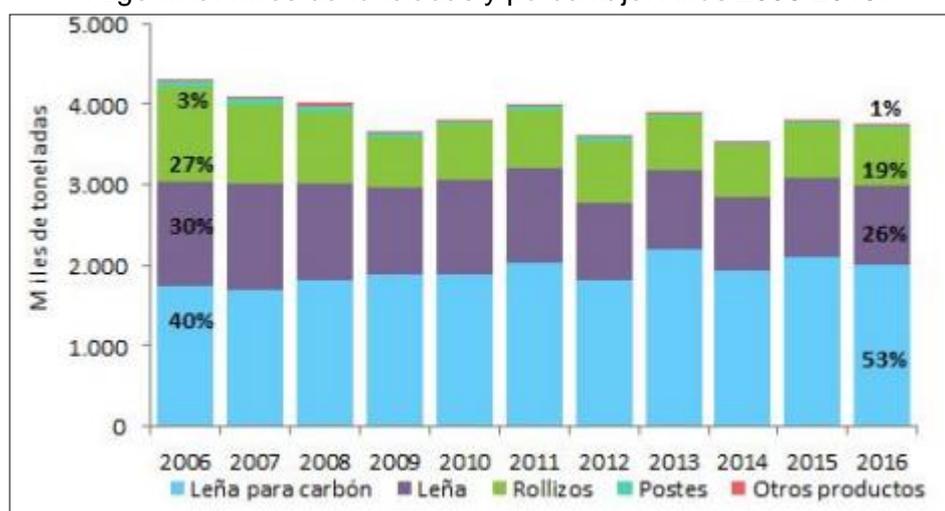
Como se observa, la extracción de productos forestales del bosque implantado tuvo una tendencia creciente, alcanzando un máximo histórico de 12.233 toneladas en 2013. Entre los años 2006 y 2016, aumentó a una tasa acumulada anual del 3,8%. (Subsecretaría de Programación Microeconómica, 2019)

En Argentina predomina el consumo correspondiente a especies implantadas. El 98% de la extracción total son rollizos para uso industrial, y el resto corresponde a leña y postes. Entre las especies sobresalen el pino y el eucalipto, en menor medida las salicáceas (álamo y sauce). (Subsecretaría de Programación Microeconómica, 2019)

Bosques Nativos

En cuanto a los bosques nativos, la producción total de madera fue de 3.743 toneladas en 2016, presentando en el Gráfico 2 la evolución durante los años 2006-2016:

Gráfico 2. Evolución de la extracción anual de productos forestales del bosque nativo en Argentina. Miles de toneladas y porcentaje. Años 2006-2016.



Fuente: (Subsecretaría de Programación Microeconómica, 2019)

Como se puede observar, la leña, tanto para carbón como para combustible, fue el producto más representativo con el 79,8% del total extraído, en menor medida se encuentran los rollizos (19,1%), seguidos por los postes (0,8%) y el resto de los productos (rodrigones, varillas, estacones, puntales y varas), no alcanzan el 1%. (Subsecretaría de Programación Microeconómica, 2019)

En cuanto a las especies, la más utilizada fue el quebracho colorado (12%) y le siguen el algarrobo y el quebracho blanco superando el 3% cada una, la lenga (2%) y el vinal con menos del 1%, el resto se encuentra en el agrupamiento de especies nativas varias. (Subsecretaría de Programación Microeconómica, 2019).

Bosques en Entre Ríos

La provincia de Entre Ríos presenta condiciones agroclimáticas y edáficas favorables para el crecimiento de especies forestales de gran productividad como pinos y eucaliptos. En la Ilustración 1 se detalla su distribución por departamentos. (Harrand & Mastrandrea, 2009)

Ilustración 1. Distribución geográfica de las plantaciones forestales por departamentos. Año 2017.

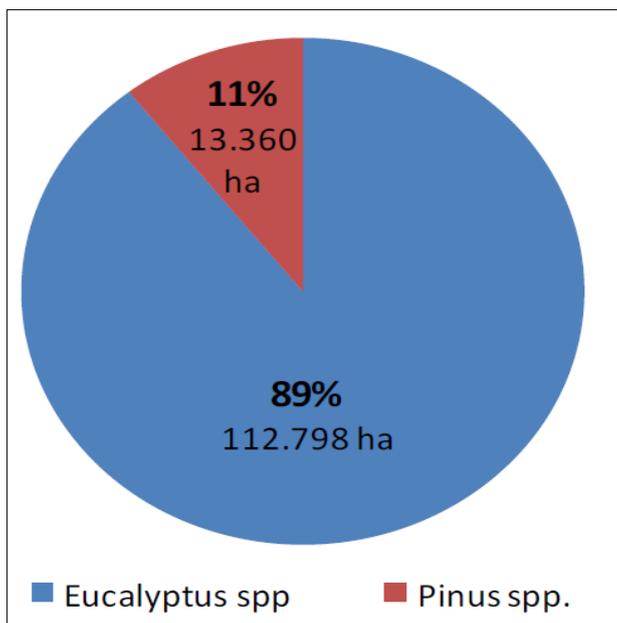


Fuente: (Subsecretaría de Desarrollo Forestoindustrial de la Nación, 2017)

Como se observa, los departamentos Federación, Concordia, San Salvador, Colón, Uruguay y Gualeguaychú forman parte de dicha área. (Harrand & Mastrandrea, 2009)

Se estima una superficie total de 131.600 ha de plantaciones, las cuales se distribuyen en dos grupos (Gráfico 3). (Subsecretaría de Desarrollo Forestoindustrial de la Nación, 2017)

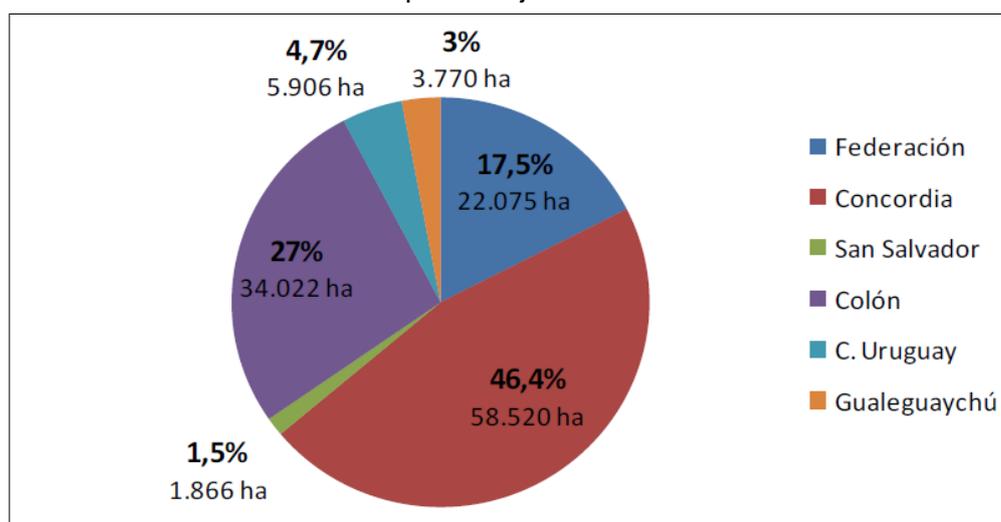
Gráfico 3. Distribución de las plantaciones forestales inventariadas en Entre Ríos. En hectáreas y porcentaje. Año 2017.



Fuente: (Subsecretaría de Desarrollo Forestoindustrial de la Nación, 2017)

El 89% de la superficie plantada corresponde a especies del género *Eucalyptus*, la que se contabiliza en 112.798 ha y un 11% a especies del género *Pinus*, con 13.360 ha. Estas superficies se distribuyen departamentalmente como se presenta en el Gráfico 4. (Subsecretaría de Desarrollo Forestoindustrial de la Nación, 2017)

Gráfico 4. Superficie inventariada de plantaciones por departamento. En hectáreas y porcentaje. Año 2017.



Fuente: (Subsecretaría de Desarrollo Forestoindustrial de la Nación, 2017)

Como se expone, la superficie cubierta por plantaciones forestales en la porción continental de la provincia de Entre Ríos, se encuentra distribuida en los departamentos de Federación



17,5%, Concordia 46,4%, Colón 27%, San Salvador 1,5%, Concepción del Uruguay 4,7% y Gualeguaychú el 3%. Citado en: (Friedl, 2019) (Subsecretaría de Desarrollo Forestoindustrial de la Nación, 2017)

La actividad forestal ha ido tomando relevancia en la región mesopotámica argentina como sector económico. Por un lado como un intento nacional de suplir déficits de importación de maderas aserradas, papeles y cartones en el transcurso de la segunda guerra mundial, pero también debido al surgimiento de legislaciones que ponen en valor los bosques y las actividades forestales propiciando las plantaciones y el conocimiento de la adaptación de especies nativas y exóticas para tales fines. (Friedl, 2019)

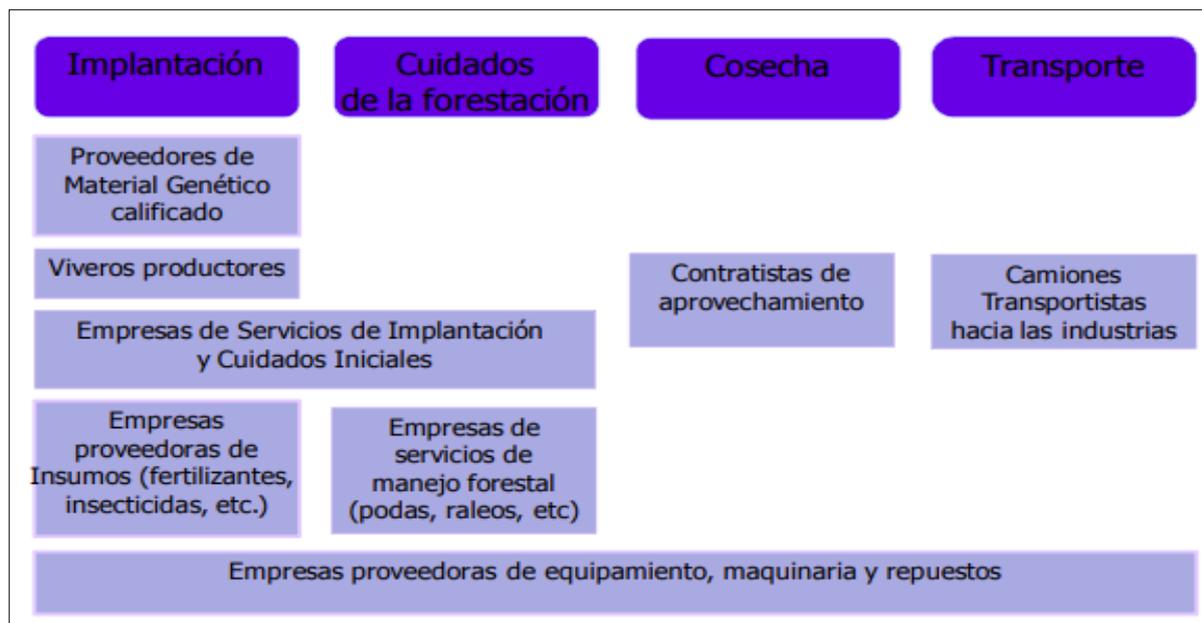
Existen legislaciones específicas que permiten la desgravación impositiva, incentivos fiscales, y además la ley de inversiones en bosques de cultivo (Ley N° 25.080 / Ley N° 26.432) con promociones de las inversiones que se efectúen en nuevos emprendimientos forestales y ampliaciones de los existentes, beneficios para la instalación y ampliación de emprendimientos forestoindustriales, han creado el marco legal para que las plantaciones forestales se hayan expandido hasta alcanzar actualmente 131.600 ha en Entre Ríos. Con esto queda expuesto el interés por parte del Estado nacional y provincial, en los bosques cultivados como una herramienta estratégica para el desarrollo económico regional y del país, a través de una política continua de promoción a la plantación. (Ley de inversiones para bosques cultivados N° 25.080, 1999) (Friedl, 2019)

Cadena de valor forestal en Entre Ríos

La cadena de valor forestal se encuentra constituida por el sector primario de producción, servicios y empresas proveedoras de equipamientos, maquinarias y repuestos (Ilustración 2) y la forestoindustrial (Ilustración 3).

Cadena de valor forestal

Ilustración 2. Cadena de valor forestal.



Fuente: (Harrand & Mastrandrea, 2009)

El primer eslabón de la cadena se encuentra constituido por viveristas, quienes proveen las plantas necesarias para las forestaciones. En Entre Ríos estos viveros se encuentran representados por una variada gama de escalas.

El siguiente está compuesto por las empresas de servicios de implantación, las que se caracterizan por poseer el capital necesario (tractores, equipos y herramientas) y el personal capacitado para la realización de los trabajos de plantación y cuidados iniciales de las forestaciones, lo que además permite prestar servicio de labores agrícolas, ya que las máquinas requeridas son comunes en ambos rubros. Desempeñan sus actividades dentro de toda la cuenca forestal, con una estructura de una o más cuadrillas de trabajo y, si la superficie de trabajo lo amerita, se trasladan los equipos a otras provincias. (Harrand & Mastrandrea, 2009)

El tercer eslabón lo conforman las empresas de servicios de manejo forestal, pudiendo ser también empresas de implantación, las cuales realizan tareas de podas, raleos y manejo de rebrotes. Estos contratistas pueden encontrarse vinculados con la industria para la comercialización de subproductos: como material redondo para impregnación y/o material de triturado para la industria de tableros.

En cuarto lugar, se encuentran los contratistas de cosecha, quienes se caracterizan por ser unidades de trabajo orientadas específicamente al rubro forestal, no relacionadas con otras actividades agrícolas. Pueden ser unidades independientes que se dedican a realizar servicios a empresas, dedicarse a la compra de montes en pie, para posteriormente vender las trozas producidas o aserraderos que poseen su propio equipo de aprovechamiento. Las actividades de cosecha, pueden presentar un grado variable de tecnificación e innovación, que se traduce en diferencias en la productividad. Justamente la cosecha forestal es el eslabón menos conocido y analizado desde el punto de vista tecnológico, productivo y de la organización del trabajo. (Harrand & Mastrandrea, 2009) (Sosa, De La Peña, & Giani, 2012)

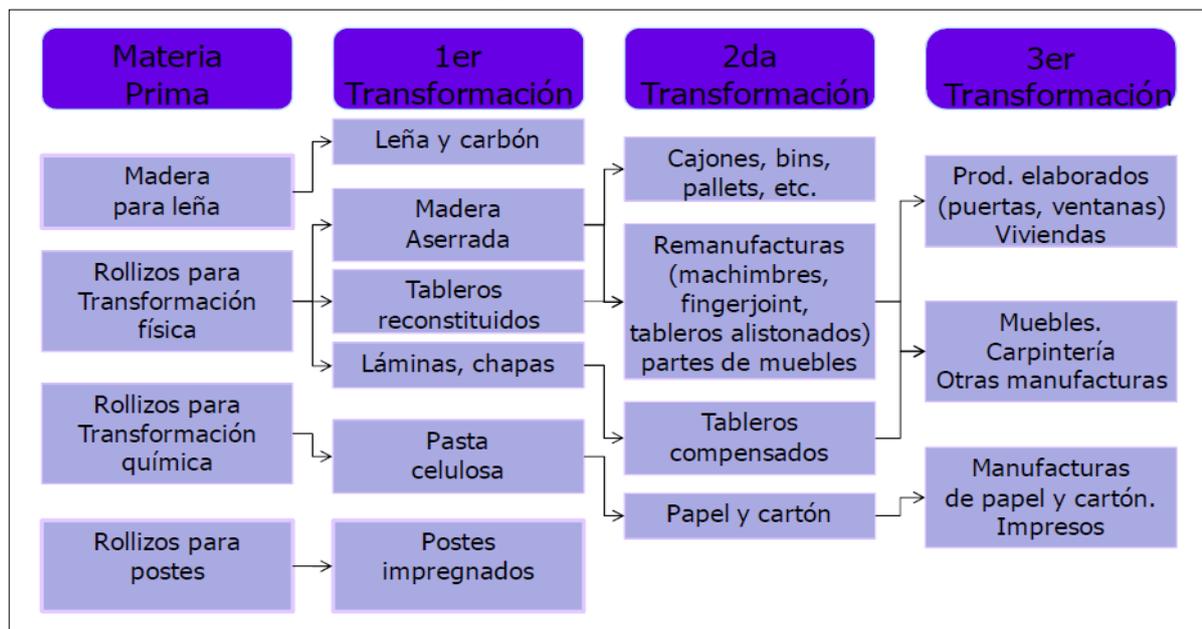
En el último eslabón se encuentra el servicio de transporte para las trozas hacia la industria, el cual se realiza por camioneros contratados o aserraderos con camiones propios.

Toda la cadena se encuentra asistida por empresas proveedoras de insumos, equipos y repuestos, ubicadas en los principales centros urbanos cercanos a los núcleos forestales. (Harrand & Mastrandrea, 2009)

Cadena de valor forestoindustrial

A partir de la cosecha forestal se obtienen productos para abastecer diferentes industrias (Ilustración 3)

Ilustración 3. Niveles de transformación.



Fuente: (Harrand & Mastrandrea, 2009)



Primera transformación industrial

En la primera etapa de transformación se hallan los aserraderos que producen bienes intermedios entre los que se encuentran los pallet, cajones y machimbres. Otra madera es destinada a la fabricación de muebles y para la construcción. (Harrand & Mastrandrea, 2009)

En la provincia de Entre Ríos existen aproximadamente 178 aserraderos, con un consumo anual de 2.066.959 metros cúbicos (m³) en materia prima rolliza, detallada en la Tabla 2. (Ministerio de Agroindustria, 2017)

Tabla 2. Consumo de materia prima rolliza por m³ y porcentaje en Entre Ríos. Año 2017.

Especie	Total	%
Eucalipto	1.779.651	86%
Pino	272.041	13%
Álamo	13.793	0,60%
Sauce	786	0,03%
Algarrobo	661	0,03%
Otras cultivadas	27	0,001%
Total general	2.066.959	100%

Fuente: Elaboración propia en base a (Ministerio de Agroindustria, 2017)

Como se describe, el 86% del consumo corresponde a eucalipto y el 13% a pino, el porcentaje restante lo ocupan: álamo, algarrobo, sauce y otras. De esta materia prima el 73% proviene de la provincia de Entre Ríos, el 26% de Corrientes y el 1% restante provienen de las provincias de Santa Fe, Misiones, y Buenos Aires. El 99,97% son especies cultivadas y solo el 0,03% nativas. (Ministerio de Agroindustria, 2017)

Para caracterizar a los aserraderos el parámetro utilizado es el de la cantidad de metros cúbicos producido por establecimiento, lo que permite clasificarlos por categorías de tamaño (Tabla 3). (Ministerio de Agroindustria, 2017)



Tabla 3. Clasificación de aserraderos en Entre Ríos, rangos, cantidad y porcentaje. Año 2017.

Categoría	Rangos de producción	Cantidad	%
Micro	$X \leq 940 \text{ m}^3$	37	21 %
Pequeño	$940 < X \leq 4.720 \text{ m}^3$	83	47 %
Mediano	$4720 < X \leq 23.585 \text{ m}^3$	56	31 %
Grande	$X > 23.585 \text{ m}^3$	2	1 %
Total		178	100%

Fuente: (Ministerio de Agroindustria, 2017)

De acuerdo con esta clasificación, de los 178 aserraderos ubicados en Entre Ríos 37 son micro empresas representando el 21%, 83 pequeños con el 47%, 56 son medianos con 31% y 2 son grandes con el 1% de participación. En la Tabla 4 se puede observar la producción total que es de 755.932 m³, la capacidad instalada y la capacidad ociosa del total de los establecimientos. (Ministerio de Agroindustria, 2017)

Tabla 4. Capacidad de producción, instalada y capacidad ociosa en m³ anuales en madera aserrada en aserraderos de Entre Ríos. Año 2017.

	Capacidad instalada (m³)	Producción (m³)	Capacidad ociosa (m³)
Total	1.275.154	755.932	519.222

Fuente: Elaboración propia en base a (Ministerio de Agroindustria, 2017)

La capacidad instalada es de 1.275.154 m³ y hace referencia a la capacidad teórica de la producción anual de los aserraderos, la máxima cantidad de madera aserrada que podría producir en condiciones óptimas de disponibilidad de madera y con demanda suficiente, trabajando un turno de ocho horas. Conjuntamente se cuenta con una producción de 755.932 m³ representando 59,28 % de la capacidad instalada y una capacidad ociosa de 519.222 m³ que representa un 40,72 %. (Ministerio de Agroindustria, 2017)

Otro agente de la cadena son las impregnadoras. Éstas realizan la aplicación de preservantes por medio de equipos de presión, lo que permite alargar la vida útil de la madera y mantener sus condiciones de resistencia estructural, sin que sea atacada por insectos u hongos, a dicho proceso se lo denomina impregnado. En Entre Ríos se cuenta con 13 establecimientos impregnadores, que trabajan con sales de CCA (Cromo-Cupro-Arsénico) y presentan las características de la Tabla 5. (Harrand & Mastrandrea, 2009)



Tabla 5. Características generales de la impregnación en m³. Año 2017.

PROVINCIA	PERSONAL OCUPADO		CAPACIDAD INSTALADA (m ³)	MATERIA PRIMA (m ³)		PRODUCCIÓN (m ³)
	Permanente	Temporario		Postes	Madera aserrada	
CORRIENTES	63	2	117.500	114.824		114.947
ENTRE RÍOS	30	8	118.760	28.988		22.837
OTRAS ¹⁴	43	0	109.236	37.723	9.577	47.282
TOTAL	136	10	345.496	181.535	9.577	185.066

Fuente: Elaboración propia en base a datos de (Von Haeften, 2017)

Esta industria cuenta con una capacidad instalada de 118.760 m³ y utiliza como materia prima postes con largos que van desde los 14 m y diámetros de hasta 25 centímetros (cm), de los cuales se impregnan 28.988 m³, alcanzando una producción total de impregnados de 22.837 m³ que son utilizados en construcción, tendido telefónico, rodrigones y tijeras. (Von Haeften, 2017) (Harrand & Mastrandrea, 2009)

Segunda transformación industrial

Otro componente de la cadena son las fábricas de tableros, las cuales utilizan rollizos y además los desechos de los aserraderos.

En Entre Ríos existen dos fábricas de tableros. Una ubicada en el parque industrial de Concordia, que posee dos líneas de producción: tableros de partículas, donde utilizan desechos de aserraderos (costaneros y chips) de eucaliptos y tableros de fibra o MDF, donde también consumen pino, que son traídos desde la provincia de Corrientes. La fábrica de MDF también posee asociada una línea de producción de molduras derivadas de tableros. La otra fábrica de tableros de partículas se encuentra ubicada en las afueras de Concepción del Uruguay, y consume rollizos de eucalipto y chips de aserraderos. (Harrand & Mastrandrea, 2009)

En esta segunda etapa se encuentran además las industrias de producción de celulosa y papel que pueden consumir rollizos y desechos de aserraderos, mejorando la cadena de valor. Desde Entre Ríos se provee de materia prima a provincias productoras como Santa Fe y Buenos Aires. Se complementa la industrialización de la madera con la producción de laminados y faqueados, para revestir paneles, o hacer placas compensadas. (Harrand & Mastrandrea, 2009)



La cosecha forestal

La cosecha forestal es el nexo operacional entre la etapa silvicultural y la industrialización, está formada por un conjunto planificado de actividades relacionadas con la corta, procesamiento, extracción de trozas u otras partes aprovechables de los árboles y transporte, para su posterior transformación. (Mac Donagh, 2015) (Mosquera, 2004)

Las industrias trabajan con un stock de uno, dos o hasta tres días de madera rolliza en el patio de abastecimiento. Esto está claramente relacionado con disminuir los niveles de costo, y aumentar la circulación del capital. En consecuencia, para la cosecha esto implica que debe abastecerlas de manera tal que nunca les falte materia prima para trabajar. Esto requiere que los sistemas de abastecimiento deban estar preparados para trabajar en cualquier condición climática, en terrenos dificultosos, para garantizar los niveles de entrega, y por sobre todo al costo más bajo posible. En consecuencia de estas consideraciones la resultante ha sido la mecanización vía introducción de nuevas tecnologías. (Mac Donagh, 2015)

La tecnología, que sustenta las actividades de las empresas, como el equipamiento, tiene un costo que implica una barrera de entrada que desalienta el ingreso a tales actividades. Una de las formas de atemperar la barrera de ingreso al mercado, es la adquisición de *leasing* de los equipos, lo cual conlleva al endeudamiento de la empresa. Dicho endeudamiento tiene como acreedor tanto al sistema financiero formal como a los propios proveedores de equipamiento y, en todos los casos, implica la presencia de garantías reales. (Bisang, Anlló, & Campi, 2008)

Como alternativa surge la posibilidad de optar por el mercado de los contratistas de labores, empresas de servicios que se han especializado en un conjunto de actividades. Estos contratistas, son prestadores de servicios con equipos propios y operan en mercados específicos. Funcionan con un esquema de costos dominado por unos pocos ítems que no controlan (mano de obra, combustibles y amortizaciones) y un mecanismo de ingresos cuyos precios ni controla ni domina y que están sujetos a variaciones permanentes, por lo cual se deben adecuar al margen que queda entre el precio de la madera rolliza en pie pagado al productor y el de la materia prima puesta en la industria. Frente a este panorama, la forma de acrecentar beneficios y capitalizarse es rotar el capital semi-fijo a alta velocidad. (Bisang, Anlló, & Campi, 2008) (Sosa, De La Peña, & Giani, 2012)

Otra problemática que presentan los contratistas es la deficiencia en la administración y gestión del negocio, debido al desconocimiento y a la falta de una visión estratégica. La



mayoría de éstos no cuentan con ningún tipo de apoyo administrativo y por la dinámica de la actividad no analizan cuáles son sus principales debilidades y aspectos a mejorar. (Sosa, De La Peña, & Giani, 2012)

Estas empresas deben utilizar sus equipos al máximo y mejorar sus tecnologías para elevar sus niveles de beneficio el cual está ligado además, al rendimiento de cosecha. La necesidad de utilizar de forma intensiva el capital reduce el lapso de amortización de los bienes y equipos generando un rápido recambio que facilita la incorporación de innovaciones. Citado en: (Bisang, Anlló, & Campi, 2008)

Sistemas de cosecha mecanizada

Sistema de "Corte a medida" o "Cut to length"

Una de las innovaciones tecnológicas en la actividad forestal es la corta combinada con tecnología de procesamiento, mediante el *Harvester*, el cual es una máquina autopropulsada, que tiene una pluma con cabezal forestal en el extremo. Trabaja en el monte, procesando los árboles en el sitio de los mismos. (Méndez & Carámbula, 2011)

La secuencia de funcionamiento comienza por la toma del árbol, serrado, descortezado y desramado, trozado a diferentes medidas y engavillado, luego el *Forwarder*, el cual es un tractor forestal autocargable, recoge las trozas que quedan en el campo, para transportarlas hasta el borde del camino donde se hacen pilas de madera que esperarán el transporte hacia la industria. Este sistema cuenta con una productividad diez veces mayor que la tala con motosierra, y con costos de 30 a 50% menores. (Méndez & Carámbula, 2011) (Mac Donagh, 2015) (Ecker, 2012)

Sistema de "Fuste entero" o "Full tree"

Este sistema implica remover el árbol sin raíces desde el rodal, para luego ser procesado en el cargadero o a borde de pista. (Mac Donagh, 2015) (Cátedra de Aprovechamiento Forestal de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales - Universidad Nacional de La Plata, 2010)

En el mismo pueden participar tres máquinas:

- ❖ *Feller Buncher*, es una máquina automóvil la cual posee un cabezal solo de corte, por lo cual no procesa los árboles.
- ❖ *Skidder*, es un tractor forestal que en la parte frontal puede disponer de una hoja empujadora y en función del elemento principal de trabajo se establecen dos grupos: de arrastre con cable o de arrastre con grapa, la cual está situada en el extremo de un



brazo, en la parte trasera del tractor con la cual se recoge directamente los árboles talados desde el suelo.

- ❖ Procesador o *harvester*, el cual se encarga de desramar, descortezar y trozar los árboles.

Este sistema puede provocar daños en el terreno y en los tocones de los árboles, limitando el rebrote de los mismos. (Méndez & Carámbula, 2011) (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2008) (Cátedra de Aprovechamiento Forestal de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales - Universidad Nacional de La Plata, 2010) (Ecker, 2012)

Cosecha forestal en Entre Ríos

Los sistemas de cosecha utilizados en Entre Ríos pueden clasificarse en tres tipos:

Manual:

- ❖ Apeo con motosierra / descortezado con machete.
- ❖ Extracción: tractor con cadenas / lingas o manual.
- ❖ Carga: manual o cargadora.

Semimecanizado:

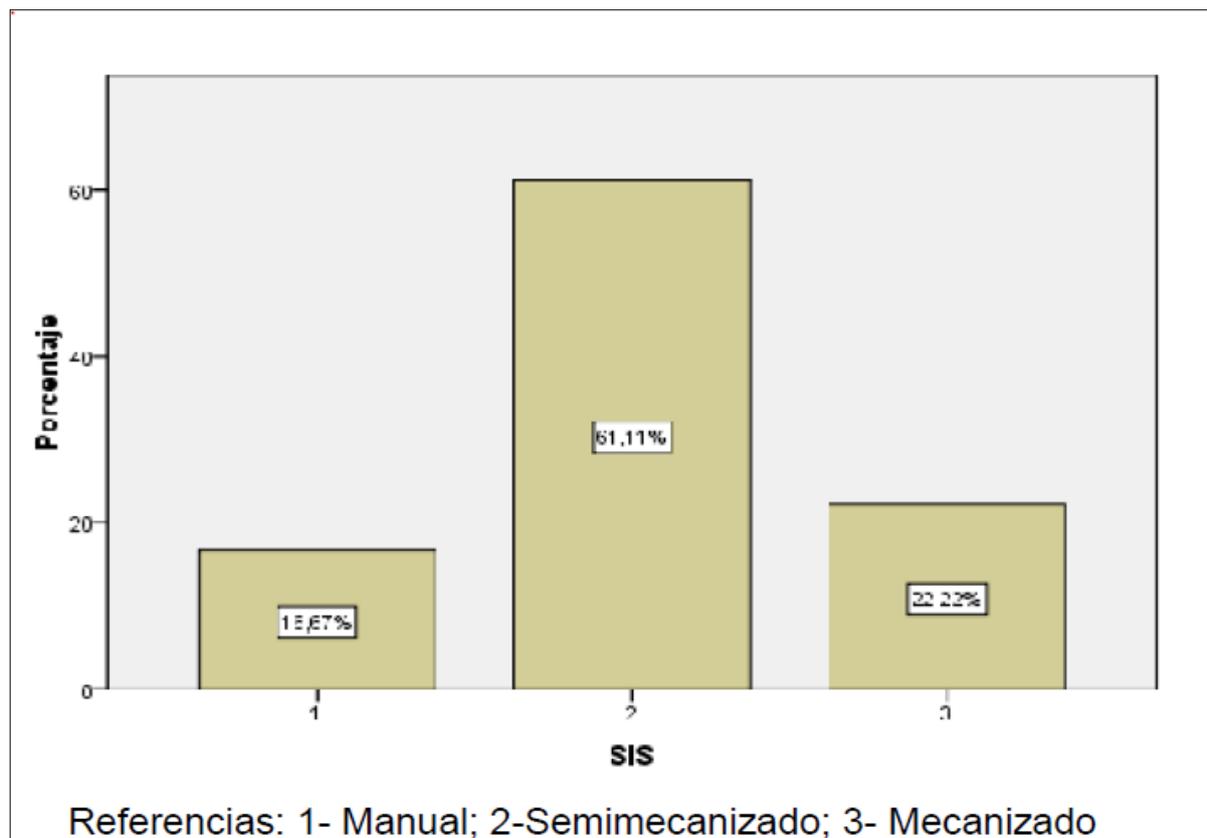
- ❖ Apeo: motosierra.
- ❖ Extracción: tractor con cadenas, *miniskidder* o *forwarder*.
- ❖ Carga: cargadora frontal o grúa forestal.

Mecanizado:

- ❖ Apeo: *harvester* o *feller*.
- ❖ Extracción: *forwarder* o *skidder*.
- ❖ Carga: trineumático.

De acuerdo a esta clasificación, los contratistas de la provincia de Entre Ríos se agrupan como se puede observar en el Gráfico 5. (Sosa, De La Peña, & Giani, 2012) (Ecker, 2012)

Gráfico 5. Clasificación de los contratistas, según sistemas de cosecha forestal en Entre Ríos. En porcentaje. Año 2012.



Fuente: (Sosa, De La Peña, & Giani, 2012)

Como se puede observar, el 61,11% de los contratistas utilizan el sistema semimecanizado para realizar las cosechas, de los restantes, un 22,22 % utiliza sistemas mecanizados y un 15,67% la realiza de manera manual. (Sosa, De La Peña, & Giani, 2012)

En cuanto a lo que concierne al control de los costos de su actividad, predomina la metodología de contrastar los gastos e ingresos por las tareas realizadas, lo que no permite evaluar y tomar decisiones estratégicas a tiempo para tener éxitos en esta actividad, y contribuyendo a que los contratistas solo se guíen por valores de mercado. (Sosa, De La Peña, & Giani, 2012)



Justificación

La inversión en la actividad de servicio de cosecha forestal mecanizada se presenta como una alternativa para Entre Ríos por ser una de las principales provincias con mayor cantidad de hectáreas de bosques implantados, representando el 11% a nivel nacional y con una tendencia creciente de la extracción de productos forestales de dichos bosques, alcanzando un máximo histórico de 12.233 toneladas en 2013 y que entre los años 2006 y 2016, aumentó a una tasa acumulada anual del 3,8%.

Entre Ríos presenta condiciones agroclimáticas y edáficas favorables para el crecimiento de especies forestales de gran productividad como lo son el eucalipto y el pino, particularmente en la zona noreste de la misma, comprendiendo los departamentos de Federación, Colón, San Salvador, Concepción del Uruguay, Gualeguaychú y Concordia, siendo este último el de mayor participación con el 46,4%.

Desde el Estado nacional y provincial, los bosques cultivados son vistos como una herramienta estratégica para el desarrollo económico regional y del país. Mediante la ley de inversiones en bosques de cultivo (Ley N° 25.080 / Ley N° 26.432) promueve inversiones en nuevos emprendimientos forestales y ampliaciones de los existentes, beneficios para la instalación y ampliación de emprendimientos forestoindustriales, lo cual ha creado un marco legal.

La cosecha forestal es el nexo operacional entre la etapa silvicultural y la industrialización. Las actividades de cosecha, pueden presentar un grado variable de tecnificación e innovación, que se traduce en diferencias en la productividad. La tecnología, que sustenta las actividades de las empresas, como el equipamiento, tiene un costo que implica una barrera de entrada que desalienta el ingreso a tales actividades.

Ante esta situación se tiene la posibilidad de optar por el mercado de los contratistas de labores, empresas de servicios que se han especializado en un conjunto de actividades, con equipos propios, operando en mercados específicos. En Entre Ríos, el 15,67% de los contratistas trabaja con sistemas de cosechas manuales, mediante la utilización de motosierras, tractores, cargadoras y donde suele hacerse la extracción y la carga de manera manual, otro 61,11% utiliza sistemas de cosecha semimecanizados, realizando las tareas de apeo con motosierra, extracción con tractor con cadenas, *miniskidder* o *forwarder* y la carga con cargadora frontal o grúa forestal. Por lo tanto, la inversión en la actividad de servicio de cosecha forestal mecanizada se presenta como una alternativa posible como salto de escala tecnológico de estos contratistas.



Sin embargo, la cosecha forestal es el eslabón menos conocido y analizado desde el punto de vista tecnológico, productivo y de la organización del trabajo. Los contratistas presentan deficiencias en la administración y gestión del negocio, debido al desconocimiento y a la falta de una visión estratégica. La mayoría de estos, no cuentan con ningún tipo de apoyo administrativo y por la dinámica de la actividad no analizan cuáles son sus principales debilidades y aspectos a mejorar. Por esta razón, es pertinente evaluar la organización del trabajo a través del análisis integral de los dos sistemas de cosecha forestal mecanizada planteados en el presente proyecto.

Por todo esto cabe preguntarse: el contratista, ¿planifica su inversión y administra correctamente sus recursos?, ¿conoce la rentabilidad de la actividad y de la inversión en la que incursiona? En cuanto al modo de trabajo, ¿cuál sería el sistema más conveniente o rentable?, ¿cómo se podría mejorar la gestión de este tipo de empresas?



Objetivo General

Determinar la factibilidad económica de la inversión en los sistemas de cosecha forestal mecanizada "*Full tree*" y "*Cut to length*" en la región Noreste de Entre Ríos.

Objetivos Específicos

- ❖ Determinar las inversiones requeridas para ambos sistemas de cosecha.
- ❖ Determinar los costos y los ingresos que implican cada sistema.
- ❖ Determinar la rentabilidad de los sistemas.
- ❖ Analizar la sensibilidad del proyecto respecto de sus variables principales.



Metodología

Para cumplir con los objetivos del presente trabajo se realiza un proyecto de inversión en la actividad de servicio de cosecha forestal mecanizada. Se opta por ésta metodología ya que permite evaluar ambos proyectos en un mismo momento y también unificar los valores. Además, provee la estructura y variables para determinar las posibilidades de éxito; ya que permite definir una idea, realizar análisis cualitativos y cuantitativos, estudios relevantes como de mercado, factibilidad técnica, de procesos, indicadores económicos, financieros, la comparación y sensibilización de las variables de mayor influencia, entre otros, lo cual permite disminuir la incertidumbre y visualizar posibles riesgos para una toma de decisiones de manera objetiva a la hora de invertir.

Para la determinación de su factibilidad se toman como modelo de análisis a dos contratistas de cosecha forestal mecanizada de la empresa MASISA Forestal Argentina S.A., los cuales se encuentran realizando dichas faenas en montes de *Eucalyptus grandis*, uno en la zona de Concordia, Entre Ríos, bajo el sistema "Full tree" y el segundo en la región de Paso de Los Libres, provincia de Corrientes, con el sistema "Cut to length". El estudio se realiza durante el periodo comprendido entre los meses de Abril a Octubre del 2020.

El proyecto de inversión se basa, fundamentalmente, en la información primaria procedente de la empresa MASISA Forestal Argentina S.A.; en cuanto a las características de los contratistas, la información es obtenida a través de entrevistas libres con el gerente de operaciones y con el coordinador de costos y control de gestión de la firma.

Como fuentes de información secundaria, se toman principalmente el trabajo del Ing. Roberto Malinovski "Metodología de Costo - Hora para Máquinas Forestales", la circular N° 296 "Machine Rates For Selected Forest Harvesting Machines" de la *Alabama Agricultural Experiment Station* (2002), la tesis de Patricio Mac Donagh (2015) denominada "Los contratistas de cosecha de plantaciones forestales: Análisis de las funciones de producción y de la influencia de la innovación tecnológica como factor en las mismas". (Malinovski) (Alabama Agricultural Experiment Station, 2002) (Mac Donagh, 2015)

Como objeto de estudio del presente trabajo se toman a los contratistas anteriormente nombrados, ya que se encuentran trabajando en las plantaciones forestales pertenecientes a la firma, las cuales se ubican dentro de la cuenca forestal de la región Mesopotámica. Además, estos realizan la cosecha forestal a través de los dos sistemas bajo análisis, los cuales a su vez, son los preponderantes en cuanto a cosecha forestal mecanizada de la región.



La recolección de información respecto a los precios de compra de maquinarias e insumos y la tarifa del valor del servicio, se realiza entre los meses de Abril y Octubre correspondientes al año 2020.

Determinación de las inversiones

La descripción de las inversiones se realiza bajo el esquema del capital agropecuario, según el libro "Introducción al cálculo de costos agropecuarios" del Ing. Rodolfo Guillermo Frank, de 1980. Clasificándolas en capital de la explotación, que a su vez se clasifica en fijo y circulante. Para cada uno de los elementos considerados en el esquema, se determina la cantidad y el precio unitario, y con ello, el valor total. A partir de la suma de todos los valores se determina la inversión total necesaria para cada alternativa.

Para ambos sistemas, la elaboración de la cuenta capital se efectúa tomando como base la información primaria brindada por MASISA Forestal Argentina S.A. y el valor a nuevo de la maquinaria se obtiene de concesionarias como: *John Deere, Ponsse y Doosan*.

Cálculo de costos e ingresos

Determinación de los costos

Los costos se realizan por separado, según el sistema al que pertenecen, utilizando la metodología FAO/ECE/KWF, la cual permite tener una noción precisa de los costos, mediante un esquema que admite la comparación de estos, en relación a las diversas alternativas de inversión. En 1956 la FAO desarrolló esta metodología de cálculo, en forma esquemática, de los costos operacionales, la cual fue aceptada por la mayoría de los países europeos y utilizada desde ese entonces; luego en 1971 esa metodología sufre una leve modificación por *Kuratorium für Waldarbeit y Forsttechnik (KWF)*, dando origen a un nuevo método denominado FAO/ECE (*Economic Commission for Europe*).

Además, se toma el trabajo del Ing. Roberto Malinovski "Metodología de Costo - Hora para Máquinas Forestales" como base para la confección de las planillas de costos, donde se los clasifica en costos fijos, semifijos y variables.

1. Costos de la maquinaria

1.1. Costos Fijos

Estos costos son calculados por año y luego divididos por las horas de uso anual de la máquina, son parte de estos costos: interés, el cual en este caso no se lo considera para



evitar su efecto al momento de calcularse el VAN, seguros y tinglado de protección, este último no se tendrá en cuenta en este trabajo.

- ❖ Seguros: tanto de la camioneta como de la maquinaria se obtienen de Río Uruguay Seguros.

1.2. Costos Semifijos

Los costos semifijos son calculados por hora de uso (hu), los ítems que forman estos costos son: Amortizaciones (d) y Reparaciones (r).

Tanto la amortización como las reparaciones pueden ser calculadas en forma conjunta tanto para la máquina como sus accesorios y equipos adicionales, o en forma individual en caso que las diferentes partes presenten un desgaste desigual. En este caso, se amortizan los neumáticos u orugas por separado de los equipos.

- ❖ Amortización

Corresponde a la distribución de los costos de adquisición de la maquinaria y/o sus partes por separado en las horas de uso.

En el cálculo de los costos de amortización, se distinguen los siguientes conceptos:

- Valor de adquisición (va)
- Tiempo total de uso (h): corresponde al periodo de uso de la maquina en horas, o sea la vida útil después de la cual no vale la pena continuar usándola debido al aumento sobre proporcional de los costos de reparación. Dicha información es obtenida de consulta con los proveedores de la maquinaria correspondiente.
- Envejecimiento técnico (n): Corresponde al máximo tiempo de uso en años en el cual la máquina puede ser usada económicamente. Sucede que muchas máquinas son usadas solo algunas veces durante el año, no alcanzando su vida útil (horas) dentro del plazo de envejecimiento técnico. Después de este plazo ella puede seguir en buenas condiciones de uso, pero técnicamente envejecida para competir con las máquinas nuevas del mercado, o la carrocería comenzó a deteriorarse, sin embargo el motor no tiene logrado el tiempo total de uso y se encuentra por lo tanto todavía en buen estado. Estos datos son obtenidos de la circular N° 296 "*Machine Rates For Selected Forest Harvesting Machines*" de la Alabama Agricultural Experiment Station (2002).
- Valor residual (vr): después de completar el tiempo total de uso o de su envejecimiento técnico, la máquina está aún muchas veces en condiciones



de servir en las mismas operaciones en que trabajó pero en forma temporal o más leve por uno o más años. En este caso la máquina tiene un valor de reventa que es importante introducir en los cálculos de los costos por hora, ya que esto hace disminuir los costos de amortización y por consiguiente los costos por hora. El valor residual se calcula como un porcentaje del valor a nuevo de la maquinaria, dichos porcentajes son tomados de la circular N° 296 "Machine Rates For Selected Forest Harvesting Machines" de la Alabama Agricultural Experiment Station (2002).

- Horas efectivas de uso (hf): Son las horas de uso que se logra en la máquina como media en un año. Dichas horas son obtenidas de la información provista por la empresa MASISA Forestal Argentina S.A.
- Límite de uso anual (U): Este parámetro, también llamado umbral, indica el periodo mínimo de uso al año, que garantiza completar el tiempo total de uso antes que la máquina quede obsoleta.

Este valor se calcula a través del cociente: $U = h/n$.

El cálculo de amortización depende, principalmente del umbral:

$$\text{a) } d = (va - vr) / h, \text{ cuando } U \leq hf$$

$$\text{b) } d = (va - vr) / (n*hf), \text{ cuando } U > hf$$

En el caso a) la máquina queda amortizada antes o al mismo tiempo de cumplir el plazo de envejecimiento técnico.

En el caso b), se deprecia la máquina solo por las horas de uso alcanzadas hasta su envejecimiento técnico, esto indica que los costos de amortización serán más altos, ya que el tiempo total de uso no es completado antes de quedar obsoleta.

En cuanto a la amortización de vehículo de apoyo, se la realiza mediante el método lineal propuesto por Frank 1980.

- ❖ Reparaciones (C): Estos costos se calculan a través del producto: costos de amortización y el coeficiente de reparaciones (c). Estos coeficientes son obtenidos de la circular N° 296 "Machine Rates For Selected Forest Harvesting Machines" de la Alabama Agricultural Experiment Station (2002).

$$\text{a) } C = d*c, \text{ cuando } U \leq hf$$

En el caso que las horas efectivas sean menores que el umbral, entonces se deberán corregir estos costos a través del cociente:

$$(n*hf) / h$$



En cambio, si la máquina no alcanza el tiempo total de uso porque las horas efectivas son menores que el umbral, el desgaste de la máquina también será menor, por lo tanto es de esperar que las reparaciones disminuyan en la misma proporción:

$$\text{b) } C = d \cdot c \cdot (n \cdot hf / h), \text{ cuando } U > hf$$

1.3. Costos Variables

Estos se componen de los costos de combustibles y lubricantes.

❖ Combustible:

El consumo de combustible de los equipos es obtenido del apunte de cátedra "Costos de cosecha forestal – Universidad de la Republica Uruguay" (Anexo 1) y por datos brindados por MASISA Forestal Argentina S.A.

El valor del combustible se obtiene del sistema en línea de precios de combustibles en surtidor del Ministerio de Energía y Minería de la Nación, al cual se le descuenta el IVA y un 55% de ITC (Impuesto Sobre los Combustibles Líquidos y al Dióxido De Carbono), vigentes para el mes de agosto de 2020. (Resolución N° 4257, 2018) (Ley N° 23.966, 1991).

❖ Lubricante:

Los costos de lubricantes se calculan como un 36,8 % de los costos de combustible, según la circular N° 296 "Machine Rates For Selected Forest Harvesting Machines" de la Alabama Agricultural Experiment Station (2002).

2. Costos de personal

Dichos costos fijos se calculan para cada uno de los operarios dividiendo el respectivo salario mensual, incluidas las cargas sociales, por las horas de trabajo al mes.

El importe del salario bruto mensual se toma de las remuneraciones mínimas del personal permanente de prestación continua comprendido en el Régimen de Trabajo Agrario, correspondientes a la provincia de Entre Ríos para trabajadores de la actividad forestal, publicadas por UATRE. (Resolución N° 208, 2019)

3. Costos de administración

El costo de administración se calcula por convención como un porcentaje de los costos directos, o sea de la suma de los costos de la máquina y personal. Se utiliza de 5 a 15% de los costos directos. Para este proyecto se considera un 5% de los costos directos, dentro de los cuales se incluyen los viáticos del personal.



El salario del Administrador es obtenido del Régimen del Trabajo Agrario, correspondientes a la provincia de Entre Ríos para trabajadores de la actividad forestal, publicadas por UATRE. (Resolución N° 208, 2019)

Para complementar la determinación de los costos se incluyen los de un vehículo de apoyo, las amortizaciones de los elementos de campamento y capacitaciones.

Determinación de ingresos

Para el cálculo de los ingresos, se considera la producción en toneladas de madera cosechada por los contratistas de la empresa MASISA Forestal Argentina S.A.

En cuanto a la tarifa del servicio, se toma como referencia la tarifa de elaboración y carga publicada en la "Planilla de precios forestales de la región NE de Entre Ríos" de la EEA INTA Concordia a la fecha de Junio del 2020. (INTA EEA Concordia, 2020)

Determinación de la rentabilidad

Para el cálculo de la rentabilidad, en primer lugar se realizan dos flujos de fondos, uno para cada sistema de cosecha, proyectados a 10 años, teniendo en cuenta la vida útil de los activos críticos.

Una vez obtenidos los flujos de fondos de ambos sistemas analizados, se halla el VAN (valor actual neto) con una tasa de actualización del 15%, la cual fue tomada de (Mac Donagh, 2015) donde la misma refleja el promedio de las tasas con que las empresas contratistas adquieren equipamientos, esto incluye tanto tasas bancarias locales, *leasing* que se obtiene de los fabricantes, así como tasas propias que asignan a su propio capital. También se halla la TIR (tasa interna de retorno), indicador relacionado con el VAN, para cada uno de los respectivos sistemas.

Al finalizar estos cálculos, se calcula el punto de equilibrio y un análisis de sensibilidad teniendo en cuenta las variables principales, a partir de las cuales se determina la estabilidad que poseen el VAN y la TIR ante la variación individual de las mismas.

Desarrollo

Inversiones del sistema *Cut to length*

Las inversiones necesarias para realizar la cosecha forestal mecanizada bajo el sistema *Cut to length*, se expresan a continuación (Tabla 6):

Tabla 6: Inversiones del sistema *Cut to length*.

Concepto	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor \$	Valor u\$s
Capital de explotación fijo					
Harvester	1	Unidad	\$ 30.800.000	\$ 30.800.000	\$ 400.000
Forwarder	1	Unidad	\$ 36.960.000	\$ 36.960.000	\$ 480.000
Casilla móvil equipada	1	Unidad	\$ 237.702	\$ 237.702	\$ 3.087
Cisterna móvil	1	Unidad	\$ 122.727	\$ 122.727	\$ 1.594
Electrobomba	1	Unidad	\$ 22.016	\$ 22.016	\$ 286
Pick-up	1	Unidad	\$ 1.033.058	\$ 1.033.058	\$ 13.416
Grupo electrógeno	1	Unidad	\$ 5.784	\$ 5.784	\$ 75
Herramientas	1	Unidad	\$ 27.089	\$ 27.089	\$ 352
Handy	3	Unidad	\$ 1.343	\$ 4.029	\$ 52
Total Capital de Explotación				\$ 69.212.405	\$ 898.862
Capital circulante					
Sueldos Administrador	12	Mes	\$ 53.307	\$ 639.680	\$ 8.308
Sueldos Operarios	12	Mes	\$ 51.530	\$ 1.236.717	\$ 16.061
Elementos de P.P.	1	Unidad	\$ 58.505	\$ 58.505	\$ 760
Combustible	65.564	Litros	\$ 42	\$ 2.759.336	\$ 35.836
Aceites y lubricantes				\$ 1.015.436	\$ 13.187
Seguros de maquinaria	1	Año	\$ 277.200	\$ 277.200	\$ 3.600
Seguro de camioneta	12	Mes	\$ 1.321	\$ 15.852	\$ 206
Patente de camioneta	12	Mes	\$ 1.343	\$ 16.116	\$ 209
Capacitaciones	7	Horas	\$ 1.600	\$ 11.200	\$ 145
Asesor contable	12	Mes	\$ 11.571	\$ 138.852	\$ 1.803
Reparaciones y mantenimiento	1	Año	\$ 4.916.896	\$ 4.916.896	\$ 63.856
Total Capital Circulante				\$ 11.085.790	\$ 143.971
Total Cuenta Capital				\$ 80.298.195	\$ 1.042.834

Fuente: Elaboración propia

En el caso de los precios en dólares se toma como referencia un dólar equivalente a \$77, correspondiente al día 6 de octubre de 2020.

Costos de la maquinaria del sistema *Cut to length*

Costos del *harvester*

Teniendo en cuenta el criterio de clasificación en costos fijos, semifijos, variables y de personal, junto con los datos utilizados para dicho costeo, a continuación, se exponen los costos correspondientes al *harvester* expresados en pesos por hora (\$/h) y en pesos por tonelada (\$/tn) (Tabla 7):



Tabla 7. Datos de costeo y costos del *harvester* en \$/h y \$/tn.

Volteo/proceso	
Harvester	
Cantidad equipos	1 unidad
Horas efectivas	8 h
Jornal	10 h
Días trabajados/mes	19 días
Horas/mes	153 h
Meses/año	12 meses
Producción/mes	4.122 tn
Producción/hora	27,00 tn/h
Valor de adquisición (va)	\$ 28.225.043,00
Valor de los neumáticos	\$ 2.574.957,00
Valor residual (20% del va)	\$ 5.130.017,20
Vida útil de la maquinaria (años)	10
Vida útil de los neumáticos (horas)	20.000
Tiempo total de uso (h)	20.000
Límite de uso anual (U)	2.000
Horas efectivas de uso (hf)	1.832
Coeficiente de reparaciones (c)	1,1
Coeficiente de consumo de lubricantes	0,368
Consumo de combustible (lt/h)	18,00
Costos de la maquinaria (\$/h)	
Costos fijos	
Seguros	\$ 68,78
Costos semifijos	
Depreciación de la máquina	\$ 1.260,65
Depreciación de los neumáticos	\$ 128,75
Reparaciones	\$ 1.270,23
Total	\$ 2.659,62
Costos variables	
Consumo de combustible	\$ 757,55
Lubricantes	\$ 278,78
Total	\$ 1.036,33
Subtotal de costo de la maquinaria	\$ 3.764,73
Costo de personal (\$/h)	
Sueldo	\$ 337,53
Vestimenta y EPP	\$ 10,51
Total	\$ 348,04
Costo total	\$ 4.113
Costo por Tn	\$ 152,32

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los costos fijos, el valor total anual del seguro es dividido por 1.832 horas efectivas de uso anual de la máquina. Como se puede observar, este resulta en 68,78 \$/h.

Respecto a los costos semifijos, dado que el umbral es superior a las horas efectivas, se aplica la segunda fórmula tanto en el cálculo de la amortización como en el de las reparaciones. De esta manera, se obtiene un costo semifijo total de 2.659,62 \$/h.

En cuanto a los costos variables, para el cálculo del consumo de combustible, se proyecta un uso de 18 litros por hora (l/h), a un precio de 42,09 pesos por litro (\$/l). Dicho valor surge de al precio de surtidor del litro de gasoil a 58,64 \$/l, descontarle un 21% de IVA, sumarle \$5,18



el cual es un 55% del valor de ITC y \$1,07 de impuesto por emisión de Dióxido de Carbono (CO₂). Los costos variables totalizan en 1.036,33 \$/h.

Respecto al costo del personal, teniendo en cuenta el régimen de trabajo agrario, el sueldo mensual, resulta de la siguiente manera (Tabla 8):

Tabla 8. Sueldo mensual de operario de máquina forestal.

		Operador	Permanente
			Por mes
Básico			\$ 30.560,44
Antigüedad	1,00%		\$ 305,60
Presentismo	10,00%		\$ 3.056,04
Vacaciones	14		\$ 237,69
Subtotal remunerativo			\$ 34.159,78
Sueldo anual complementario	8,33%		\$ 2.845,51
Remunerativo			\$ 37.005,29
Aportes Patronales			
Jubilación	12,47%		\$ 4.614,56
Renatre	1,50%		\$ 555,08
I.N.S.S.J. y P.	1,58%		\$ 584,68
Asignaciones familiares	4,70%		\$ 1.739,25
Obra Social	6%		\$ 2.220,32
Ley 4035	1,50%		\$ 555,08
ART	11,0%		\$ 4.070,58
Seguro de vida	0,50%		\$ 185,03
Subtotal aportes patronales			\$ 14.524,58
Remuneraciones más cargas sociales			\$ 51.529,87

Fuente: Elaboración propia

Al dividir el sueldo mensual por las horas trabajadas al mes de un operario, se obtiene un costo de 337,53 \$/h. Adicionando el valor de la vestimenta y EPP, se proyecta un costo de personal para el *harvester* de 348,04 \$/h.

Sumando el costo de la máquina y el costo del personal, se obtiene el costo operativo del *harvester*, el cual resulta en 4.113 \$/h. Si a este valor se lo divide por 27 tn la cual es la producción por hora, se obtiene un costo por tn de \$152,32.

Costos del forwarder

Continuando con el criterio de clasificación de los costos en fijos, semifijos, variables y de personal, junto con los datos utilizados para dicho costeo, a continuación, se exponen los costos correspondientes al *forwarder* expresados en pesos por hora (\$/h) y en (\$/tn) (Tabla 9):



Tabla 9. Datos de costeo y costos del *forwarder* en \$/h y \$/tn.

Extracción/carga	
Forwarder	
Cantidad equipos	1 unidad
Horas efectivas	8 h
Jornal	10 h
Días trabajados/mes	19 días
Horas/mes	153 h
Meses/año	12 meses
Producción/mes	4.122 tn
Producción/hora	27,00 tn/h
Valor de adquisición (va)	\$ 34.385.043,00
Valor de los neumáticos	\$ 2.574.957,00
Valor residual (20% del va)	\$ 6.362.017,20
Vida útil de la maquinaria	10
Vida útil de los neumáticos (horas)	20.000
Tiempo total de uso (h)	20.000
Límite de uso anual (U)	2.000
Horas efectivas de uso (hf)	1.832
Coficiente de reparaciones (c)	1
Coficiente de consumo de lubricantes	0,368
Consumo de combustible (lt/h)	16,00
Costos de la maquinaria (\$/h)	
Costos fijos	
Seguros	\$ 82,53
Costos semifijos	
Depreciación de la máquina	\$ 1.529,64
Depreciación de los neumáticos	\$ 128,75
Reparaciones	\$ 1.401,15
Total	\$ 3.059,54
Costos variables	
Consumo de combustible	673,38
Lubricantes	247,80
Total	921,18
Subtotal de costo de la maquinaria	\$ 4.063,25
Costo de personal (\$/h)	
Sueldo	337,53
Vestimenta y EPP	10,51
Total	348,04
Costo total	\$ 4.411
Costo por Tn	\$ 163,38

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los costos fijos, el valor total anual del seguro es dividido por 1.832 horas efectivas de uso anual de la máquina. Como se puede observar, este resulta de 82,53 \$/h.

Respecto a los costos semifijos, dado que el umbral es superior a las horas efectivas, se aplica la segunda fórmula tanto en el cálculo de la amortización como en el de las reparaciones. De esta manera, se obtiene un costo semifijo total de 3.059,54 \$/h.

En cuanto a los costos variables, para el cálculo del costo de combustible, se considera un consumo de 16 l/h, a un precio de 42,09 \$/l, el cual se obtiene de la manera anteriormente



mencionada con respecto al ITC e Impuesto a la emisión de CO₂. Los costos variables totalizan en 921,18 \$/h.

El costo de personal para el *forwarder* se proyecta en 348,04 \$/h, el cual se obtiene de la misma manera como se menciona para el *harvester* con respecto al sueldo del operario.

Sumando el costo de la máquina y el costo del personal, se obtiene el costo operativo del *forwarder* el cual resulta en 4.411 \$/h. Si a este valor se lo divide por 27 tn, la cual es la producción por hora, se obtiene un costo por tn de \$163,38.

Costos de administración

A continuación, en la Tabla 10 se exponen los costos de administración que comprende el sistema *Cut to length*, expresados en \$/mes:

Tabla 10. Costos administrativos mensuales del sistema *Cut to length*.

Rubros	\$/mes
Administrador	\$ 53.306,69
Contador	\$ 11.571,00
Gastos administrativos	\$ 65.066,98
Otros	\$ 933,33
Total	\$ 130.878

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, los gastos administrativos resultan en \$65.066,98, considerando \$1.301.339,61 de costos directos por mes. En el rubro "otros" se proyectan los gastos en capacitaciones del personal.

Por su parte, teniendo en cuenta el régimen de trabajo agrario, el sueldo mensual de un administrador resulta de la siguiente manera (Tabla 11):



Tabla 11. Sueldo mensual de administrador.

		Administrador	Permanentes
			Por mes
Básico			\$ 31.614,21
Antigüedad	1,00%		\$ 316,14
Presentismo	10,00%		\$ 3.161,42
Vacaciones	14		\$ 245,89
Subtotal remunerativo			\$ 35.337,66
Sueldo anual complementario	8,33%		\$ 2.943,63
Remunerativo			\$ 38.281,29
Aportes Patronales			
Jubilación	12,47%		\$ 4.773,68
Renatre	1,50%		\$ 574,22
I.N.S.S.J. y P.	1,58%		\$ 604,84
Asignaciones familiares	4,70%		\$ 1.799,22
Obra Social	6%		\$ 2.296,88
Ley 4035	1,50%		\$ 574,22
ART	11,0%		\$ 4.210,94
Seguro de vida	0,50%		\$ 191,41
Subtotal aportes patronales			\$ 15.025,41
Remuneraciones más cargas sociales			\$ 53.306,69

Fuente: Elaboración propia

Costos de producción del sistema *Cut to length*

A partir de los costos antes mencionados, más los del vehículo de apoyo y de campamento, se estima un costo operativo por tonelada, el cual resulta de la siguiente manera (Tabla 12):

Tabla 12. Costos de producción del sistema *Cut to length* en \$/tn.

Producción mensual	4.122,00	
Costo operativo de la maquinaria	Máquina	\$/tn
Volteo/proceso	Harvester	\$ 152,32
Extracción/carga	Forwarder	\$ 163,38
Total		\$ 315,71
Estructura y logística	\$/mes	\$/tn
Administrador	\$ 53.306,69	\$ 12,93
Contador	\$ 11.571,00	\$ 2,81
Gastos administrativos	\$ 65.066,98	\$ 15,79
Costo de campamento	\$ 2.665,42	\$ 0,65
Otros	\$ 933,33	\$ 0,23
Costo Operativo Vehículo de Apoyo	\$ 37.765,82	\$ 9,16
Total		\$ 41,56
Costo Operativo por tn		\$ 357,27

Fuente: Elaboración propia

Se proyecta un costo operativo por tonelada para el sistema *Cut to length* de 357,27 \$/tn.



Para evaluar el costo de producción, además, se estima el costo de un vehículo de apoyo como complemento logístico, el cual resulta de la siguiente manera (Tabla 13):

Tabla 13. Costo operativo mensual del vehículo de apoyo.

Vehículo	Wolkswagen Amarok	
Modelo	2011	
Valor actual	\$	1.033.057,85
Vida útil vehículo	km	130.000,00
Amortización Vehículo	\$/km	7,95
km recorridos	km/mes	2.100,00
Consumo combustible	Lts/ 100 km	13,00
Precio combustible	\$/l	42,09
Costo de combustible	\$/km	5,47
Seguro	\$/mes	1.343,00
Gasto seguro	\$/km	0,64
Patente	\$/año	25.200,00
Patente	\$/mes	2.100,00
Gasto patente	\$/km	1,00
Neumáticos	\$	60.492,00
Vida útil neumáticos	km	30.000
Amortización neumáticos	\$/km	2,02
Mantenimiento general	\$/mes	1.911,00
Mantenimiento general	\$/km	0,91
Costo total	\$/km	17,98
Costo total mensual	\$	37.766

Fuente: Elaboración propia

Como se observa, de dicha estimación resulta un costo total mensual de \$37.766.

En cuanto a los costos de campamento, resultan de la siguiente manera (Tabla 14):

Tabla 14. Costos mensuales de los elementos de campamento.

Elementos	Valor Unitario	V.R.P (%)	Amortización	
			Meses	Monto
Casilla móvil equipada	\$ 237.701,65	20%	240	\$ 792,34
Cisterna móvil 3000 l	\$ 122.727,27	30%	120	\$ 715,91
Electrobomba	\$ 22.015,70	10%	36	\$ 550,39
Grupo electrógeno	\$ 5.784,30	10%	120	\$ 43,38
Herramientas	\$ 27.089,25	40%	36	\$ 451,49
Handy	\$ 4.028,93	0%	36	\$ 111,91
Total				\$ 2.665

Fuente: Elaboración propia

Como resultado, se obtiene un total mensual de \$ 2.665, el cual al ser dividido por la producción mensual resulta en 0,65 \$/tn.



Amortizaciones del sistema *Cut to length*

A continuación, en la Tabla 15 se expone el total anual de las amortizaciones para el presente sistema:

Tabla 15. Amortizaciones anuales del sistema *Cut to length*.

	\$/año
Harvester	\$ 2.545.368,64
Forwarder	\$ 3.038.168,64
Casilla móvil equipada	\$ 9.508,07
Cisterna móvil	\$ 8.590,91
Electrobomba	\$ 6.604,71
Pick-up	\$ 251.067,57
Grupo electrógeno	\$ 520,59
Herramientas	\$ 5.417,85
Casco	\$ 794,05
Matafuegos (10 kg)	\$ 165,00
Handy	\$ 4.028,93
Neumáticos del Harvester	\$ 235.866,06
Neumáticos del Forwarder	\$ 235.866,06
Total	\$ 6.341.967

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, el mayor valor corresponde a las maquinarias, en segundo lugar, se encuentra la camioneta junto con los neumáticos de los equipos, y en menor escala, se tiene a la casilla móvil, cisterna móvil, entre otros.



Costo total del sistema *Cut to length*

Teniendo en cuenta los costos antes mencionados, se formula la siguiente Tabla 16, donde se los agrupa y se los clasifica en fijos, semifijos y variables, obteniendo el costo total del sistema:

Tabla 16. Costos totales anuales del sistema *Cut to length*.

Fijos				
Concepto	Cantidad	Unidad	Valor Unitario \$	Valor Total \$
Sueldo Administrador	12	Mes	\$ 53.306,69	\$ 639.680,33
Sueldos Operarios	12	Mes	\$ 51.529,87	\$ 1.236.716,81
Elementos de P.P.	1	Unidad	\$ 51.234,60	\$ 51.234,60
Gastos administrativos	12	Mes	\$ 65.066,98	\$ 780.803,77
Seguros de maquinaria	1	Año	\$ 277.200,00	\$ 277.200,00
Seguro de camioneta	12	Mes	\$ 1.343,00	\$ 16.116,00
Patente de camioneta	1	Año	\$ 25.200,00	\$ 25.200,00
Asesor contable	12	Mes	\$ 11.571,00	\$ 138.852,00
Amortizaciones	1	Año	\$ 758.429,79	\$ 758.429,79
Total Costos Fijos				\$ 3.924.233,29
Semifijos				
Amortizaciones de Maquinaria	1	Año	\$ 5.583.537,28	\$ 5.583.537,28
Reparaciones	1	Año	\$ 4.893.963,96	\$ 4.893.963,96
Reparaciones Pick-up	1	Año	\$ 22.932,00	\$ 22.932,00
Total Costos Semifijos				\$ 10.500.433,25
Variables				
Combustible	65.564	Litro	\$ 42,09	\$ 2.759.336,34
Aceites y lubricantes				\$ 1.015.435,77
Capacitaciones	7	Hora	\$ 1.600,00	\$ 11.200,00
Total Costos Variables				\$ 3.785.972,11
Total Costos				\$ 18.210.639

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, dentro del total de costo, el que mayor participación posee es el costo semifijo, el cual comprende las amortizaciones de la maquinaria y reparaciones, tanto de esta como de la camioneta.

En segundo lugar, se encuentra el costo fijo, el cual incluye sueldos de operarios y administrador, elementos de P.P., gastos administrativos, seguros, patente, asesor contable y amortizaciones, siendo los primeros los de mayor valor.

Ingresos del sistema *Cut to length*

En la Tabla 17, se incluyen los datos relativos a los ingresos del sistema:



Tabla 17. Ingresos mensuales y anuales del sistema
Cut to length.

	Importe	Unidad
Horas diarias	8	h/días
Días trabajados por mes	19	días
Meses trabajados al año	12	meses
Rendimiento	27	tn/h
Tarifa	\$ 370,00	\$/tn
Producción mensual	4.122	tn/mes
Ingreso Total mensual	\$ 1.525.140,00	\$/mes
Producción anual	49.464	tn/año
Ingreso total anual	\$ 18.301.680	\$/año

Fuente: Elaboración propia

Los ingresos anuales producidos por el sistema son de \$18.301.680, bajo las condiciones expuestas.

Rentabilidad del sistema *Cut to length*

A continuación, en la Tabla 18 se expone el estado de resultados correspondiente al sistema, proyectado a diez años:



Tabla 18. Estado de resultados del sistema *Cut to length*.

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos		\$ 18.301.680,00	\$ 18.301.680,00	\$ 18.301.680,00	\$ 18.301.680,00	\$ 18.301.680,00	\$ 18.301.680,00	\$ 18.301.680,00	\$ 18.301.680,00	\$ 18.301.680,00
Impuesto a los ingresos brutos (IIBB)		-\$ 549.050,40	-\$ 549.050,40	-\$ 549.050,40	-\$ 549.050,40	-\$ 549.050,40	-\$ 549.050,40	-\$ 549.050,40	-\$ 549.050,40	-\$ 549.050,40
Ingresos netos de IIBB		\$ 17.752.629,60	\$ 17.752.629,60	\$ 17.752.629,60	\$ 17.752.629,60	\$ 17.752.629,60	\$ 17.752.629,60	\$ 17.752.629,60	\$ 17.752.629,60	\$ 17.752.629,60
Costos										
Fijos		-\$ 3.165.803,50	-\$ 3.165.803,50	-\$ 3.165.803,50	-\$ 3.165.803,50	-\$ 3.165.803,50	-\$ 3.165.803,50	-\$ 3.165.803,50	-\$ 3.165.803,50	-\$ 3.165.803,50
Semifijos		-\$ 4.916.895,96	-\$ 4.916.895,96	-\$ 4.916.895,96	-\$ 4.916.895,96	-\$ 4.916.895,96	-\$ 4.916.895,96	-\$ 4.916.895,96	-\$ 4.916.895,96	-\$ 4.916.895,96
Variables		-\$ 3.785.972,11	-\$ 3.785.972,11	-\$ 3.785.972,11	-\$ 3.785.972,11	-\$ 3.785.972,11	-\$ 3.785.972,11	-\$ 3.785.972,11	-\$ 3.785.972,11	-\$ 3.785.972,11
Amortizaciones		-\$ 6.341.967,07	-\$ 6.341.967,07	-\$ 6.341.967,07	-\$ 6.341.967,07	-\$ 6.341.967,07	-\$ 6.341.967,07	-\$ 6.341.967,07	-\$ 6.341.967,07	-\$ 6.341.967,07
Total Costos		-\$ 18.210.638,65	-\$ 18.210.638,65	-\$ 18.210.638,65	-\$ 18.210.638,65	-\$ 18.210.638,65	-\$ 18.210.638,65	-\$ 18.210.638,65	-\$ 18.210.638,65	-\$ 18.210.638,65
Resultado antes de impuestos a las ganancias		-\$ 458.009,05	-\$ 458.009,05	-\$ 458.009,05	-\$ 458.009,05	-\$ 458.009,05	-\$ 458.009,05	-\$ 458.009,05	-\$ 458.009,05	-\$ 458.009,05
Impuestos a las ganancias (35%)		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Resultado despues de impuestos		-\$ 458.009,05	-\$ 458.009,05	-\$ 458.009,05	-\$ 458.009,05	-\$ 458.009,05	-\$ 458.009,05	-\$ 458.009,05	-\$ 458.009,05	-\$ 458.009,05
Inversiones físicas	-\$ 69.212.404,96	\$ -	\$ -	\$ -	-\$ 58.918,18	\$ -	-\$ 3.970,25	-\$ 1.091.976,03	\$ -	\$ -
Amortizaciones		\$ 6.341.967,07	\$ 6.341.967,07	\$ 6.341.967,07	\$ 6.341.967,07	\$ 6.341.967,07	\$ 6.341.967,07	\$ 6.341.967,07	\$ 6.341.967,07	\$ 6.341.967,07
Recupero										\$ 14.736.054,41
Flujo	-\$ 69.212.404,96	\$ 5.883.958,02	\$ 5.883.958,02	\$ 5.883.958,02	\$ 5.825.039,85	\$ 5.883.958,02	\$ 5.879.987,78	\$ 4.791.981,99	\$ 5.883.958,02	\$ 20.620.012,43

Fuente: Elaboración propia



A partir de estos resultados, se calcula la TIR y el VAN, teniendo en cuenta para el cálculo de este último una tasa del 15%, obteniéndose los siguientes valores expuestos en la Tabla 19 para el caso del sistema *Cut to length*:

Tabla 19. Indicadores VAN y TIR del sistema *Cut to length*.

Tasa	15,00%
VAN	-\$ 37.393.616
TIR	-0,67%

Fuente: Elaboración propia

Análisis de sensibilidad del sistema *Cut to length*

Se efectúa el análisis de sensibilidad sobre las variables productividad, tarifa, combustible y sueldos. Se plantea un escenario optimista y otro pesimista, obteniendo los resultados contenidos en la Tabla 20:

Tabla 20. Análisis de sensibilidad del sistema *Cut to length*.

Variables	Escenario Pesimista		
	Variación	VAN	TIR
Productividad	-15%	-\$ 50.099.840,73	-7,08%
Tarifa	\$ 320,00	-\$ 48.840.665,35	-6,40%
Combustible	+15%	-\$ 40.223.700,20	-2,03%
Sueldos	+15%	-\$ 38.780.883,00	-1,33%
Variables	Escenario Original		
	Variables	VAN	TIR
Productividad	27	-\$ 37.393.616,44	-0,67%
Tarifa	\$ 370,00	-\$ 37.393.616,44	-0,67%
Combustible	\$ 58,64	-\$ 37.393.616,44	-0,67%
Sueldos	\$ 30.560,44	-\$ 37.393.616,44	-0,67%
	\$ 31.614,21		
Variables	Escenario Optimista		
	Variación	VAN	TIR
Productividad	+15%	-\$ 24.687.392,15	5,06%
Tarifa	\$ 410,00	-\$ 28.235.977,31	3,51%
Combustible	-15%	-\$ 34.563.532,67	0,66%
Sueldos	-15%	-\$ 36.006.350,00	0,01%

Fuente: Elaboración propia

Las variables productividad, combustibles y sueldos se modificaron en un 15%, en el caso de estos últimos se aplica sobre los sueldos básicos correspondientes a operarios y administrador. Con respecto al combustible, se lo calcula sobre el precio de surtidor. En cuanto a las tarifas, se consideraron la mínima y máxima publicadas.

Inversiones del sistema *Full tree*

En la Tabla 21, se proyectan las inversiones correspondientes al presente sistema:

Tabla 21. Inversiones del sistema *Full tree*.

Concepto	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor \$	Valor u\$s
Capital de explotación fijo					
Feller	1	Unidad	\$ 26.950.000	\$ 26.950.000	\$ 350.000
Skidder	1	Unidad	\$ 24.640.000	\$ 24.640.000	\$ 320.000
Procesador 1	1	Unidad	\$ 23.870.000	\$ 23.870.000	\$ 310.000
Procesador 2	1	Unidad	\$ 21.136.500	\$ 21.136.500	\$ 274.500
Cargadora	1	Unidad	\$ 11.550.000	\$ 11.550.000	\$ 150.000
Casilla móvil equipada	1	Unidad	\$ 237.702	\$ 237.702	\$ 3.087
Cisterna móvil	1	Unidad	\$ 122.727	\$ 122.727	\$ 1.594
Electrobomba	1	Unidad	\$ 22.016	\$ 22.016	\$ 286
Pick-up	1	Unidad	\$ 1.033.058	\$ 1.033.058	\$ 13.416
Grupo eléctrico	1	Unidad	\$ 5.784	\$ 5.784	\$ 75
Herramientas	1	Unidad	\$ 27.089	\$ 27.089	\$ 352
Handy	6	Unidad	\$ 1.343	\$ 8.058	\$ 105
Total Capital de Explotación				\$ 109.602.934	\$ 1.423.415
Capital circulante					
Sueldos Administrador	12	Mes	\$ 53.307	\$ 639.680	\$ 8.308
Sueldos Operarios	12	Mes	\$ 51.530	\$ 3.091.792	\$ 40.153
Elementos de P.P.	1	Unidad	\$ 122.976	\$ 122.976	\$ 1.597
Combustible	128.256	Litros	\$ 42	\$ 5.397.790	\$ 70.101
Aceites y lubricantes				\$ 1.986.387	\$ 25.797
Seguros de maquinaria	1	Año	\$ 1.340.244	\$ 1.340.244	\$ 17.406
Seguro de camioneta	12	Mes	\$ 1.321	\$ 15.852	\$ 206
Patente de camioneta	12	Mes	\$ 1.343	\$ 16.116	\$ 209
Capacitaciones	7	Horas	\$ 1.600	\$ 11.200	\$ 145
Asesor contable	12	Mes	\$ 11.571	\$ 138.852	\$ 1.803
Reparaciones y mantenimiento	1	Año	\$ 5.363.781	\$ 5.363.781	\$ 69.659
Total Capital Circulante				\$ 18.124.669	\$ 235.385
Total Cuenta Capital				\$ 127.727.603	\$ 1.658.800

Fuente: Elaboración propia

Cabe aclarar que se considera el mismo criterio utilizado en el sistema anterior con respecto al valor del dólar.

Costos de la maquinaria del sistema *Full tree*

Costos del *Feller*

Teniendo en cuenta el criterio de clasificación en costos fijos, semifijos, variables y de personal, junto con los datos utilizados para dicho costeo, a continuación, se exponen los costos correspondientes al *feller* expresados en \$/h y en \$/tn (Tabla 22):



Tabla 22. Costos del *feller* en \$/h y \$/tn.

Volteo		
Feller		
Cantidad equipos	1	unidad
Horas efectivas	4	h
Jornal	10	h
Días trabajados/mes	19	días
Horas/mes	76	h
Meses/año	12	meses
Producción/mes	7.633	tn
Producción/hora	100	tn/h
Valor de adquisición (va)	\$ 25.233.362	
Valor de los neumáticos	\$ 1.716.638,00	
Valor residual (15% del va)	\$ 3.527.508,60	
Vida útil de la maquinaria (años)	10	
Vida útil de los neumáticos (horas)	20.000	
Tiempo total de uso (h)	20.000	
Límite de uso anual (U)	2.000	
Horas efectivas de uso (hf)	916	
Coefficiente de reparaciones (c)	0,75	
Coefficiente de consumo de lubricantes	0,368	
Consumo de combustible (l/h)	30,00	
Costos de la maquinaria (\$/h)		
Costos fijos		
Seguros	\$ 363,81	
Costos semifijos		
Depreciación de la máquina	\$ 2.369,63	
Depreciación de los neumáticos	\$ 85,83	
Reparaciones	\$ 813,97	
Total	\$ 3.269,44	
Costos variables		
Consumo de combustible	\$ 1.262,58	
Lubricantes	\$ 464,63	
Total	\$ 1.727,22	
Subtotal de costo de la maquinaria	\$ 5.360,46	
Costo de personal (\$/h)		
Sueldo	\$ 675,06	
Vestimenta y EPP	\$ 21,01	
Total	\$ 696,08	
Costo total	\$ 6.057	
Costo por Tn	\$ 60,57	

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los costos fijos, el valor total anual del seguro es dividido por 916 horas efectivas de uso anual de la máquina. Como se puede observar, este resulta de 363,81 \$/h.

Respecto a los costos semifijos, dado que el umbral es superior a las horas efectivas, se aplica la segunda fórmula tanto en el cálculo de la amortización como en el de las reparaciones. De este modo, se obtiene un costo semifijo total de 3.269,44 \$/h.

En cuanto a los costos variables, para el cálculo del consumo de combustible, se considera un uso de 30 l/h, a un precio de 42,09 \$/l. Dicho valor surge de al precio de surtidor del litro de gasoil a 58,64 \$/l, descontarle un 21% de IVA, sumarle \$5,18 el cual es un 55% del valor



de ITC y \$1,07 de impuesto por emisión de Dióxido de Carbono (CO₂). Los costos variables totalizan en 1.727,22 \$/h.

Respecto al costo del personal, teniendo en cuenta el régimen de trabajo agrario, el sueldo mensual resulta de la siguiente manera (Tabla 23):

Tabla 23. Sueldo mensual de operario de maquinaria forestal.

	Operador	Permanente
		Por mes
Básico		\$ 30.560,44
Antigüedad	1,00%	\$ 305,60
Presentismo	10,00%	\$ 3.056,04
Vacaciones	14	\$ 237,69
Subtotal remunerativo		\$ 34.159,78
Sueldo anual complementario	8,33%	\$ 2.845,51
Remunerativo		\$ 37.005,29
Aportes Patronales		
Jubilación	12,47%	\$ 4.614,56
Renatre	1,50%	\$ 555,08
I.N.S.S.J. y P.	1,58%	\$ 584,68
Asignaciones familiares	4,70%	\$ 1.739,25
Obra Social	6%	\$ 2.220,32
Ley 4035	1,50%	\$ 555,08
ART	11,0%	\$ 4.070,58
Seguro de vida	0,50%	\$ 185,03
Subtotal aportes patronales		\$ 14.524,58
Remuneraciones más cargas sociales		\$ 51.529,87

Fuente: Elaboración propia

Al dividir el sueldo mensual por las horas trabajadas al mes de un operario, se obtiene un costo de 675,06 \$/h. Adicionando el valor de la vestimenta y EPP, el costo de personal para el *feller* se proyecta en 696,08 \$/h.

Sumando el costo de la máquina y el costo del personal, se obtiene el costo operativo del *feller*, el cual resulta en 6.057 \$/h. Si a este valor se lo divide por 100 tn, la cual es la producción diaria, se obtiene un costo por tn de \$ 60,57.

Costos del *skidder*

Continuando el criterio de clasificación de los costos en fijos, semifijos, variables y de personal, junto con los datos utilizados para dicho costeo, a continuación, se exponen los costos correspondientes al *skidder*, expresados en pesos por hora (\$/h) (Tabla 24):



Tabla 24. Costos del *skidder* en \$/h y \$/tn.

Extracción		
Skidder		
Cantidad equipos	1	unidad
Horas efectivas	4	h
Jornal	10	h
Días trabajados/mes	19	días
Horas/mes	76	h
Meses/año	12	meses
Producción/mes	7.633	tn
Producción/hora	100	tn/h
Valor de adquisición (va)	\$ 22.923.362	
Valor de los neumáticos	\$ 1.716.638,00	
Valor residual (15% del va)	\$ 3.181.008,60	
Vida útil de la maquinaria (años)	10	
Vida útil de los neumáticos (horas)	20.000	
Tiempo total de uso (h)	20.000	
Límite de uso anual (U)	2.000	
Horas efectivas de uso (hf)	916	
Coeficiente de reparaciones (c)	1	
Coeficiente de consumo de lubricantes	0,368	
Consumo de combustible (l/h)	22,00	
Costos de la maquinaria (\$/h)		
Costos fijos		
Seguros	\$ 332,91	
Costos semifijos		
Depreciación de la máquina	\$ 2.155,28	
Depreciación de los neumáticos	\$ 85,83	
Reparaciones	\$ 987,12	
Total	\$ 3.228,23	
Costos variables		
Consumo de combustible	\$ 925,90	
Lubricantes	\$ 340,73	
Total	\$ 1.266,62	
Subtotal de costo de la maquinaria	\$ 4.827,76	
Costo de personal (\$/h)		
Sueldo	\$ 675,06	
Vestimenta y EPP	\$ 21,01	
Total	\$ 696,08	
Costo total	\$ 5.524	
Costo por Tn	\$ 55,24	

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los costos fijos, el valor total anual del seguro es dividido por 916 horas efectivas de uso anual de la máquina. Como se puede observar, se proyecta en 332,91 \$/h.

Respecto a los costos semifijos, dado que el umbral es superior a las horas efectivas, se aplica la segunda fórmula tanto para el cálculo de la amortización como en el de las reparaciones. De esta manera, se obtiene un costo semifijo total de 3.228,23 \$/h.

En cuanto a los costos variables, para el cálculo del costo de combustible, se considera un consumo de 22 l/h, a un precio de 42,09 \$/l el cual se obtiene de la manera anteriormente mencionada con respecto al ITC e Impuesto a la emisión de CO₂.



El costo de personal para el *skidder* se proyecta en 696,08 \$/h, el cual se obtiene de la misma manera como se menciona para el *feller* con respecto al sueldo del operario.

Sumando el costo de la máquina y el costo del personal, se obtiene el costo operativo del *skidder*, el cual resulta en 5.524 \$/h. Si a este valor se lo divide por 100 tn, la cual es la producción diaria, se obtiene un costo por tn de \$55,24.

Costos de los procesadores

Manteniendo el criterio de costeo, a continuación, se exponen los costos correspondientes a los dos procesadores, expresados en pesos por hora (\$/h) (Tabla 25):

Tabla 25. Costos de los procesadores en \$/h y \$/tn.

Procesamiento Procesador 1		
Cantidad equipos	1	unidad
Horas efectivas	8	h
Jornal	10	h
Días trabajados/mes	19	días
Horas/mes	159	h
Meses/año	12	meses
Producción/mes	3.817	tn
Producción/hora	24	tn/h
Valor de adquisición (va)	\$ 22.022.000	
Valor de las orugas	\$ 1.848.000,00	
Valor residual (20% del va)	\$ 4.034.800,00	
Vida útil de la maquinaria (años)	10	
Vida útil de las orugas (horas)	5.000	
Tiempo total de uso (h)	15.000	
Límite de uso anual (U)	1.500	
Horas efectivas de uso (hf)	1.908	
Coefficiente de reparaciones (c)	0,65	
Coefficiente de consumo de lubricantes	0,368	
Consumo de combustible (l/h)	16,00	
Costos de la maquinaria (\$/h)		
Costos fijos		
Seguros	\$ 154,85	
Costos semifijos		
Depreciación de la máquina	\$ 1.199,15	
Depreciación de las orugas	\$ 369,60	
Reparaciones	\$ 779,45	
Total	\$ 2.348,19	
Costos variables		
Consumo de combustible	\$ 673,38	
Lubricantes	\$ 247,80	
Total	\$ 921,18	
Subtotal de costo de la maquinaria	\$ 3.424,23	
Costo de personal (\$/h)		
Sueldo	\$ 324,04	
Vestimenta y EPP	\$ 10,09	
Total	\$ 334,13	
Costo total	\$ 3.758	
Costo por Tn	\$ 156,60	

Procesamiento Procesador 2		
Cantidad equipos	1	unidad
Horas efectivas	8	h
Jornal	10	h
Días trabajados/mes	19	días
Horas/mes	159	h
Meses/año	12	meses
Producción/mes	3.817	tn
Producción/hora	24	tn/h
Valor de adquisición (va)	\$ 19.288.500	
Valor de las orugas	\$ 1.848.000,00	
Valor residual (20% del va)	\$ 3.488.100,00	
Vida útil de la maquinaria (años)	10	
Vida útil de las orugas (horas)	5.000	
Tiempo total de uso (h)	15.000	
Límite de uso anual (U)	1.500	
Horas efectivas de uso (hf)	1.908	
Coefficiente de reparaciones (c)	0,65	
Coefficiente de consumo de lubricantes	0,368	
Consumo de combustible (l/h)	16,00	
Costos de la maquinaria (\$/h)		
Costos fijos		
Seguros	\$ 137,30	
Costos semifijos		
Depreciación de la máquina	\$ 1.053,36	
Depreciación de las orugas	\$ 369,60	
Reparaciones	\$ 684,68	
Total	\$ 2.107,64	
Costos variables		
Consumo de combustible	\$ 673,38	
Lubricantes	\$ 247,80	
Total	\$ 921,18	
Subtotal de costo de la maquinaria	\$ 3.166,13	
Costo de personal (\$/hs)		
Sueldo	\$ 324,04	
Vestimenta y EPP	\$ 10,09	
Total	\$ 334,13	
Costo total	\$ 3.500	
Costo por Tn	\$ 145,84	

Fuente: Elaboración propia



Respecto a los costos fijos, el valor total anual de los seguros del "procesador 1" y "procesador 2" son divididos por 1.908 horas de uso anual de la maquinaria, resultando en 154,85 \$/h y 137,30 \$/h respectivamente.

En cuanto a los costos semifijos, en ambos procesadores, el umbral es inferior a las horas efectivas de uso, por lo tanto se aplica la primera fórmula tanto para el cálculo de las amortizaciones como para el de las reparaciones. De esta manera se obtiene un costo semifijo total de 2.348,19 \$/h para el "procesador 1" y de 2.107,64 \$/h para el "procesador 2".

El costo de personal para ambos procesadores se proyecta en 334,13 \$/h, el cual se obtiene de la misma manera como se menciona en la "Tabla 23. Sueldo mensual de operario de maquinaria forestal." con respecto al sueldo del operario.

Sumando el costo de la máquina y el costo del personal, se obtiene el costo operativo el cual resulta en 3.758 \$/h en el "procesador 1" y de 3.500 \$/h en el "procesador 2". Si a estos valores se los divide por 24 tn la cual es la producción diaria de cada procesador, se obtiene un costo por tn de \$156,60 y de \$145,84 respectivamente para cada uno de ellos.

Costos de la cargadora

Según la clasificación de los costos y los datos para su cálculo, a continuación se exponen los datos correspondientes a la cargadora, expresados en pesos por hora (\$/h) (Tabla 26):



Tabla 26. Costos de la cargadora en \$/h y \$/tn.

Carga		
Cargadora		
Cantidad equipos	1	unidad
Horas efectivas	9	h
Jornal	10	h
Días trabajados/mes	19	días
Horas/mes	170	h
Meses/año	12	meses
Producción/mes	7.633	tn
Producción/hora	45	tn/h
Valor de adquisición (va)	\$ 9.702.000	
Valor de las orugas	\$ 1.848.000,00	
Valor residual (20% del va)	\$ 2.356.200,00	
Vida útil de la maquinaria (años)	10	
Vida útil de las orugas (horas)	5.000	
Tiempo total de uso (h)	15.000	
Límite de uso anual (U)	1.500	
Horas efectivas de uso (hf)	2.035	
Coeficiente de reparaciones (c)	0,9	
Coeficiente de consumo de lubricantes	0,368	
Consumo de combustible (l/h)	8,00	
Costos de la maquinaria (\$/h)		
Costos fijos		
Seguros	\$ 71,01	
Costos semifijos		
Depreciación de la máquina	\$ 489,72	
Depreciación de las orugas	\$ 369,60	
Reparaciones	\$ 440,75	
Total	\$ 1.300,07	
Costos variables		
Consumo de combustible	\$ 336,69	
Lubricantes	\$ 123,90	
Total	\$ 460,59	
Subtotal de costo de la maquinaria	\$ 1.831,67	
Costo de personal (\$/h)		
Sueldo	\$ 303,79	
Vestimenta y EPP	\$ 9,46	
Total	\$ 313,25	
Costo total	\$ 2.145	
Costo por Tn	\$ 47,66	

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los costos fijos, el valor total anual del seguro es dividido por 2.035 horas efectivas de uso anual de la máquina. Como se puede observar, este se proyecta en 71,01 \$/h.

Respecto a los costos semifijos, dado que el umbral es inferior a las horas efectivas, se aplica la primera fórmula tanto en el cálculo de la amortización como en el de las reparaciones. De esta manera, se obtiene un costo semifijo total de 1.300,07 \$/h.

En cuanto a los costos variables, para el cálculo del costo de combustible, se considera un consumo de 8 l/h, a un precio de 42,09 \$/l, el cual se obtiene de la manera anteriormente mencionada con respecto al ITC e Impuesto a la emisión de CO₂.



El costo de personal para la cargadora se proyecta en 313,25 \$/h, el cual se obtiene de la misma manera como se menciona en la Tabla 23. Sueldo mensual de operario de maquinaria forestal." con respecto al sueldo del operario.

Sumando el costo de la máquina y el costo del personal, se obtiene el costo operativo, el cual resulta en 2.145 \$/h. Si a este valor se lo divide por 45 tn la cual es la producción diaria, se obtiene un costo por tn de \$47,66.

Costos de administración del sistema *Full tree*

A continuación, en la Tabla 27 se exponen los costos de administración que comprende el sistema *Full tree*, expresados en \$/mes:

Tabla 27. Costos administrativos del sistema *Full tree*.

Rubros	\$/mes
Administrador	\$ 53.306,69
Contador	\$ 11.571,00
Gastos administrativos	\$ 120.103,33
Otros	\$ 933,33
Total	\$ 185.914

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, los gastos administrativos resultan en \$ 120.103,33, considerando \$2.402.066,53 de costos directos mensuales. En el rubro "otros", se proyectan los gastos en capacitaciones del personal.

Por su parte, teniendo en cuenta el régimen de trabajo agrario, el sueldo mensual de un administrador resulta de la siguiente manera (Tabla 28):



Tabla 28. Sueldo mensual de administrador.

	Administrador	Permanente Por mes
Básico		\$ 31.614,21
Antigüedad	1,00%	\$ 316,14
Presentismo	10,00%	\$ 3.161,42
Vacaciones	14	\$ 245,89
Subtotal remunerativo		\$ 35.337,66
Sueldo anual complementario	8,33%	\$ 2.943,63
Remunerativo		\$ 38.281,29
Aportes Patronales		
Jubilación	12,47%	\$ 4.773,68
Renatre	1,50%	\$ 574,22
I.N.S.S.J. y P.	1,58%	\$ 604,84
Asignaciones familiares	4,70%	\$ 1.799,22
Obra Social	6%	\$ 2.296,88
Ley 4035	1,50%	\$ 574,22
ART	11,0%	\$ 4.210,94
Seguro de vida	0,50%	\$ 191,41
Subtotal aportes patronales		\$ 15.025,41
Remuneraciones más cargas sociales		\$ 53.306,69

Fuente: Elaboración propia

Costos de producción del sistema *Full tree*

A partir de los costos antes mencionados, más los del vehículo de apoyo y de campamento, se estima un costo operativo por tonelada, el cual resulta de la siguiente manera (Tabla 29):

Tabla 29. Costos de producción del sistema *Full tree*.

Producción mensual	7.633,33	
Costo operativo de la maquinaria	Máquina	\$/tn
Volteo	Feller	\$ 60,57
Extracción	Skidder	\$ 55,24
Procesamiento	Procesador 1	\$ 78,30
Procesamiento	Procesador 2	\$ 72,92
Carga	Cargadora	\$ 47,66
Total		\$ 314,68
Estructura y logística	\$/mes	\$/tn
Administrador	\$ 53.306,69	\$ 6,98
Contador	\$ 11.571,00	\$ 1,52
Gastos administrativos	\$ 120.103,33	\$ 15,73
Costo de campamento	\$ 2.777,34	\$ 0,36
Otros	\$ 933,33	\$ 0,12
Costo Operativo Vehículo de Apoyo	\$ 37.765,82	\$ 4,95
Total		\$ 29,67
Costo Operativo por tn		\$ 344,35

Fuente: Elaboración propia



Se proyecta un costo operativo por tonelada para el sistema *Full tree* de 344,35 \$/tn.

Para evaluar el costo de producción, además, se estima el costo de un vehículo de apoyo como complemento logístico, el cual resulta de la siguiente manera (Tabla 30):

Tabla 30. Costo mensual del vehículo de apoyo.

Vehículo	Wolkswagen Amarok	
Modelo	2011	
Valor actual	\$	1.033.058
Vida útil vehículo	km	130.000
Amortización Vehículo	\$/km	7,95
Km recorridos	km/mes	2.100
Consumo combustible	l/ 100 km	13
Precio combustible	\$/l	42,09
Costo de combustible	\$/km	5,47
Seguro	\$/mes	1.343
Gasto seguro	\$/km	0,64
Patente	\$/año	25.200
Patente	\$/mes	2.100
Gasto patente	\$/km	1,00
Neumáticos	\$	60.492
Vida útil neumáticos	km	30.000
Amortización neumáticos	\$/km	2,02
Mantenimiento general	\$/mes	1.911
Mantenimiento general	\$/km	0,91
Costo total	\$/km	17,98
Costo total mensual	\$	37.766

Fuente: Elaboración propia

Como se observa, de dicha estimación resulta un costo total mensual de \$37.766.

En cuanto a los costos de campamento, resultan de la siguiente manera (Tabla 31):

Tabla 31. Costos mensuales de campamento del sistema *Full tree*.

Elementos	Valor Unitario	V.R.P (%)	Amortización	
			Meses	Monto
Casilla móvil equipada	\$ 237.701,65	20%	240	\$ 792,34
Cisterna móvil 3000 l	\$ 122.727,27	30%	120	\$ 715,91
Electrobomba	\$ 22.015,70	10%	36	\$ 550,39
Grupo electrógeno	\$ 5.784,30	10%	120	\$ 43,38
Handy	\$ 8.057,85	0%	36	\$ 223,83
Herramientas	\$ 27.089,25	40%	36	\$ 451,49
Total				\$ 2.777

Fuente: Elaboración propia

Como resultado se obtiene un total mensual de \$2.777 el cual al ser dividido por la producción mensual resulta en 0,36 \$/tn.

Amortizaciones del sistema *Full tree*

A continuación, en la Tabla 32 se expone el total anual de las amortizaciones para el presente sistema:

Tabla 32. Amortizaciones anuales del sistema *Full tree*.

	\$/año
Feller	\$ 2.249.207,36
Skidder	\$ 2.052.857,36
Procesador 1	\$ 2.993.560,83
Procesador 2	\$ 2.715.363,42
Cargadora	\$ 1.749.117,22
Casilla móvil equipada	\$ 9.508,07
Cisterna móvil	\$ 8.590,91
Electrobomba	\$ 6.604,71
Pick-up	\$ 251.067,57
Grupo electrógeno	\$ 520,59
Herramientas	\$ 5.417,85
Casco	\$ 1.508,10
Matafuegos (10 kg)	\$ 1.473,14
Handy	\$ 16.115,70
Neumáticos Feller	\$ 78.622,02
Neumáticos Skidder	\$ 78.622,02
Orugas procesador 1	\$ 705.289,20
Orugas procesador 2	\$ 705.289,20
Orugas cargadora	\$ 752.308,48
Total	\$ 14.381.044

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, el mayor valor corresponde a las maquinarias, en segundo lugar, se encuentran las orugas, y en menor escala, la *pick-up*, entre otros.

Costo total del sistema *Full tree*

Teniendo en cuenta los costos antes mencionados, se formula la siguiente Tabla 33, donde se los agrupa y se los clasifica en fijos, semifijos y variables, obteniendo el costo total del sistema:



Tabla 33. Costos totales anuales del sistema *Full tree*.

Fijos				
Concepto	Cantidad	Unidad	Valor Unitario \$	Valor Total \$
Sueldo Administrador	12	Mes	\$ 53.306,69	\$ 639.680,33
Sueldos Operarios	12	Mes	\$ 51.529,87	\$ 3.091.792,02
Elementos de P.P.	1	Unidad	\$ 85.972,24	\$ 85.972,24
Gastos administrativos	12	Mes	\$ 120.103,33	\$ 1.441.239,92
Seguros de maquinaria	1	Año	\$ 1.340.244,00	\$ 1.340.244,00
Seguro de camioneta	12	Mes	\$ 1.343,00	\$ 16.116,00
Patente de camioneta	1	Año	\$ 25.200,00	\$ 25.200,00
Asesor contable	12	Mes	\$ 11.571,00	\$ 138.852,00
Amortizaciones	1	Año	\$ 2.620.937,56	\$ 2.620.937,56
Total Costos Fijos				\$ 9.400.034,06
Semifijos				
Amortizaciones de Maquinaria	1	Año	\$ 11.760.106,18	\$ 11.760.106,18
Reparaciones	1	Año	\$ 5.340.848,51	\$ 5.340.848,51
Reparaciones Pick-up	1	Año	\$ 22.932,00	\$ 22.932,00
Total Costos Semifijos				\$ 17.123.886,70
Variables				
Combustible	128.256	Litro	\$ 42,09	\$ 5.397.790,03
Aceites y lubricantes				\$ 1.986.386,73
Capacitaciones	7	Hora	\$ 1.600,00	\$ 11.200,00
Total Costos Variables				\$ 7.395.376,76
Total Costos				\$ 33.919.298

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, dentro del total de costo, el que mayor participación posee es el costo semifijo, el cual comprende las amortizaciones de la maquinaria y reparaciones, tanto de esta como de la camioneta.

En segundo lugar, se encuentra el costo fijo, donde se destaca la participación correspondiente a los sueldos y amortizaciones.

Ingresos del sistema *Full tree*

En la Tabla 34, se incluyen los datos relativos a los ingresos del sistema, resultando en un ingreso total anual de \$ 33.892.000:



Tabla 34. Ingresos mensuales y anuales del sistema
Full tree.

	Importe	Unidad
Horas diarias	4	h/días
Días trabajados por mes	19	días
Meses trabajados al año	12	meses
Rendimiento	100	tn/h
Tarifa	\$ 370,00	\$/tn
Producción mensual	7.633	tn/mes
Ingreso Total mensual	\$ 2.824.333,33	\$/mes
Producción anual	91.600	tn/año
Ingreso total anual	\$ 33.892.000	\$/año

Fuente: Elaboración propia

Rentabilidad del sistema *Full tree*

A continuación, en la Tabla 35 se expone el estado de resultados correspondiente al sistema proyectado a diez años:



Tabla 35. Estados de resultados del sistema *Full tree*.

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos		\$ 33.892.000,00	\$ 33.892.000,00	\$ 33.892.000,00	\$ 33.892.000,00	\$ 33.892.000,00	\$ 33.892.000,00	\$ 33.892.000,00	\$ 33.892.000,00	\$ 33.892.000,00
Impuesto a los ingresos brutos (IIBB)		-\$ 1.016.760,00	-\$ 1.016.760,00	-\$ 1.016.760,00	-\$ 1.016.760,00	-\$ 1.016.760,00	-\$ 1.016.760,00	-\$ 1.016.760,00	-\$ 1.016.760,00	-\$ 1.016.760,00
Ingresos netos de IIBB		\$ 32.875.240,00	\$ 32.875.240,00	\$ 32.875.240,00	\$ 32.875.240,00	\$ 32.875.240,00	\$ 32.875.240,00	\$ 32.875.240,00	\$ 32.875.240,00	\$ 32.875.240,00
Costos										
Fijos		-\$ 6.779.096,50	-\$ 6.779.096,50	-\$ 6.779.096,50	-\$ 6.779.096,50	-\$ 6.779.096,50	-\$ 6.779.096,50	-\$ 6.779.096,50	-\$ 6.779.096,50	-\$ 6.779.096,50
Semifijos		-\$ 5.363.780,51	-\$ 5.363.780,51	-\$ 5.363.780,51	-\$ 5.363.780,51	-\$ 5.363.780,51	-\$ 5.363.780,51	-\$ 5.363.780,51	-\$ 5.363.780,51	-\$ 5.363.780,51
Variables		-\$ 7.395.376,76	-\$ 7.395.376,76	-\$ 7.395.376,76	-\$ 7.395.376,76	-\$ 7.395.376,76	-\$ 7.395.376,76	-\$ 7.395.376,76	-\$ 7.395.376,76	-\$ 7.395.376,76
Amortizaciones		-\$ 14.381.043,74	-\$ 14.381.043,74	-\$ 14.381.043,74	-\$ 14.381.043,74	-\$ 14.381.043,74	-\$ 14.381.043,74	-\$ 14.381.043,74	-\$ 14.381.043,74	-\$ 14.381.043,74
Total Costos		-\$ 33.919.297,52	-\$ 33.919.297,52	-\$ 33.919.297,52	-\$ 33.919.297,52	-\$ 33.919.297,52	-\$ 33.919.297,52	-\$ 33.919.297,52	-\$ 33.919.297,52	-\$ 33.919.297,52
Resultado antes de impuestos		-\$ 27.297,52	-\$ 27.297,52	-\$ 27.297,52	-\$ 27.297,52	-\$ 27.297,52	-\$ 27.297,52	-\$ 27.297,52	-\$ 27.297,52	-\$ 27.297,52
Impuestos a las ganancias (35%)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Resultado despues de impuestos		-\$ 27.297,52	-\$ 27.297,52	-\$ 27.297,52	-\$ 27.297,52	-\$ 27.297,52	-\$ 27.297,52	-\$ 27.297,52	-\$ 27.297,52	-\$ 27.297,52
Inversiones físicas	-\$ 109.602.933,88	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 5.606.947,10	\$ -	\$ 1.855.540,50	-\$ 4.792.004,96	\$ -	-\$ 5.544.000,00
Amortizaciones		\$ 14.381.043,74	\$ 14.381.043,74	\$ 14.381.043,74	\$ 14.381.043,74	\$ 14.381.043,74	\$ 14.381.043,74	\$ 14.381.043,74	\$ 14.381.043,74	\$ 14.381.043,74
Recupero										\$ 20.372.384,45
Flujo	-\$ 109.602.933,88	\$ 14.353.746,22	\$ 14.353.746,22	\$ 14.353.746,22	\$ 8.746.799,12	\$ 14.353.746,22	\$ 12.498.205,72	\$ 9.561.741,26	\$ 14.353.746,22	\$ 29.182.130,67

Fuente: Elaboración propia



A partir de estos resultados, se calcula la TIR y el VAN, teniendo en cuenta para el cálculo de este último una tasa del 15%, obteniéndose los siguientes valores expuestos en la Tabla 36 para el caso del sistema *Full tree*:

Tabla 36. Indicadores VAN y TIR del sistema *Full tree*.

Tasa	15,00%
VAN	-\$ 42.707.161
TIR	3,56%

Fuente: Elaboración propia

Análisis de sensibilidad del sistema *Full tree*

En la Tabla 37 se exponen los resultados de la sensibilización de las variables relevantes del sistema:

Tabla 37. Análisis de sensibilidad del sistema *Full tree*.

Variables	Escenario pesimista		
	Variación	VAN	TIR
Productividad	-15%	-\$ 66.964.938,96	-4,10%
Tarifa	\$ 320,00	-\$ 64.561.014,98	-3,28%
Combustible	+15%	-\$ 48.249.800,30	1,91%
Sueldos	+15%	-\$ 45.488.561,23	2,74%
Variables	Escenario original		
	Variación	VAN	TIR
Productividad	100	-\$ 42.707.160,63	3,56%
Tarifa	\$ 370,00	-\$ 42.707.160,63	3,56%
Combustible	\$ 42,09	-\$ 42.707.160,63	3,56%
Sueldos	\$ 30.560,44	-\$ 42.707.160,63	3,56%
	\$ 31.614,21		
Variables	Escenario optimista		
	Variación	VAN	TIR
Productividad	+15%	-\$ 18.449.382,30	10,28%
Tarifa	\$ 410,00	-\$ 25.224.077,14	8,47%
Combustible	-15%	-\$ 37.164.520,95	5,16%
Sueldos	-15%	-\$ 39.925.760,02	4,37%

Fuente: Elaboración propia

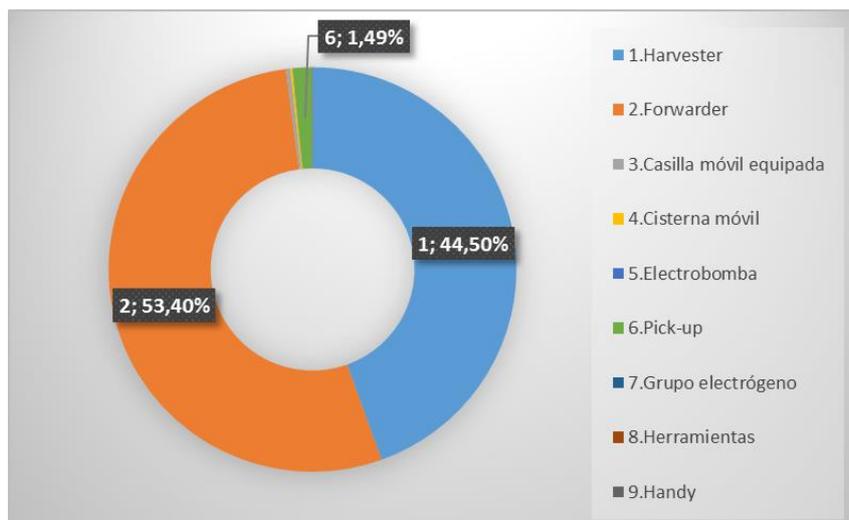
En este caso se sensibilizaron las variables productividad, sueldos y combustibles en un 15%. Con respecto a la tarifa se tomaron los valores máximos y mínimos publicados en la planilla de precios forestales del INTA.

Interpretación de resultados económicos

Interpretación de resultados económicos del sistema *Cut to length*

A partir de los resultados obtenidos, se observa en primer lugar, la composición de las inversiones en capital fijo del sistema (Gráfico 6):

Gráfico 6. Composición del capital fijo del sistema *Cut to length*.

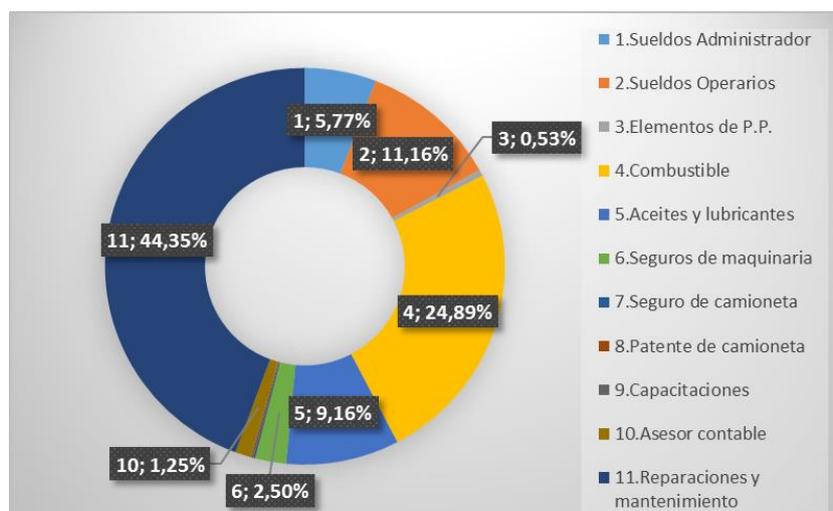


Fuente: Elaboración propia

Dichas inversiones se encuentran conformadas en un 97,9% por los valores de *forwarder* y del *harvester* y, en menor medida, incidiendo en 1,49%, el valor del vehículo de apoyo. En cuanto al resto del capital, este no alcanza a una participación del 1% del total de las inversiones del capital fijo. La incidencia predominante de la maquinaria se debe a su valor en dólares, y además, por ser equipos de alto nivel de desarrollo tecnológico.

En cuanto al capital circulante del sistema, su composición es la siguiente (Gráfico 7):

Gráfico 7. Composición del capital circulante del sistema *Cut to length*.

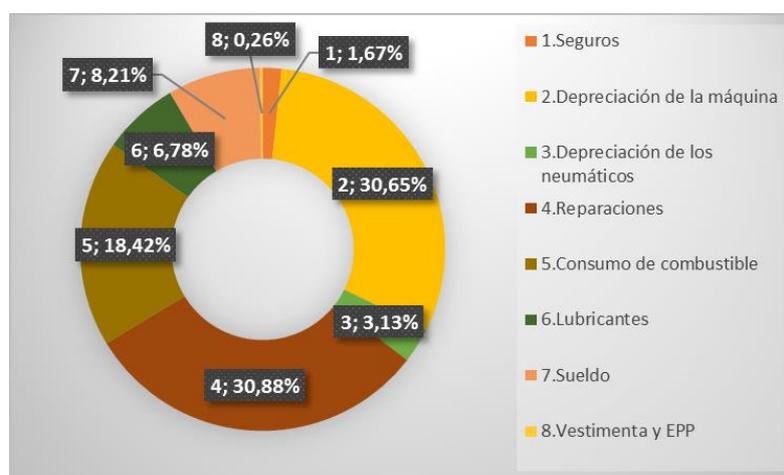


Fuente: Elaboración propia

Dentro del capital circulante se destacan por su incidencia, en primer lugar los rubros de reparaciones y mantenimiento con un 44,35% y combustible en 24,89%. En segundo lugar se ubican los sueldos de los operarios, y los aceites y lubricante con 11,16% y 9,16% respectivamente. Los rubros sueldo del administrador, seguros de maquinaria y honorarios del asesor contable alcanzan un 9,52% en su conjunto, el resto de ítems no alcanzan el 1% de participación. Como se puede observar, los ítems de mayor incidencia se encuentran estrechamente ligados a la operatividad de la maquinaria, abarcando casi un 70% del circulante.

En cuanto a los costos de la maquinaria, en el *harvester*, los rubros que componen su costo horario presentan la siguiente participación (Gráfico 8):

Gráfico 8. Composición de los costos horarios del *harvester*.



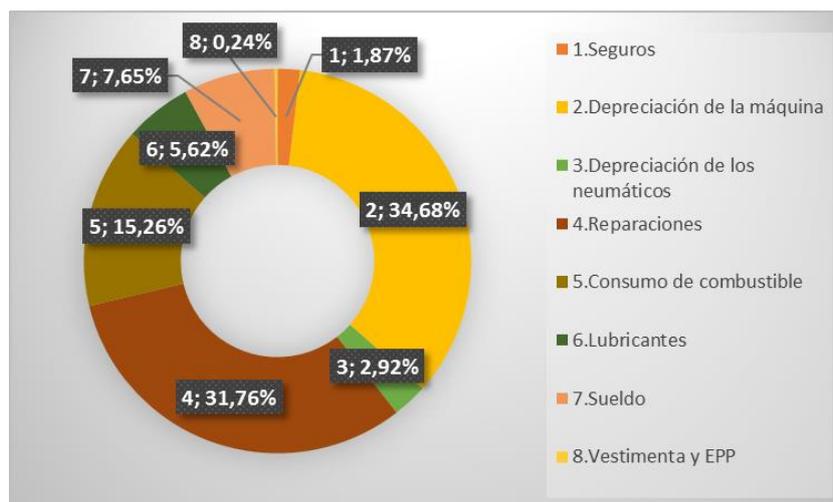
Fuente: Elaboración propia

Del total de los costos horarios, los semifijos son los que tienen mayor incidencia, con una participación de 30,88% de las reparaciones, 30,65% la depreciación de la máquina y en un 3,13% la depreciación de los neumáticos. Seguido de estos se posicionan los costos variables, de combustible y lubricantes en 18,42% y 6,78% respectivamente. En cuanto al costo de personal, compuesto por el sueldo y los elementos de protección personal (EPP), suman un 8,47%. Por último, el costo fijo, compuesto únicamente por el seguro, incide en 1,67%.

Tanto las reparaciones como las depreciaciones ocupan gran participación ya que están ligadas al valor a nuevo de las máquinas. En el caso de las primeras se calculan, como 110% sobre el valor de la depreciación y, a su vez, son ajustadas por un coeficiente.

En cuanto al *forwarder*, la composición de sus costos horarios son los siguientes (Gráfico 9):

Gráfico 9. Composición de los costos horarios de *forwarder*.



Fuente: Elaboración propia

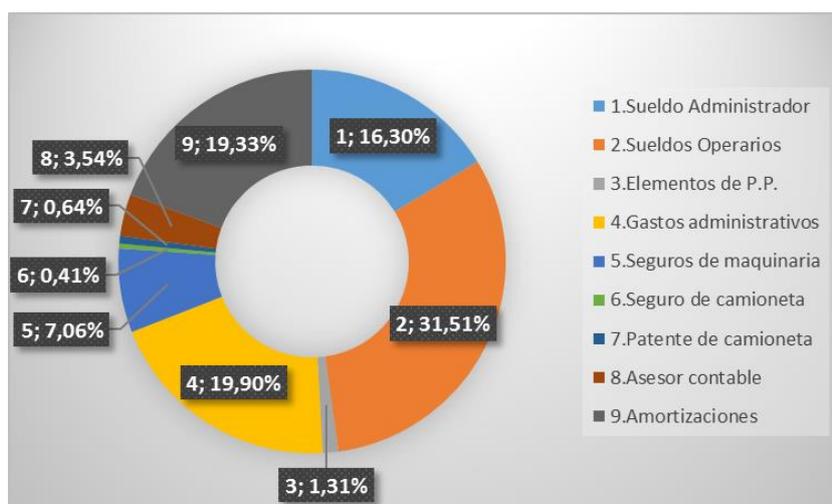
Del total de los costos horarios, los semifijos son los que tienen mayor incidencia, con una participación de 34,68% de la depreciación de la máquina, 31,76% de las reparaciones y de un 2,92% la depreciación de los neumáticos. Seguido de estos se posicionan los costos variables, de combustible y lubricantes en 15,26% y 5,62% respectivamente. En cuanto al costo de personal, compuesto por el sueldo y EPP, suman en un 7,89%. Por último, el costo fijo, compuesto únicamente por el seguro, incide en 1,87%.

Tanto las depreciaciones como las reparaciones ocupan gran participación ya que están ligadas al valor a nuevo de las máquinas. En el caso de las primeras se estiman en base al

valor a nuevo del equipo, mientras que las segundas se calculan como 100% sobre el valor de la depreciación y, a su vez, se corrige mediante un coeficiente.

En cuanto a los costos totales anuales del sistema están representados en 21% de costos fijos, 58% semifijos y en un 21% variables. A continuación se expone la constitución de los costos fijos (Gráfico 10):

Gráfico 10. Composición de los costos fijos anuales del sistema *Cut to length*.

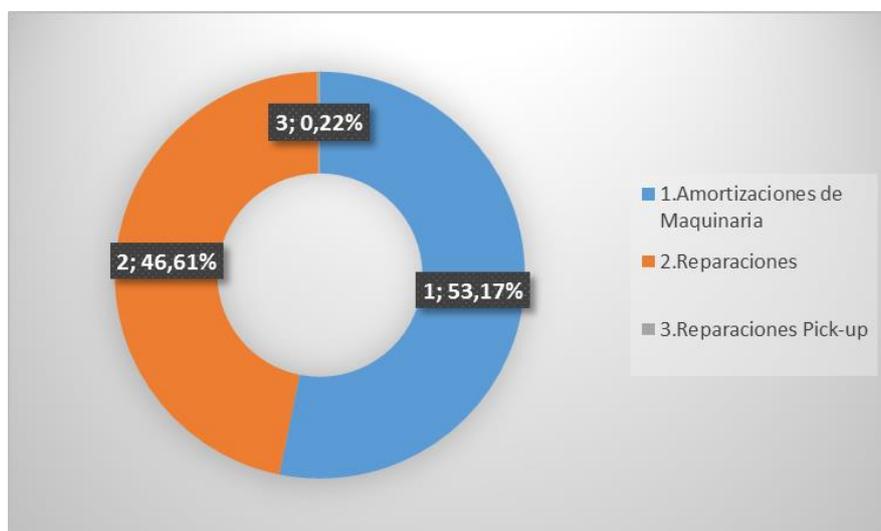


Fuente: Elaboración propia

Dentro de los costos fijos se destacan por su participación los rubros de sueldos de los operarios, gastos administrativos, amortizaciones y sueldo del administrador en 31,51%, 19,90%, 19,33% y 16,30% respectivamente. El seguro de la maquinaria corresponde a 7,06% y el resto de los ítems no alcanzan el 10%. En relación al sueldo de los operarios, su incidencia se debe a que se trabaja bajo un esquema de sueldo fijo mensual. En cuanto a los gastos administrativos, estos se encuentran ligados a los costos directos.

En cuanto a los costos semifijos, su estructura es la siguiente (Gráfico 11):

Gráfico 11. Composición de los costos semifijos anuales del sistema *Cut to length*.

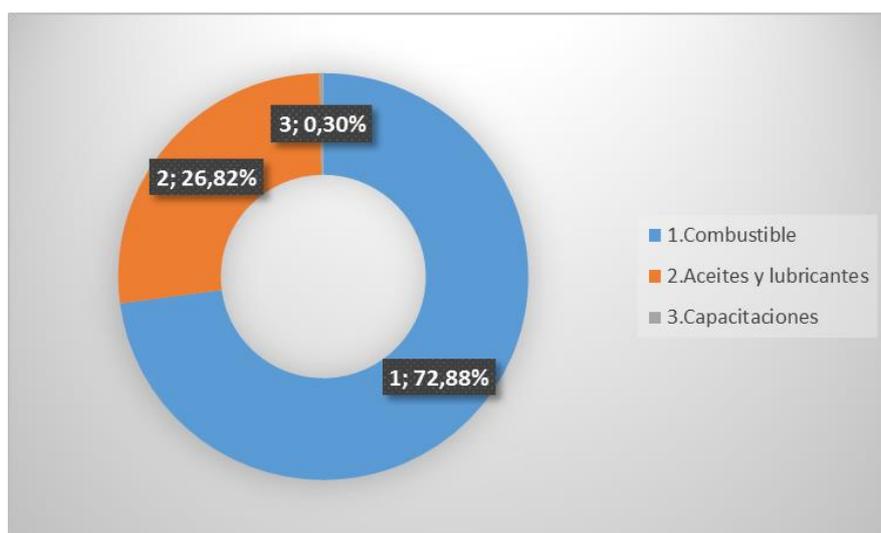


Fuente: Elaboración propia

Como se observa, predominan las amortizaciones de ambos equipos en un 53,17%, seguidos de un 46,61% de reparaciones de los mismos y, en menor medida, las reparaciones de la *pick-up*.

Los costos variables presentan la siguiente estructura (Gráfico 12):

Gráfico 12. Composición de los costos variables anuales del sistema *Cut to length*.



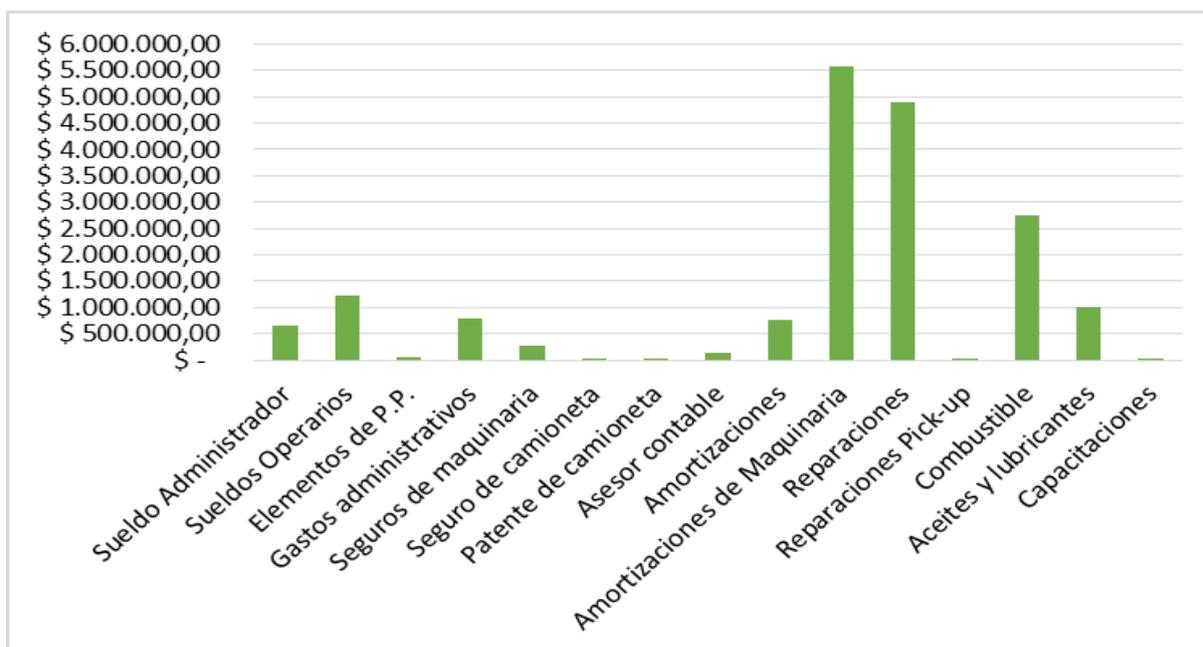
Fuente: Elaboración propia

En el presente gráfico se puede observar que, en la estructura de los costos variables se destaca el costo de combustible con 72,88%, seguido por aceites y lubricantes en 26,82% y

las capacitaciones del personal tan solo con el 0,30%. El combustible, de gran participación en los costos variables, se encuentra estrechamente ligado a la operatividad del sistema, como fuente de energía indispensable para su funcionamiento.

A continuación, en el Gráfico 13 se exponen todos los costos con sus respectivos valores:

Gráfico 13: Costos totales del sistema *Cut to length*.



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, al comparar los valores de los distintos costos se identifican a las amortizaciones de la maquinaria, reparaciones y combustibles como los de mayor valor.

Por su parte, los ingresos obtenidos por el sistema son de \$ 18.301.680 anuales, los cuales están intrínsecamente relacionados con el esquema de trabajo de 8 horas por día, 19 días al mes, 12 meses al año, y con la productividad del *harvester*, la cual se proyecta en 27 tn/h. Además, se considera la tarifa promedio para elaboración y carga publicada por el INTA.

A partir de los indicadores económicos VAN y TIR, se puede decir que con respecto al VAN, el sistema no cumple con la rentabilidad exigida del 15% arrojando un VAN negativo de -\$ 37.393.616. En cuanto a la TIR para el sistema, la misma indica una rentabilidad negativa propia del proyecto del -0,67% por lo cual no se recupera la inversión inicial transcurridos los 10 años proyectados.

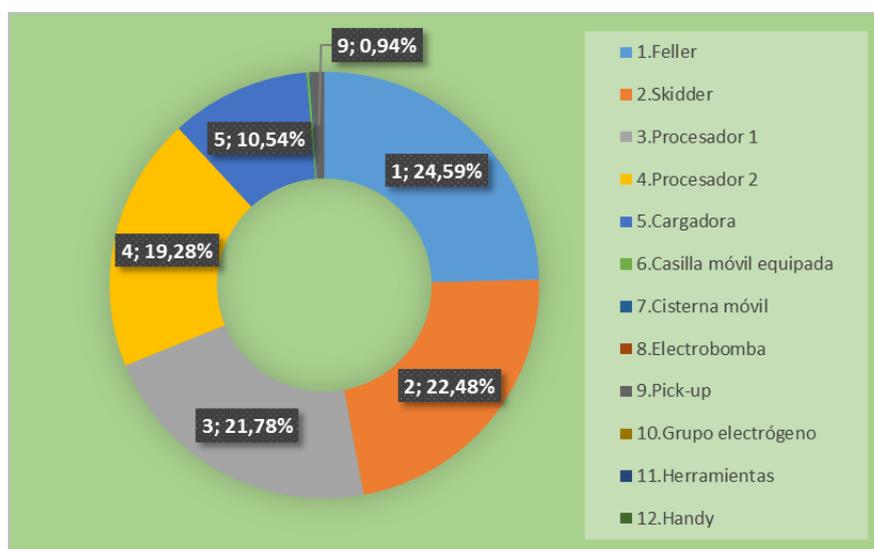
Finalmente, al analizar el grado de sensibilidad de los indicadores económicos TIR y VAN ante modificaciones en ciertas variables, se puede observar que, la variable de mayor

sensibilidad es la productividad arrojando mejores resultados en un escenario optimista o disminuyéndolos en un escenario pesimista. En segunda medida, la variación del precio de la tarifa muestra menor grado de sensibilidad. A las variables sueldo y precios de combustible el sistema muestra poca susceptibilidad.

Interpretación de resultados económicos del sistema *Full tree*

Partiendo de la observación de los resultados obtenidos, las inversiones resultantes en capital fijo se compone de la siguiente manera (Gráfico 14):

Gráfico 14. Composición del capital fijo del sistema *Full tree*.

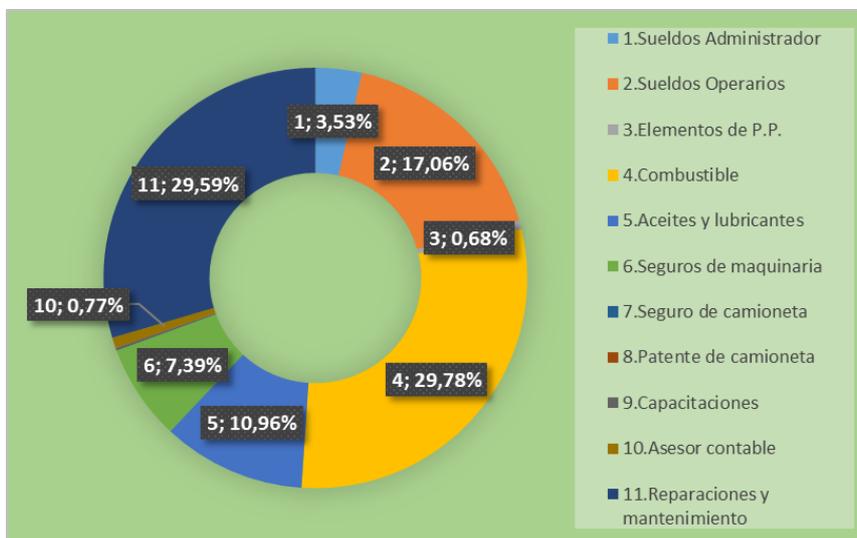


Fuente: Elaboración propia

Dichas inversiones se encuentran conformadas en un 98,67% por los valores del *feller*, *skidder*, ambos procesadores y la cargadora y, en menor medida, incidiendo en 0,94%, el valor del vehículo de apoyo. En cuanto al resto del capital, este no alcanza a una participación del 1% del total de las inversiones del capital fijo. La incidencia predominante de la maquinaria se debe a su valor en dólares, y además, por ser equipos de alto nivel de desarrollo tecnológico.

En cuanto al capital circulante del sistema, su composición se estructura de la siguiente manera (Gráfico 15):

Gráfico 15. Composición del capital circulante del sistema *Full tree*.

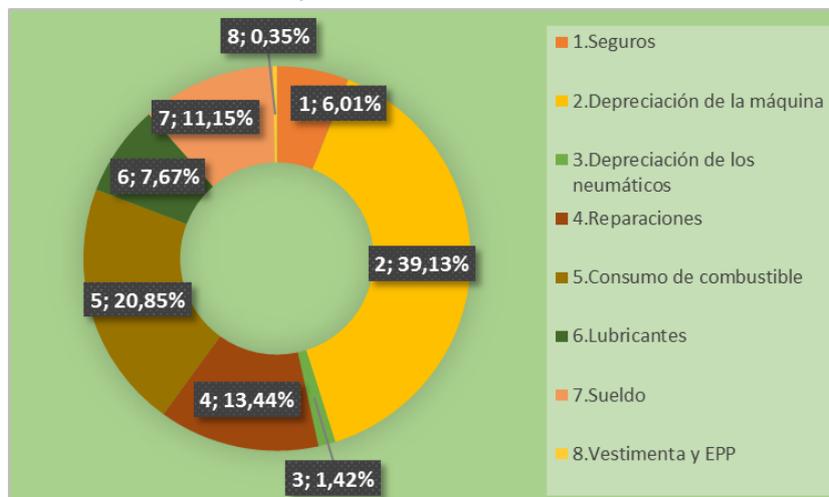


Fuente: Elaboración propia

Dentro del capital circulante se destacan por su incidencia, en primer lugar, los rubros de combustible en 29,78% y reparaciones y mantenimiento con un 29,59%. En segundo lugar, los sueldos de los operarios con 17,06%, seguido de los aceites y lubricante en 10,96%. Como se puede observar, los ítems de mayor incidencia se encuentran estrechamente ligados a la operatividad de la maquinaria, como lo es el combustible, las reparaciones y el mantenimiento.

En cuanto a los costos de la maquinaria, en el *feller*, los rubros que componen su costo horario presentan la siguiente participación (Gráfico 16):

Gráfico 16. Composición de los costos horarios del *feller*.



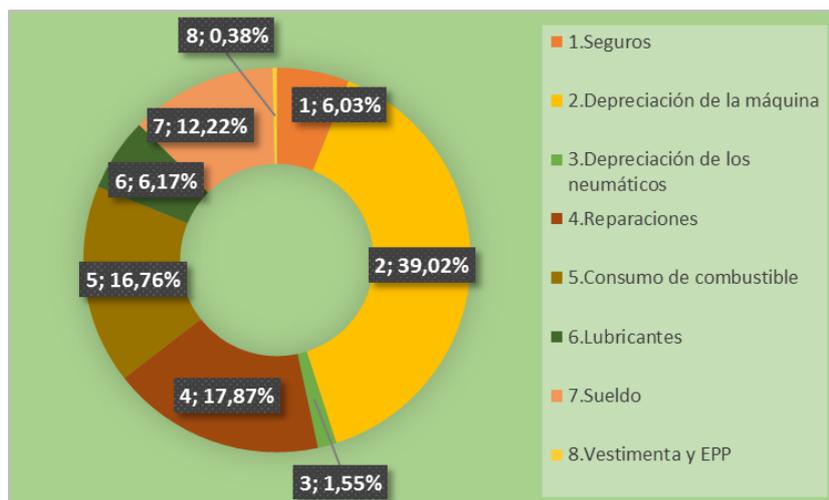
Fuente: Elaboración propia

Del total de los costos horarios, los semifijos son los que tienen mayor incidencia, con una participación de 39,13% de las depreciaciones de la máquina, 1,42% de la depreciación de los neumáticos y de un 13,44% de reparaciones. Seguido de estos se posicionan los costos variables, de combustible y lubricantes en 20,85% y 7,67% respectivamente. En cuanto al costo de personal, compuesto por el sueldo y EPP, suman en un 11,50%. Por último, el costo fijo, compuesto únicamente por el seguro, incide en 6,01%.

Tanto las reparaciones como las depreciaciones ocupan gran participación ya que están ligadas al valor a nuevo de las máquinas. En cuanto a las primeras se calculan como 75% sobre el valor de la depreciación y, a su vez, son ajustadas por un coeficiente.

Por su parte, los costos horarios del *skidder* se conforman como se describe en el Gráfico 17:

Gráfico 17. Composición de los costos horarios del *skidder*.



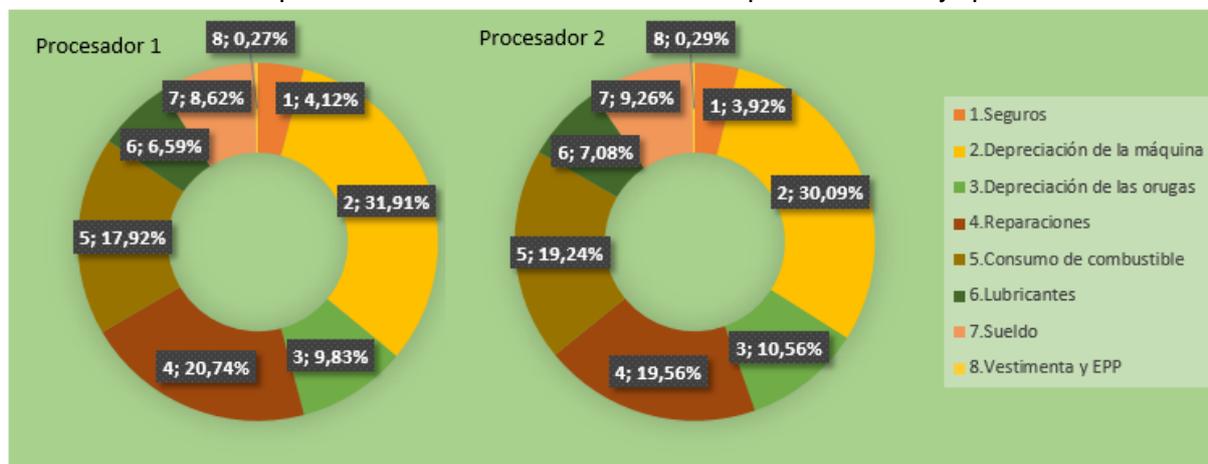
Fuente: Elaboración propia

Como se observa, los costos semifijos son los que tienen mayor incidencia, con una participación de 39,02% de las depreciaciones de la máquina, 1,55% de la depreciación de los neumáticos y de un 17,87% de reparaciones. Seguido de estos se posicionan los costos variables, de combustible y lubricantes en 16,76% y 6,17% respectivamente. En cuanto al costo de personal, compuesto por el sueldo y los EPP, suman en un 12,60%. Por último, el costo fijo, compuesto únicamente por el seguro, incide en 6,03%.

Tanto las reparaciones como las depreciaciones ocupan gran participación ya que están ligadas al valor a nuevo de las máquinas. En cuanto a las primeras se calculan como 100% sobre el valor de la depreciación y, a su vez, son ajustadas por un coeficiente.

En cuanto al costo de los procesadores, su constitución es la siguiente (Gráfico 18):

Gráfico 18. Composición de los costos horarios del "procesador 1" y "procesador 2".



Fuente: Elaboración propia

Para el "procesados 1" del total de los costos horarios, los semifijos son los que tienen mayor incidencia, con una participación de 31,91% de las depreciaciones de la máquina, 9,83% de la depreciación de las orugas y de un 20,74% las reparaciones. Seguido de estos se posicionan los costos variables, de combustible y lubricantes en 17,92% y 6,59% respectivamente. En cuanto al costo de personal, compuesto por el sueldo y los EPP, suman en un 8,89%. Por último, el costo fijo, compuesto únicamente por el seguro, incide en 4,12%.

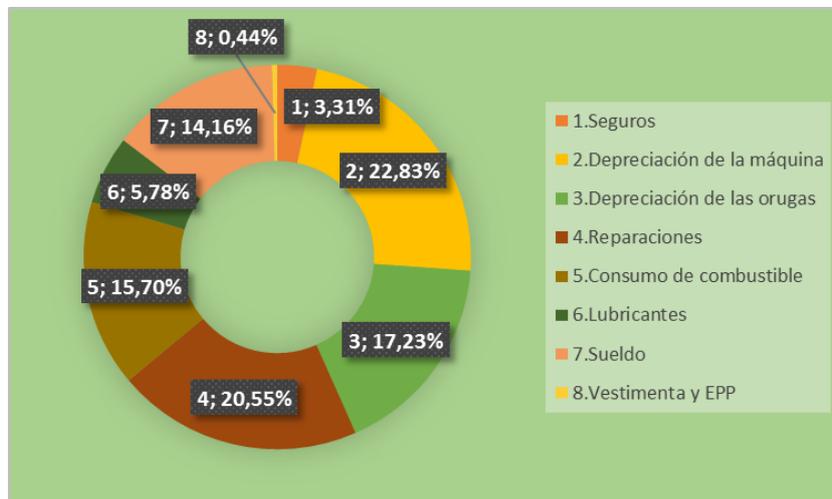
Como se observa, en el caso del "procesador 2", los semifijos son los que tienen mayor participación, con una incidencia del 30,09% de las depreciaciones, 10,56% de la depreciación de las orugas y de un 19,56% las reparaciones. Seguido de estos se posicionan los costos variables, de combustible y lubricantes en 19,24% y 7,08% respectivamente. En cuanto al costo de personal, compuesto por el sueldo y los EPP, suman en un 9,55%. Por último, el costo fijo, compuesto únicamente por el seguro, incide en 3,92%.

Tanto las reparaciones como las depreciaciones ocupan gran participación ya que están ligadas al valor a nuevo de las máquinas. En el caso de a las primeras se calculan como 65% sobre el valor de la depreciación en ambos procesadores. Las diferencias entre un procesador y otro se deben a que el "procesador 1" posee un valor a nuevo mayor.

En cuanto a la incidencia de las depreciaciones de las orugas, cabe destacar que estas poseen un alto costo en dólares y poca vida útil con respecto de los neumáticos.

En lo que respecta a los costos horarios de la cargadora, su estructuración es la siguiente (Gráfico 19):

Gráfico 19. Composición de los costos horarios de la cargadora.



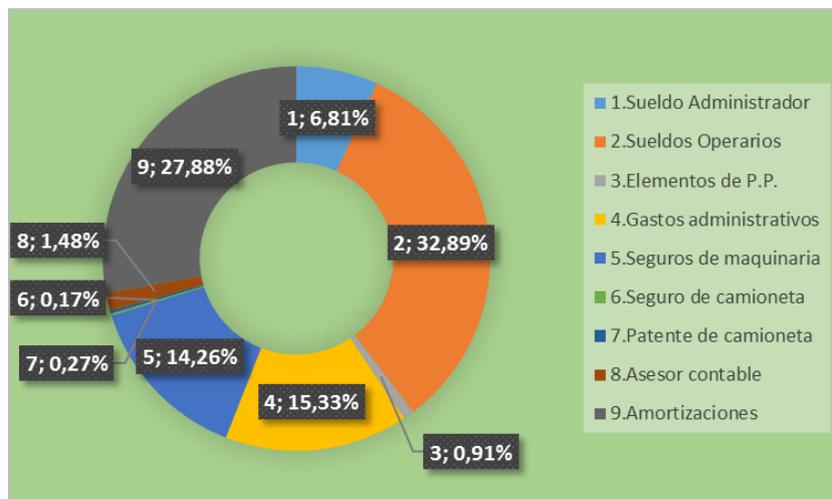
Fuente: Elaboración propia

Como se observa, los costos semifijos son los que tienen mayor incidencia, con una participación de 22,83% de las depreciaciones de la máquina, 17,23% de depreciación de las orugas y de un 20,55% de reparaciones. Seguido de estos se posicionan los costos variables, de combustible y lubricantes en 15,70% y 5,78% respectivamente. En cuanto al costo de personal, compuesto por el sueldo y los EPP, suman en un 14,60%. Por último, el costo fijo, compuesto únicamente por el seguro, incide en 3,31%.

Tanto las reparaciones como las depreciaciones ocupan gran participación ya que están ligadas al valor a nuevo de las máquinas. En el caso de las primeras se calculan como 90% sobre el valor de la depreciación. En cuanto a la incidencia de las depreciaciones de las orugas, cabe destacar que estas poseen un alto costo en dólares y poca vida útil con respecto de los neumáticos.

En cuanto a los costos totales anuales del sistema, están representados en costos fijos 28%, costos semifijos 50% y costos variables en 22%. A continuación, se expone la constitución de los costos fijos (Gráfico 20):

Gráfico 20. Composición de los costos fijos anuales del sistema *Full tree*.

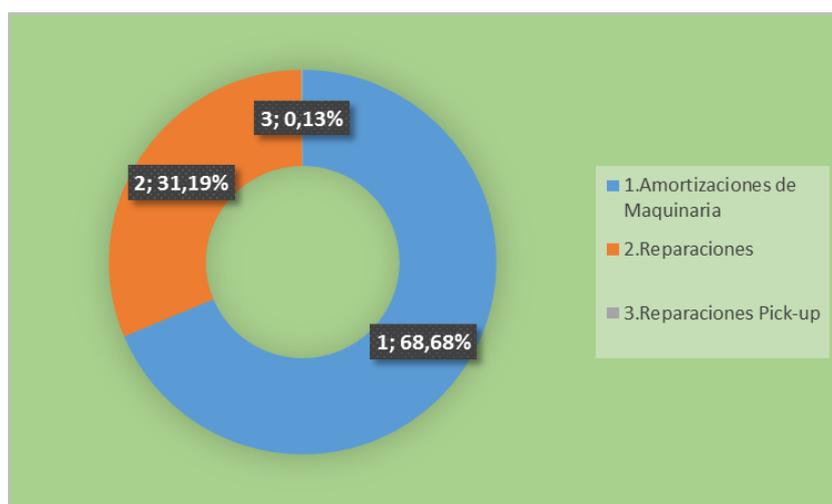


Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la organización de los costos fijos, se destacan por su participación los rubros de sueldos de los operarios, amortizaciones, gastos administrativos, y el seguro de la maquinaria en 32,89%, 27,88%, 15,33% y 14,26% respectivamente. El sueldo del administrador corresponde a 6,81% y el resto de los ítems no alcanzan el 10%. En relación al sueldo de los operarios, su incidencia se debe a que se trabaja bajo un esquema de sueldo fijo mensual y una cantidad total de 5 conductores. En cuanto a los gastos administrativos, estos se encuentran ligados a los costos directos.

Con respecto de los costos semifijos, su organización es la siguiente (Gráfico 21):

Gráfico 21. Costos semifijos anuales del sistema *Full tree*.

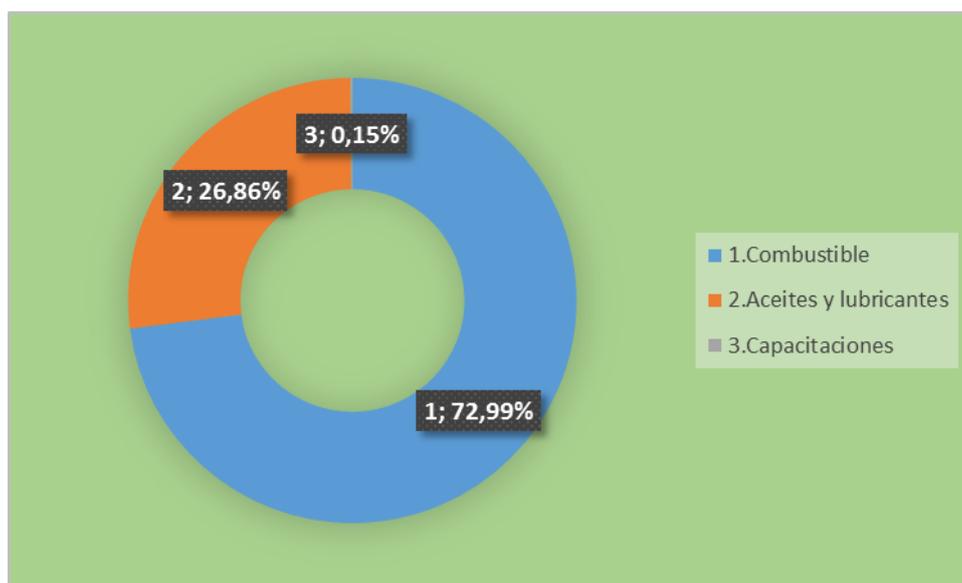


Fuente: Elaboración propia

Como se observa, predominan las amortizaciones de los equipos en un 68,68%, lo cual está ligado estrechamente a su valor y al número de máquinas, seguidos de un 31,19% de reparaciones de los mismos y, en menor medida, de las reparaciones de la *pick-up*.

En cuanto a los costos variables anuales, en el sistema presentan la siguiente estructura (Gráfico 22):

Gráfico 22. Composición de los costos variables anuales del sistema
Full tree.



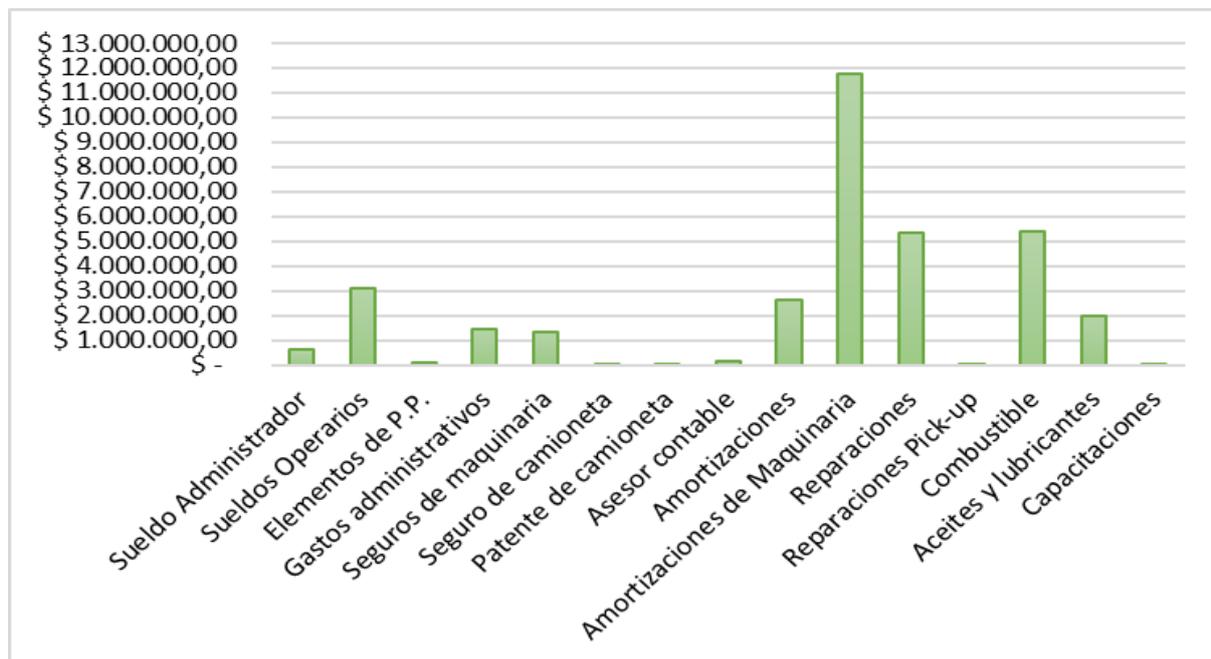
Fuente: Elaboración propia

En el presente gráfico se puede observar que, en la estructura de los costos variables anuales del sistema se destaca el costo de combustible con 72,99%, seguido por aceites y lubricantes en 26,86% y las capacitaciones del personal tan solo con el 0,15%. El combustible, de gran participación en los costos variables, se encuentra estrechamente ligado a la operatividad del sistema, como fuente de energía indispensable para su funcionamiento.

A continuación, en el Gráfico 23 se exponen todos los costos con sus respectivos valores:



Gráfico 23: Costos totales del sistema *Full tree*.



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, al comparar los valores de los distintos costos se identifican a las amortizaciones de la maquinaria, reparaciones y combustibles como los de mayor valor.

Por su parte, los ingresos obtenidos por el sistema son de \$ 33.892.000,00 anuales, los cuales están intrínsecamente relacionados con el esquema de trabajo del feller, el cual consiste en 4 horas al día, 19 días al mes, 12 meses al año, y con la productividad del mismo, la cual se proyecta en 100 tn/h y también a la tarifa promedio para elaboración y carga publicada en el boletín de precios forestales del INTA.

A partir de los indicadores económicos VAN y TIR, se puede decir que con respecto al VAN el sistema no cumple con la rentabilidad exigida del 15%, arrojando un VAN negativo de -\$ 42.707.161. En cuanto a la TIR para el sistema, la misma indica una rentabilidad propia del proyecto de 3,56%, por lo tanto, el proyecto genera rentabilidad pero por debajo de los exigido en los 10 años proyectados.

Finalmente, al analizar el grado de sensibilidad de los indicadores económicos TIR y VAN ante modificaciones en ciertas variables se puede observar que, la variable de mayor sensibilidad es la productividad arrojando mejores resultados en un escenario optimista o disminuyéndolos en un escenario pesimista. En segunda medida, la variación del precio de la



tarifa muestra menor grado de sensibilidad. Ante las variaciones de los sueldos y precios de combustible el sistema muestra poca susceptibilidad.



Conclusión

A partir de la revisión bibliográfica, consultas a fuentes primarias, resultados obtenidos y sus interpretaciones, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

Como se ha comentado, la inversión en la actividad de servicio de cosecha forestal mecanizada se presenta como una alternativa para Entre Ríos por ser una de las principales provincias con mayor cantidad de hectáreas de bosques implantados, representando el 11% a nivel nacional y con una tendencia creciente de la extracción de productos forestales. Además, presenta condiciones agroclimáticas y edáficas favorables para el crecimiento de especies forestales de gran productividad como el eucalipto y pino, particularmente en la zona noreste de la misma, siendo el departamento Concordia el de mayor participación.

La provincia de Entre Ríos cuenta con un 76,78% de contratistas que trabajan bajo sistemas manuales y/o semimecanizados, por lo cual la inversión en equipos para realizar el servicio de cosecha mecanizada, se presenta como una alternativa de salto de escala tecnológico para dichos contratistas.

Mediante la metodología aplicada se puede observar que las inversiones del sistema *Full tree* resultan en \$127.727.603 predominando el importe de la maquinaria, lo cual se debe a su costo en dólares, y además, por ser activos específicos de la actividad de cosecha forestal. Sumado a esto, se destacan los rubros de combustibles, reparaciones y mantenimiento, sueldos, y aceites y lubricantes los cuales en su conjunto conforman un 87,39% del capital circulante.

En cuanto a los costos totales de este sistema, dentro de los costos fijos se destaca el rubro de sueldos, ya que se plantea un esquema de trabajo con sueldos mensuales fijos. Respecto a los costos semifijos predominan las amortizaciones y reparaciones de los equipos, los cuales son calculados en relación al valor a nuevo de los mismos y al número de equipos. Por último, los costos variables reflejan la incidencia preponderante del combustible, el cual se encuentra estrechamente ligado a la operatividad del sistema.

En cuanto a los ingresos obtenidos, los mismos están directamente relacionados con el esquema de trabajo, productividad y tarifa considerada.

A partir del análisis de los indicadores de rentabilidad VAN y TIR, se concluye que el sistema no cumple con la rentabilidad exigida del 15%. Sin embargo, el mismo arroja una TIR positiva, lo cual indica que la rentabilidad propia del sistema es de 3,56%.



Por último, al analizar el grado de sensibilidad del sistema, surge que la variable a la que presenta mayor sensibilidad es la productividad y en segundo lugar al valor de la tarifa.

Por su parte, las inversiones en el sistema *Cut to length* resultan en \$80.298.195 siendo la incidencia predominante la de la maquinaria, lo cual se debe a su valor en dólares, y además, por ser equipos de alto nivel de desarrollo tecnológico. Sumado a esto, se destacan las reparaciones, mantenimiento y combustibles, los cuales se encuentran estrechamente ligados a la operatividad de la misma.

Por otra parte, en cuanto a los costos del sistema, dentro de los costos fijos se destaca el rubro de sueldos, ya que se plantea, al igual que en el sistema anterior, un esquema de trabajo con sueldos mensuales fijos. Respecto a los costos semifijos predominan las amortizaciones y reparaciones de los equipos, los cuales son calculados en relación al valor a nuevo de los mismos. Por último, los costos variables reflejan la incidencia predominante del combustible, el cual se encuentra estrechamente ligado a la operatividad del sistema.

En cuanto a los ingresos obtenidos, los mismos dependen directamente del esquema de trabajo, productividad y tarifa considerada.

A partir del análisis del VAN y TIR, se concluye que el sistema no cumple con la rentabilidad exigida del 15% y además, el mismo arroja una TIR negativa, por lo tanto una vez transcurridos los 10 años proyectados, no se recupera la inversión inicial.

Por último, al analizar el grado de sensibilidad del sistema, surge que la variable a la que presenta mayor sensibilidad es la productividad y en segundo lugar al valor de la tarifa, al igual que en la otra alternativa analizada en el presente proyecto.

En cuanto a los aspectos no abordados en el presente, se propone para futuros proyectos analizar diferentes combinaciones de maquinarias, utilizando inclusive equipos que correspondan a los dos sistemas, ya que estos presentan altos costos operacionales y sus productividades se encuentran ligadas a las características de los rodales a cosechar, el número de equipos a utilizar, la configuración horaria y los turnos de trabajo. Por lo tanto, se recomienda una simulación previa que permita lograr una mejor planificación.

Por otro lado, es pertinente determinar que esquema de combinación de equipos, duración del turno y forma de pago a los operarios, logra una mayor productividad y un menor costo operativo, pudiéndose plantear turnos fijos y flexibles, con sueldo fijos o sueldos en parte fijos y parte variable o variables en su totalidad con respecto a la productividad.



Bibliografía

- Méndez, E., & Carámbula, M. (2011). *De la motosierra al harvester: cambio técnico y precariedad laboral en la cosecha forestal en Uruguay (estudio de caso)*. Recuperado el 24 de Marzo de 2020, de <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/download/16587/10869>
- Alabama Agricultural Experiment Station. (2002). *Machine Rates For Selected Forest Harvesting Machines*. Recuperado el 2 de Agosto de 2020, de https://www.srs.fs.usda.gov/pubs/ja/ja_rummer020.pdf%20Alabama%20Agricultural%20Experiment%20Station%20de
- Bisang, R., Anlló, G., & Campi, M. (2008). *Una revolución (no tan) silenciosa. Claves para repensar el agro en Argentina*. Recuperado el 7 de Abril de 2020, de https://www.biblioteca.fundacionicbc.edu.ar/images/6/6b/BISANG_IDES6.00.pdf
- Cátedra de Aprovechamiento Forestal de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales - Universidad Nacional de La Plata. (2010). *Mecanización Forestal*. Recuperado el 8 de Abril de 2020, de https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/10832/mod_resource/content/0/mecanizacion2010.pdf
- Ecker, M. (2012). *Cosecha Forestal Mecanizada - Una Experiencia Local*. Recuperado el 24 de Marzo de 2020, de https://www.jornadasforestales.com.ar/jornadas/2012/520.VII.M_ECKER.pdf
- FAO. (2018). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020*. Roma. Recuperado el 24 de Marzo de 2020, de <http://www.fao.org/3/l8661ES/i8661es.pdf>
- Friedl, R. A. (2019). Introducción. En E. D. Diana (Ed.), *Manual de buenas prácticas para el manejo sustentable de plantaciones forestales en la provincia de Entre Ríos con énfasis en la conservación de la biodiversidad*. Entre Ríos. Recuperado el 16 de Marzo de 2020, de <http://www.foa.org.ar/web/Manual%20Buenas%20Pr%C3%A1cticas%20Entre%20R%C3%ADos.pdf>
- Harrand, L., & Mastrandrea, C. (2009). *Cadena Foresto-Industrial de la Provincia*. EEA Concordia - Centro Regional Entre Ríos - INTA. Recuperado el 25 de 3 de 2020, de



https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-harrand_mastrandrea_2009_cadena_foresto_industrial_.pdf

INTA EEA Concordia. (15 de Junio de 2020). Recuperado el 2 de Agosto de 2020, de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_concordia-_planilla_de_precios_forestales_junio_2020.pdf

Ley de inversiones para bosques cultivados N° 26.432. (18 de Diciembre de 2008). Boletín Oficial de la República Argentina. Recuperado el 26 de Marzo de 2020, de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/145000-149999/148753/norma.htm>

Ley de inversiones para bosques cultivados N° 25.080. (15 de Enero de 1999). Boletín Oficial de la República Argentina. Recuperado el 2 de Abril de 2020, de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/55000-59999/55596/texact.htm>

Ley de presupuestos minimos de proteccion ambiental de los bosques nativos N° 26.331. (19 de Diciembre de 2007). Boletín Oficial de la República Argentina. Recuperado el 26 de Marzo de 2020, de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/135000-139999/136125/norma.htm>

Ley N° 23.966 de financiamiento del regimen nacional de prevision social. afectacion del i.v.a.. impuesto sobre combustibles liquidos y gas natural. modificaciones a la ley del fondo nacional de la vivienda. derogacion de regimenes de jubilaciones especiales. impuesto sobre los bienes personales no incorporado al proceso economico. destino de los recursos de privatizaciones. modificacion de la ley de tasas judiciales. (1 de Agosto de 1991). Boletín Oficial de la República Argentina. Recuperado el 5 de Agosto de 2020, de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/365/texact.htm>

Mac Donagh, P. M. (2015). *Los contratistas de cosecha de plantaciones forestales: Análisis de las funciones de producción y de la influencia de la innovación tecnológica como factor en las mismas*. Recuperado el 16 de 3 de 2020, de <http://ri.agro.uba.ar/files/download/tesis/doctorado/2015macdonaghpatricio.pdf>

Malinovski, R. (s.f.). *Metodología de Costo - Hora para Máquinas Forestales*. Recuperado el 15 de Abri de 2020, de https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/23904/mod_resource/content/1/Metodolog%C3%ADa%20de%20Costo%20Apunte.pdf



Ministerio de Agroindustria. (2017). *Censo nacional de aserraderos 2015 - Informe del relevamiento censal en la provincia de Entre Ríos - Región Mesopotámica*. Recuperado el 7 de Abril de 2020, de [https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_desarrollo_foresto_industrial/censos_inventario/_archivos/censo//000000_Provincia%20de%20Entre%20R%C3%ADos%20\(Diciembre%202017\).pdf](https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_desarrollo_foresto_industrial/censos_inventario/_archivos/censo//000000_Provincia%20de%20Entre%20R%C3%ADos%20(Diciembre%202017).pdf)

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. (2008). *Tractor forestal*. Recuperado el 8 de Abril de 2020, de https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/Tractor-forestal_tcm30-58025.pdf

Mosquera, G. (2004). *Cosecha Forestal*. Recuperado el 7 de Abril de 2020, de <http://www.fagro.edu.uy/~forestal/cursos/tecmadera/Gustavo/INTRODUCCION%20A%20LA%20COSECHA.pdf>

Resolución N° 208. (4 de Septiembre de 2019). Unión Argentina de Trabajadores Rurales y Estibadores. Recuperado el 25 de Julio de 2020, de https://www.uatre.org.ar/attach/resol/2019_208.pdf

Resolución N° 4257. (31 de Mayo de 2018). Administración Federal de Ingresos Públicos. Recuperado el 10 de Agosto de 2020, de <http://biblioteca.afip.gob.ar/cuadroslegislativos/getAdjunto.aspx?i=9675>

SENASA. (s.f.). *Forestales / Embalajes*. Recuperado el 26 de Marzo de 2020, de <http://www.senasa.gob.ar/cadena-vegetal/forestales-embalajes>

Sosa, G., De La Peña, C., & Giani, L. (2012). *Diagnóstico de contratistas de cosecha forestal del noreste de Entre Ríos: situación y tipificación*. Recuperado el 11 de Abril de 2020, de <https://drive.google.com/file/d/0B6gUMreSA7e9NXZNQVBLQmzcN1E/view>

Subsecretaría de Desarrollo Forestoindustrial de la Nación. (2017). *Inventario Nacional de Plantaciones Forestales*. Recuperado el 30 de Marzo de 2020, de https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_desarrollo_foresto_industrial/censos_inventario/_archivos/inventario//000000_Inventario%20Entre%20R%C3%ADos%20-%20C3%81rea%20continental.pdf

Subsecretaría de Programación Microeconómica. (2019). *Informes de cadenas de valor*. Recuperado el 26 de Marzo de 2020, de



https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sspmicro_cadenas_de_valor_forestal_papel_muebles.pdf

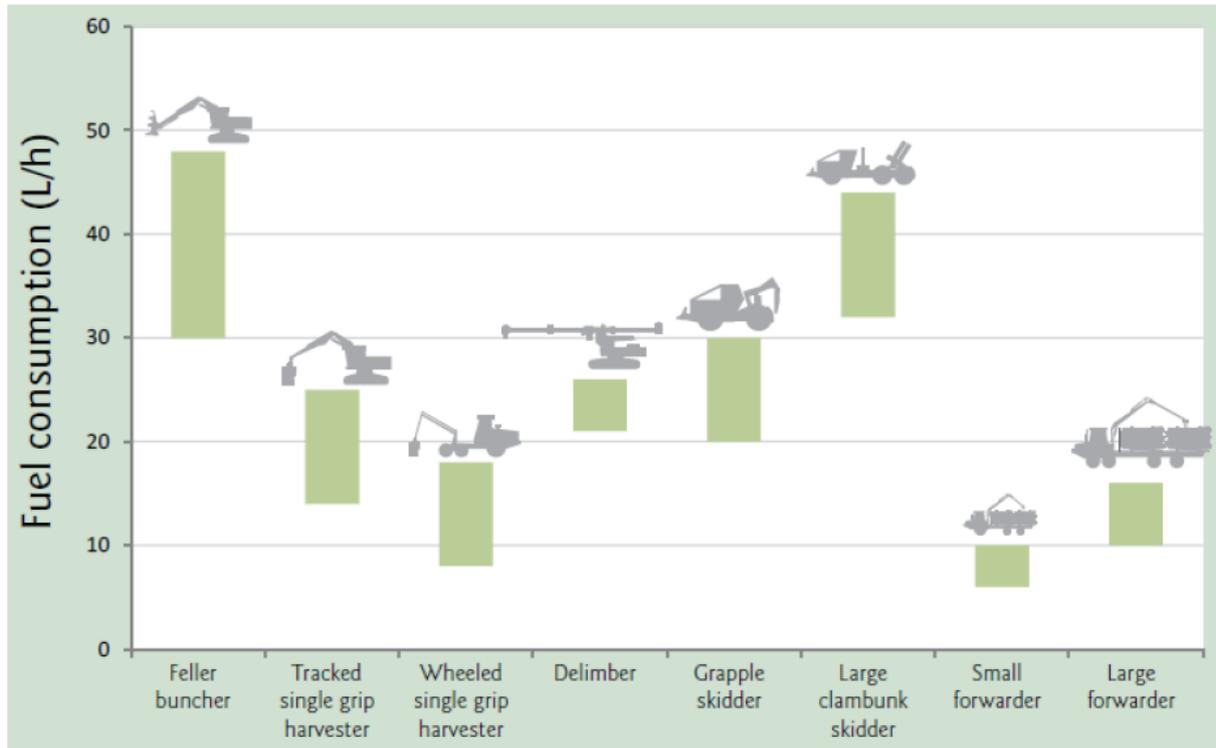
Universidad de Buenos Aires. (s.f.). *Apunte de Cátedra*. Recuperado el 15 de Mayo de 2020, de <https://www.agro.uba.ar/unpuente/img/actividades/foda.pdf>

Von Haefen, C. (2017). *Industrias Forestales*. Recuperado el 7 de Abril de 2020, de https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_desarrollo_foresto_industrial/estadisticas/_archivos//000000_Industrias%20Forestales/170000_2017%20-%20Industrias%20forestales.pdf



Anexos

Anexo 1. Consumo de combustible de maquinaria forestal.



Fuente: Citado en apunte de catedra "Costos de cosecha forestal – Universidad de la Republica Uruguay"