

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

COSECHA FORESTAL MECANIZADA: CAPACIDAD OPERACIONAL Y
ESTUDIO ECONOMICO DE UN SISTEMA CTL

por

Nicolás CUSANO
Gisel ETTLIN
Carla OCAÑO

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo

MONTEVIDEO
URUGUAY
2009

Tesis aprobada por:

Director: -----

Ing. Agr. Adriana Bussoni

Ing. Agr. Ruben Jacques

Ing. Agr. Nelson Ledesma

Fecha: -----

Autor: -----

Nicolás Cusano

Gisel Ettlin

Carla Ocaño

AGRADECIMIENTOS

A Adriana Bussoni y Rubén Jacques por su dedicación y preocupación a lo largo de todo el trabajo.

A Martín y Fabián Delgado por el tiempo cedido en la toma de datos, y especialmente a Martín por su disponibilidad en inconvenientes efectuados en el lugar.

A Nelson Ledesma por sus aportes e interés.

A Carlos García por su colaboración.

A Sully Toledo por su buena disposición.

Y a todas las personas que directa o indirectamente nos ayudaron a realizar este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCION</u>	1
1.1. <u>OBJETIVOS</u>	2
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1. <u>EVOLUCION DE LA PRODUCCION FORESTAL EN URUGUAY</u>	4
2.2. <u>RENDIMIENTOS Y COSTOS DE COSECHA MECANIZADA</u>	5
2.3. <u>PRODUCTOS Y MERCADOS</u>	8
2.3.1. <u>Astillas</u>	8
2.3.2. <u>Celulosa</u>	11
2.3.3. <u>Rollos de aserrío para exportación</u>	11
2.4. <u>SISTEMAS DE COSECHA ALTAMENTE MECANIZADA</u>	12
2.4.1 <u>Harvester</u>	13
2.4.2. <u>Forwarder</u>	13
2.5. <u>VARIABLES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD</u>	14
2.6. <u>MARCO NORMATIVO</u>	15
2.6.1. <u>Certificación</u>	16
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	18
3.1. <u>INSTRUMENTOS</u>	18
3.2. <u>AREA BAJO ESTUDIO</u>	18
3.2.1. <u>Ubicación</u>	18
3.2.2. <u>Caracterización del rodal</u>	19
3.2.3. <u>Suelos</u>	19
3.2.4. <u>Clima</u>	19
3.3. <u>DESCRIPCION DE LA MAQUINARIA</u>	20
3.3.1. <u>Excavadora de orugas JCB JS200LC</u>	20
3.3.2. <u>Cabecal Kesla 30RHS</u>	21
3.3.3. <u>Forwarder Ponsse K100 BuffaloKing</u>	22
3.4. <u>METODOLOGIA DE TRABAJO</u>	23
3.4.1. <u>Calculo de volumen</u>	24
3.4.2. <u>Medición de tiempos</u>	27
3.4.3. <u>Descripción de las situaciones de cosecha</u>	28
3.4.4. <u>Análisis estadístico</u>	28
3.4.5. <u>Indicadores de eficiencia operativa</u>	29
3.4.5. <u>Análisis económico</u>	30

3.4.5.1. Costos fijos.....	30
3.4.5.2. Costos variables.....	32
3.5. TRABAJO A CAMPO.....	33
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSION</u>	37
4.1. FACTORES DE FORMA.....	37
4.2. HARVESTER.....	38
4.2.1. <u>Situación 1: destino mixto, celulosa más aserrado</u>	39
4.2.1.1. Análisis estadístico.....	40
4.2.2. <u>Situación 2: destino celulosa</u>	41
4.2.2.1. Análisis estadístico.....	41
4.2.3. <u>Tiempo por árbol</u>	43
4.3. FORWARDER.....	45
4.3.1. <u>Situación 1. destino mixto. colecta de trozas para aserrado</u>	46
4.3.1.1. Análisis estadístico.....	47
4.3.2. <u>Situación 2. destino celulosa. Colecta de trozas para pulpa</u>	48
4.3.2.1. Estimación de volumen.....	49
4.3.2.2. Análisis estadístico.....	51
4.3. COSTOS DE COSECHA.....	55
4.3.1. <u>Situación 1</u>	55
4.3.1.1. Costos totales.....	55
4.3.1.2. Costos variables.....	56
4.3.1.3. Costos fijos.....	58
4.3.2. <u>Situación 2</u>	58
4.3.2.1. Costos totales.....	58
4.3.2.2. Costos variables.....	59
4.3.2.3. Costos fijos.....	60
4.3.3. <u>Consideraciones para ambas situaciones</u>	61
4.3.4. <u>Análisis de costos según distancia de extracción</u>	62
4.4. PLANILLA PARA CÁLCULO DE COSTOS DE COSECHA.....	63
5. <u>CONCLUSIONES</u>	69
6. <u>RESUMEN</u>	71
7. <u>SUMMARY</u>	72
8. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	73
9. <u>ANEXOS</u>	78

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Característica de la excavadora.....	20
2. Características del cabezal.....	21
3. Características de forwarder.....	22
4. Factor de forma según DAP y altura.....	38
5. Mediciones de harvester situación 1- destino mixto (celulosa mas aserrío).....	39
6. Indicadores estadísticos para mediciones de harvester situación 1 destino mixto.....	41
7. Mediciones harvester situación 2 destino celulosa.....	41
8. Indicadores estadísticos para mediciones harvester situación 2 destino celulosa.....	42
9. Destino mixto celulosa más aserrío.....	43
10. Destino celulosa.....	44
11. Tiempos parciales, totales y distancia media por viaje para destino aserrado.....	46
12. Análisis del tiempo total de carga para destino aserrado.....	47
13. Tiempos parciales, totales y distancia media por viaje para destino celulosa.....	48
14. Análisis del tiempo total de carga para destino celulosa.....	51
15. Distancia y capacidad operacional de los viajes en situación 2....	53
16. Costos totales discriminados por maquinas para situación 1 mixto.....	56
17. Costos totales variables discriminados por máquina para situación 1 mixto.....	57
18. Costos totales fijos discriminados por máquina para situación 1 mixto.....	58
19. Costos totales discriminados por máquina para situación 2 celulosa.....	59
20. Costos totales variables discriminados por máquina para situación 2 celulosa.....	59
21. Costos totales fijos discriminados por máquina para situación 2 celulosa.....	60
22. Costos de forwarder en función de la distancia media de extracción.....	62

Figura No.

1. Esquema de avance de la cosechadora.....	35
2. Esquema de avance del forwarder en la carga de trozas apeadas..	36
3. Dimensiones de la carga del forwarder en vista lateral.....	49
4. Dimensiones de la zorra del forwarder en vista trasera.....	50
5. Vista de hoja de cálculo con el resumen de los resultados.....	64
6. Vista de hoja de cálculo con el instructivo.....	65
7. Vista de hoja de cálculo de parcelas de harvester.....	66
8. Vista de hoja de cálculo con actividades del forwarder.....	67

Foto No.

1. Rolos con destino aserrío prontos para cargar, en el lugar de estudio.....	12
2. Harvester.....	21
3. Cabezal de corta, vista frontal.....	22
4. Forwarder cargando las trozas.....	23

Gráfico No.

1. Extracción anual de madera, total (conífera y no conífera).....	4
2. Exportaciones de celulosa, papeles y cartones 2006-2008.....	11
3. Tiempo de procesado por árbol según volumen, para destino mixto.....	44
4. Tiempo de procesado por árbol según volumen, para destino celulosa.....	45
5. Distribución porcentual de las actividades del forwarder para destino aserrado.....	46
6. Distribución porcentual de las actividades del forwarder para destino celulosa.....	48
7. Capacidad operacional y distancia media de extracción (situación 2).....	53
8. Proporción de costos fijos y variables para situación 1 mixto.....	56
9. Proporción de cada costo variable para situación 1 mixto.....	57

10. Proporción de cada costo fijo para situación 1 mixto.....	58
11. Proporción de costos fijos y variables para situación 2 celulosa...	59
12. Proporción de cada costo variable para situación 2 celulosa.....	60
13. Proporción de cada costo fijo para situación 2 celulosa.....	61
14. Costos de forwarder en función de la distancia media de extracción.....	63

1. INTRODUCCION

En los últimos años el sector forestal uruguayo ha presentado un gran dinamismo, reflejado en un desarrollo tal capaz de ser en la actualidad uno de los principales rubros de exportación y generando divisas de gran importancia para la economía de nuestro país.

La madera con destino celulosa es uno de los principales productos de origen vegetal que Uruguay exporta para diferentes países como Japón, Escandinavia, China, y el sur de Europa, razón por la cual la forestación presenta alto interés económico para el país, siendo el eucalipto el género más utilizado.

Con la globalización de la economía, aumenta el mercado mundial que trae consigo exigencias crecientes de calidad y productividad. Para acompañar el incremento de la producción y garantizar un abastecimiento de las industrias a costos competitivos, la mayoría de las empresas del sector, optan como solución, aumentar el nivel de mecanización de las operaciones de cosecha de madera, para obtener mayores rendimientos y menores costos por metro cúbico producido.

Otros motivos para mecanizar las operaciones de cosecha son, disminuir los costos sociales de trabajadores, disminución de accidentes laborales, disponibilidad de maquinaria específica para las operaciones inherentes, y principalmente la competitividad cada vez más intensa que obliga a reducir costos.

La cosecha es una de las actividades más importantes en la composición del costo final de la madera que afecta directamente el precio final del producto. Por esto es que se cree conveniente realizar un análisis económico de las actividades que esta encierra, para poder ajustar los costos de una forma adecuada, además de contar con información suficiente para la planificación de las actividades.

Analizando la situación en el Uruguay se observa que en el año 2008 se cosecharon aproximadamente unos 7.000.000 metros cúbicos de madera rolliza sin corteza y con un costo de cosecha de un sistema integrado, harvester-forwarder, de entre 9 a 15 US\$ /m³.

Los costos de cosecha representan en algunos casos más de un 50% del costo total de la madera puesta en la industria. Por eso todas las operaciones relacionadas a esta actividad merecen un riguroso planeamiento a fin de reducir estos costos (Moreira, 1992).

Se estima que los volúmenes a cosechar continuaran creciendo, en la medida que nuevos emprendimientos se concentren en Uruguay como la instalación de nuevas fabricas de pulpa de celulosa.

Este trabajo consiste en estudiar la capacidad operacional de un sistema cut to length (CTL), en un monte de *Eucalyptus grandis* con dos destinos de producción, trozas con destino aserrío y trozas con destino celulosa. Sistema en el cual la cosechadora esta conformada por una base excavadora con un cabezal de corta y un forwarder convencional.

Además se realiza un estudio económico capaz de estimar el costo que representa este sistema en las condiciones de estudio planteadas.

1.1. OBJETIVOS

Objetivos generales: generar antecedentes y conocimientos sobre la cosecha forestal mecanizada; la utilización de maquinaria adaptada a la tarea y la cosecha de madera en un monte de producción con doble destino.

Objetivos específicos: determinar los tiempos en un sistema integrado de cosecha y los costos del mismo.

Obtener una herramienta que facilite la obtención de costos de cosecha en situaciones productivas de nuestro país.

Determinar cuales son y como inciden los costos en el sistema de cosecha, determinar la eficiencia de la maquinaria en un sistema de cosecha con dos situaciones productivas diferentes.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Se entiende por cosecha forestal al conjunto planificado de actividades relacionado con la corta, procesamiento, extracción y carga de trozas u otras partes aprovechables de los árboles, ya sea a un depósito primario, saca o transporte primario, o a un depósito final industria o puerto, depósito secundario, de los productos de un bosque; considerando sus efectos a corto, mediano y largo plazo sobre los recursos naturales y teniendo en cuenta las consideraciones sociales y económicas (Daniluk, 2003).

Un sistema de cosecha se define como un conjunto de actividades, integradas entre si, que permiten un flujo constante de madera evitándose los puntos de estrangulamiento y llevando los equipamientos a su máxima utilización (Seixas, 1998).

El sistema también se puede definir como un conjunto formado por elementos y procesos. La cosecha de madera es definida como toda la cadena de producción, o sea, todas las actividades parciales desde la corta hasta que la madera es puesta en el patio de la industria consumidora.

De esta forma, el sistema es formado por elementos separados compuesto de actividades parciales. Las condiciones del ambiente pueden alterar partes del sistema, haciendo que haya sustitución de los elementos dentro del mismo. También se puede decir que la palabra sistema significa planificación, método de ordenamiento de las actividades a ser desarrolladas.

Para que un sistema tenga realmente éxito, son necesarias tres condiciones básicas: todos los componentes del sistema deben llegar a un mismo objetivo; es necesario establecer una jerarquía dentro del sistema; una entrada o “input” en un sistema, como energía, información, material, trabajo, etc. Deben seguir una concordancia en el plano global (Malinovski, 1998).

La cosecha forestal puede ser definida como un conjunto de operaciones efectuadas en el monte forestal, que consiste en preparar y extraer la madera hasta el lugar de transporte, haciéndose uso de técnicas y padrones establecidos, con la finalidad de transformarla en producto final (Machado, 2002).

2.1. EVOLUCION DE LA PRODUCCION FORESTAL EN URUGUAY

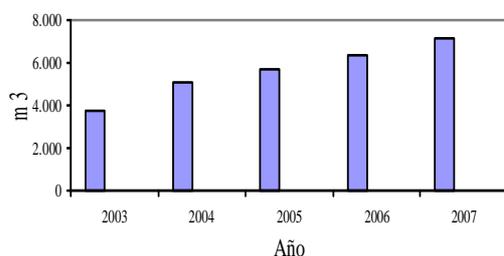
La actividad forestal en Uruguay comienza a visualizarse como viable a partir de los años 60, con posibilidades de dinamizar tanto el medio rural como la economía en su conjunto (Greco, 2003).

Sucesivos programas, planes y proyectos, asistidos por instituciones tanto nacionales como internacionales van ajustando una estrategia y una serie de acciones que comienzan a cristalizar a fines de los años 80, luego de aprobada la segunda y actual Ley Forestal (No.15.939) en diciembre del año 1987.

Las empresas forestales junto a los fabricantes de papel y productos de la madera, han formado una creciente corriente de exportación. Es así que a partir de 1990 la venta de madera para pulpa, tanto en rollos como en chips tuvo un crecimiento explosivo (SPF, 2009).

Entre 1989 y 2006 se ha forestado bajo proyecto el 96 % de las existencias actuales (URUGUAY. MGAP, DIEA, 2008). En el año 1989 existían aproximadamente 50.000ha forestadas superando en el año 2009 las 800.000ha de bosques de producción (Pou, 2009). En tanto que el total de las extracciones de madera en rollo en el año 2003 fueron cercanas a los 2 millones de m³, pasando en el año 2007 a los 7 millones de m³ (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2008).

Gráfico No. 1 Extracción anual de madera, total (conífera y no conífera) en millones.



Fuente: adaptación de URUGUAY. MGAP. DIEA (2008).

En el año 2008 el 96% de las exportaciones del sector forestal, tuvieron valor agregado que sumaron más de mil millones de dólares (Pou, 2009).

Las empresas que están llevando a cabo emprendimientos foresto-industriales son tanto de origen nacional como extranjera. A nivel primario coexisten grandes empresas cuyo rubro principal es la forestación, con pequeños y medianos inversores ajenos al sector agropecuario que han optado por la forestación como un nuevo destino para sus inversiones e instituciones que manejan fondos para retiros jubilatorios y pensiones.

Si bien existen importantes inversiones nacionales en cuanto a la modernización y ampliación de la capacidad productiva, generalmente la inversión extranjera es mayor.

Las inversiones de empresas nacionales además se constituyen como proveedores, contratistas, proveedores de servicios, etc. aprovechando los espacios de oportunidad que se generan con las grandes inversiones.

Cabe mencionar que actualmente debido a la crisis mundial que acontece, la demanda de productos forestales ha decaído significativamente, lo que ha afectado a todas las actividades del sector (SPF, 2009).

2.2. RENDIMIENTOS Y COSTOS DE COSECHA MECANIZADA

El incremento del nivel de mecanización en la cosecha, maximiza la producción y minimiza los costos a largo plazo. Así mismo, simultáneamente se debe posibilitar un mayor control de los factores determinantes de los costos, y reducir los desperdicios del proceso mejorando la calidad. Mejorar el nivel de satisfacción de los trabajadores, aumentar la confiabilidad operacional, permitir la evolución tecnológica y reducir el impacto ambiental (Wadouski, 1998).

Martins dos Santos et al. (1995) en un estudio realizado en Brasil, con *Eucalyptus ssp.* de DAP medio 18cm y volumen 0.25m³/árbol, establece que a medida que aumenta el volumen por árbol, el tiempo de carga del forwarder disminuye, hasta volúmenes por árbol de 0.300m³. Sin embargo el tiempo de descarga no tiene relación con el volumen por árbol. No se hace mención del largo de troza utilizado.

El tiempo de viaje con carga siempre es mayor que el tiempo de viaje sin carga. La carga de las trozas es la operación donde el forwarder insume mayor cantidad de tiempo seguido por la descarga y luego por el viaje con carga y sin carga respectivamente. Con un volumen por árbol de 0.180m^3 y una distancia de extracción de 300m se obtuvo una productividad de $13.12\text{m}^3/\text{hora}$.

En Brasil, según este mismo autor, en la utilización del forwarder los ítems que componen los costos totales se dividen en costos variables y fijos; en los variables el mayor fue en los operadores con un 31%, seguido por repuestos con 13%, mano de obra de oficina 12%, combustibles y lubricantes con 7% y 1% otros costos; los costos fijos que representaron un 36% de los costos operacionales, de los cuales un 29% son gastos de depreciación y un interés anual de 7%.

Finalmente se concluyó que el costo de producción del forwarder es inversamente proporcional al aumento del volumen por árbol y la reducción de la distancia de extracción.

Martins Dos Santos (1999) en un estudio realizado en Brasil, con trozas cortas para *Eucalyptus ssp.* de 5,50m de largo, establece que, a medida que el volumen por árbol aumenta, la productividad del harvester medido en metros cúbicos por hora también lo hace; disminuyendo consecuentemente los costos.

Se encontró una productividad del harvester de madera procesada de $6.72\text{ m}^3\text{ssc}/\text{h}$ (metros cúbicos sólidos sin corteza por hora), en árboles de $0.1769\text{ m}^3/\text{árbol}$ y un rendimiento con el forwarder de $26.88\text{ m}^3\text{ssc}/\text{h}$ trabajando a una distancia de extracción de 300 m. La productividad del forwarder aumenta a medida que se reduce la distancia media de extracción y por lo tanto disminuyen también los costos.

Según Foelkel (2006) para *Eucalyptus sp.* en Brasil con destino celulosa, en árboles mayores a $0,15\text{ m}^3$, sin especificar largo de troza utilizado, los harvester producen en un rango de 15 a $22\text{ m}^3/\text{h}$, incluyendo las operaciones de corta, desramado, trozado, deslizamiento y descortezado.

En un estudio realizado en Uruguay, con *Eucalyptus viminalis* de 7 años de edad, de DAP medio de 15 cm, un 11,6% de árboles bifurcados en la base, con trozas de 2,40m de largo y una densidad de 1.184 árboles/ha, Castromán e Izuibejeres (2002) destacaron que el sistema altamente mecanizado presentó una muy baja productividad de las

maquinas, del harvester (marca Bell TH 120) 3.9 m³/h y forwarder (marca Bell T 12B) 9 m³/h, haciéndolo económicamente inviable, arrojando un resultado económico negativo. Argumentándose por una proporción de costos fijos muy elevados que son básicamente la amortización e intereses del capital invertido.

Según Holzscher y Landford (1997) en tres sistemas de cosecha: feller buncher/manual/forwarder; feller buncher/procesador /forwarder y swing to tree harvester/forwarder, concluyeron que el tamaño de los árboles tiene un efecto importante en los costos por unidad de madera producida, ya que al incrementarse el tamaño del árbol decrecen los costos unitarios.

Wagner (2006) en un estudio realizado en Uruguay, destaca una productividad media de los harvester de 28,5 m³/hora, con árboles de un volumen medio de 0,58 m³/árbol, largo de las trozas de 4,80m y un tiempo medio de procesamiento por árbol entre 65 a 70 segundos. El trabajo fue realizado en una plantación de *Eucalyptus saligna* de 13 años de edad, un marco de plantación de 2*3 m. Y una densidad de 854 árboles/ha.

Los resultados obtenidos demostraron que la actividad que consume más tiempo es el descortezado siendo el 55 % del total del tiempo de la cosecha, seguido por el trozado con un 25 %, apeo 12 %, avance 6 % y acomodo de residuos con un 2 %.

Burla (2008) en una evaluación técnica y económica en Brasil de harvester con *Eucalyptus sp.* en sistema de trozas cortas de 4,40m de largo y con diferentes condiciones de topografía y productividad, registra las siguientes actividades y su correspondiente porcentaje de tiempo consumido, descortezado/desramado 29%, trozado 23%, posicionamiento 22%, apeo 10%, corte inicial 8%, deslizamiento 7%, y pausa 1%.

Seixas, Souza et al., citados por Machado (2008) presenta unos rendimientos de saca con forwarder en el entorno de los 30 m³/h, sin especificar largo de troza y con distancias medias de extracción de 200 y 300 metros.

El sistema altamente mecanizado, según Castromán e Izuibejeres (2002) presenta un costo de 77 US\$/h y 14 US\$/m³, siendo un 45% de costos fijos, y 55% de costos variables. Debido a la baja productividad obtenida en este trabajo se hace económicamente inviable.

En el estudio realizado por Burla (2008) los costos operacionales para harvester, son de 130 US\$/h de trabajo.

En un trabajo realizado por Da Silva et al. (2009) en el estado de Minas Gerais, Brasil sobre costos y productividad de un sistema cut to length, con trozas de 2,5m de largo, en *Pinus caribea* de 28 años de edad, se llegó a una productividad máxima para harvester de 22,71 m³/h. El costo operacional totaliza 115 R\$ (US\$ 69 aproximadamente) por hora efectiva trabajada. Donde los costos fijos representaron un 28,59 % y los variables un 62,31%

De Oliveira et al. (2009) en el sur de Brasil con trozas de diferentes tamaño en pino, concluyeron que la mayoría del tiempo del ciclo del forwarder, lo ocupaba cargar las trozas con un 34,9%, mientras que la descarga represento un 20,5%. La productividad promedio del forwarder fue de 31,3 m³/h para una distancia promedio de extracción de 120,7m donde la productividad callo al aumentar la distancia. El costo operacional fue de 85,36 US\$/h el costo de la producción fue de 2,7 US\$/ m³.

2.3. PRODUCTOS Y MERCADOS

2.3.1. Astillas

El astillado de los rolos consiste en reducir estos a pequeños trozos. La astilla es una partícula de madera, que requiere cumplir con distintas especificaciones de longitud y espesor para los distintos procesos de producción de celulosa. El tamaño de la astilla y su homogeneidad hace la eficiencia, en lo que se refiere a cantidad de fibra obtenida, consumo de productos químicos, gasto de energía etc. de estos procesos (Ledesma, 2009).

El acondicionamiento de la madera rolliza en forma de astillas “chips” tiene por objetivo facilitar su manejo en las instancias de transporte, con resultados en la disminución de tiempos y costos, corresponde a una etapa imprescindible en la producción de celulosa en la industria del papel.

La producción de astillas para exportación requiere instalaciones propias, reduciéndose la madera rolliza a “chips”. Estos se clasifican por medio de tamices

vibratorios y se los conduce, con la mayor eficiencia posible, al interior del navío para ser transportado.

Los “chips” aumentan de volumen cerca de 2,8 a 3 veces en relación a la madera sólida. Por esta razón es aconsejable que la planta de chips se ubique cerca de un puerto de embarque, para el transporte directo desde la pila de “chips” hasta la bodega del barco, por medio de correas transportadoras o ductos neumáticos.

Los barcos chip carrier son construidos específicamente para este propósito. Trabajan con contratos a largo plazo y requieren velocidad para cargar.

El control de calidad de los “chips” se refiere principalmente al tenor de “finos” o de “chips” sobredimensionados, corteza, arena y otros materiales contaminantes. El tenor de humedad también se controla. El producto no debe quedar almacenado por más de tres meses debido al biodeterioro y a procesos que pueden perjudicar su calidad.

La producción de chips para la exportación implica no solo la disponibilidad de una o varias plantas de chipeado si no el estudio de las condiciones de producción de madera pulpable y de las características del propio comercio internacional del producto (sus volúmenes mínimos, manejo de cargas, dimensiones de barcos). Implica el análisis del sistema de producción y comercialización de los “chips”, en su conjunto.

La situación de Uruguay en los mercados internacionales con respecto a las astillas para pulpa, se sintetiza en los siguientes puntos.

Existen dos tipos de mercados en el mundo para madera pulpable: el que se desarrolla dentro de macrorregiones (Estados Unidos-Canadá, países escandinavos entre sí y Escandinavia-otros países europeos) y que representa aproximadamente 22 millones de m³/año y el que involucra áreas mutuamente alejadas y, por lo tanto, transportes navieros (34 millones de m³/año). En este último de interés para Uruguay, los principales polos compradores son el Lejano Oriente (principalmente Japón), Escandinavia y, en menor medida, el sur de Europa (España, Italia, Portugal). Mercados como China, Taiwán y Corea del Sur podrían eventualmente ser de interés.

Japón conforma el principal y más estable mercado para madera pulpable en forma de astillas. Este país absorbe el 70% de los volúmenes de astillas comercializados a nivel

internacional y ha mantenido su condición dominante en este mercado por más de treinta años. Es probable que esta situación se mantenga en el futuro, con un crecimiento moderado de la demanda japonesa. Otro factor que contribuye a la fuerte influencia de Japón en este negocio internacional, particularmente en el Lejano Oriente, es el control por empresas niponas de la mayoría de los buques especializados que se utilizan para el transporte de los chips (OEA, 1994).

Además este país junto con el Banco Asiático de Desarrollo realizan subsidios directos e indirectos a empresas privadas para la deforestación en otros países, como la empresa BGA Lao Plantation Forestry Ltd, donde la madera a cosecharse será exportada como “chips” al Japón (Lang, 2001).

El mercado japonés, para la fabricación de un tipo de pasta de celulosa, a partir de madera de *Eucalyptus globulus*, se ha visto interesado por Uruguay, que cuenta con gran superficie forestada con dicha especie.

En cuanto a ser transportada como astilla, en barco “chip carrier” y su manipuleo es mas eficiente que ser transportada en lugar de rolos, también hace ganar tiempo al comprador en la fabricación de la celulosa.

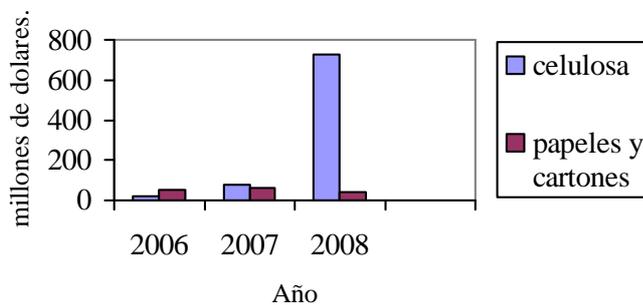
Además las astillas se venden en función de su contenido de fibra seca, en tanto que la madera rolliza en relación a su volumen, el negocio es mejor o peor en cuanto al porcentaje de humedad que tiene (Pazos, 2005).

Este tipo de producto ha cobrado una importancia significativa en la producción uruguaya, siendo en el año 2000 de 893.000m³ y de 3.929.000m³ en el año 2007, de madera rolliza y astillas para celulosa. Esta producción significo un monto de exportación de US\$65.394.000 en el año 2007 (URUGUAY. MGAP, DIEA, 2008). Siendo Japón el principal destino exportador a partir del año 2006.

2.3.2. Celulosa

La producción sostenible de la celulosa requiere de la instalación de complejos industriales de última generación con un gran volumen de producción.

Gráfico No. 2 Exportaciones de celulosa, papeles y cartones 2006-2008
(en millones de dólares).



Fuente: adaptación de Pou (2009).

En el año 2008 las exportaciones de celulosa se vieron incrementadas notoriamente, explicadas por el funcionamiento de la planta de celulosa de Botnia; dicha planta tiene un consumo anual estimado de 3,6 millones de m³ de madera sólida, que según perspectivas de sus administradores deberá seguir produciendo a este ritmo en el mediano y largo plazo.

Esta demanda condiciona a que los ritmos de cosecha de madera con este destino sean elevados y constantes a lo largo del tiempo más allá de coyunturas de mercado.

2.3.3. Rollos de aserrío para exportación

Son rollos de importantes diámetros en punta, a los cuales se les realiza tratamientos especiales, como la colocación de gang-nails, que consisten en placas de metal con una serie de clavos, para evitar su posterior rajado, luego se aplica una capa de parafina también en sus extremos para evitar dentro de lo posible la pérdida de humedad (

Foto No. 1). Este proceso implica mayores tiempos operativos, por lo tanto mayores costos.

Foto No. 1 Rolos con destino aserrío prontos para cargar en el lugar de estudio



Fuente: elaboración propia.

El destino de esta madera es Asia, siendo el principal comprador Vietnam. El fin de esta madera es en su mayoría para la fabricación de muebles de exterior de alto valor, ya que en estos países el costo de producción es menor.

El volumen de exportación fue de 125.000m³ por año (URUGUAY. MGAP. OPYPA, 2008), y se estima un promedio de 84 dólares por m³ pagado.

2.4. SISTEMAS DE COSECHA ALTAMENTE MECANIZADA

El sistema de cosecha utilizado es el Sistema de Trozas Cortas o Cut to Length (CTL), este es el más utilizado en los países escandinavos y Uruguay. Es caracterizado por la realización de todos los trabajos complementarios al corte, desramado, descortezado y trozado en el mismo lugar donde el árbol fue apeado. El largo de las trozas utilizadas es variable.

Este sistema no es recomendado en zonas con topografía demasiado acentuada. Presenta la ventaja frente a otros sistemas de utilizar un menor número de maquinarias

reduciendo los costos de traslado, además de tener menor impacto negativo en el ambiente principalmente en los suelos.

La maquinaria utilizada es el harvester junto con forwarder; se describen las principales características de ambas.

2.4.1. Harvester

Su nombre significa cosechador, o sea es una máquina que realiza una cosecha forestal mecánicamente. Este es un tractor forestal capaz de apear, desramar, trozar y descortezar árboles.

El harvester está constituido por una maquina con base de neumáticos u orugas, una grúa y un cabezal.

En el caso de one grip harvester, el cabezal apear, desrama, descortez y troza, y en el two grip harvester, el cabezal solamente apear, siendo el desramado y el trozado hechos con implementos localizados sobre el eje trasero de la maquina base.

Los harvester del tipo “one grip” son los que predominan en Uruguay.

El cabezal se constituye de un sistema de corta que puede ser una sierra de cadena o disco cortador (menos frecuente) encargado de realizar los cortes; un sistema de sujeción de brazos acumuladores que tienen la finalidad de asegurar y levantar el árbol luego del corte; un sistema de rodillos dentados encargados de desplazar el árbol horizontalmente de un lado al otro; unas estructura metálicas curvas encargados de desramar y descortezar; y un sistema de medición en forma de rodillo dentado comunicado electrónicamente a un computador (Machado, 2008).

2.4.2. Forwarder

Conocidos también como tractores forestales autocargables, cumplen la tarea del transporte de la madera desde el lugar de corta hasta el lugar de acopio o directamente sobre el vehículo donde será transportada.

Son en su mayoría máquinas articuladas con suspensión de plataforma debajo del chasis trasero, con una capacidad de carga entre 5.000 a 20.000Kg. Estas poseen una caja de carga y un cargador hidráulico que puede ser montado tanto en un chasis de carga como en la parte delantera, y presentan una capacidad de carga de entre 300 a 1.800Kg. por ciclo y un alcance de entre 3 a 12m. Este tipo de maquinaria puede trabajar en terrenos accidentados con pendientes ascendentes de 30% y pendientes descendentes de 60%.

La grúa está formada por un soporte rígido, el cual tiene una base giratoria en el chasis del tractor, dos brazos articulados (pudiendo ser el segundo telescópico) y una “garra” o “grapo” que se une al segundo brazo por medio de un rotor. Todos los elementos son movidos por un accionamiento hidráulico, a través de una línea de presión que la alimenta una bomba conectada con los elementos de transmisión del tractor, que reparte el fluido mediante un distribuidor hidráulico (Machado, 2008).

2.5. VARIABLES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD

Wadouski (1998) menciona diferentes factores determinantes de la productividad y los costos de la cosecha, siendo éstos, factores legales; administrativos; ambientales: suelo, topografía y clima; operacionales: capacitación, consumo energético, flota, logística y red vial; económico – financieros: disponibilidad de recursos, crédito, costos de oportunidad y rentabilidad.

Burla (2008) menciona que el volumen individual de los árboles y el declive del terreno son los factores que más influyen el rendimiento operacional. Hay un aumento de rendimiento proporcional al volumen de los árboles, con un punto máximo, a partir del cual comienza a decaer, indicando que su tamaño dificulta el trabajo de la máquina. Así mismo el rendimiento cae a medida que el declive del terreno aumenta.

Según Machado (2008) en la mecanización de la cosecha forestal deben tenerse en cuenta una serie de factores relevantes, éstos se mencionan a continuación.

Topografía del terreno: ya que en condiciones de pendientes pronunciadas se dificulta el tránsito de la maquinaria y se pone en riesgo la seguridad del operador y de la propia máquina.

Suelo: debiéndose tener en cuenta factores como profundidad del horizonte superficial, tipo de suelo, presencia de rocosidad, y todas sus propiedades, las cuales influyen directamente en la tracción y rendimiento operacional de la maquinaria.

Clima: influyendo directamente en todas las actividades los factores como, temperatura, humedad relativa, precipitaciones y viento principalmente.

Tipo de bosque a cosechar: teniendo en cuenta especie, densidad, espaciamiento, altura media, DAP medio, volumen medio por hectárea y por árbol.

Finalidad de la madera: debe conocerse el o los destinos de la madera a cosechar, a saber, celulosa, madera para aserrío, energía u otros productos específicos.

Operador: este juega un papel muy importante en el desempeño de la maquinaria y es recomendable la capacitación previa teórica y práctica, así como factores de seguridad que deberá tener en cuenta.

Maquinaria: deberán ser consideradas de forma de adaptarse a los requerimientos de su comprador, el cual deberá tener en cuenta, disponibilidad mecánica, reposición y disponibilidad de repuestos, términos y garantía de reventa, asistencia técnica, manual del operador con detalles de funcionamiento y mantenimiento preventiva y correctiva, velocidad de desplazamiento, mecanismo de corte, vida útil prevista, confort y seguridad del operario.

Caminería: es necesario un buen estado de la caminería dentro del bosque para facilitar el transporte de la maquinaria de gran peso, así como de tener el menor impacto negativo posible sobre el ambiente.

2.6. MARCO NORMATIVO

Existe un conjunto de procedimientos, conceptos y guías de trabajos estandarizados aplicables al recurso forestal y sus variables asociadas, las que en carácter de recomendaciones u obligatoriedad procurarán que éste sea gestionado sobre bases sustentables mínimas, esto se reúne en el código nacional de buenas prácticas forestales.

Las recomendaciones son apropiadas si se cumple con las condiciones de ser socialmente aceptable, económicamente viable y ambientalmente adecuadas; no debiéndose contraponer con la legislación, normativa y reglamentaciones existentes.

Este código nacional de buenas prácticas forestales, procura ser una herramienta para el Manejo Forestal Sostenible.

De forma complementaria, el código nacional de buenas prácticas forestales, sumado a la certificación y la definición de criterios e indicadores para el manejo forestal sostenible a nivel nacional, se han logrado objetivos significativos para cumplir acuerdos internacionales.

El uso de estas normas significa un requisito comercial para el ingreso a ciertos mercados.

La reglamentación relacionada con la seguridad y salud del trabajador forestal está claramente definida en el artículo No. 372/99.

Para la tarea de cosecha forestal específicamente, se elaboró un código de cosecha forestal uruguayo, en junio 2002. El mismo trata de cumplir con la legislación nacional, los compromisos asumidos por el país al signar el Proceso de Montreal sobre criterios e indicadores para la conservación y el manejo sustentable de los bosques templados y boreales. Además, contempla las necesidades del sector forestal privado en cuanto a los principales procesos de certificación forestal.

2.6.1. Certificación

La gran mayoría de los mercados a los que exporta el país tienen como requisito, cumplir con la certificación forestal. Esto se traduce en que se debe cumplir con

principios o criterios preestablecidos para poder estar certificado lo cual se aplica a toda la cadena del sector.

Actualmente la certificación presenta diferentes opciones, siendo las principales, la certificación Forest Stewardship Council (FSC), exigida especialmente para el ingreso a países europeos, y Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC).

En el país la principal norma es la FSC con más de 800.000 has forestadas, encontrándose en una menor proporción las normas ISO. Las empresas actualmente están más ligadas a la certificación FSC, lo cual puede traer implícito que, en caso de la pérdida de la certificación se pierdan opciones de mercado.

En estos últimos años, restricciones más severas de FSC ha llevado a que la Sociedad de Productores Forestales busque otras alternativas de certificación elaborando conjuntamente con UNIT y otros actores involucrados en el sector, principios y criterios para poder obtener en el país, una certificación PEFC.

Cada organismo certificador posee criterios o normas que las empresas deberán seguir sin excepciones, estos contemplan aspectos sociales, ambientales y productivos, de todas las actividades vinculadas al sector.

Las empresas que estén certificadas además de realizar un correcto manejo del bosque se deben asegurar que las actividades de la cosecha estén acordes con lo que exige el organismo certificador. Mas aun en los casos donde ésta actividad está tercerizada.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo a campo se realizo con la empresa Forestal Atlántico Sur, y la empresa contratista propietaria de la maquinaria, Nafesol S.A., el mismo se desarrollo en el mes de marzo de 2009.

Se tomaron tiempos de trabajo de las maquinas, se midieron características cuantitativas del rodal y se caracterizo el monte, para la posterior evaluación del sistema de cosecha.

3.1. INSTRUMENTOS

Dos cronómetros digitales Casio
Relascopio de bitterlich
Forcípula
Cinta métrica
Pintura en aerosol
Cámara digital
Planillas de campo
GPS

3.2. AREA BAJO ESTUDIO

3.2.1. Ubicación

El monte bajo estudio se encuentra ubicado en el departamento de Durazno sobre la ruta No. 42 a 5 kilómetros aproximadamente al nor-este de la localidad de Blanquillo, correspondiente a la sección judicial 13°. Coordenadas 32° 51´ 12.81 latitud sur y 55° 34 59.71 longitud oeste.

3.2.2. Caracterización del rodal

En el monte se encuentran dos rodales ambos coetáneos de origen fustal y con una única especie, *Eucalyptus grandis*. Uno de ellos de 17 años de edad y el otro de 16 años. El marco de plantación para ambos es de 3*2 m, con una densidad inicial de 1.666 árboles/ha.

Ambos rodales fueron raleados a los 8 años dejando una densidad aproximada de 833 árboles/hectárea (árboles/ha). Uno de los rodales (el de mayor edad) tuvo un segundo raleo a los 12 años dejando entre 350 a 400 árboles/ha, mientras que el otro no tuvo otra intervención hasta la cosecha.

Al momento de la cosecha los rodales llegaron a turno final con una densidad de 317 y 844 árb/ha promedio respectivamente según datos de muestreo.

El estado sanitario del monte es bueno, evidenciándose plagas como *Gonipterus gibberus* y *Thaumastocoris peregrinus*, no observándose daños significativos.

3.2.3. Suelos

Los suelos predominantes, según clasificación CONEAT son los 8.8, y se presentan con un relieve de colinas sedimentarias algo rocosas con pendientes de entre 5 y 10%. Los suelos dominantes son Luvisoles Umbricos /Ocricos Abrupticos, profundos, de color pardo oscuro, textura franco arenosa, bien drenados y de fertilidad muy baja y Acrisoles Umbricos/Ocricos Típicos, profundos, de color pardo rojizo oscuro, textura franco arcillo arenosa, bien drenados y fertilidad extremadamente baja.

3.2.4. Clima

Según datos de URUGUAY. MDN. DNM (1990) de su estación más cercana, esta zona presenta una precipitación media anual de 1.014,4 mm y una temperatura media máxima de 30,9 °C y una media mínima de 7,0 °C.

3.3. DESCRIPCION DE LA MAQUINARIA

Para la cosecha se cuenta con dos harvester de iguales características, pero diferentes horas de uso, año de adquisición y maquinista. Estas cosechadoras constan de una excavadora adaptada con un cabezal de corta, que apea, desrama, descorteza, y troza el árbol.

La colecta de las trozas desde el lugar de cosecha hasta la cancha de acopio, se realiza con un forwarder.

3.3.1. Excavadora de orugas JCB JS200LC

Cuadro No. 1 Características de la excavadora

Potencia neta del motor	128 Kw. (172 hp). A 2000 rpm.
Peso máximo operativo	21190Kg.
Motor	Isuzu 4HKIX. Diesel, 4 tiempos, 4 cilindros en línea inyección directa, turbo y diesel.
Cilindrada	5,2 l
Capacidad de almacenaje de combustible	343 l
Capacidad del sistema hidráulico	200 l
Capacidad del depósito hidráulico	120 l
Alcance frontal máximo	8,89 m
Presión sobre el suelo (con zapatas de 900 mm):	0,26 kg/cm ²

Fuente: Bamford Excavators (2009)

Foto No. 2 Harvester



Fuente: foto tomada en el lugar de estudio de este estudio.

3.3.2 .Cabezal Kesla 30RHS

Cuadro No. 2 Características del cabezal

Ancho del cabezal abierto	1695 mm
Peso con rotador incluido	1400 Kg.
Diámetro máximo de corte de la sierra	670 mm
Longitud de la espada de corte	25"
Cilindrada del motor de la sierra	30 cm ³
Máxima apertura de los rodillos	680 mm
Número de cuchillas	4 móviles y 1 fija para el desramado
Presión de trabajo	230-270 bar
Caudal requerido	220-270 l/min.
Potencia requerida	100-130 Kw.

Fuente: Kesla (2009)

Foto No. 3 Cabezal de corta, vista frontal.



Fuente: foto tomada en el lugar donde fue realizado este estudio.

3.3.3. Forwarder Ponsse K100 BuffaloKing

Cuadro No. 3 Características del forwarder

Peso (min)	6w: 16800 kg; 8w: 18500 kg.
Longitud	10,525 - 11,225 mm.
Ancho	2920- 3120 mm
Capacidad de carga	18.000 kg.
Sección transversal del espacio de carga	5,0 - 6,0 m ²
Longitud del espacio de carga	5.100 - 5.400 mm.
Extensión del espacio de carga	0 - 700 mm.
Fuerza de tracción	210 kN
Motor	MB OM 906 LA
Potencia	205 kW
Torque	1.200 – 1.600 rpm.
Capacidad del tanque de combustible	200 l
Bomba en funcionamiento	190 cm ³

Volumen del tanque de aceite hidráulico	200 l
Cargador	Ponsse KM 100 (M/S)
Momento de levantamiento	145 kNm
Alcance	9,5 m (modelo M) 7,6 m (modelo S)

Fuente: Ponsse (2009)

Foto No. 4 Forwarder cargando las trozas



Fuente: foto tomada en el lugar donde fue realizado este estudio.

3.4. METODOLOGIA DE TRABAJO

En este trabajo se evaluaron dos situaciones de cosecha diferente. Cada situación procesa con destinos diferentes 1) Trozas de aserrío de gran diámetro y celulosa 2) Únicamente celulosa. Los dos enmarcados en el sistema de Trozas Cortas o Cut to Length (CTL).

La situación uno está compuesta por un cosechador cuya base posee 4.700 horas de uso y el cabezal 6.000 horas de uso. El operario que la maneja fue capacitado para la actividad.

La cosechadora de la situación dos posee una base con 13.000 horas de uso y un cabezal con 10.000 horas de uso. El operario que la usa no tuvo una capacitación formal para el uso de la misma.

Todo es descortezado en el campo, y un solo forwarder se encarga de la saca de las trozas desde la zona de cosecha hasta la cancha de acopio. Haciendo saca para destino aserrío y celulosa por separado

Para las mediciones se realizaron esquemas de trabajo que no alteraran el funcionamiento normal de las máquinas, obteniéndose datos reales de cosecha.

3.4.1. Cálculo de volumen

Para el cálculo de volumen cosechado, se realizaron dos metodologías diferentes, se midió el volumen de los árboles en pie previo a la cosecha, y luego las trozas de éstos en el suelo.

El harvester posee un sistema de medición de volumen cosechado integrado por un software. Este no fue considerado para este trabajo, ya que presenta errores significativos en la medición, propios del desgaste del sistema y su difícil regulación.

Para el cálculo de volumen en pie se usan diferentes factores de forma por clase de DAP.

$$Vol \text{ en pie} = \frac{\pi}{4} * DAP^2 * h * FF$$

Donde:

DAP: diámetro a la altura del pecho

h: altura comercial.

FF: factor de forma según clase de DAP.

Factor de Forma

Sorrentino (2000) menciona que el factor de forma comercial utilizado comúnmente, puede variar sensiblemente de individuo a individuo, en parte por factores genéticos de las plantas individuales y en parte por efecto de errores accidentales que intervienen en el cálculo del factor.

Por este motivo, sólo se pueden obtener valores totalmente confiables del factor de forma, en base a la media de muchas medidas realizadas sobre árboles apeados.

El factor de forma indica una relación entre el volumen real del árbol y el volumen del cuerpo geométrico al cual se asemejan (aparente), en este caso un cilindro.

$$FF = \frac{\text{Volumen real}}{\text{Volumen aparente}}$$

El volumen real se calculó con la formula de Smalian:

$$\text{Vol real Smalian} = \frac{\pi}{8} * (Dm^2 + DM^2 + \sum Di^2) * l$$

Dm: Diámetro menor

DM: Diámetro mayor

Di: Diámetros intermedios

l: Largo de troza

El factor de forma utilizado es el comercial, ya que la altura corresponde a aquella en la que se encuentra el diámetro menor permitido en punta.

Por lo tanto el volumen aparente se calcula como:

$$\text{Volumen aparente} = \frac{\pi}{4} * DAP^2 * hc$$

DAP: diámetro a la altura del pecho

Hc: altura comercial

Cabe aclarar que en la estimación del volumen en pie, no fue descontado el porcentaje de corteza, ya que no se considero necesario. Con el volumen en pie solo se busco caracterizar al monte y tener datos comparables con la bibliografía.

Volumen en piso

Para el cálculo de volumen en piso, se usa la formula de Smalian, utilizando los diámetros de cada lado de las trozas .Luego se suman todas las trozas individuales obteniendo el volumen total por parcela.

Volumen de carga del forwarder

Para hallar la capacidad de carga del forwarder con destino celulosa, se calcula el volumen estéreo de la carga; además se calcula un coeficiente de apilamiento para las trozas, y así se obtuvo el volumen real de carga.

El volumen estéreo se obtiene a partir de las dimensiones del cargador (largo, ancho y altura de carga).

El coeficiente de apilamiento es el cociente entre el volumen real de la pila y el volumen aparente.

$$Ca = \frac{\text{volumen real de la pila}}{\text{volumen aparente de la pila(estereo)}}$$

$$\text{Vol. real de la pila} = \frac{\pi}{4} * l * \left(\frac{(\sum d1^2 + \sum d2^2)}{2} \right)$$

Ca: coeficiente de apilamiento

l: largo de troza

d1: diámetros de la cara 1 de la pila

d2: diámetros de la cara 2 de la pila

$$\text{Volumen aparente de la pila (estéreo)} = a * l * h$$

a: ancho

l: largo

h: altura

La capacidad de carga del forwarder para trozas de aserrío, se obtuvo contabilizando el número de trozas cargadas; éstas se multiplican por el volumen promedio hallado por troza, y así se obtiene el volumen de estas en el cargador.

3.4.2. Medición de tiempos

Se utilizó la metodología de lectura repetitiva o método de vuelta a cero.

Al inicio de la primer actividad el observador pone el cronometro en cero presionando el botón del cronometro y al final de la misma observa la lectura, lo vuelve a cero, y registra la lectura del mismo.

Este método de lectura provee tiempos directos sin necesidad de sustracciones, y los datos son registrados en la hoja de observaciones inmediatamente después de que fueron leídos en el cronometro, lo que permite notar las variaciones de los valores en el mismo momento que realiza el estudio.

Si el operador es instruido en registrar todos los movimientos, se evita la tendencia de no percibir esperas o elementos extraños en los movimientos.

Con esta metodología para la toma de tiempo de los harvester se registraron los tiempos totales de la parcela y el tiempo de procesado de cada árbol. Aclarando que es el tiempo efectivo de trabajo, sin tomar en cuenta tiempos no efectivos como recarga de combustible, roturas, etc.

En la toma de tiempo del forwarder se utilizó la misma metodología, se discriminó en viaje vacío, carga, viaje cargado y descarga, teniendo en cuenta la distancia recorrida. Las trozas no necesariamente se corresponden con las de las parcelas medidas, ya que son procesos independientes.

3.4.3. Descripción de las situaciones de cosecha

La situación de cosecha 1 procesa dos productos diferentes, trozas con destino final aserrado de 5,8m, o 2,9m de largo, ambos con un diámetro mínimo permitido de 25cm. Y trozas para destino final celulosa, de 3,6m de largo, y un diámetro entre 6cm $\langle \emptyset \rangle$ 55cm. El proceso consta en obtener de un mismo árbol el mayor número de trozas para aserrado posible, y el restante del mismo aprovecharlo para destino celulosa. El operario tenía una capacitación previa y algunos años de experiencia en la tarea.

Cabe mencionar que el rodal donde se realizó la cosecha de la situación 1 es de 17 años de edad y la densidad de 317 árb/ha, debido a los raleos anteriormente realizados.

La situación 2 solo cosecha en un sitio donde el diámetro únicamente permite cosechar con destino celulosa, también en trozas de 3,6m de longitud, un diámetro 6cm$\langle \emptyset \rangle$ 55cm. En este caso, la operaria, no contaba con una capacitación formal previa, y tenía menos experiencia que el otro operario.

El rodal donde se realizó la cosecha de la situación 2 es de 16 años y la densidad de 844 árb/ha debido a un único raleo.

3.4.4. Análisis estadístico

Según las características de nuestro estudio el análisis estadístico que mejor se adapta es el descriptivo.

Se realiza con la variable de interés, que comprende media, mínimo, máximo, varianza, desvío estándar e intervalo de confianza del indicador.

3.4.5. Indicadores de eficiencia operativa

En cada situación se obtuvo un indicador de eficiencia que refleja la capacidad operacional de la maquinaria, medido en metros cúbicos por hora, m³/h. El mismo indicador fue tomado en cuenta para el forwarder.

Este indicador refleja en la cosecha los metros cúbicos cosechados en una hora para cada situación de cosecha, y para la carga los metros cúbicos cargados en una hora.

Intervalo de confianza

Llamamos intervalo de confianza al integrado entre el límite superior y el inferior. Se busca una confianza alta, en este caso de de 95%.

$$P\left(X - t^* \frac{S}{\sqrt{r}} < \mu < X + t^* \frac{S}{\sqrt{r}}\right) = 1 - \alpha$$

Donde:

$(1 - \alpha)$: nivel confianza para el parámetro.

$\left(X + t^* \frac{S}{\sqrt{r}}\right)$: límite superior de confianza.

$\left(X - t^* \frac{S}{\sqrt{r}}\right)$: límite inferior de confianza.

3.4.6. Análisis económico

Los costos están divididos en dos tipos costos variables y costos fijos. Los costos variables varían por unidad de producción, pudiendo ser los costos por metro cúbico de madera cortada. Los costos fijos, por otro lado son incurridos solo una vez, y con cada unidad de producto que se aumenta los costos fijos caen. Estos costos no se modifican con la variable independiente.

Con estos datos se procedió a elaborar una planilla de costos para cada situación de cosecha y para la carga de la madera con el forwarder. Obteniendo finalmente un valor del costo en US\$/h y US\$/m³ para cada situación. El costo en US\$/h se calcula a partir de la suma de todos los costos llevados a la hora efectiva; luego a partir de la capacidad operacional medida en m³/h se llevan estos costos al m³ mediante una simple regla de tres.

Con el objetivo de brindar herramientas que sirvan en la toma de decisiones en las empresas vinculadas con la cosecha forestal mecanizada, mas específicamente en un sistema harvester-forwarder; es que se realiza una planilla estándar de costos en base a la utilizada en este trabajo.

3.4.6.1. Costos fijos

Los costos de estructura y servicios que fueron usados por las tres maquinas fueron divididos entre estas, de modo de distribuir entre las tres maquinas estos costos en común.

Depreciación

El objetivo de cargarle a los costos la depreciación es reconocer la pérdida de valor de la maquinaria mientras está siendo usada para una tarea específica.

La depreciación trae como consecuencia la necesidad de su amortización, la cual se realiza en función de la vida útil de la maquina.

Amortización

La amortización es el costo contable de la depreciación.

El método de cálculo de la amortización fue el método simple, el cual supone una depreciación constante.

$$A = \frac{vi - vf}{n}$$

Donde:

A: cuota de Amortización

vi: valor de adquisición

vf: valor residual de la maquinaria.

n: vida útil en horas.

Interés

Los intereses son el costo de usar fondos por un periodo de tiempo. Su origen es el costo de oportunidad invertido.

$$i(\text{US\$}) = \frac{\left[\frac{VN + VR}{2} \right] * i(\%)}{he}$$

Donde:

i(US\$): interés

VN: valor de compra de la maquina

VR: valor de reventa de la maquina

he: horas efectivas trabajadas

i(%): tasa de interés, en nuestro caso= 10%

Los datos de horas efectivas trabajadas fueron proporcionados por el contratista, permitiendo trabajar con datos reales, lo cual le da mayor confiabilidad al trabajo.

Costos de infraestructura

La empresa cuenta con un taller móvil equipado que se instala en el lugar de cosecha para estar a disposición de la maquinaria (dos harvester y un forwarder) .este representa un costo fijo, al cual se le calcula su depreciación, por el método lineal, y se le asigna una cuota de amortización a cada equipo, por lo tanto se divide entre tres (los dos harvester y el forwarder).

Salarios y beneficios sociales

Los salarios fueron brindados por el contratista, mientras que los beneficios sociales se calculan como un 80% del salario. Incluye los salarios de los operarios de cada maquina así como los mecánicos del taller móvil, y dentro de la carga social se incluyen aportes como Banco de Previsión Social (BPS), Banco de Seguros del Estado (BSE), etc.

Los costos generados a partir de los servicios de los mecánicos, son divididos entre tres, sumados a los costos de cada máquina.

Costos de administración

Son costos relacionados con la administración y organización del trabajo. Para este estudio se usaron datos reales brindados de registros de la empresa. Este costo fue dividido entre las tres maquinas.

3.4.6.2. Costos variables

Son todos los costos que varían proporcionalmente con el nivel de actividades. Están incluidos los insumos directos, los repuestos auxiliares. Se modifican con la variable independiente.

Costo de combustible

El consumo de combustible de una maquina es función de la potencia del motor, del factor de carga, de la topografía, la temperatura, el tipo de combustible, etc. En este caso se trabajo con los datos reales brindados de registros de la empresa.

Repuestos y servicios

Estimados por el contratista. Representan los costos de las piezas reemplazadas por desgaste o ruptura propia de la actividad.

Los servicios representan mecánicos especializados para rupturas específicas que no pueden ser solucionadas por los mecánicos de la empresa. Se estima una visita por mes, para cualquiera de las maquinas. Estos costos se dividen entre tres y son asignados a cada una.

Espada y cadenas de corte

Para este costo se tuvo en cuenta la duración en horas de las mismas así como el precio por unidad.

Lubricantes

Se obtuvieron los consumos totales de lubricantes. Con los respectivos precios se calculo su costo por hora.

3.5. TRABAJO A CAMPO

La jornada comenzaba a las ocho de la mañana, luego había un receso de una hora al mediodía para el almuerzo, continuándose el trabajo hasta las 17 horas. Esta jornada de ocho horas no es lo habitual ya que regularmente se trabajan dos turnos completando veinte horas diarias efectivas de trabajo. La situación es consecuencia de la coyuntura

económica del momento. La cual significa una baja cosecha dada por una menor demanda de productos en general.

Se realizaron 8 parcelas de 16 árboles aproximadamente para cada situación; cada una con un ancho de 4 filas de árboles. Para una mayor practicidad, éstas se diagramaron teniendo en cuenta el frente de avance de la máquina que son 4 árboles.

Dentro de cada parcela se censaron los DAP y se registraron las alturas comercial y total de los árboles marcas de clase. Se marcó con pintura en aerosol un número a cada árbol de la parcela facilitando la visualización para el maquinista y para el anotador, y así corresponder cada medida del árbol con el tiempo de procesamiento.

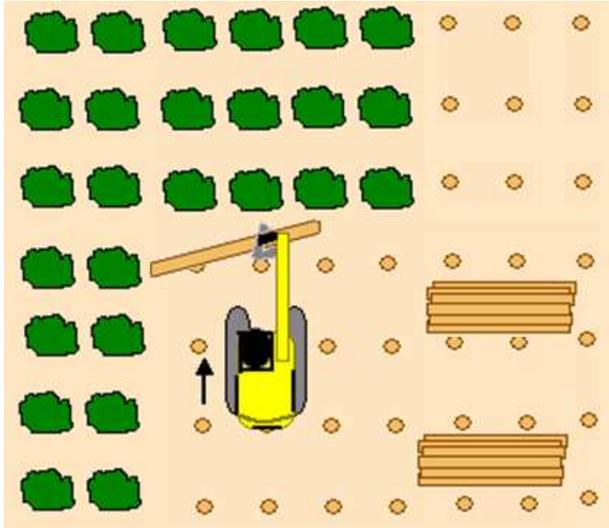
Para el cálculo de volumen en pie, se determinó un factor de forma para cada clase de DAP.

Para calcular el volumen de la parcela en el suelo, con las trozas ya apeadas, se procedió a medir todos los diámetros de ambas caras y el largo de éstas, para luego calcular el volumen real por la ecuación de Smalian.

La medición de tiempo del harvester comenzaba cuando éste se posicionaba frente a la parcela, inmediatamente se encendía un cronómetro para medir el tiempo de procesamiento de la parcela y otro para registrar el tiempo por árbol. Al final de procesado un árbol se detenía el cronómetro y se registraba el tiempo, luego se ponía en cero nuevamente cuando tomaba el siguiente árbol; finalizado el último árbol de la parcela, se detenía el otro cronómetro y se registraba el tiempo total de la parcela. En la

Figura No. 1 se ilustra el avance de la cosechadora.

Figura No. 1 Esquema de avance de la cosechadora.



Fuente: elaboración propia

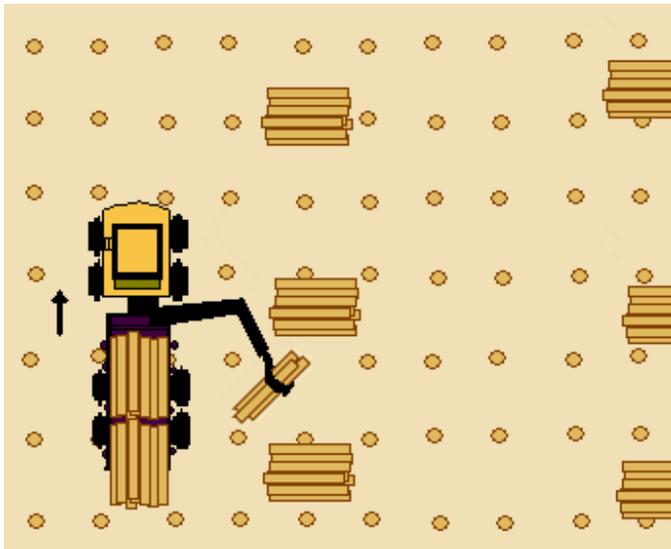
La toma de tiempo del forwarder comienza encendiendo el cronómetro cuando comenzaba el traslado desde el lugar de acopio, y se detenía en el lugar donde comenzaba la carga, así se registra el tiempo denominado viaje en vacío; inmediatamente comienza el tiempo de carga que finaliza cuando carga la última troza. Así se procede para las tareas de viaje cargado y descarga; se obtiene de esta manera los tiempos parciales de estas cuatro actividades y la suma de ellas conforma el tiempo total.

La distancia media de saca se obtuvo repitiendo el recorrido del forwarder a pie con un GPS, haciendo las respectivas lecturas y registrándolas.

Para la situación uno, con trozas con destino aserrado y celulosa, se toman en cuenta las capacidades operacionales del forwarder para los dos productos en las proporciones que se encuentran en el monte.

En la situación dos, con destino celulosa, para el registro de tiempos de carga de trozas se realizaron once ciclos, a diferencia del destino aserrado que se hicieron 4, ya que era menos frecuente por la cantidad de producto extraído. En la Figura No. 2 se ilustra el avance del forwarder en la actividad de carga.

Figura No. 2 Esquema de avance del forwarder en la carga de las trozas apeadas.



Fuente: elaboración propia.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Todos los resultados presentados están condicionados por la situación actual de incertidumbre del mercado, en la cual no existe una demanda de productos que exija un ritmo de trabajo acelerado como sería lo habitual, por lo cual durante este estudio se trabajó a un solo turno por día, y de forma no muy acelerada.

En el momento de realizar el trabajo, no existían condiciones de déficit hídrico que pudieran provocar una dificultad en el descortezado, ni condiciones de exceso hídrico que pudiera superar la capacidad de campo, provocando la dificultad en el trabajo de la maquinaria.

La capacidad operacional del harvester en la situación uno, se vio afectada por la presencia de regeneración natural, producto de raleos anteriores, lo que ocasionalmente provocaba una dificultad en el desplazamiento.

A continuación se presentan en tablas resumidas los resultados del trabajo, encontrándose las planillas de cálculo completas en el anexo 1.

Se organizan los resultados del harvester dividiéndose por situación de cosecha con destino mixto y destino celulosa, con su respectivo análisis estadístico descriptivo. Luego se presentan los resultados del forwarder que se organizan de igual manera.

Finalmente se presentan los resultados de los costos de las dos situaciones, y una planilla que permite estimar costos de cosecha en un sistema CTL.

4.1. FACTORES DE FORMA

Se calcularon factores de forma, para siete árboles de diferente clase de DAP, de forma que sea representativo para el cálculo de los diferentes volúmenes que se presentan en el Cuadro No. 4.

Cuadro No. 4 Factor de forma según DAP y altura

Hc (m)	DAP(m)	F.Forma
27,3	0,27	0,58
20,0	0,26	0,50
20,6	0,23	0,48
17,0	0,25	0,53
26,0	0,38	0,51
26,5	0,34	0,55
28,0	0,37	0,52

Para hallar los volúmenes en pie se usaron los factores de forma correspondientes a cada clase de DAP.

4.2. HARVESTER

A continuación se presentan las tablas resumen con los volúmenes de cada parcela medido en pie y medido en piso, a su vez la capacidad operacional y en el caso de las parcelas que se cosechó madera para aserrío y celulosa, los porcentajes de los mismos.

Los volúmenes en pie y en piso calculados que se presentan en el Cuadro No. 5 y el Cuadro No. 7, muestran diferencias, esto se debe a que el tamaño de las trozas no permite aprovechar el 100% de la altura comercial de los árboles, y además el volumen medido en pie fue calculado con corteza, mientras que el volumen en piso fue calculado con las trozas descortezadas.

Por lo dicho anteriormente, el volumen en pie es mayor al volumen en piso.

Debido a lo anterior es que se considera más exacto el método del volumen calculado a partir de las trozas en el piso, ya que es la medición que surge de la madera propiamente cosechada.

La capacidad operacional se presenta en metros cúbicos por hora tanto de los dos harvester como del forwarder, los tiempos utilizados fueron los efectivos de trabajo,

siendo descontados los tiempos en no efectivos, como lo son roturas u otros tiempos que no sean los verdaderamente dedicados al trabajo de la cosecha.

Los volúmenes entre parcela difirieron porque no todas tenían exactamente la misma cantidad de árboles, ni los árboles eran del mismo volumen.

4.2.1. Situación 1: destino mixto, celulosa más aserrado

En la situación de cosecha mixta (Cuadro No. 5) el volumen medio por árbol, DAP medio, y la altura total media, fueron medidos con el volumen en pie. Los porcentajes de madera con destino aserrío y celulosa, fueron calculados a partir de la medición en piso.

Cuadro No. 5. Mediciones harvester Situación 1- destino mixto (celulosa mas aserrío)

Parcela	Volumen		Tiempo efectivo (min.)	Capacidad Operacional		Vol.medio /árbol (m ³)	DAP Medio (m)	Alt.tot. Media (m)	Madera cosechada	
	m ³ en pie	m ³ en piso		m ³ /h pie	m ³ /h piso				% Aserrío	% Celulosa
1	22,4	15,8	46	29,2	20,6	0,97	0,32	28	15	85
2	19,1	14,8	40	28,7	22,2	1,19	0,34	28,3	17	83
3	16,4	13,9	40	24,6	20,8	1,02	0,32	27,5	17	83
4	14,5	13,9	37	23,5	22,6	0,91	0,31	26,4	24	76
5	15,5	14,8	37	25,1	24,1	0,97	0,31	28,8	20	80
6	16,4	15,4	40	24,6	23,1	1,03	0,32	28,1	14	86
7	19,4	18,7	40	25,9	24,9	1,14	0,33	29,4	23	77
8	24,5	19,8	48	30,7	24,7	1,44	0,36	29,3	29	71

4.2.1.1. Análisis estadístico

A continuación en el Cuadro No. 6 se muestra la media de diferentes parámetros estudiados, como la capacidad operacional, volumen medio/árbol, DAP medio, altura total media, porcentajes de destino aserrado y celulosa de la madera cosechada.

La capacidad operacional dada como m^3/h en pie presenta una media de $26,5 m^3/h$, con un coeficiente de variación de $9,8$. El intervalo de confianza muestra que se podrá tener una capacidad operacional mínima de $24,8 m^3/h$ y un máximo de $28,2 m^3/h$, con un 95% de confianza; entre esos valores va a oscilar la capacidad operacional en las condiciones y con el tipo de maquinaria en el cual se hizo el estudio.

La capacidad operacional medida con el volumen en piso presenta una media de $22,9 m^3/h$, este fue el valor tomado en cuenta para el análisis económico ya que se considera más exacto que el de m^3 en pie. En condiciones similares a las de este trabajo la capacidad operacional va de $21,8$ a $24 m^3/h$, con una confianza de 95% .

En el monte donde se realizaba la cosecha de producto mixto el volumen medio de los árboles es de $1,08 m^3/árb$, el cual varía de $0,97 m^3$ a $1,2 m^3$.

En cada parcela se calculó el volumen en porcentaje que se obtiene de trozas con destino pulpa; y con destino aserrío. En promedio el $19,92\%$ del volumen de las parcelas tiene destino aserrío y el $80,08\%$ destino pulpa. El intervalo de confianza indica que el porcentaje con destino aserrío puede ir de $16,4\%$ a $23,4\%$, con una confianza de 95% .

Cuadro No. 6 Indicadores estadísticos para mediciones de harvester situación 1 destino mixto

	Capacidad Operacional		Vol.medio /árbol	DAP Medio	Alt.tot. Media	Madera cosechada	
	m ³ /h pie	m ³ /h piso	(m ³)	(m)	(m)	% Aserrío	% Celulosa
Media	26,53	22,88	1,08	0,33	28,27	19,92	80,08
Desvío est.	2,60	1,65	0,17	0,02	0,97	5,23	5,23
Varianza	6,79	2,73	0,03	0,0003	0,93	27,37	27,37
C.V	9,82	7,23	15,90	5,22	3,42	26,26	6,53
t.S/\r	1,75	1,11	0,12	0,01	0,65	3,51	3,51
Intervalo	(24,8< μ <28,2)	(21,8< μ <24)	(0,97< μ <1,2)	(0,31< μ <0,34)	(27,6< μ <28,9)	(16,4< μ <23,4)	(76,6< μ <83,6)

4.2.2. Situación 2: destino celulosa

Cuadro No. 7 Mediciones harvester situación 2 destino celulosa

Parcela	Volumen		Tiempo efectivo	Capacidad Operacional		Vol.Medio /árbol	DAP medio	Alt.tot. Media
	m ³ en pie	m ³ piso	Min.	m ³ /h.pie	m ³ /h.piso	(m ³)	(m)	(m)
1	9,8	9,3	28	21,1	20,0	0,49	0,22	25,9
2	8,1	7,3	24	20,4	18,3	0,51	0,22	24,6
3	13,6	11,9	39	20,9	18,3	0,62	0,24	26,7
4	8,9	5,2	26	20,5	12,1	0,56	0,23	24,4
5	10,6	8,7	37	17,2	14,1	0,53	0,22	24,5
6	9,8	8,9	30	19,6	17,8	0,57	0,23	23,5
7	10,2	9,7	37	16,6	15,7	0,65	0,24	26,1
8	9,2	8,7	27	20,5	19,4	0,51	0,21	24,5

4.2.2.1. Análisis estadístico

Como muestra la el Cuadro No. 8, la capacidad operacional para la madera medida en piso, tiene una media de 16,97 m³/h. y un coeficiente de variación de 16,31%. La

capacidad operacional puede estar en un intervalo entre 15,1 y 18,8 m³/h con una confianza del 95%.

En el monte cosechado con destino celulosa el volumen medio por árbol fue de 0,55m³, con una varianza de 0,003 lo cual indica que el monte con este destino es bastante homogéneo. Los árboles van de 0,52a 0,59m³ de volumen individual con una confianza del 95%.

Cuadro No. 8. Indicadores estadísticos para mediciones harvester situación 2 destino celulosa

	Capacidad Operacional		Vol.Medio /árbol	DAP medio	Alt.tot. Media
	m ³ /h.pie	m ³ /h. piso	(m ³)	(m)	(m)
Media	19,60	16,97	0,55	0,23	25,02
Desvío	1,72	2,77	0,06	0,01	1,05
Varianza	2,97	7,66	0,0031	0,0001	1,11
C.V	8,79	16,31	10,10	4,53	4,21
t.S/√r=	1,15	1,85	0,04	0,01	0,71
Intervalo	(18,5<X<20,8)	(15,1<X<18,8)	(0,52<X<0,59)	(0,22<X<0,24)	(24,3<X<25,7)

Los resultados estadísticos muestran que el monte es homogéneo en cuanto a tamaño por árbol. En tanto la capacidad operacional en m³/h medido en piso, muestra una varianza de 7,6%. Se deduce que la variación es debida a factores propios de la maquinaria y/o el operario.

En cuanto a la capacidad operacional medida como metros cúbicos en piso, por hora, la amplitud del intervalo de confianza, de 3,7 m³/h, es considerable. Ya que si se toma en cuenta la jornada de trabajo haría una diferencia importante.

La capacidad operacional obtenida de 16,97 y 19,6 m³/h, se encuentra dentro del rango obtenido por Foelkel (2006), que va de 15 a 22 m³/h, para *Eucalyptus sp.* para árboles mayores a 0,15 m³

En Uruguay, para Wagner (2006) con volúmenes medios de 0,58 m³/árbol, y un largo de troza de 4,80m, en *Eucalyptus saligna*, la productividad fue de 28,5 m³/h, siendo mayor a la de éste trabajo.

Castromán e Izuibejeres (2002) para *Eucalyptus viminalis* de 7 años de edad, y 15 cm de DAP, con trozas de 2,4m de largo, presenta una muy baja productividad del harvester (marca Bell TH 120), de 3,9 m³/h, rendimiento inferior al de este estudio.

4.2.3. Tiempo por árbol

A continuación se presentan tablas con determinados rangos de volumen de árboles y sus respectivos tiempos de procesado, para cada destino de cosecha.

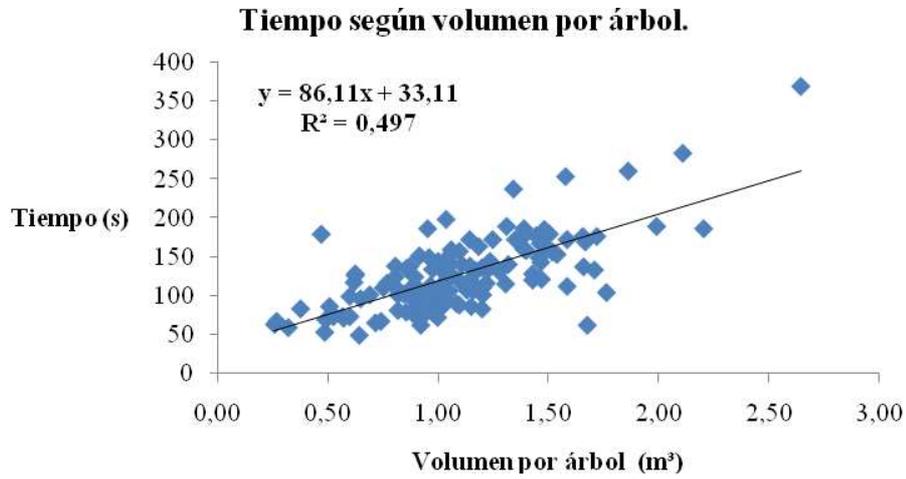
Se muestran graficados los volúmenes de cada árbol con su respectivo tiempo de procesado. Como se observa en el Cuadro No. 9 y el Gráfico No. 3, para destino mixto, existe una relación del volumen por árbol con el tiempo de procesado, a mayores volúmenes, mayores tiempos, lo mismo se observa para destino celulosa.

Se considera tiempo de procesado, al tiempo desde que el cabezal toma el árbol hasta que procesa la última troza. No se considera el tiempo de desplazamiento y otras actividades intermedias, las cuales no fueron medidas.

Cuadro No. 9 Destino mixto, celulosa más aserrío

Rango de volumen. (m³)	Tiempo prom. (s)
0,25 -0,49	83
0,5 - 0,749	88
0,75 - 0,99	107
1 - 1,249	124
1,25 - 1,49	161
1,5 -1,749	158
1,75 -1,99	185
> 2	280
Promedio	148

Gráfico No. 3 Tiempo de procesado por árbol según volumen, para destino mixto

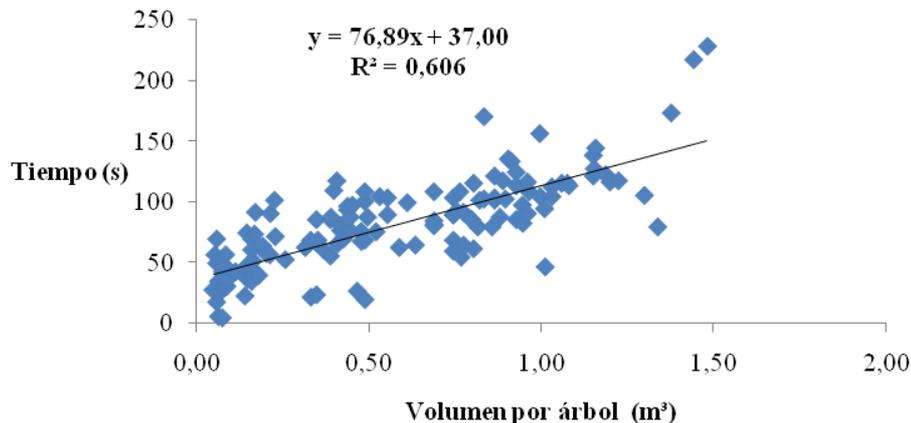


Cuadro No. 10.- Destino celulosa

Rango de volumen. (m³)	Tiempo prom.(s)
0 - 0,249	47
0,25 - 0,499	73
0,5 - 0,749	87
0,75 - 0,99	97
1 - 1,25	114
$\geq 1,25$	161
Promedio	96

Gráfico No. 4 Tiempo de procesado por árbol según volumen, para destino celulosa

Tiempo según volumen por árbol.



En el presente estudio el ciclo total de procesamiento de los árboles por el harvester fue de 148 segundos para la situación 1 con árboles de un volumen promedio de 1,08m³. Mientras que para el sistema 2 fue de 96 segundos con árboles de 0,55m³.

Para ambas situaciones se observa claramente que para árboles de volúmenes mayores los tiempos aumentan considerablemente, a medida que aumenta el volumen por árbol su procesamiento es más difícil debido al gran tamaño de los mismos, ya que el cabezal no puede soportarlo totalmente en la actividad de apeo y descortezado.

4.3. FORWARDER

A continuación se presentan los resultados obtenidos a partir de la toma de tiempos del forwarder divididas en las dos situaciones consideradas (celulosa y aserrío-celulosa). En cada una se presenta además un análisis estadístico y los resultados de la medición de la capacidad de carga de cada uno.

Tal como se mencionó, las actividades se dividen en: viaje vacío, carga, viaje cargado y descarga; además se presentan las distancias recorridas por viaje.

4.3.1. Situación 1. destino mixto, colecta de trozas para aserrado

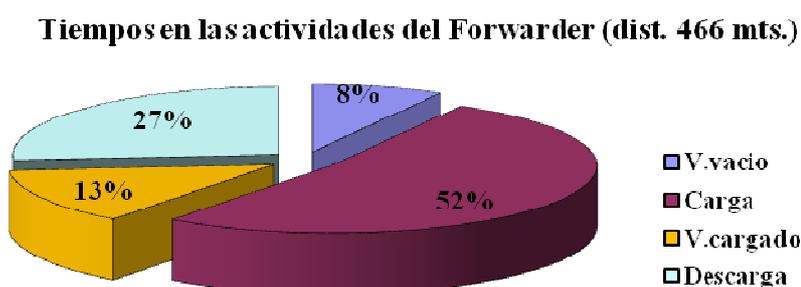
En este caso se realizaron cuatro viajes donde también se dividió las tareas del forwarder según las diferentes actividades.

Se tomó el tiempo de cuatro viajes debido a lo poco continuos de estos; ya que para obtener una carga de estas trozas implica un tiempo de cosecha demasiado extenso por la poca madera destinada a aserrado existente en el rodal.

Cuadro No. 11 Tiempos parciales, totales y distancia media por viaje para destino aserrado

	V.vacío	Carga	V.cargado	Descarga	TOTAL	Distancia (m)	Vol.Carga (m ³ /ssc)
Viaje 1	4´01" 25	29´06" 26	6´06" 44	12´43" 67	51´57" 82	482	31,23
Viaje 2	3´53" 04	24´14" 27	6´54" 80	8´32" 27	43´57" 35	461	17,96
Viaje 3	3´55" 42	21´20" 41	6´32" 37	13´07" 33	44´55" 53	523	21,06
Viaje 4	3´16" 88	22´32" 29	4´33" 60	14´45" 29	45´08" 6	398	24,32
Promedios	3´46" 37	24´18" 31	6´12" 56	12´16 47	46´29" 43	466	23,64

Gráfico No. 5 Distribución porcentual de las actividades del forwarder para destino aserrado



En el gráfico se puede observar que proporción ocupa cada actividad, teniendo mayor incidencia la carga con un 52%, seguido por la descarga con un 27%, el viaje cargado con un 13% y el viaje en vacío un 8%.

La capacidad de carga del forwarder en esta situación tal como se explico, fue hallada contabilizando las trozas que se cargaron y calculando un volumen medio por troza. Como resultado se obtuvo un volumen por troza de 0,37 m³ssc para las trozas de 2,9 m de largo y de 0,53 m³ssc para las de 5,8 m.

Esto da como resultado un volumen promedio por carga de 23,64 m³ssc.

4.3.1.1. Análisis estadístico

Cuadro No. 12 Análisis del tiempo total de carga para destino aserrado

Vol. Carga: 23,64 m ³ /ssc		
Distancia: 466 m.		
	tiempo (s)	tiempo
Media	2795,0325	46' 35'' 30
Desviación estándar	218,5253429	3' 38'' 52
Varianza de la muestra	47753,32549	795' 53'' 32
C.V (%)	7,82	7,82
t.S/√r	257,1	4' 17'' 1
Intervalo	(2537<X<3052)	(42'17''<X<50'52'')

t(3;0,05)	2,353
Confianza	95%

En el Cuadro No. 12 se observa el análisis estadístico con los indicadores para el tiempo total del ciclo de carga; dentro del cual se puede resaltar la media de 46' 35'' 30, sobre un total de 4 muestras, con un coeficiente de variación que se considera bajo, de 7,8 %, lo cual indica la relativa homogeneidad de los datos analizados. Además se determinó un intervalo de confianza con valores entre 42' 17'' y 50' 52'' con un 95% de confianza.

Esto bajo un régimen de trabajo con un volumen medio de carga de 23,64 m³ssc y una distancia media de 466 metros.

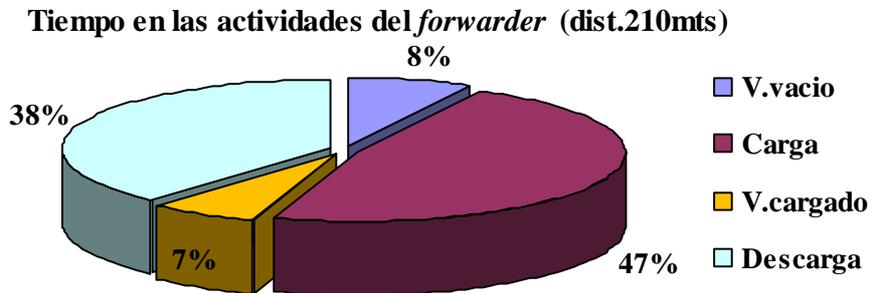
Por lo tanto a partir de los tiempos medidos y los volúmenes cargados llegamos a una capacidad operacional promedio de 30,51 m³ssc/h con una distancia promedio de 466 metros.

4.3.2. Situación 2. destino celulosa, colecta de trozas para pulpa

Cuadro No. 13 Tiempos parciales, totales y distancia media por viaje para destino celulosa

	V.vacío	Carga	V. argado	Descarga	TOTAL	Distancia (m)	Vol.Carga (m ³ /ssc)
Viaje 1	3´ 20" 57	17´ 18" 24	2´ 48" 04	13´ 47" 09	37´ 22" 94	245	15,38
Viaje 2	3´ 31" 58	20´ 03" 25	2´ 31" 29	15´ 15" 21	41´ 35" 33	292	15,38
Viaje 3	4´ 15" 43	18´ 36" 25	3´ 59" 27	13´ 34" 85	36´ 42" 80	334	15,38
Viaje 4	3´ 16" 83	17´ 10" 19	4´ 12" 80	15´ 43" 00	40´ 37" 82	335	15,38
Viaje 5	2´ 53" 51	17´ 37" 01	2´ 51" 38	13´ 48" 03	37´ 15" 93	315	15,38
Viaje 6	3´ 11" 30	16´ 44" 65	2´ 37" 24	12´ 22" 14	35´ 32" 33	293	15,38
Viaje 7	59" 34	16´ 31" 23	53" 08	12´ 10" 25	30´ 33" 90	64,7	15,38
Viaje 8	1´ 32" 89	16´ 55" 88	58" 16	14´ 56" 34	34´ 23" 27	78,4	15,38
Viaje 9	2´ 28" 75	15´ 58" 85	1´ 26" 10	15´ 33" 86	35´ 27" 56	93,8	15,38
Viaje 10	2´ 32" 95	17´ 22" 17	1´ 52" 46	13´ 48" 09	37´ 22" 94	134	15,38
Viaje 11	2´ 05" 51	14´ 53" 94	1´ 50" 99	11´ 41" 38	29´ 31" 82	128,6	15,38
Promedios	2´ 44" 40	17´ 11" 79	2´ 21" 95	13´ 52" 49	36´ 02" 43	210,3	15,38

Gráfico No. 6 Distribución porcentual de las actividades del forwarder para destino celulosa

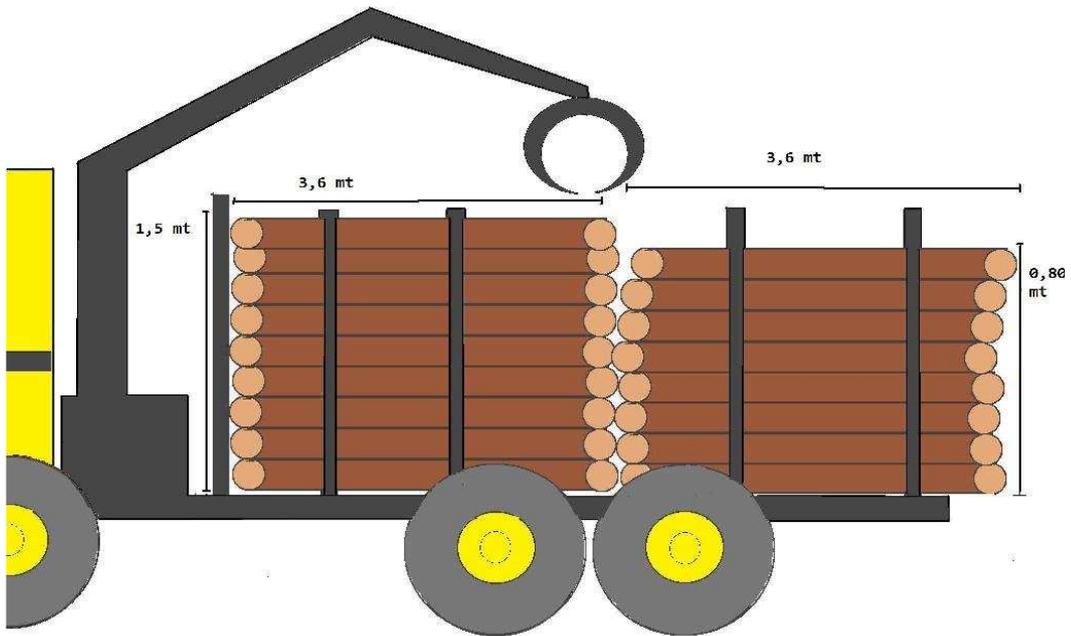


Como se observa en el Gráfico No. 6, el tiempo de carga fue el mayor con el 47% seguido por la descarga con un 38% y ya en menor proporción y en valores similares el viaje vacío con 8% y el viaje cargado 7%.

4.3.2.1 Estimación de volumen

El volumen calculado en la carga fue tal como se describió, dividiendo la carga total de la zorra del forwarder en dos “fardos” diferentes, con respecto al largo de las trozas (3,6 m).

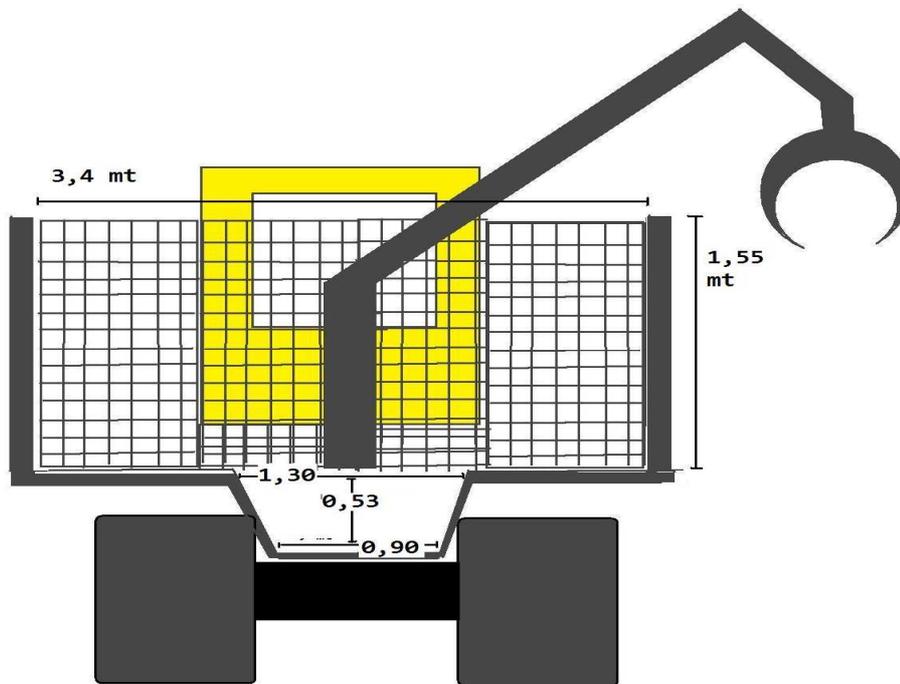
Figura No. 3 Dimensiones de la carga del forwarder en vista lateral



Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver el segundo “fardo” es de menor tamaño y esto está explicado porque este ejerce una fuerza tal, hacia la parte posterior del chasis de la zorra del forwarder que pondría en riesgo esta estructura en caso de que el peso sea excesivo.

Figura No. 4 Dimensiones de la zorra del forwarder en vista trasera



Fuente: elaboración propia.

El método para calcular el volumen estéreo de cada “fardo” fue el siguiente:

1er “fardo”: volumen del prisma rectangular (parte superior) + volumen del prisma de base trapezoidal (parte inferior).

$$\text{Vol: } 1,55 * 3,40 * 3,60 = 18,97\text{m}^3$$

$$\text{Vol: } \frac{(1,30 + 0,90) * 0,53}{2} * 3,6 = 2,1\text{m}^3$$

$$\text{Vol estéreo total} = 21,07\text{m}^3$$

2do “fardo”: volumen del prisma rectangular (parte superior) + volumen del prisma de base trapezoidal (parte inferior).

$$\text{Vol: } 0,80 * 3,40 * 3,6 = 9,79\text{m}^3$$

$$\text{Vol: } \frac{(1,30 + 0,90) * 0,53}{2} * 3,6 = 2,1\text{m}^3$$

$$\text{Vol estéreo total} = 12,07\text{m}^3$$

$$\text{Coeficiente de apilamiento} = 0,464$$

$$\text{Vol real} = \text{Vol. estéreo} * \text{coef. Apilamiento}$$

Por lo tanto el primer “fardo” tiene un volumen de 21,01 metros cúbicos estéreos (m³.est.) o lo que es lo mismo 9,78 metros cúbicos sólidos sin corteza (m³/ssc); mientras que el segundo “fardo” con 12,07 m³.est. o 5,60 m³/ssc. Lo que da un volumen total de carga de 33,14 m³.est. o 15,38 m³/ssc.

4.3.2.2 Análisis estadístico

Cuadro No. 14 Análisis del tiempo total de carga para destino celulosa

Vol. Carga: 15,38 m ³ /ssc		
Distancia: 210 m.		
	tiempo (s)	tiempo
Media	2162,42	36´ 04´´ 00
Desviación estándar	218,89	3´ 38´´ 89
Varianza de la muestra	47912,05	798´ 32´´ 53
C.V	10,12	10,12
t.S/√r	119,59	1´ 59´´ 59
Intervalo	(2042<X<2282)	(34´02´´<X<38´02´´)

t(10;0,05)	1,812
Confianza	95%

Del análisis estadístico de los tiempos totales se obtiene una media de 36´ 04´´ 00, de una muestra de 11 viajes; con un coeficiente de variación de 10,1% lo que se puede

considerar bajo, resaltando así la homogeneidad de la muestra. Además se construyó un intervalo de confianza con un 95% de confianza que va entre de 34´ 02’’ y 38´ 02’’.

A partir de los datos recabados de los tiempos totales y los volúmenes de carga es que se llega a una capacidad operacional media de 25,6 m³ssc/h, con una distancia media de 210 metros y un volumen medio de carga de 15,4 m³/ssc.

Más allá de los resultados expuestos como la capacidad operacional del forwarder en cada situación, podemos decir tal como se observan en el Gráfico No. 5 y el Gráfico No. 6 que la actividad de carga es la que insumió más tiempo de todas (53% y 47%), lo que lleva a considerar cuando se quiere aumentar la eficiencia, hacer foco en esta actividad, algunos ejemplos pueden ser, que en la cosecha se dejen en las “gavillas” las trozas de forma ordenada y con la mayor cantidad posible de trozas, así la cantidad de paradas para juntarlas desde el suelo y el tiempo en cada una pueden disminuir.

La segunda actividad que más tiempo lleva en el ciclo es la descarga (38% y 26%), por lo que se debe tener en consideración en esta actividad de forma de poder hacer mas eficiente la tarea del forwarder; algunos ejemplos pueden ser la altura de la pila a la cual descarga, el orden de las trozas en la pila, el largo de las trozas, numero de trozas tomadas por el grapo, etc.

En cuanto al porcentaje que representa los viajes con carga en el caso de la situación de trozas aserrío-celulosa, fue mayor que los viajes sin carga, sin embargo en la situación de trozas de celulosa fue inverso aunque con una diferencia mínima. Estas actividades fueron las que representaron menor porcentaje en el total del ciclo.

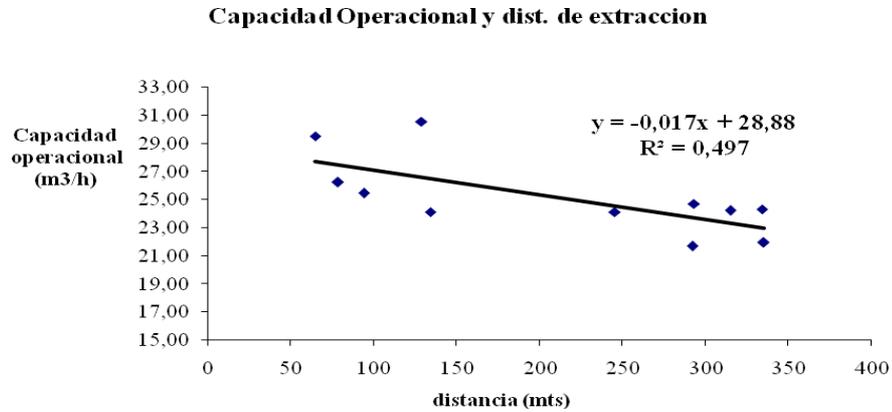
Si bien el objetivo de este estudio no era demostrar una relación entre la distancia media de extracción y la capacidad operacional, se utilizaron los mismos datos y se elaboró una tabla de datos y una grafica con el objetivo de detectar si existía una dependencia en la eficiencia, tomando como variable la capacidad operacional en función de la distancia.

Los datos se tomaron de la situación con trozas de celulosa, ya que se contaba con una mayor cantidad de datos y mayor variabilidad en la distancia media de extracción.

Cuadro No. 15 Distancia y capacidad operacional de los viajes en situación 2

Distancia (m)	t (min.)	Cap/op.(m ³ /h)
64,7	30,57	29,52
78,4	34,38	26,25
93,8	35,46	25,45
128,6	29,53	30,56
134	37,38	24,14
245	37,38	24,14
292	41,59	21,7
293	36,54	24,69
315	37,26	24,22
334	37,11	24,32
335	41,1	21,95

Gráfico No. 7 Capacidad operacional y distancia media de extracción (situación 2).



Como se puede observar en el Gráfico No. 7, hay una cierta correlación entre la distancia media recorrida y la capacidad operacional, más precisamente una relación negativa de 0,497, por lo tanto podemos concluir bajo las condiciones de los datos presentados que a medida que aumenta la distancia media de extracción disminuye la capacidad operacional del forwarder.

Por lo tanto se puede decir que cualquier factor involucrado en acortar la distancia de extracción, favorecerá la eficiencia del trabajo; uno de ellos podrá ser el disponer los lugares de descarga, o sea de apilado de madera fuera del rodal, lo más cercanos y mejor ubicados posibles; además tener en cuenta esto al momento de la diagramación de las melgas en la etapa de laboreo, previo a la plantación.

En síntesis y comparando los resultados de este trabajo con similares estudios, se llega a las siguientes conclusiones.

Coinciden con los presentados por Martins dos Santos et al. (1995) donde encontró que el mayor tiempo dentro del ciclo del forwarder lo lleva la carga, seguido por la descarga y seguido por viaje cargado y viaje sin carga respectivamente.

Pero sin embargo se encontraron diferencias en las productividades, donde este autor obtuvo un rendimiento de 13,12 m³/h con árboles de 0.180m³/árbol y una distancia de extracción de 300m; mientras que en este trabajo se obtuvo un rendimiento de 25,6 m³ssc/h pero con árboles de 0,55m³ y una distancia de 210m.

Martins dos Santos (1999) obtuvo un rendimiento del forwarder similar, de 26.88 m³ssc/h aunque en condiciones diferentes ya que el volumen medio por árbol era de 0,18m³, las trozas de 5,50m de largo y la distancia de extracción de 300m.

En este mismo trabajo el autor concluye también que la productividad del forwarder aumenta a medida que se reduce la distancia media de extracción; en este sentido se coincide plenamente tal como se demostró en los resultados anteriormente presentados.

Castromán e Izuibejeres (2002) encontraron una productividad del forwarder (marca Bell T 12B) de 9 m³/h; muy por debajo de los resultados obtenidos en este estudio que fue de 25,6 m³ssc/h para trozas de 2,4m de largo; aunque vale mencionar tal como lo describen los autores, que hubieron inconvenientes que se reflejan en esos bajos rendimientos.

Finalmente se considera que el rendimiento del forwarder es cercano a lo que presenta, Seixas, Souza et al., citados por Machado (2008) donde obtienen rendimientos de saca con forwarder en el entorno de los 30 m³/h, con distancias medias de extracción de entre 200 y 300 metros.

Para el trabajo realizado por De Oliveira et al. (2008) también se encontraron coincidencias en cuanto la proporción de tiempo que ocupa cada actividad, siendo la carga la principal, seguida por la descarga. La productividad promedio del forwarder fue de 31,3 m³/h para una distancia promedio de extracción de 120,7m. También encontraron que la productividad cae al aumentar la distancia de extracción, lo cual coincide con este trabajo.

Para una mayor aproximación de estos resultados en proyecciones de cosecha y análisis de costos, así también para la elección de una maquinaria; se debería agregar la componente de tiempo no efectivo, como lo es la disponibilidad mecánica y técnica, que no fueron parte de este trabajo.

4.4. COSTOS DE COSECHA

Se presenta el resumen de la estimación del costo de cosecha, tanto para la situación 1, con el harvester 1 más el forwarder con destino de la madera mixta (aserrado más celulosa); y la situación 2, con el harvester 2 más el forwarder, con destino de la madera para celulosa. Los costos totales fueron calculados en US\$/h y en US\$/m³. Las planillas completas se encuentran en el anexo 2.

Se tomaron en cuenta los días programados y los días efectivos de trabajo, datos dados por el contratista, el cociente entre estos, da como resultado la disponibilidad técnica de las máquinas, en este caso fue de 0,83 o 83%.

4.4.1. Situación 1

4.4.1.1. Costos totales

En

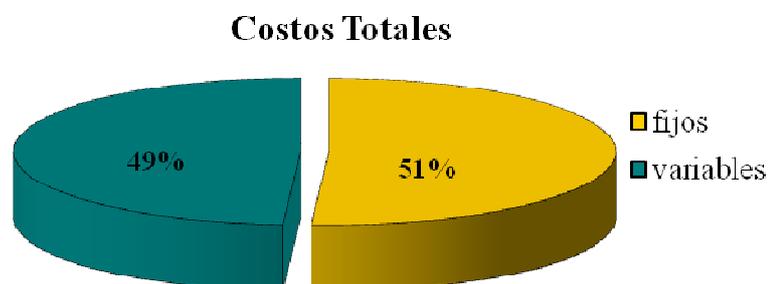
Cuadro No. 16 se muestra que en el total de los costos, la cosechadora es la que presenta mayores costos totales.

Cuadro No. 16 Costos totales discriminados por máquina para situación 1 mixto

	Harvester	Forwarder cargando aserrado	Forwarder cargando celulosa
Costos totales (US\$/h¹)	101,57	65,44	65,44
Costos totales (US\$/m³)	4,44	2,15	2,56
Proporción de producto (%)	100%	20%	80%
Costos proporcionales a la cantidad de producto(US\$/m³)	4,44	0,43	2,04
Costos Totales de la situación (US\$/m³)	6,91		
Costos totales de la situación (US\$/h¹)	167,01		

Estos costos totales incluyen los costos variables más los costos fijos de la cosecha, como se puede ver en el Gráfico No. 8, la distribución de éstos es 51 % y 49 % respectivamente.

Gráfico No. 8 Proporción de costos fijos y variables para situación 1 mixto.



4.4.1.2. Costos variables

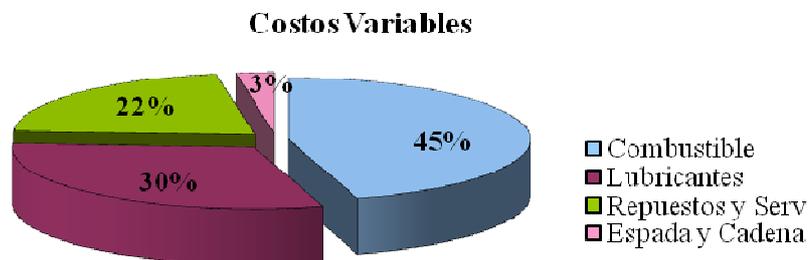
Del total de los costos variables, la cosechadora también presenta mayores valores que el forwarder (cuadro No. 17).

Cuadro No. 17 Costos totales variables discriminados por máquina para situación 1 mixto

	Harvester	Forwarder cargando aserrado	Forwarder cargando celulosa
Total Costos Variables (US\$/h¹)	55,74	26,15	26,15
Total Costos Variables (US\$/m³)	2,44	0,86	1,02
Proporción de producto (%)	100%	20%	80%
Costos Variables totales según proporción de producto(US\$/m³)	2,44	0,17	0,82
Costos Variables Totales de la situación (US\$/m³)	3,42		
Total Costos Variables de la situación (US\$/h¹)	81,89		

El gráfico No. 9 muestra que el combustible es el costo variable más importante, seguido por lubricantes y repuestos.

Gráfico No. 9 Proporción de cada costo variable para situación 1 mixto.



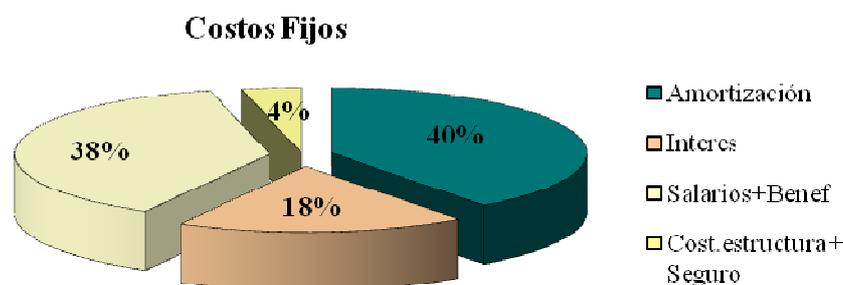
4.4.1.3. Costos fijos

Cuadro No. 18 Costos totales fijos discriminados por máquina para situación 1 mixto.

	Harvester	Forwarder cargando aserrado	Forwarder cargando celulosa
Total Costos Fijos (US\$/h¹)	45,83	39,30	39,30
Total Costos Fijos (US\$/m³)	2,00	1,29	1,53
Proporción de producto (%)	100%	20%	80%
Costos Fijos Totales según proporción de producto(US\$/m³)	2,00	0,26	1,23
Costos Fijos Totales de la situación (US\$/m³)	3,49		
Total Costos Fijos de la situación (US\$/h¹)	85,12		

En el gráfico No. 10 se muestra que la mayor proporción de costos fijos se debe a la amortización, seguida de salarios y beneficios, interés y costos de estructura.

Gráfico No. 10 Proporción de cada costo fijo para situación 1 mixto.



4.4.2. Situación 2

4.4.2.1. Costos totales

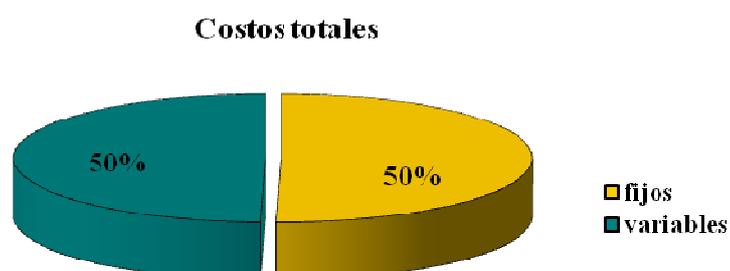
El Cuadro No. 19, muestra también que en esta situación la mayor proporción de costos totales es para la cosechadora.

Cuadro No. 19 Costos totales discriminados por máquina para situación 2 celulosa

	Harvester	Forwarder	Total
Costos totales (US\$/h ¹)	103,70	65,44	169,14
Costos totales (US\$/m ³)	6,11	2,56	8,66

Estos costos totales incluyen los costos variables más los costos fijos de la cosecha, siendo 50% la proporción para ambos costos, como se muestra en el **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.**

Gráfico No. 11 Proporción de costos fijos y variables para situación 2 celulosa

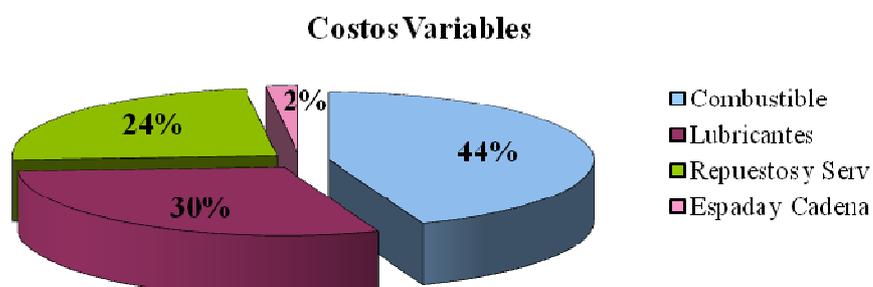


4.4.2.2. Costos variables para situación 2 celulosa.

Cuadro No. 20 Costos totales variables discriminados por máquina para situación 2 celulosa

	Harvester	Forwarder	Total
Total Costos Variables(US\$/h ¹)	57,87	26,15	84,02
Total Costos Variables (US\$/m ³)	3,41	1,02	4,43

Gráfico No. 12 Proporción de cada costo variable para situación 2 celulosa



Al igual que la situación 1, las mayores proporciones de los costos variables son atribuibles a la cosechadora. Dentro de estos costos, el combustible es el más importante.

4.4.2.3. Costos fijos

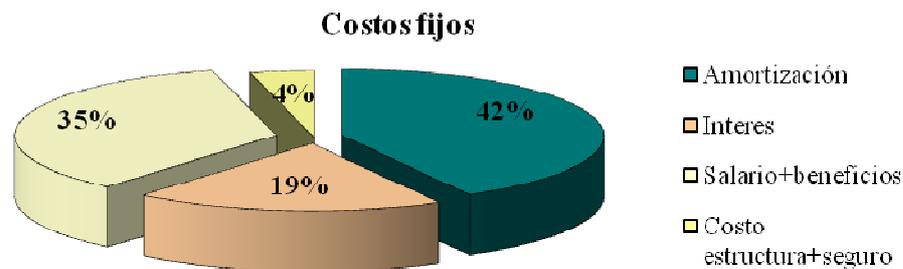
Cuadro No. 21 Costos totales fijos discriminados por máquina para situación 2 celulosa

	Harvester	Forwarder	Total
Total Costos fijos (US\$/h¹)	45,83	39,30	85,12
Total Costos fijos (US\$/m³)	2,70	1,53	4,23

Para ésta situación de cosecha con destino celulosa, también resultó la amortización el mayor costo fijo, seguido de los salarios y beneficios, como se muestra en el

Gráfico No. 13.

Gráfico No. 13 Proporción de cada costo fijo para situación 2 celulosa.



4.4.3. Consideraciones para ambas situaciones

Existen costos a los cuales es difícil asignarles un valor exacto por situación o maquina, ya que cada empresa se maneja de forma diferente en cuanto a servicios de mecánicos, costos de estructura, asalariados, etc. En este caso se intenta reflejar de la forma más objetiva posible los costos de una cosecha mecanizada, para que sea representativo, y pueda adaptarse a otras empresas.

En maquinas de alto valor de adquisición, como las usadas en este trabajo, el costo de amortización varía según el método empleado para su cálculo. Para la realización de la planilla ampliada se tomó como base la usada para calcular los costos de este estudio, en la cual se usó un método de depreciación lineal.

Para ambas situaciones los costos fijos representan aproximadamente un 50% de los costos totales, aspecto que afirma la importancia y necesidad de amortizar ese tan elevado costo; lo que implicaría maximizar la cantidad de horas productivas de la maquinaria para mantener en funcionamiento una empresa de cosecha forestal.

En cuanto al 50% restante que lo llevan los costos variables, se puede mencionar que un 70% aproximadamente lo compone el combustible y lubricante; lo que señala la fluctuación del costo de cosecha de la mano de la oscilación del precio del petróleo; aspecto que de alguna manera torna mas inestable a las empresas y les exige un permanente ajuste en sus tarifas.

La distribución de los costos fijos y variables en el total, es muy similar a resultados de Castromán e Izuibejeres (2002) que son 45% de costos fijos y 55 % de costos variables. Además presenta un costo de 77 US\$/h y 14 US\$/m³. Comparando los resultados en US\$/ m³, en este trabajo fue casi la mitad, siendo de 6,91 y 8,66 para las situaciones 1 y 2 respectivamente.

Para Burla (2008) los costos operacionales para harvester, son de 130 US\$/h, para trozas de 4,40m de largo, siendo un tanto menor a los expuestos en este trabajo que fue de 167,01 US\$/h para la situación 1, con destino mixto de y 169,14 US\$/h para la situación 2, con destino celulosa.

En el estudio realizado por De Oliveira et al. (2008) para forwarder, el costo operacional fue de 85,36 US\$/h y el costo de la producción fue de 2,7 US\$/ m³. En el presente trabajo el costo por hora fue menor, pero por metro cúbico fue similar al citado.

4.4.4. Análisis de costos según distancia de extracción

Observando que existe una marcada reducción en la capacidad operacional cuando aumenta la distancia media de extracción, es que se decide presentar esa reducción en términos económicos realizando el

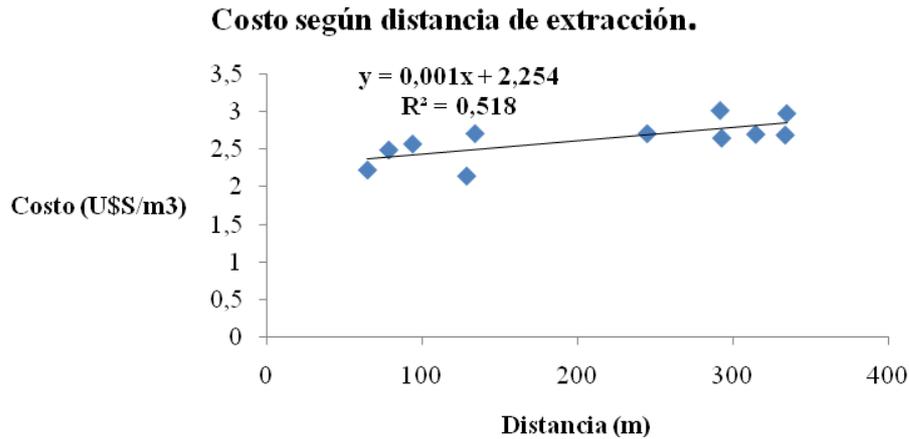
Cuadro No. 22 y el Gráfico No. 14.

Cuadro No. 22 Costos de forwarder en función de la distancia media de extracción

Distancia (m)	Costo (US\$/m ³)
64,7	2,22
78,4	2,49
93,8	2,57
128,6	2,14
134	2,71
245	2,71
292	3,02
293	2,65
315	2,7

334	2,69
335	2,98

Gráfico No. 14 Costos de forwarder en función de la distancia media de extracción.



Tal como se observa en el Gráfico No. 14 a medida que aumenta la distancia media de extracción los costos aumentan, con una correlación entre estas dos variables de 0,52.

Con esto se confirma la importancia económica, de reducir lo máximo posible la distancia de extracción.

4.5. PLANILLA PARA CÁLCULO DE COSTOS DE COSECHA

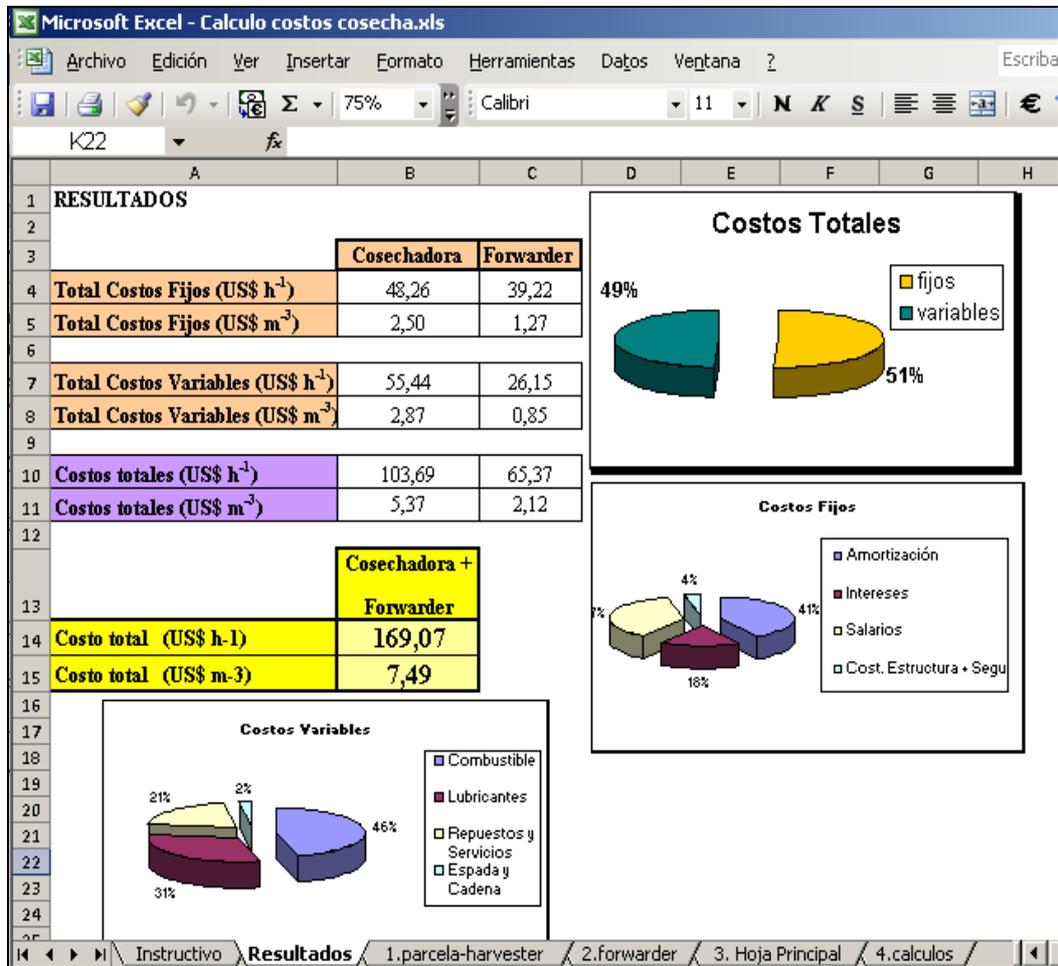
Como parte de los resultados de este trabajo está la elaboración de una planilla que tiene como finalidad servir de apoyo en la gestión de la cosecha forestal.

Cabe aclarar que estos resultados están en base a tiempo efectivo de trabajo, sin tomar en cuenta la disponibilidad mecánica, técnica, recarga de combustible, etc.

Esta planilla consiste en seis hojas de cálculo, de las cuales cuatro son las que incluyen varios ítems de datos que deberán ser ingresados, para finalmente obtener en la hoja “resultados” el costo total de cosecha por hora o metro cúbico; este costo esta discriminado en costos fijos y variables con graficas que los representan (ver

Figura No. 5)

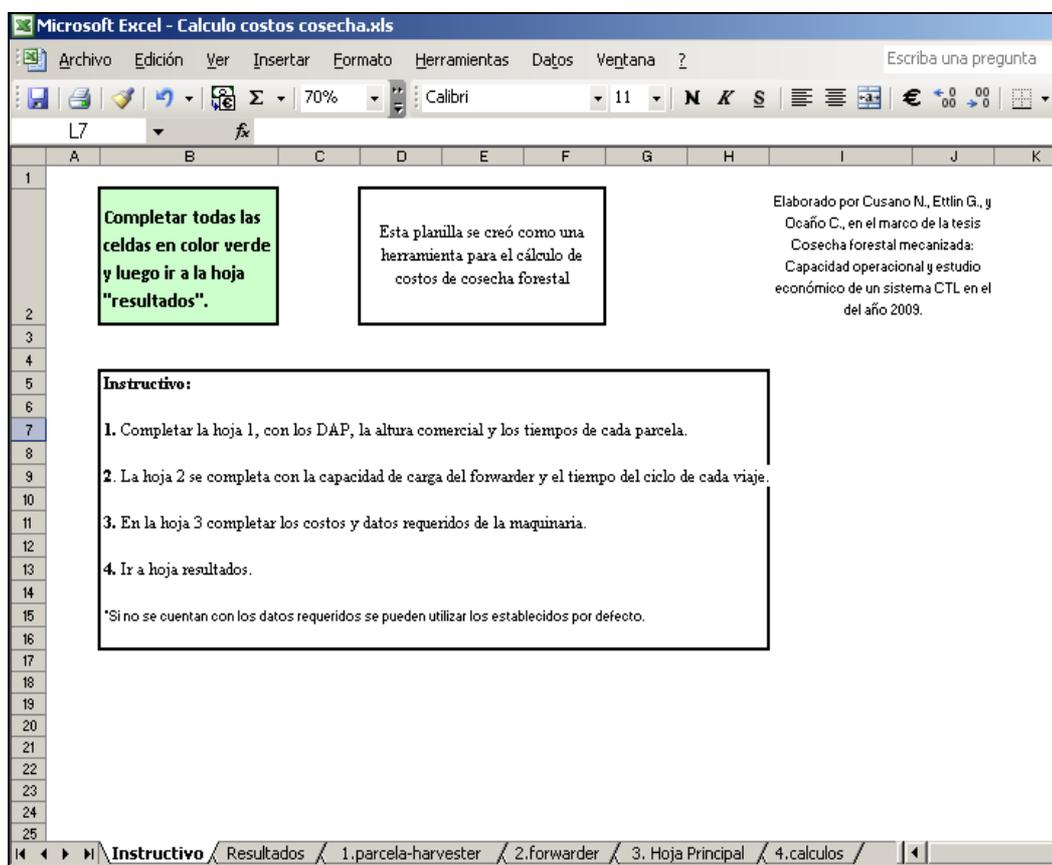
Figura No. 5 Vista de hoja de cálculo con el resumen de los resultados



La hoja "Instructivo" da una simple descripción de los pasos a seguir (ver

Figura No. 6); se debe tener siempre en cuenta que los datos que se ingresaran están representados como celdas de color verde, mientras que las otras no deberán ser modificadas ya que forman parte de los cálculos.

Figura No. 6 Vista de hoja de cálculo con el instructivo



En la hoja "1 parcela-harvester"(ver

Figura No. 7) se deberán completar las variables dendrométricas de las parcelas elegidas como representativas del monte a cosechar, así como el tiempo efectivo de cosecha insumido en cada parcela, en este caso se asumieron parcelas de veinte árboles cada una.

Figura No. 7 Vista de hoja de cálculo de parcelas de harvester

Microsoft Excel - Calculo costos cosecha.xls

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana ?

75% Calibri 11

L23 fx

PARCELA 1				Promedios	
Nº Arbol	DAP (cm)	Altura (mts)	Vol (m³)	Vol.parcela (m²)	9,01
1	13	14	0,09		
2	17	14	0,16		
3	17	14	0,16		
4	17	14	0,16		
5	15	14	0,12		
6	19,5	14	0,21		
7	18,3	14	0,18		
8	18	14	0,18		
9	26	24	0,64		
10	24	24	0,54		
11	23	24	0,50		
12	21	24	0,42		
13	23	24	0,50		
14	27	23,5	0,67		
15	26,5	23,5	0,65		
16	27	23,5	0,67		
17	28	23,5	0,72		
18	28,5	23,5	0,75		
19	30	23,5	0,83		
20	30	24,3	0,86		
FF (factor de forma)				0,5	
				Tiempo efectivo (min)	
				28	
				Rend (m³/h)	
				19,3	

Vol.parcela (m²) 9,01

Tiempo efectivo (min) 28

Rend (m³/h) 19,3

Vol.parcela (m²) 9,01

Tiempo efectivo (min) 28

Rend (m³/h) 19,3

Instructivo Resultados 1.parcela-harvester 2.forwarder 3. Hoja Principal 4.calculos

La hoja “2 forwarder” (ver Figura No. 8) hace referencia a la actividad del forwarder y se deberá ingresar, la capacidad de carga, en metros cúbicos sólidos sin corteza, y el tiempo efectivo insumido en la actividad, que va desde el momento que comienza el viaje en vacío hasta que finaliza la carga. En esta hoja se presentaron tres ciclos que deberán ser representativos principalmente de las distancias a recorrer.

Figura No. 8 Vista de hoja de cálculo con actividades del forwarder

Microsoft Excel - Calculo costos cosecha.xls

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana ? Escriba

J14 f_x

75% Calibri 11 N K S

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		FORWARDER						
2								
3								
4		(*)Capacidad de carga (m ³)	15,4					
5		(*)Tiempo del ciclo (min)	30,0					
6		Rendimiento (m ³ /h)	30,8					
7								
8		Capacidad de carga (m ³)	15,4					
9		Tiempo del ciclo (min)	36,0					
10		Rendimiento (m ³ /h)	25,7					
11								
12		Capacidad de carga (m ³)	15,4					
13		Tiempo del ciclo (min)	35,0					
14		Rendimiento (m ³ /h)	26,4					
15								
16		(*) volumen solido						
17		(*) desde que comienza el viaje						
18		en vacio hasta que finalizo la descarga.						
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								

(Los datos por defecto corresponden a una distancia media de 210 m)

Promedios	
Capacidad de carga (m ³)	15,40
Tiempo del ciclo (min)	33,7
Rend (m ³ /h)	27,4

Instructivo Resultados 1.parcela-harvester 2.forwarder 3. Hoja Principal 4.calculos

En la hoja “3 hoja principal” se requieren de una serie de datos como:

1. tasa de interés y precio de la divisa.
2. características de la maquinaria: precio de compra, de venta y su vida útil.
3. consumo de combustible y lubricantes, así como los costos de cada uno de ellos.
4. costos de repuestos de cada maquinaria incluyendo los elementos de corte, espada y cadena
5. los costos de un taller mecánico que esta a disposición de las maquinas, que se considera esta instalado en la zona de cosecha.
6. otros costos de reparación más importantes que no pueden ser solucionados in situ.
7. las horas efectivas de trabajo, en base a registros previos de cada empresa.
8. los salarios de los trabajadores involucrados.

Finalmente la hoja “cálculos” es un resumen de todos los datos ingresados y utilizada para realizar todos los cálculos correspondientes; en esta hoja no es necesario incluir ningún dato ya que todos están referenciados a las anteriores.

En este caso los resultados son visibles de forma digital mediante el uso de la planilla de cálculo donde se observa los datos presentados. Si el usuario carece de alguno de los datos requeridos puede usar los valores por defecto cargados en la planilla.

La importancia consiste principalmente en la estructura que esta planilla toma y de qué forma es capaz de resumir los costos en un sistema cut to length mas allá de los valores.

Es sabido que cada empresa tiene diferencias y que esta planilla quizás no represente estrictamente sus costos; pero es de buena forma y cumpliendo con el objetivo planteado de sintetizar los principales costos en una cosecha forestal mecanizada.

Esta planilla se encuentra en formato digital en el anexo 3.

5. CONCLUSIONES

La cosecha con harvester para obtener productos de aserrío y celulosa, presentó una capacidad operacional efectiva media de $22,88 \text{ m}^3/\text{h}$, para volúmenes medidos en piso.

En la cosecha para destino celulosa, con trozas de 3,6 m de largo, el harvester tuvo una capacidad operacional efectiva de $16,97 \text{ m}^3/\text{h}$ para volúmenes medidos en piso.

Los árboles de mayor tamaño procesados por los harvester presentaron dificultad en su procesamiento, especialmente en el apeo y descortezado.

A mayor volumen por árbol se aumenta el tiempo de procesado. Se obtuvo para las situaciones de cosecha mixta y solo celulosa, coeficiente de regresión de 0,49 y 0,61, respectivamente, que lo demuestran.

Para el forwarder se obtuvo una capacidad operacional efectiva de $30,51 \text{ m}^3\text{ssc}/\text{h}$ para las trozas de aserrío y de $25,6 \text{ m}^3\text{ssc}/\text{h}$ para las trozas de celulosa.

La actividad que más tiempo insume en el ciclo del forwarder es la carga con un 50% aproximadamente, seguido por la descarga con un 35% aproximadamente, luego el viaje cargado 10% y viaje en vacío 8%.

Se concluyó que la capacidad de extracción del forwarder esta influida por la distancia media, la que condiciona el alcanzar la optimización de la capacidad de carga del mismo.

La cosecha de madera para destino celulosa, presenta un costo mayor que la situación para destino mixto, siendo de $8,66 \text{ US\$ m}^{-3}$ y $6,91 \text{ US\$ m}^{-3}$ respectivamente.

Para ambas situaciones los costos fijos y variables representan aproximadamente un 50% cada uno.

Dentro de los costos fijos, la amortización es el más importante con un 40% aproximadamente; mientras que en los costos variables el combustible representa el 45% de estos.

6. RESUMEN

Para acompañar el desarrollo del sector forestal Uruguayo y garantizar un abastecimiento de las industrias a costos competitivos, la mayoría de las empresas del sector, optan por aumentar el nivel de mecanización de las operaciones de cosecha de madera. Esto permite, obtener mayores rendimientos y disminuir el costo de cosecha, además de disminuir los costos sociales de trabajadores y los accidentes laborales. Este trabajo consiste en estudiar la capacidad operacional de un sistema cut to length (CTL), en dos equipos conformados por una base excavadora con un cabezal de corta y un forwarder convencional. El estudio se realizó en un monte de *Eucalyptus grandis* con dos productos: trozas con destino aserrío y trozas con destino celulosa. Se evaluaron dos situaciones diferentes, en la primera se cosechó trozas para ambos destinos, mientras que en la segunda solo trozas con destino celulosa. También se realizó un estudio económico capaz de estimar el costo que representa cada situación en las condiciones de estudio planteadas. A partir de esto se obtiene una planilla que funciona como herramienta de planificación y de estimación de costo de cosecha. La capacidad operacional del harvester fue de 22,88 m³/h en la situación 1, que cosecha trozas con destino mixto. Para la situación 2, con destino celulosa, se obtuvo en promedio una capacidad operacional del harvester de 16,97 m³/h para volúmenes medidos en piso. Para ambas situaciones se comprobó que los árboles de mayor tamaño presentaron dificultad en su procesamiento, especialmente en el apeo y descortezado, por lo cual insumen mayor tiempo. Para el forwarder se registró una capacidad operacional de 30,51 m³ssc/h para las trozas de aserrío y de 25,6 m³ssc/h para las trozas de celulosa. La actividad que más tiempo insume en el ciclo del forwarder, es aproximadamente la carga con un promedio de 50%, seguido por la descarga con 35%. Le sigue la etapa de viaje cargado con 10% del tiempo y finalmente el viaje en vacío con 8%. Se verificó que la capacidad operacional esta influida por la distancia media de extracción; a mayor distancia recorrida menor capacidad operacional. La situación 2 de cosecha, para destino celulosa, presenta un costo mayor que el la situación 1 para destino mixto, siendo de 8,66 US\$/m³ y 6,91 US\$/m³ respectivamente. Para ambas situaciones los costos fijos y variables representan aproximadamente un 50% cada uno. Se destaca como resultado final la elaboración de una planilla para estimar costos de cosecha, ingresando a la misma, datos para cada situación en particular.

Palabras clave: Harvester; Forwarder; Eficiencia operacional; Costos; *Eucalyptus grandis*.

7. SUMMARY

To go with the Uruguayan forestry sector development and ensure a supply to the industries with competitive costs, most businesses choose to increase the level of mechanization of timber harvesting operations. This allows higher yields and lower cost of harvesting, in addition to reducing the social costs of labor and industrial accidents. This work is a study of the operational capacity of a cut to length (CTL) system, two teams of excavator base with a cutting head and a conventional forwarder. The study was conducted in a stand of *Eucalyptus grandis* with two products: logs for cellulose and sawn logs. Were evaluated two different situations, the first logs were harvested for both targets, while the second single logs for cellulose. Also a economic study was made, able to estimate the economic cost that represent each situation under the conditions of the study. From this is produced a software that serves as a tool for cost estimation and planning of harvest. The operational capacity of the harvester was 22.88 m³ / h in the situation 1, which harvest mixed logs. For situation 2, logs for cellulose, was obtained an average operational capacity of the harvester of 16.97 m³ / h measured on flat volumes. For both situations it was found that larger trees showed difficulty in processing, especially in the felling and barking, so more time is consumed. The operational capacity for the forwarder was 30.51 m³ / h ssc for sawn logs and 25.6 m³ / h for pulp logs. The most time-consuming activity in the forwarders cycle, is the load with an average of 50%, followed by discharge with 35%. It follows the journey stage loaded with 10% of the time and finally the empty trip with 8%. It was verified that the operating efficiency is influenced by the distance from extraction, a greater distance traveled less operational capability. The situation 2 of harvest, logs for pulp, has a higher cost than the situation 1 mixed product, being of 8.66 U.S. \$/m³ and 6.91 U.S. \$/m³ respectively. For both situations fixed and variable costs represent approximately 50% each. As a final result it's shows a software to estimate harvester costs, entering data for each situation.

Keywords: Harvester; Forwarder; Operational efficiency; Cost; *Eucalyptus grandis*.

9. ANEXOS

ANEXO 1

Planillas de campo

Mediciones para cálculo de factor de forma

Largo	Diámetro(m)	D ² (m)
0	0,350	
1	0,320	0,102
2	0,310	0,096
3	0,310	0,096
4	0,290	0,084
5	0,290	0,084
6	0,280	0,078
7	0,265	0,070
8	0,245	0,060
9	0,240	0,058
10	0,240	0,058
11	0,225	0,051
12	0,210	0,044
13	0,205	0,042
14	0,200	0,040
15	0,185	0,034
16	0,175	0,031
17	0,160	0,026
18	0,140	0,020
19	0,127	0,016
20	0,110	0,012
21	0,100	0,010
22	0,080	0,006
23	0,060	0,004
24	0,050	0,003
25	0,040	0,002
26	0,025	
		1,125779

Hc. (m)	27,3
DAP (m)	0,27
Vol. aparente (m³)	1,60
Vol. real (m³)	0,93
F. Forma	0,58

Largo	Diámetro (m)	D ² (m)
0	0,280	
1	0,255	0,065
2	0,250	0,063
3	0,230	0,053
4	0,230	0,053
5	0,225	0,051
6	0,205	0,042
7	0,195	0,038
8	0,200	0,040
9	0,185	0,034
10	0,170	0,029
11	0,170	0,029
12	0,160	0,026
13	0,150	0,023
14	0,140	0,020
15	0,125	0,016
16	0,115	0,013
17	0,080	0,006
18	0,060	0,004
19	0,040	0,002
20	0,030	0,000
		0,604175

Hc. (m)	20
DAP (m)	0,26
Vol. aparente (m³)	1,02
Vol. real (m³)	0,51
F. Forma	0,50

Largo	Diámetro (m)	D ² (t)
0	0,245	
1	0,213	0,045
2	0,211	0,045
3	0,209	0,044
4	0,191	0,036
5	0,186	0,035
6	0,184	0,034
7	0,175	0,031
8	0,169	0,029
9	0,161	0,026
10	0,159	0,025
11	0,153	0,023
12	0,143	0,020
13	0,136	0,018
14	0,132	0,017
15	0,134	0,018
16	0,12	0,014
17	0,102	0,010

Hc (m)	20,55
DAP (m)	0,23
Vol. aparente (m³)	0,85
Vol. real (m³)	0,41
F. Forma	0,48

18	0,099	0,010
19	0,079	0,006
20	0,048	
		0,487

largo	Diámetros (m)	D ² (m)
0	0,31	
1	0,26	0,068
2	0,225	0,051
3	0,215	0,046
4	0,214	0,046
5	0,202	0,041
6	0,196	0,038
7	0,194	0,038
8	0,178	0,032
9	0,167	0,028
10	0,162	0,026
11	0,164	0,027
12	0,142	0,020
13	0,124	0,015
14	0,115	0,013
15	0,104	0,011
16	0,082	0,007
17	0,065	0,004
18	0,035	
		0,510

Hc (m)	17
DAP (m)	0,25
Vol. aparente (m³)	0,83
Vol. real (m³)	0,44
F. Forma	0,53

Largo	Diámetros (m)	D ² (m)
0	0,440	
1	0,380	0,144
2	0,353	0,125
3	0,345	0,119
4	0,340	0,116
5	0,339	0,115
6	0,325	0,106
7	0,326	0,106
8	0,312	0,097
9	0,305	0,093
10	0,300	0,090
11	0,285	0,081
12	0,280	0,078
13	0,260	0,068
14	0,245	0,060
15	0,233	0,054

Hc (m)	26
DAP (m)	0,375
Vol. aparente (m³)	2,87
Vol. real (m³)	1,46
F. Forma	0,51

16	0,234	0,055
17	0,231	0,053
18	0,210	0,044
19	0,195	0,038
20	0,180	0,032
22	0,171	0,029
23	0,144	0,021
24	0,122	0,015
25	0,106	0,011
26	0,090	0,008
27	0,069	0,005
28	0,050	0,003
29	0,040	
30		1,764

Largo	Diámetros (m)	D ² (m)
0	0,380	
1	0,339	0,115
2	0,330	0,109
3	0,324	0,105
4	0,318	0,101
5	0,314	0,099
6	0,304	0,092
7	0,292	0,085
8	0,285	0,081
9	0,282	0,080
10	0,280	0,078
11	0,269	0,072
12	0,256	0,066
13	0,254	0,065
14	0,249	0,062
15	0,240	0,058
16	0,228	0,052
17	0,215	0,046
18	0,212	0,045
19	0,200	0,040
20	0,168	0,028
21	0,162	0,026
22	0,145	0,021
23	0,129	0,017
24	0,115	0,013
25	0,100	0,010
26	0,082	0,007
27	0,055	0,003

Hc (m)	26,5
DAP (m)	0,335
Vol. aparente (m³)	2,34
Vol. real (m³)	1,29
F. Forma	0,55

28	0,042	
		1,573

Largo	Diámetros (m)	D ² (m)
0	0,380	
1	0,378	0,143
2	0,357	0,127
3	0,359	0,129
4	0,343	0,118
5	0,340	0,116
6	0,325	0,106
7	0,322	0,104
8	0,310	0,096
9	0,307	0,094
10	0,311	0,097
11	0,290	0,084
12	0,280	0,078
13	0,263	0,069
14	0,261	0,068
15	0,255	0,065
16	0,242	0,059
17	0,240	0,058
18	0,233	0,054
19	0,215	0,046
20	0,200	0,040
21	0,199	0,040
22	0,181	0,033
23	0,165	0,027
24	0,154	0,024
25	0,119	0,014
26	0,108	0,012
27	0,093	0,009
28	0,065	0,004
29	0,049	
		1,912

Hc (m)	28
DAP (m)	0,369
Vol. aparente (m³)	2,99
Vol. real (m³)	1,56
F. Forma	0,52

SITUACION 1 COSECHA DE TROZAS PARA ASERRIO Y PARA PULPA

Planillas para medición de volumen y tiempos operativos.

Parcela 1

Volumen en pie

Clase de DAP	No. árbol	DAP	Ab m2	Hc	Ht	FF	Vol. c. m ³	Tiempos(s)
20-24,9	18	0,21	0,035	25,5	27	0,48	0,424	
25-29,9	5	0,29	0,066	25		0,58	0,958	150
	7	0,29	0,066	21		0,58	0,805	125
	9	0,295	0,068	26,5	27	0,58	1,051	130
	10	0,29	0,066	25		0,58	0,958	
	11	0,285	0,064	25		0,58	0,925	100
	12	0,29	0,066	23		0,58	0,881	80
	13	0,29	0,066	25		0,58	0,958	
30-34,9	3	0,33	0,086	22,5		0,55	1,058	160
	6	0,3	0,071	22		0,55	0,855	136
	8	0,32	0,080	29,5		0,55	1,305	116
	14	0,33	0,086	22		0,55	1,035	199
	15	0,3	0,071	21,5		0,55	0,836	
	17	0,34	0,091	20		0,55	0,999	145
	20	0,32	0,080	21,5	30	0,55	0,951	187
	21	0,3	0,071	23,5		0,55	0,914	152
	22	0,31	0,075	23,5		0,55	0,976	79
	23	0,31	0,075	15		0,55	0,623	129
	2	0,31	0,075	21		0,55	0,872	139
35-39,9	1	0,39	0,119	22		0,51	1,340	238
	19	0,36	0,102	22	30	0,51	1,142	121
	16	0,36	0,102	20		0,51	1,038	
40-44,9	4	0,43	0,145	20	28	0,51	1,481	166
							22,383	

Promedio		0,315			28,400		0,973	
----------	--	-------	--	--	--------	--	-------	--

Volumen en piso

Largo	D1	D2	D1 ²	D2 ²
5,8	0,325	0,400	0,106	0,160
	0,28	0,325	0,078	0,106
			0,184	0,266

Vol. en piso 1,024

2,9	0,31	0,350	0,093	0,123
	0,35	0,290	0,119	0,084
	0,32	0,300	0,102	0,090
	0,30	0,340	0,090	0,116
	0,30	0,310	0,090	0,096
	0,28	0,310	0,078	0,096
			0,573	0,604
		Vol. en piso	1,341	

3,6	0,33	0,28	0,1089	0,0784
	0,265	0,230	0,070	0,053
	0,300	0,230	0,090	0,053
	0,115	0,185	0,013	0,034
	0,220	0,195	0,048	0,038
	0,115	0,180	0,013	0,032
	0,250	0,230	0,063	0,053
	0,225	0,190	0,051	0,036
	0,180	0,185	0,032	0,034
	0,120	0,055	0,014	0,003
	0,120	0,056	0,014	0,003
	0,405	0,380	0,164	0,144
	0,375	0,330	0,141	0,109
	0,550	0,385	0,303	0,148
	0,220	0,180	0,048	0,032
	0,310	0,240	0,096	0,058
	0,260	0,215	0,068	0,046
	0,130	0,060	0,017	0,004
	0,200	0,180	0,040	0,032
	0,130	0,055	0,017	0,003
	0,205	0,250	0,042	0,063
	0,240	0,265	0,058	0,070
	0,135	0,164	0,018	0,027
	0,085	0,145	0,007	0,021
	0,060	0,105	0,004	0,011
	0,260	0,250	0,068	0,063
	0,110	0,060	0,012	0,004
	0,155	0,125	0,024	0,016
	0,240	0,220	0,058	0,048
	0,230	0,280	0,053	0,078
	0,200	0,175	0,040	0,031
	0,200	0,260	0,040	0,068
	0,210	0,200	0,044	0,040

0,300	0,220	0,090	0,048
0,100	0,130	0,010	0,017
0,110	0,220	0,012	0,048
0,260	0,340	0,068	0,116
0,180	0,210	0,032	0,044
0,235	0,210	0,055	0,044
0,290	0,240	0,084	0,058
0,160	0,110	0,026	0,012
0,310	0,160	0,096	0,026
0,120	0,080	0,014	0,006
0,215	0,160	0,046	0,026
0,220	0,260	0,048	0,068
0,250	0,200	0,063	0,040
0,240	0,230	0,058	0,053
0,270	0,260	0,073	0,068
0,165	0,280	0,027	0,078
0,330	0,125	0,109	0,016
0,190	0,110	0,036	0,012
0,130	0,155	0,017	0,024
0,240	0,210	0,058	0,044
0,235	0,070	0,055	0,005
0,190	0,235	0,036	0,055
0,220	0,180	0,048	0,032
0,220	0,190	0,048	0,036
0,275	0,190	0,076	0,036
0,315	0,250	0,099	0,063
0,140	0,260	0,020	0,068
0,160	0,060	0,026	0,004
0,090	0,110	0,008	0,012
0,300	0,265	0,090	0,070
0,155	0,240	0,024	0,058
0,195	0,250	0,038	0,063
0,110	0,180	0,012	0,032
0,205	0,200	0,042	0,040
0,230	0,150	0,053	0,023
0,075	0,250	0,006	0,063
0,180	0,220	0,032	0,048
0,255	0,210	0,065	0,044
0,300	0,100	0,090	0,010
0,070	0,260	0,005	0,068
0,060	0,130	0,004	0,017
0,100	0,300	0,010	0,090
0,260	0,300	0,068	0,090
0,220	0,240	0,048	0,058

0,320	0,190	0,102	0,036
0,140	0,380	0,020	0,144
0,255	0,120	0,065	0,014
0,110	0,250	0,012	0,063
0,080	0,210	0,006	0,044
0,180	0,105	0,032	0,011
0,170	0,190	0,029	0,036
0,235	0,160	0,055	0,026
0,160	0,260	0,026	0,068
0,260	0,400	0,068	0,160
0,085	0,130	0,007	0,017
0,130	0,250	0,017	0,063
0,100	0,180	0,010	0,032
0,120	0,190	0,014	0,036
0,145	0,205	0,021	0,042
0,215	0,170	0,046	0,029
0,180	0,240	0,032	0,058
0,235	0,250	0,055	0,063
0,250	0,350	0,063	0,123
0,290	0,280	0,084	0,078
0,245	0,290	0,060	0,084
0,095	0,080	0,009	0,006
0,105	0,100	0,011	0,010
0,115	0,090	0,013	0,008
		4,762	4,714
		Vol. en piso	13,395

Tiempo total (min.)	49
Tiempo efectivo (min.)	46
Vol. Piso (m ³ /h)	20,56
Vol. Pie (m ³ /h)	29,20

Vol. en piso 15,760

Parcela 2

Volumen en pie

Clase DAP	No. árbol	DAP	Ab (m ²)	Ht	Hc	FF	Vol. C (m ³)	Tiempos(s)
15-20	14	0,18	0,025	27	21	0,48	0,257	64
20-25	8	0,25	0,049		20,75		0,489	70
30-35	16	0,3	0,071	27	23	0,55	0,894	94
	15	0,35	0,096				1,217	117
	12	0,33	0,086				1,082	91
	11	0,325	0,083				1,049	107
	10	0,32	0,080				1,017	133
	5	0,32	0,080				1,017	87

	1	0,345	0,093				1,183	164
35-39,9	2	0,405	0,129	31	26	0,51	1,708	134
	3	0,38	0,113				1,504	180
	4	0,39	0,119				1,584	113
	6	0,39	0,119				1,584	173
	7	0,365	0,105				1,387	161
	9	0,375	0,110				1,465	144
	13	0,4	0,126				1,666	170
							19,104	
Promedio		0,339		28,33	22,688		1,194	

Volumen en medido en piso

Largo	D1	D2	D1 ²	D2 ²
5,8	0,28	0,32	0,078	0,102
	0,34	0,42	0,116	0,176
	0,29	0,35	0,084	0,123
			0,278	0,401
Vol. en piso			1,547	

2,9	0,3	0,39	0,090	0,152
	0,305	0,33	0,093	0,109
	0,28	0,31	0,078	0,096
	0,3	0,35	0,090	0,123
				0,351
Vol. en piso			0,946	

3,6	0,37	0,35	0,137	0,123
	0,095	0,18	0,009	0,032
	0,08	0,28	0,006	0,078
	0,15	0,14	0,023	0,020
	0,286	0,205	0,082	0,042
	0,14	0,24	0,020	0,058
	0,2	0,27	0,040	0,073
	0,255	0,23	0,065	0,053
	0,185	0,29	0,034	0,084
	0,245	0,14	0,060	0,020
	0,22	0,25	0,048	0,063
	0,17	0,135	0,029	0,018
	0,06	0,18	0,004	0,032
	0,2	0,2	0,040	0,040
	0,14	0,18	0,020	0,032

0,31	0,32	0,096	0,102
0,315	0,37	0,099	0,137
0,12	0,17	0,014	0,029
0,16	0,23	0,026	0,053
0,06	0,25	0,004	0,063
0,23	0,11	0,053	0,012
0,26	0,28	0,068	0,078
0,19	0,22	0,036	0,048
0,155	0,185	0,024	0,034
0,25	0,28	0,063	0,078
0,11	0,15	0,012	0,023
0,29	0,295	0,084	0,087
0,22	0,255	0,048	0,065
0,27	0,28	0,073	0,078
0,2	0,15	0,040	0,023
0,11	0,24	0,012	0,058
0,22	0,14	0,048	0,020
0,26	0,255	0,068	0,065
0,06	0,22	0,004	0,048
0,17	0,275	0,029	0,076
0,215	0,2	0,046	0,040
0,27	0,31	0,073	0,096
0,245	0,26	0,060	0,068
0,28	0,29	0,078	0,084
0,17	0,28	0,029	0,078
0,2	0,29	0,040	0,084
0,08	0,16	0,006	0,026
0,155	0,18	0,024	0,032
0,165	0,21	0,027	0,044
0,25	0,175	0,063	0,031
0,17	0,22	0,029	0,048
0,21	0,215	0,044	0,046
0,06	0,33	0,004	0,109
0,2	0,245	0,040	0,060
0,09	0,25	0,008	0,063
0,24	0,14	0,058	0,020
0,26	0,28	0,068	0,078
0,255	0,285	0,065	0,081
0,185	0,17	0,034	0,029
0,12	0,19	0,014	0,036
0,165	0,21	0,027	0,044
0,235	0,265	0,055	0,070
0,11	0,13	0,012	0,017
0,22	0,215	0,048	0,046

0,17	0,22	0,029	0,048
0,22	0,235	0,048	0,055
0,26	0,25	0,068	0,063
0,24	0,28	0,058	0,078
0,33	0,2	0,109	0,040
0,23	0,385	0,053	0,148
0,1	0,25	0,010	0,063
0,3	0,31	0,090	0,096
0,07	0,16	0,005	0,026
0,14	0,26	0,020	0,068
0,18	0,27	0,032	0,073
0,19	0,2	0,036	0,040
0,27	0,33	0,073	0,109
0,07	0,14	0,005	0,020
0,1	0,23	0,010	0,053
0,23	0,095	0,053	0,009
0,07	0,22	0,005	0,048
0,2	0,095	0,040	0,009
0,125	0,15	0,016	0,023
0,19	0,2	0,036	0,040
0,26	0,26	0,068	0,068
0,135	0,14	0,018	0,020
0,07	0,07	0,005	0,005
0,06	0,1	0,004	0,010
0,18	0,18	0,032	0,032
0,165	0,19	0,027	0,036
0,145	0,21	0,021	0,044
0,21	0,165	0,044	0,027
0,21	0,225	0,044	0,051
0,26	0,285	0,068	0,081
0,245	0,26	0,060	0,068
0,13	0,18	0,017	0,032
0,18	0,205	0,032	0,042
0,08	0,12	0,006	0,014
0,22	0,225	0,048	0,051
		3,759	4,964
		Vol. en piso	12,331

Vol. total en piso.	14,825
---------------------	--------

Tiempo total (min)	40
Tiempo efectivo (min)	40

Vol. en piso (m³/h)	22,24
Vol. en pie (m³/h)	28,66

Parcela 3

Volumen en pie

CLASE DAP	No. árbol	DAP	Ab m²	Ht.	Hc.	FF	Vol.(m³)	Tiempos(s)
25-29,9	9	0,29	0,066	26	20	0,58	0,766	117
	6	0,25	0,049				0,569	72
	7	0,28	0,062	26	20		0,714	66
	8	0,26	0,053	28	24		0,739	68
	4	0,29	0,066				0,919	63
	11	0,29	0,066				0,919	72
	15	0,285	0,064				0,888	114
	16	0,295	0,068				0,951	89
30-34,9	3	0,3	0,071			0,55	0,816	102
	10	0,3	0,071				0,816	82
	12	0,305	0,073				0,844	103
	13	0,335	0,088	28	21		1,018	99
35-39,9	14	0,395	0,123		23,3	0,51	1,456	150
40-44,9	1	0,4	0,126	29	24	0,51	1,538	154
	2	0,405	0,129	28	21		1,577	254
	5	0,44	0,152				1,861	261
							16,394	
promedio		0,32		27,5			1,025	

Volumen medido en piso

Largo	D1	D2	D1²	D2²
5,8	0,405	0,375	0,164	0,141
	0,38	0,305	0,144	0,093
	0,33	0,42	0,109	0,176
			0,417	0,410
		Vol. en piso	1,884	

2,9	0,29	0,33	0,084	0,109
	0,35	0,29	0,123	0,084
			0,207	0,193

Vol. en piso	0,455
-----------------	-------

3,6	0,28	0,3	0,078	0,090
	0,17	0,2	0,029	0,040
	0,24	0,22	0,058	0,048
	0,06	0,28	0,004	0,078
	0,11	0,1	0,012	0,010
	0,06	0,14	0,004	0,020
	0,1	0,09	0,010	0,008
	0,06	0,27	0,004	0,073
	0,21	0,16	0,044	0,026
	0,1	0,18	0,010	0,032
	0,22	0,22	0,048	0,048
	0,06	0,15	0,004	0,023
	0,15	0,29	0,023	0,084
	0,13	0,21	0,017	0,044
	0,27	0,29	0,073	0,084
	0,22	0,15	0,048	0,023
	0,19	0,16	0,036	0,026
	0,095	0,17	0,009	0,029
	0,19	0,225	0,036	0,051
	0,15	0,21	0,023	0,044
	0,07	0,34	0,005	0,116
	0,16	0,25	0,026	0,063
	0,22	0,12	0,048	0,014
	0,12	0,18	0,014	0,032
	0,24	0,15	0,058	0,023
	0,22	0,28	0,048	0,078
	0,14	0,13	0,020	0,017
	0,235	0,21	0,055	0,044
	0,15	0,19	0,023	0,036
	0,17	0,31	0,029	0,096
	0,22	0,16	0,048	0,026
	0,1	0,25	0,010	0,063
	0,06	0,23	0,004	0,053
	0,2	0,29	0,040	0,084
	0,26	0,18	0,068	0,032
	0,29	0,14	0,084	0,020
	0,11	0,15	0,012	0,023
	0,21	0,175	0,044	0,031
	0,22	0,21	0,048	0,044
	0,125	0,19	0,016	0,036
	0,11	0,175	0,012	0,031

0,19	0,175	0,036	0,031
0,13	0,165	0,017	0,027
0,15	0,19	0,023	0,036
0,17	0,2	0,029	0,040
0,125	0,12	0,016	0,014
0,24	0,265	0,058	0,070
0,175	0,22	0,031	0,048
0,23	0,19	0,053	0,036
0,08	0,215	0,006	0,046
0,2	0,25	0,040	0,063
0,21	0,33	0,044	0,109
0,23	0,33	0,053	0,109
0,22	0,22	0,048	0,048
0,26	0,105	0,068	0,011
0,21	0,15	0,044	0,023
0,24	0,12	0,058	0,014
0,18	0,16	0,032	0,026
0,135	0,18	0,018	0,032
0,085	0,145	0,007	0,021
0,06	0,125	0,004	0,016
0,175	0,2	0,031	0,040
0,145	0,18	0,021	0,032
0,245	0,265	0,060	0,070
0,24	0,25	0,058	0,063
0,205	0,22	0,042	0,048
0,21	0,225	0,044	0,051
0,25	0,27	0,063	0,073
0,11	0,15	0,012	0,023
0,14	0,25	0,020	0,063
0,19	0,18	0,036	0,032
0,22	0,215	0,048	0,046
0,27	0,195	0,073	0,038
0,17	0,205	0,029	0,042
0,19	0,345	0,036	0,119
0,21	0,165	0,044	0,027
0,235	0,235	0,055	0,055
0,26	0,286	0,068	0,082
0,09	0,14	0,008	0,020
0,24	0,13	0,058	0,017
0,095	0,245	0,009	0,060
0,26	0,165	0,068	0,027
0,145	0,34	0,021	0,116
0,23	0,215	0,053	0,046
0,21	0,19	0,044	0,036

0,2	0,25	0,040	0,063
0,17	0,21	0,029	0,044
0,235	0,21	0,055	0,044
0,175	0,26	0,031	0,068
0,21	0,21	0,044	0,044
0,095	0,135	0,009	0,018
0,255	0,28	0,065	0,078
0,265	0,15	0,070	0,023
0,23	0,3	0,053	0,090
0,245	0,23	0,060	0,053
0,155	0,25	0,024	0,063
0,13	0,21	0,017	0,044
0,07	0,17	0,005	0,029
0,14	0,29	0,020	0,084
0,155	0,14	0,024	0,020
		3,508	4,650
	Vol. en piso		11,534

Tiempo total (min)	55
Tiempo efectivo (min)	40
Vol. Piso (m³/h)	20,81
Vol. Pie (m³/h)	24,59

Vol. total en piso	13,873
-----------------------	--------

Parcela 4

Volumen en pie

CLASE DAP	No. árbol	DAP	Ab m²	Ht	Hc	FF	Vol.(m³)	Tiempos(s)
20-24,9	1	0,21	0,035			0,48	0,266	68
	9	0,23	0,042	22	16		0,319	60
25-29,9	11	0,25	0,049			0,58	0,484	54
	16	0,26	0,053				0,523	74
	5	0,26	0,053				0,523	76
	8	0,27	0,057	23	17		0,565	74
30-34,9	13	0,3	0,071			0,55	0,914	90
	15	0,3	0,071				0,914	108
	6	0,3	0,071				0,914	75
	10	0,32	0,080				1,039	127
	14	0,32	0,080				1,039	149
	12	0,34	0,091	29	23,5		1,173	112
35-39,9	4	0,35	0,096			0,51	1,055	141
	2	0,385	0,116	28	21,5		1,276	132
	7	0,39	0,119				1,310	190

45-+	3	0,46	0,166	30	26	0,51	2,204	187
							14,519	
promedio		0,309		26,4			0,907	

Volumen medido en piso

Largo	D1	D2	D1 ²	D2 ²
5,8	0,34	0,47	0,116	0,221
	0,33	0,4	0,109	0,160
	0,295	0,35	0,087	0,123
	0,345	0,395	0,119	0,156
			0,431	0,659
		Vol. en piso	2,483	

2,9	0,305	0,345	0,093	0,119
	0,285	0,305	0,081	0,093
	0,3	0,32	0,090	0,102
	0,315	0,356	0,099	0,127
			0,363	0,441
		Vol. en piso	0,916	

3,6	0,18	0,245	0,032	0,060
	0,2	0,225	0,040	0,051
	0,24	0,3	0,058	0,090
	0,24	0,29	0,058	0,084
	0,28	0,32	0,078	0,102
	0,095	0,16	0,009	0,026
	0,1	0,135	0,010	0,018
	0,13	0,145	0,017	0,021
	0,06	0,17	0,004	0,029
	0,11	0,1	0,012	0,010
	0,17	0,155	0,029	0,024
	0,07	0,215	0,005	0,046
	0,165	0,105	0,027	0,011
	0,19	0,215	0,036	0,046
	0,19	0,225	0,036	0,051
	0,06	0,11	0,004	0,012
	0,255	0,095	0,065	0,009
	0,06	0,27	0,004	0,073
	0,12	0,12	0,014	0,014
	0,06	0,275	0,004	0,076

0,22	0,17	0,048	0,029
0,17	0,26	0,029	0,068
0,165	0,23	0,027	0,053
0,225	0,205	0,051	0,042
0,295	0,32	0,087	0,102
0,245	0,27	0,060	0,073
0,06	0,11	0,004	0,012
0,06	0,16	0,004	0,026
0,07	0,1	0,005	0,010
0,105	0,095	0,011	0,009
0,275	0,305	0,076	0,093
0,06	0,105	0,004	0,011
0,125	0,175	0,016	0,031
0,09	0,16	0,008	0,026
0,22	0,12	0,048	0,014
0,215	0,16	0,046	0,026
0,19	0,24	0,036	0,058
0,135	0,16	0,018	0,026
0,12	0,16	0,014	0,026
0,16	0,09	0,026	0,008
0,06	0,21	0,004	0,044
0,135	0,12	0,018	0,014
0,25	0,17	0,063	0,029
0,08	0,18	0,006	0,032
0,205	0,2	0,042	0,040
0,17	0,18	0,029	0,032
0,17	0,16	0,029	0,026
0,19	0,14	0,036	0,020
0,1	0,2	0,010	0,040
0,16	0,22	0,026	0,048
0,06	0,2	0,004	0,040
0,135	0,11	0,018	0,012
0,17	0,15	0,029	0,023
0,11	0,09	0,012	0,008
0,17	0,15	0,029	0,023
0,08	0,14	0,006	0,020
0,11	0,19	0,012	0,036
0,235	0,205	0,055	0,042
0,07	0,225	0,005	0,051
0,2	0,255	0,040	0,065
0,2	0,28	0,040	0,078
0,155	0,34	0,024	0,116
0,2	0,21	0,040	0,044
0,205	0,185	0,042	0,034

0,195	0,11	0,038	0,012
0,245	0,21	0,060	0,044
0,285	0,17	0,081	0,029
0,06	0,14	0,004	0,020
0,115	0,16	0,013	0,026
0,26	0,19	0,068	0,036
0,06	0,11	0,004	0,012
0,07	0,23	0,005	0,053
0,2	0,25	0,040	0,063
0,17	0,205	0,029	0,042
0,18	0,275	0,032	0,076
0,25	0,265	0,063	0,070
0,23	0,295	0,053	0,087
0,23	0,255	0,053	0,065
0,145	0,28	0,021	0,078
0,27	0,22	0,073	0,048
0,195	0,075	0,038	0,006
0,25	0,27	0,063	0,073
0,27	0,35	0,073	0,123
0,2	0,13	0,040	0,017
0,1	0,22	0,010	0,048
0,21	0,23	0,044	0,053
0,095	0,24	0,009	0,058
0,135	0,105	0,018	0,011
0,15	0,17	0,023	0,029
0,17	0,17	0,029	0,029
0,17	0,175	0,029	0,031
0,06	0,15	0,004	0,023
0,11	0,19	0,012	0,036
0,18	0,215	0,032	0,046
0,205	0,235	0,042	0,055
0,22	0,22	0,048	0,048
0,23	0,28	0,053	0,078
0,26	0,225	0,068	0,051
0,27	0,25	0,073	0,063
0,19	0,31	0,036	0,096
0,155	0,19	0,024	0,036
		3,180	4,279
	Vol. en piso		10,545

Vol. total en piso	13,944
--------------------	--------

Tiempo total (min)	37
Tiempo efectivo (min)	37
Vol. Piso (m³/h)	22,61
Vol. Pie (m³/h)	23,54

Parcela 5

Volumen en pie

Clase de DAP	No. árbol	DAP	Ab m ²	Ht	Hc	FF	Vol. c (m ³)	Tiempo (s)
25-29,9	5	0,25	0,049				0,598	100
	10	0,25	0,049				0,598	74
	12	0,255	0,051				0,622	127
	16	0,26	0,053	25	21	0,58	0,647	97
	14	0,28	0,062				0,750	111
	13	0,29	0,066				0,805	112
	15	0,29	0,066				0,805	139
30-34,9	9	0,31	0,075				0,854	80
	4	0,315	0,078				0,976	90
	7	0,32	0,080				1,007	112
	8	0,33	0,086	29	23,5	0,55	1,039	122
	2	0,34	0,091				1,105	141
	6	0,34	0,091				1,173	133
35-39,9	1	0,35	0,096	30	25	0,51	1,158	108
	11	0,365	0,105				1,227	135
45-49,9	3	0,45	0,159	31	26		2,109	284
							15,472	
Promedio		0,312		28,75			0,967	

Volumen medido en piso

Largo	D1	D2	D1 ²	D2 ²
5,8	0,29	0,375	0,084	0,141
	0,42	0,39	0,176	0,152
	0,3	0,35	0,090	0,123
	0,295	0,4	0,087	0,160
			0,438	0,575
			Vol. en piso	2,307

2,9	0,32	0,345	0,102	0,119
	0,29	0,31	0,084	0,096
	0,31	0,35	0,096	0,123
			0,283	0,338
		Vol. en piso	0,706	

3,6	0,28	0,29	0,078	0,084
	0,165	0,2	0,027	0,040
	0,23	0,255	0,053	0,065
	0,1	0,16	0,010	0,026
	0,21	0,24	0,044	0,058
	0,155	0,2	0,024	0,040
	0,27	0,16	0,073	0,026
	0,215	0,285	0,046	0,081
	0,07	0,225	0,005	0,051
	0,125	0,13	0,016	0,017
	0,175	0,245	0,031	0,060
	0,225	0,2	0,051	0,040
	0,16	0,18	0,026	0,032
	0,245	0,275	0,060	0,076
	0,105	0,22	0,011	0,048
	0,195	0,17	0,038	0,029
	0,14	0,18	0,020	0,032
	0,175	0,14	0,031	0,020
	0,125	0,26	0,016	0,068
	0,1	0,19	0,010	0,036
	0,185	0,23	0,034	0,053
	0,06	0,11	0,004	0,012
	0,2	0,28	0,040	0,078
	0,23	0,33	0,053	0,109
	0,25	0,255	0,063	0,065
	0,35	0,39	0,123	0,152
	0,285	0,31	0,081	0,096
	0,26	0,27	0,068	0,073
	0,28	0,14	0,078	0,020
	0,1	0,12	0,010	0,014
	0,065	0,115	0,004	0,013
	0,065	0,13	0,004	0,017
	0,27	0,28	0,073	0,078
	0,07	0,105	0,005	0,011
	0,105	0,21	0,011	0,044
	0,155	0,15	0,024	0,023
	0,2	0,11	0,040	0,012
	0,22	0,18	0,048	0,032
	0,185	0,28	0,034	0,078
	0,125	0,215	0,016	0,046
	0,17	0,15	0,029	0,023
	0,16	0,285	0,026	0,081
	0,27	0,17	0,073	0,029
	0,21	0,19	0,044	0,036

0,225	0,19	0,051	0,036
0,21	0,245	0,044	0,060
0,25	0,265	0,063	0,070
0,12	0,24	0,014	0,058
0,15	0,265	0,023	0,070
0,04	0,195	0,002	0,038
0,095	0,145	0,009	0,021
0,105	0,21	0,011	0,044
0,28	0,095	0,078	0,009
0,23	0,26	0,053	0,068
0,23	0,19	0,053	0,036
0,07	0,29	0,005	0,084
0,06	0,1	0,004	0,010
0,06	0,1	0,004	0,010
0,225	0,28	0,051	0,078
0,11	0,14	0,012	0,020
0,155	0,18	0,024	0,032
0,18	0,215	0,032	0,046
0,2	0,19	0,040	0,036
0,26	0,28	0,068	0,078
0,1	0,14	0,010	0,020
0,14	0,225	0,020	0,051
0,225	0,26	0,051	0,068
0,145	0,185	0,021	0,034
0,185	0,155	0,034	0,024
0,07	0,14	0,005	0,020
0,155	0,27	0,024	0,073
0,14	0,19	0,020	0,036
0,19	0,195	0,036	0,038
0,14	0,2	0,020	0,040
0,205	0,125	0,042	0,016
0,095	0,29	0,009	0,084
0,17	0,25	0,029	0,063
0,135	0,18	0,018	0,032
0,255	0,115	0,065	0,013
0,265	0,175	0,070	0,031
0,18	0,155	0,032	0,024
0,215	0,24	0,046	0,058
0,145	0,2	0,021	0,040
0,23	0,225	0,053	0,051
0,23	0,13	0,053	0,017
0,245	0,135	0,060	0,018
0,21	0,195	0,044	0,038
0,175	0,25	0,031	0,063

0,18	0,23	0,032	0,053
0,17	0,135	0,029	0,018
0,095	0,2	0,009	0,040
0,24	0,12	0,058	0,014
0,225	0,18	0,051	0,032
0,09	0,24	0,008	0,058
0,125	0,3	0,016	0,090
0,26	0,3	0,068	0,090
0,18	0,145	0,032	0,021
0,14	0,2	0,020	0,040
0,22	0,175	0,048	0,031
0,21	0,17	0,044	0,029
0,18	0,26	0,032	0,068
0,22	0,23	0,048	0,053
0,065	0,295	0,004	0,087
0,16	0,18	0,026	0,032
		3,629	4,735
	Vol. en piso		11,824

Tiempo total (min)	37
Tiempo efectivo (min)	37
Vol. En piso (m ³ /h)	24,06
Vol. En pie (m ³ /h)	25,09

Vol. total en piso	14,837
--------------------	--------

Parcela 6

Volumen en pie

Clase de DAP	No. árbol	DAP	Ab m ²	Ht	Hc	FF	Vol. c (m ³)	Tiempo(s)
15-19,9	6	0,19	0,028	29	27,5	0,48	0,374	84
25-29,9	9	0,24	0,045				0,506	87
	12	0,265	0,055				0,617	118
	8	0,27	0,057		23,3	0,48	0,640	50
	10	0,28	0,062				0,689	102
30-34,9	2	0,305	0,073				0,884	78
	13	0,32	0,080				0,973	111
	16	0,32	0,080				0,973	135
	3	0,325	0,083	25	22	0,55	1,004	90
	14	0,33	0,086				1,035	133
	4	0,355	0,099				1,198	84
35-39,9	11	0,36	0,102	28,5	24	0,51	1,246	173
	1	0,38	0,113				1,388	178
	7	0,39	0,119				1,462	168
40-44,9	5	0,4	0,126	30	27,5	0,51	1,762	105

	15	0,4	0,126			1,659	138
						16,410	
Promedio		0,321		28,125		1,026	

Volumen medido en piso

Largo	D1	D2	D1 ²	D2 ²
5,8	0,31	0,42	0,096	0,176
	0,305	0,38	0,093	0,144
	0,3	0,355	0,090	0,126
			0,279	0,447
			Vol. en piso	1,653

2,9	0,31	0,3	0,096	0,090
	0,37	0,315	0,137	0,099
			0,233	0,189
			Vol. en piso	0,481

3,6	0,165	0,11	0,027	0,012
	0,115	0,06	0,013	0,004
	0,36	0,155	0,130	0,024
	0,2	0,16	0,040	0,026
	0,28	0,24	0,078	0,058
	0,06	0,21	0,004	0,044
	0,195	0,13	0,038	0,017
	0,2	0,285	0,040	0,081
	0,395	0,075	0,156	0,006
	0,33	0,28	0,109	0,078
	0,1	0,21	0,010	0,044
	0,225	0,205	0,051	0,042
	0,24	0,23	0,058	0,053
	0,29	0,175	0,084	0,031
	0,29	0,15	0,084	0,023
	0,2	0,225	0,040	0,051
	0,26	0,17	0,068	0,029
	0,255	0,13	0,065	0,017
	0,33	0,22	0,109	0,048
	0,21	0,09	0,044	0,008
	0,24	0,25	0,058	0,063
	0,31	0,26	0,096	0,068

0,31	0,295	0,096	0,087
0,38	0,31	0,144	0,096
0,16	0,12	0,026	0,014
0,44	0,345	0,194	0,119
0,26	0,285	0,068	0,081
0,24	0,275	0,058	0,076
0,13	0,26	0,017	0,068
0,065	0,205	0,004	0,042
0,22	0,2	0,048	0,040
0,16	0,14	0,026	0,020
0,19	0,235	0,036	0,055
0,22	0,185	0,048	0,034
0,09	0,105	0,008	0,011
0,19	0,23	0,036	0,053
0,14	0,265	0,020	0,070
0,27	0,34	0,073	0,116
0,16	0,245	0,026	0,060
0,07	0,18	0,005	0,032
0,13	0,12	0,017	0,014
0,05	0,12	0,003	0,014
0,1	0,11	0,010	0,012
0,05	0,15	0,003	0,023
0,145	0,285	0,021	0,081
0,16	0,25	0,026	0,063
0,185	0,23	0,034	0,053
0,085	0,22	0,007	0,048
0,23	0,225	0,053	0,051
0,105	0,23	0,011	0,053
0,28	0,16	0,078	0,026
0,14	0,26	0,020	0,068
0,195	0,195	0,038	0,038
0,21	0,24	0,044	0,058
0,215	0,3	0,046	0,090
0,19	0,13	0,036	0,017
0,21	0,19	0,044	0,036
0,245	0,185	0,060	0,034
0,23	0,15	0,053	0,023
0,125	0,29	0,016	0,084
0,11	0,095	0,012	0,009
0,065	0,12	0,004	0,014
0,07	0,11	0,005	0,012
0,155	0,145	0,024	0,021
0,215	0,19	0,046	0,036
0,14	0,11	0,020	0,012

0,095	0,18	0,009	0,032
0,175	0,205	0,031	0,042
0,155	0,13	0,024	0,017
0,22	0,145	0,048	0,021
0,08	0,175	0,006	0,031
0,085	0,34	0,007	0,116
0,27	0,22	0,073	0,048
0,27	0,23	0,073	0,053
0,215	0,275	0,046	0,076
0,19	0,21	0,036	0,044
0,135	0,27	0,018	0,073
0,24	0,17	0,058	0,029
0,26	0,28	0,068	0,078
0,235	0,27	0,055	0,073
0,17	0,125	0,029	0,016
0,34	0,23	0,116	0,053
0,235	0,13	0,055	0,017
0,225	0,16	0,051	0,026
0,31	0,36	0,096	0,130
0,25	0,28	0,063	0,078
0,06	0,22	0,004	0,048
0,225	0,31	0,051	0,096
0,28	0,18	0,078	0,032
0,125	0,24	0,016	0,058
0,128	0,21	0,016	0,044
0,19	0,17	0,036	0,029
0,16	0,255	0,026	0,065
0,22	0,28	0,048	0,078
0,23	0,235	0,053	0,055
0,24	0,18	0,058	0,032
0,14	0,315	0,020	0,099
0,28	0,13	0,078	0,017
0,19	0,25	0,036	0,063
0,07	0,19	0,005	0,036
0,06	0,39	0,004	0,152
		4,552	4,845
		Vol. en piso	13,284

Vol. total en piso	15,419
--------------------	--------

Tiempo total (min)	40
Tiempo efectivo (min)	40
Vol.piso (m³/h)	23,13
Vol. Pie (m³/h)	24,62

Parcela 7

Volumen en pie

Clase de DAP	No. árbol	DAP	Ab m ²	Ht	Hc	FF	Vol. c (m ³)	Tiempo (s)
25-29,9	12	0,29	0,066	29,5	27	0,58	1,034	94
	14	0,28	0,062				0,964	94
30-34,9	1	0,34	0,091				1,198	137
	3	0,325	0,083				1,095	120
	4	0,325	0,083	29	24	0,55	1,095	89
	5	0,325	0,083				1,095	158
	7	0,307	0,074				0,977	101
	9	0,33	0,086				1,129	108
	10	0,305	0,073				0,964	114
	11	0,31	0,075				0,996	73
	13	0,345	0,093				1,234	145
	15	0,32	0,080				1,062	156
35-39,9	8	0,35	0,096	29	23,3	0,51	1,143	139
40-44,9	2	0,4	0,126	30	23,1	0,51	1,480	186
	6	0,423	0,141				1,656	177
			Arboles sin datos procesados				1,142	173
							1,149	87
							19,414	
Promedio		0,332		29,38			1,142	

Volumen medido en piso

largo	D1	D2	D1 ²	D2 ²
5,8	0,325	0,37	0,106	0,137
	0,305	0,38	0,093	0,144
	0,34	0,4	0,116	0,160
	0,3	0,34	0,090	0,116
	0,32	0,395	0,102	0,156
	0,28	0,35	0,078	0,123
			0,585	0,835
		Vol. en piso	3,235	

2,9	0,31	0,32	0,096	0,102
	0,3	0,33	0,090	0,109

	0,3	0,33	0,090	0,109
	0,295	0,32	0,087	0,102
	0,31	0,32	0,096	0,102
			0,459	0,525
			Vol. en piso	1,121
3,6	0,215	0,24	0,046	0,058
	0,16	0,21	0,026	0,044
	0,07	0,14	0,005	0,020
	0,145	0,17	0,021	0,029
	0,275	0,3	0,076	0,090
	0,23	0,26	0,053	0,068
	0,235	0,25	0,055	0,063
	0,2	0,3	0,040	0,090
	0,28	0,23	0,078	0,053
	0,25	0,285	0,063	0,081
	0,18	0,2	0,032	0,040
	0,14	0,16	0,020	0,026
	0,08	0,14	0,006	0,020
	0,28	0,32	0,078	0,102
	0,145	0,16	0,021	0,026
	0,06	0,28	0,004	0,078
	0,235	0,16	0,055	0,026
	0,075	0,35	0,006	0,123
	0,28	0,21	0,078	0,044
	0,205	0,28	0,042	0,078
	0,25	0,23	0,063	0,053
	0,155	0,2	0,024	0,040
	0,215	0,235	0,046	0,055
	0,17	0,19	0,029	0,036
	0,22	0,13	0,048	0,017
	0,14	0,23	0,020	0,053
	0,21	0,2	0,044	0,040
	0,185	0,145	0,034	0,021
	0,16	0,17	0,026	0,029
	0,12	0,11	0,014	0,012
	0,14	0,075	0,020	0,006
	0,16	0,21	0,026	0,044
	0,18	0,265	0,032	0,070
	0,135	0,17	0,018	0,029
	0,145	0,31	0,021	0,096
	0,305	0,22	0,093	0,048
	0,195	0,275	0,038	0,076
	0,25	0,255	0,063	0,065
	0,23	0,1	0,053	0,010

0,075	0,13	0,006	0,017
0,27	0,33	0,073	0,109
0,18	0,22	0,032	0,048
0,07	0,11	0,005	0,012
0,255	0,18	0,065	0,032
0,105	0,3	0,011	0,090
0,28	0,23	0,078	0,053
0,195	0,22	0,038	0,048
0,25	0,24	0,063	0,058
0,18	0,24	0,032	0,058
0,12	0,2	0,014	0,040
0,2	0,26	0,040	0,068
0,24	0,16	0,058	0,026
0,14	0,19	0,020	0,036
0,09	0,19	0,008	0,036
0,15	0,15	0,023	0,023
0,35	0,38	0,123	0,144
0,24	0,15	0,058	0,023
0,19	0,25	0,036	0,063
0,15	0,32	0,023	0,102
0,3	0,22	0,090	0,048
0,275	0,18	0,076	0,032
0,1	0,29	0,010	0,084
0,29	0,1	0,084	0,010
0,27	0,15	0,073	0,023
0,155	0,355	0,024	0,126
0,24	0,18	0,058	0,032
0,19	0,295	0,036	0,087
0,23	0,27	0,053	0,073
0,075	0,23	0,006	0,053
0,09	0,14	0,008	0,020
0,06	0,23	0,004	0,053
0,25	0,265	0,063	0,070
0,225	0,26	0,051	0,068
0,175	0,24	0,031	0,058
0,055	0,16	0,003	0,026
0,11	0,22	0,012	0,048
0,24	0,23	0,058	0,053
0,195	0,28	0,038	0,078
0,265	0,19	0,070	0,036
0,16	0,29	0,026	0,084
0,26	0,14	0,068	0,020
0,11	0,1	0,012	0,010
0,075	0,17	0,006	0,029

0,075	0,12	0,006	0,014
0,2	0,24	0,040	0,058
0,085	0,12	0,007	0,014
0,22	0,2	0,048	0,040
0,24	0,255	0,058	0,065
0,135	0,13	0,018	0,017
0,17	0,165	0,029	0,027
0,135	0,16	0,018	0,026
0,1	0,37	0,010	0,137
0,28	0,18	0,078	0,032
0,22	0,27	0,048	0,073
0,27	0,23	0,073	0,053
0,21	0,28	0,044	0,078
0,24	0,13	0,058	0,017
0,075	0,16	0,006	0,026
0,06	0,125	0,004	0,016
0,13	0,13	0,017	0,017
0,08	0,3	0,006	0,090
0,29	0,17	0,084	0,029
0,275	0,29	0,076	0,084
0,18	0,28	0,032	0,078
0,15	0,2	0,023	0,040
0,2	0,2	0,040	0,040
0,2	0,25	0,040	0,063
0,09	0,24	0,008	0,058
0,27	0,24	0,073	0,058
0,23	0,28	0,053	0,078
0,225	0,21	0,051	0,044
0,235	0,28	0,055	0,078
0,17	0,16	0,029	0,026
		4,408	5,737
		Vol. en piso	14,343
		Vol. total en piso.	18,699

Tiempo total (min)	45
Tiempo efectivo (min)	45
Vol. piso (m ³ /h)	24,93
Vol. pie (m ³ /h)	25,89

Parcela 8

Volumen en pie

Clase de DAP	No. árbol	DAP	Ab m ²	Ht	Hc	FF	Vol. c(m ³)	Tiempo (s)
20-24,9	14	0,245	0,047		20,7	0,48	0,468	180

25-29,9	12	0,29	0,066	27	23,3	0,58	0,893	125
30-34,9	3	0,315	0,078				1,200	102
	5	0,34	0,091	31	28	0,55	1,398	159
	9	0,315	0,078				1,200	111
	13	0,33	0,086				1,317	141
35-39,9	1	0,365	0,105				1,468	122
	2	0,362	0,103				1,443	178
	7	0,355	0,099				1,388	187
	8	0,35	0,096			0,51	1,349	173
	10	0,39	0,119				1,675	63
	11	0,36	0,102				1,428	129
	16	0,36	0,102				1,428	121
	17	0,395	0,123	30	27,5		1,719	177
40-44,9	15	0,405	0,129		23,1	0,51	1,518	157
45-49,9	6	0,49	0,189				2,645	370
	4	0,455	0,163	29	25,5	0,51	1,990	190
							24,527	
Promedio		0,360		29,25			1,443	

Volumen medido en piso

Largo	D1	D2	D1 ²	D2 ²
5,8	0,39	0,33	0,152	0,109
	0,385	0,3	0,148	0,090
	0,345	0,31	0,119	0,096
	0,355	0,295	0,126	0,087
	0,43	0,36	0,185	0,130
	0,385	0,3	0,148	0,090
	0,415	0,32	0,172	0,102
	0,43	0,36	0,185	0,130
			1,236	0,834
			Vol. en piso	4,713

2,9	0,375	0,305	0,141	0,093
	0,5	0,435	0,250	0,189
	0,32	0,31	0,102	0,096
			0,493	0,378
			Vol. en piso	0,992

3,6	0,145	0,26	0,021	0,068
	0,335	0,09	0,112	0,008
	0,225	0,25	0,051	0,063
	0,185	0,12	0,034	0,014

0,25	0,19	0,063	0,036
0,26	0,14	0,068	0,020
0,2	0,15	0,040	0,023
0,15	0,26	0,023	0,068
0,27	0,23	0,073	0,053
0,3	0,265	0,090	0,070
0,15	0,14	0,023	0,020
0,225	0,2	0,051	0,040
0,26	0,19	0,068	0,036
0,185	0,26	0,034	0,068
0,125	0,28	0,016	0,078
0,27	0,13	0,073	0,017
0,325	0,06	0,106	0,004
0,25	0,225	0,063	0,051
0,285	0,25	0,081	0,063
0,295	0,29	0,087	0,084
0,235	0,22	0,055	0,048
0,26	0,235	0,068	0,055
0,23	0,21	0,053	0,044
0,135	0,26	0,018	0,068
0,275	0,075	0,076	0,006
0,18	0,275	0,032	0,076
0,305	0,14	0,093	0,020
0,295	0,09	0,087	0,008
0,19	0,155	0,036	0,024
0,215	0,25	0,046	0,063
0,15	0,195	0,023	0,038
0,255	0,28	0,065	0,078
0,21	0,205	0,044	0,042
0,305	0,255	0,093	0,065
0,1	0,19	0,010	0,036
0,23	0,065	0,053	0,004
0,25	0,15	0,063	0,023
0,2	0,095	0,040	0,009
0,195	0,145	0,038	0,021
0,145	0,28	0,021	0,078
0,305	0,095	0,093	0,009
0,26	0,23	0,068	0,053
0,285	0,27	0,081	0,073
0,195	0,18	0,038	0,032
0,11	0,06	0,012	0,004
0,1	0,06	0,010	0,004
0,29	0,27	0,084	0,073
0,27	0,255	0,073	0,065

0,2	0,095	0,040	0,009
0,165	0,18	0,027	0,032
0,24	0,21	0,058	0,044
0,07	0,07	0,005	0,005
0,13	0,065	0,017	0,004
0,425	0,38	0,181	0,144
0,275	0,25	0,076	0,063
0,16	0,18	0,026	0,032
0,09	0,18	0,008	0,032
0,17	0,215	0,029	0,046
0,235	0,225	0,055	0,051
0,21	0,175	0,044	0,031
0,18	0,27	0,032	0,073
0,12	0,265	0,014	0,070
0,28	0,27	0,078	0,073
0,14	0,275	0,020	0,076
0,155	0,225	0,024	0,051
0,345	0,09	0,119	0,008
0,325	0,125	0,106	0,016
0,27	0,29	0,073	0,084
0,37	0,23	0,137	0,053
0,29	0,24	0,084	0,058
0,25	0,31	0,063	0,096
0,255	0,21	0,065	0,044
0,26	0,24	0,068	0,058
0,12	0,245	0,014	0,060
0,255	0,26	0,065	0,068
0,165	0,275	0,027	0,076
0,33	0,165	0,109	0,027
0,19	0,14	0,036	0,020
0,3	0,275	0,090	0,076
0,17	0,14	0,029	0,020
0,27	0,07	0,073	0,005
0,2	0,21	0,040	0,044
0,135	0,075	0,018	0,006
0,245	0,195	0,060	0,038
0,12	0,075	0,014	0,006
0,175	0,2	0,031	0,040
0,15	0,06	0,023	0,004
0,2	0,165	0,040	0,027
0,22	0,12	0,048	0,014
0,11	0,18	0,012	0,032
0,115	0,095	0,013	0,009
0,26	0,33	0,068	0,109

Tiempo total (min)	48
Tiempo efectivo (min)	48
Vol. Piso (m ³ /h)	24,70
Vol. Pie (m ³ /h)	30,66

0,17	0,085	0,029	0,007
0,295	0,12	0,087	0,014
0,2	0,18	0,040	0,032
0,175	0,265	0,031	0,070
0,32	0,28	0,102	0,078
0,215	0,175	0,046	0,031
0,235	0,21	0,055	0,044
0,245	0,3	0,060	0,090
0,27	0,2	0,073	0,040
0,345	0,24	0,119	0,058
		5,546	4,395
		Vol. en piso	14,054

Vol. total en piso	19,759
--------------------	--------

SITUACION 2 COSECHA DE TROZAS PARA PULPA

Parcela 1

Volumen en pie

CLASE DAP	No. árbol	DAP	ABm2	Ht	Hc	FF	Vol.m ³	Tiempo(s)
15-19,9	11	0,13	0,01				0,09	57
	X	0,17	0,02				0,15	75
	1	0,17	0,02	16,00	13,50	0,48	0,15	46
	4	0,17	0,02				0,15	47
	14	0,15	0,02				0,11	43
	18	0,20	0,03				0,19	64
	17	0,18	0,03				0,17	43
	3	0,18	0,03				0,16	52
20-24,9	5	0,26	0,05				0,61	100
	6	0,24	0,05	29,00	24,00	0,48	0,52	76
	7	0,23	0,04				0,48	76
	12	0,21	0,03				0,40	110
	16	0,23	0,04				0,48	68
25-29,9	9	0,27	0,06	28,50	24,00	0,58	0,80	86
	Z	0,27	0,06				0,77	55
	13	0,27	0,06				0,80	86
	10	0,28	0,06				0,86	80
	15	0,29	0,06				0,89	118

30-34,9	2	0,30	0,07				1,03	113
	8	0,30	0,07	30,00	26,50	0,55	1,03	105
							9,83	
Promedios		0,22		25,88			0,49	

Volumen medido en piso

largo	D1	D2	D1 ²	D2 ²
3,6	0,20	0,26	0,04	0,07
	0,11	0,21	0,01	0,04
	0,24	0,14	0,06	0,02
	0,22	0,24	0,05	0,06
	0,24	0,26	0,06	0,07
	0,18	0,11	0,03	0,01
	0,06	0,14	0,00	0,02
	0,21	0,15	0,04	0,02
	0,06	0,09	0,00	0,01
	0,13	0,20	0,02	0,04
	0,12	0,25	0,01	0,06
	0,08	0,11	0,01	0,01
	0,14	0,22	0,02	0,05
	0,16	0,19	0,03	0,04
	0,20	0,15	0,04	0,02
	0,13	0,18	0,02	0,03
	0,15	0,27	0,02	0,07
	0,24	0,10	0,06	0,01
	0,05	0,13	0,00	0,02
	0,24	0,23	0,06	0,05
	0,19	0,29	0,03	0,08
	0,27	0,15	0,07	0,02
	0,18	0,09	0,03	0,01
	0,06	0,20	0,00	0,04
	0,17	0,17	0,03	0,03
	0,12	0,13	0,01	0,02
	0,07	0,12	0,00	0,01
	0,16	0,16	0,03	0,02
	0,14	0,24	0,02	0,06
	0,19	0,28	0,04	0,08
	0,07	0,21	0,00	0,04
	0,24	0,14	0,06	0,02
	0,09	0,13	0,01	0,02
	0,07	0,22	0,00	0,05
	0,10	0,10	0,01	0,01
	0,12	0,12	0,01	0,01

0,15	0,10	0,02	0,01
0,17	0,16	0,03	0,03
0,22	0,19	0,05	0,03
0,18	0,18	0,03	0,03
0,15	0,12	0,02	0,01
0,15	0,19	0,02	0,03
0,18	0,16	0,03	0,03
0,18	0,20	0,03	0,04
0,13	0,15	0,02	0,02
0,21	0,23	0,04	0,05
0,20	0,22	0,04	0,05
0,12	0,15	0,01	0,02
0,17	0,19	0,03	0,04
0,13	0,14	0,02	0,02
0,13	0,14	0,02	0,02
0,14	0,09	0,02	0,01
0,11	0,16	0,01	0,03
0,09	0,12	0,01	0,01
0,07	0,11	0,00	0,01
0,10	0,10	0,01	0,01
0,14	0,12	0,02	0,01
0,07	0,17	0,00	0,03
0,19	0,21	0,04	0,04
0,16	0,18	0,03	0,03
0,10	0,14	0,01	0,02
0,15	0,16	0,02	0,02
0,24	0,23	0,06	0,05
0,22	0,11	0,05	0,01
0,07	0,25	0,00	0,06
0,28	0,23	0,08	0,05
0,20	0,31	0,04	0,10
0,26	0,26	0,07	0,07
0,21	0,25	0,04	0,06
0,15	0,17	0,02	0,03
0,10	0,12	0,01	0,01
0,15	0,10	0,02	0,01
0,05	0,16	0,00	0,03
0,10	0,14	0,01	0,02
0,12	0,14	0,01	0,02
0,17	0,19	0,03	0,03
0,12	0,10	0,01	0,01
0,17	0,19	0,03	0,03
0,15	0,16	0,02	0,02
0,18	0,20	0,03	0,04

0,19	0,24	0,04	0,06
0,20	0,28	0,04	0,08
0,13	0,19	0,02	0,04
0,15	0,16	0,02	0,02
0,18	0,19	0,03	0,03
0,14	0,12	0,02	0,01
0,06	0,16	0,00	0,03
0,08	0,13	0,01	0,02
0,15	0,09	0,02	0,01
0,11	0,24	0,01	0,06
0,19	0,30	0,04	0,09
0,13	0,11	0,02	0,01
0,24	0,20	0,06	0,04
0,10	0,15	0,01	0,02
0,16	0,18	0,03	0,03
0,13	0,15	0,02	0,02
0,18	0,21	0,03	0,04
0,07	0,25	0,00	0,06
0,09	0,28	0,01	0,08
0,22	0,15	0,05	0,02
0,13	0,09	0,02	0,01
0,14	0,11	0,02	0,01
0,06	0,12	0,00	0,01
0,13	0,19	0,02	0,03
0,10	0,13	0,01	0,02
0,26	0,25	0,07	0,06
0,18	0,09	0,03	0,01
0,24	0,15	0,06	0,02
0,15	0,18	0,02	0,03
0,14	0,17	0,02	0,03
0,15	0,11	0,02	0,01
0,12	0,22	0,01	0,05
0,18	0,16	0,03	0,02
0,18	0,21	0,03	0,04
0,11	0,13	0,01	0,02
		2,91	3,70

Vol. en la pila	9,34
-----------------	------

Tiempo total (min)	30
Tiempo efectivo (min)	28
Vol. en piso (m ³ /h)	20,02
Vol. en pie(m ³ /h)	21,06

Parcela 2

Volumen en pie

CLASE DAP	No. árbol	DAP	ABm2	Ht	Hc	FF	Vol.m3	Tiempos(s)
10-14,9	7	0,12	0,01	16	12	0,48	0,07	6
	10	0,13	0,01				0,08	5
15-19,9	1	0,16	0,02				0,16	40
	8	0,15	0,02			0,48	0,15	37
	9	0,18	0,03	22	17,5		0,21	57
20-24,9	12	0,20	0,03				0,33	69
	16	0,21	0,03			0,48	0,35	86
	2	0,23	0,04	24,5	22		0,44	94
	4	0,23	0,04				0,44	97
	11	0,24	0,05				0,48	76
25-29,9	13	0,26	0,05				0,82	80
	3	0,28	0,06	30,5	26,5	0,58	0,91	134
	5	0,27	0,06				0,88	88
	14	0,28	0,06				0,95	83
30-34,9	6	0,30	0,07				0,94	98
	15	0,30	0,07	30	24,3	0,55	0,94	89
							8,14	
Promedio		0,22		24,6				0,51

Volumen medido en piso

Largo	D1	D2	D1 ²	D2 ²
3,6	0,26	0,10	0,07	0,01
	0,24	0,22	0,06	0,05
	0,21	0,12	0,04	0,01
	0,19	0,13	0,04	0,02
	0,14	0,21	0,02	0,04
	0,09	0,15	0,01	0,02
	0,10	0,14	0,01	0,02
	0,05	0,22	0,00	0,05
	0,09	0,17	0,01	0,03
	0,12	0,20	0,01	0,04
	0,08	0,19	0,01	0,04
	0,13	0,12	0,02	0,01
	0,23	0,15	0,05	0,02
	0,14	0,18	0,02	0,03
	0,19	0,24	0,04	0,06
	0,21	0,18	0,04	0,03
	0,16	0,18	0,03	0,03
	0,18	0,24	0,03	0,06

0,20	0,18	0,04	0,03
0,14	0,24	0,02	0,06
0,14	0,15	0,02	0,02
0,18	0,37	0,03	0,14
0,15	0,20	0,02	0,04
0,14	0,22	0,02	0,05
0,10	0,09	0,01	0,01
0,12	0,10	0,01	0,01
0,18	0,11	0,03	0,01
0,18	0,15	0,03	0,02
0,14	0,26	0,02	0,07
0,10	0,29	0,01	0,08
0,19	0,18	0,04	0,03
0,07	0,15	0,00	0,02
0,15	0,12	0,02	0,01
0,20	0,19	0,04	0,04
0,17	0,06	0,03	0,00
0,12	0,10	0,01	0,01
0,11	0,06	0,01	0,00
0,18	0,17	0,03	0,03
0,14	0,10	0,02	0,01
0,23	0,08	0,05	0,01
0,22	0,11	0,05	0,01
0,09	0,16	0,01	0,02
0,25	0,19	0,06	0,04
0,19	0,09	0,04	0,01
0,15	0,18	0,02	0,03
0,11	0,12	0,01	0,01
0,09	0,17	0,01	0,03
0,22	0,10	0,05	0,01
0,19	0,17	0,04	0,03
0,14	0,20	0,02	0,04
0,16	0,13	0,03	0,02
0,27	0,13	0,07	0,02
0,17	0,21	0,03	0,04
0,12	0,13	0,01	0,02
0,25	0,17	0,06	0,03
0,20	0,20	0,04	0,04
0,21	0,21	0,04	0,04
0,29	0,22	0,08	0,05
0,15	0,24	0,02	0,06
0,27	0,24	0,07	0,06
0,22	0,26	0,05	0,07
0,28	0,07	0,08	0,00

0,23	0,11	0,05	0,01
0,19	0,23	0,04	0,05
0,23	0,18	0,05	0,03
0,14	0,11	0,02	0,01
0,24	0,08	0,06	0,01
0,18	0,13	0,03	0,02
0,23	0,09	0,05	0,01
0,12	0,25	0,01	0,06
0,17	0,11	0,03	0,01
0,18	0,16	0,03	0,03
0,16	0,22	0,02	0,05
0,17	0,12	0,03	0,01
0,25	0,17	0,06	0,03
0,21	0,18	0,04	0,03
0,24	0,10	0,06	0,01
0,07	0,09	0,00	0,01
0,17	0,16	0,03	0,03
0,12	0,20	0,01	0,04
0,19	0,17	0,04	0,03
0,13	0,18	0,02	0,03
0,21	0,12	0,04	0,01
0,14	0,12	0,02	0,01
0,09	0,16	0,01	0,03
		2,68	2,51

Vol. en la pila	7,33
-----------------	------

Tiempo total (min)	104
Tiempo efectivo (min)	24
Vol. en piso (m ³ /h)	18,35
Vol. en pie(m ³ /h)	20,36

Parcela 3

Volumen medido en piso

CLASE DAP	No. árbol	DAP	ABm2	Ht	Hc	FF	Vol.m ³	Tiempo(s)
10-14,9	7	0,14	0,02	16	12	0,48	0,09	31
	E	0,13	0,01				0,08	49
	C	0,13	0,01				0,07	35

15-19,9	8	0,19	0,03	24	19	0,48	0,26	53
	14	0,16	0,02				0,17	41
	A	0,18	0,03				0,23	72
	H	0,16	0,02				0,17	92
20-24,9	11	0,22	0,04	30	26	0,48	0,45	98
	25	0,23	0,04				0,50	88
	B	0,25	0,05				0,59	63
25-29,9	22	0,27	0,06				0,80	62
	4	0,25	0,05	28	24,2	0,58	0,69	109
	12	0,25	0,05				0,69	82
	21	0,26	0,05				0,75	90
	F	0,27	0,06				0,77	65
	24	0,26	0,05				0,75	90
30-34,9	1	0,35	0,09				1,16	145
	23	0,32	0,08				1,00	157
	6	0,33	0,09	30,5	22,5	0,55	1,06	116
	15	0,32	0,08				0,96	109
	D	0,31	0,07				0,90	136
35-39,9	13	0,37	0,10	31,5	27	0,51	1,44	218
							13,58	
Promedios		0,24		26,67			0,62	

Volumen medido en piso

largo	D1	D2	D1 ²	D2 ²
3,6	0,19	0,17	0,03	0,03
	0,24	0,22	0,06	0,05
	0,18	0,19	0,03	0,04
	0,21	0,14	0,04	0,02
	0,12	0,24	0,01	0,06
	0,19	0,07	0,04	0,00
	0,26	0,13	0,07	0,02
	0,18	0,18	0,03	0,03
	0,22	0,17	0,05	0,03
	0,15	0,23	0,02	0,05
	0,14	0,19	0,02	0,04
	0,19	0,15	0,04	0,02
	0,16	0,16	0,03	0,03
	0,25	0,24	0,06	0,06
	0,13	0,12	0,02	0,01
	0,11	0,24	0,01	0,06
	0,15	0,21	0,02	0,04

0,21	0,09	0,04	0,01
0,23	0,19	0,05	0,04
0,13	0,22	0,02	0,05
0,22	0,27	0,05	0,07
0,23	0,08	0,05	0,01
0,29	0,17	0,08	0,03
0,15	0,10	0,02	0,01
0,12	0,08	0,01	0,01
0,16	0,09	0,03	0,01
0,12	0,11	0,01	0,01
0,09	0,09	0,01	0,01
0,10	0,10	0,01	0,01
0,24	0,12	0,06	0,01
0,30	0,21	0,09	0,04
0,20	0,23	0,04	0,05
0,09	0,16	0,01	0,03
0,09	0,15	0,01	0,02
0,15	0,09	0,02	0,01
0,14	0,08	0,02	0,01
0,14	0,16	0,02	0,03
0,17	0,09	0,03	0,01
0,26	0,12	0,07	0,01
0,14	0,14	0,02	0,02
0,16	0,15	0,03	0,02
0,19	0,23	0,04	0,05
0,12	0,17	0,01	0,03
0,20	0,12	0,04	0,01
0,17	0,17	0,03	0,03
0,22	0,12	0,05	0,01
0,09	0,17	0,01	0,03
0,22	0,21	0,05	0,04
0,27	0,11	0,07	0,01
0,15	0,10	0,02	0,01
0,15	0,25	0,02	0,06
0,10	0,07	0,01	0,00
0,28	0,20	0,08	0,04
0,12	0,10	0,01	0,01
0,11	0,11	0,01	0,01
0,12	0,07	0,01	0,00
0,35	0,29	0,12	0,08
0,09	0,11	0,01	0,01
0,18	0,12	0,03	0,01
0,14	0,31	0,02	0,09
0,21	0,17	0,04	0,03

0,20	0,20	0,04	0,04
0,25	0,10	0,06	0,01
0,27	0,11	0,07	0,01
0,09	0,22	0,01	0,05
0,14	0,06	0,02	0,00
0,10	0,23	0,01	0,05
0,11	0,13	0,01	0,02
0,25	0,15	0,06	0,02
0,15	0,23	0,02	0,05
0,14	0,11	0,02	0,01
0,22	0,07	0,05	0,00
0,10	0,21	0,01	0,04
0,20	0,26	0,04	0,07
0,19	0,20	0,04	0,04
0,29	0,13	0,08	0,02
0,29	0,26	0,08	0,07
0,28	0,26	0,08	0,07
0,18	0,24	0,03	0,06
0,25	0,17	0,06	0,03
0,25	0,16	0,06	0,03
0,19	0,21	0,04	0,04
0,21	0,21	0,04	0,04
0,22	0,13	0,05	0,02
0,26	0,20	0,07	0,04
0,21	0,23	0,04	0,05
0,08	0,08	0,01	0,01
0,16	0,06	0,03	0,00
0,09	0,22	0,01	0,05
0,24	0,10	0,06	0,01
0,12	0,11	0,01	0,01
0,19	0,07	0,04	0,00
0,14	0,14	0,02	0,02
0,12	0,22	0,01	0,05
0,24	0,20	0,06	0,04
0,22	0,19	0,05	0,04
0,21	0,21	0,04	0,04
0,12	0,16	0,01	0,03
0,18	0,07	0,03	0,00
0,25	0,26	0,06	0,07
0,11	0,21	0,01	0,04
0,25	0,17	0,06	0,03
0,11	0,08	0,01	0,01
0,18	0,06	0,03	0,00
0,12	0,12	0,01	0,01

0,13	0,28	0,02	0,08
0,29	0,18	0,08	0,03
0,22	0,06	0,05	0,00
0,17	0,11	0,03	0,01
0,30	0,12	0,09	0,01
0,10	0,14	0,01	0,02
0,17	0,14	0,03	0,02
0,13	0,19	0,02	0,04
0,15	0,30	0,02	0,09
0,17	0,12	0,03	0,01
0,37	0,24	0,14	0,06
0,20	0,14	0,04	0,02
0,19	0,17	0,03	0,03
0,27	0,12	0,07	0,01
0,32	0,20	0,10	0,04
0,12	0,07	0,01	0,00
0,13	0,26	0,02	0,07
0,10	0,11	0,01	0,01
0,23	0,10	0,05	0,01
0,30	0,25	0,09	0,06
0,16	0,22	0,03	0,05
		4,69	3,71

Vol. en la pila	11,875
-----------------	--------

Tiempo total (min)	39
Tiempo efectivo (min)	39
Vol. en piso (m ³ /h)	18,27
Vol. en pie(m ³ /h)	20,89

Parcela 4

Volumen en pie

CLASE DAP	No. árbol	DAP	ABm2	Ht	Hc	FF	Vol.m ³	Tiempos(s)
10-14,9	12	0,13	0,01	16	12	0,48	0,07	27
15-19,9	1	0,19	0,03				0,23	102
	6	0,16	0,02	20,7	16,7	0,48	0,16	70
	13	0,15	0,02				0,14	23
20-24,9	2	0,24	0,04				0,49	20

	3	0,22	0,04	27	23,5	0,48	0,43	72
	4	0,25	0,05				0,53	105
	9	0,21	0,03				0,39	88
	16	0,22	0,04				0,41	66
25-29,9	5	0,29	0,07				0,93	86
	7	0,26	0,05	28,3	24,2	0,58	0,75	69
	8	0,26	0,05				0,75	60
	14	0,25	0,05				0,69	85
	15	0,26	0,05				0,75	104
30-34,9	10	0,31	0,08				1,00	105
	11	0,34	0,09	30	24	0,55	1,20	117
							8,90	
Promedio		0,23		24,4			0,56	

Largo	D1	D2	D1 ²	D2 ²
3,6	0,11	0,13	0,01	0,02
	0,14	0,16	0,02	0,03
	0,12	0,14	0,01	0,02
	0,19	0,14	0,04	0,02
	0,16	0,12	0,03	0,01
	0,14	0,09	0,02	0,01
	0,18	0,18	0,03	0,03
	0,20	0,16	0,04	0,02
	0,14	0,12	0,02	0,01
	0,21	0,18	0,04	0,03
	0,15	0,18	0,02	0,03
	0,24	0,14	0,06	0,02
	0,12	0,10	0,01	0,01
	0,18	0,19	0,03	0,03
	0,19	0,12	0,03	0,01
	0,09	0,07	0,01	0,00
	0,16	0,11	0,02	0,01
	0,19	0,12	0,04	0,01
	0,16	0,19	0,02	0,04
	0,10	0,07	0,01	0,00
	0,14	0,14	0,02	0,02
	0,09	0,22	0,01	0,05
	0,12	0,13	0,01	0,02
	0,18	0,08	0,03	0,01
	0,22	0,15	0,05	0,02
	0,16	0,19	0,02	0,03
	0,25	0,09	0,06	0,01
	0,18	0,19	0,03	0,04

0,14	0,10	0,02	0,01
0,19	0,21	0,04	0,04
0,10	0,02	0,01	0,00
0,13	0,11	0,02	0,01
0,12	0,14	0,01	0,02
0,24	0,11	0,06	0,01
0,24	0,12	0,06	0,01
0,32	0,29	0,10	0,08
0,28	0,25	0,08	0,06
0,25	0,23	0,06	0,05
0,24	0,24	0,06	0,06
0,21	0,20	0,04	0,04
0,14	0,18	0,02	0,03
0,22	0,20	0,05	0,04
0,24	0,12	0,06	0,01
0,16	0,13	0,03	0,02
0,12	0,08	0,01	0,01
0,18	0,06	0,03	0,00
0,13	0,14	0,02	0,02
0,11	0,08	0,01	0,01
0,16	0,09	0,03	0,01
0,16	0,11	0,02	0,01
0,17	0,08	0,03	0,01
0,18	0,05	0,03	0,00
0,24	0,11	0,06	0,01
0,20	0,17	0,04	0,03
0,15	0,20	0,02	0,04
0,18	0,11	0,03	0,01
0,17	0,17	0,03	0,03
0,22	0,24	0,05	0,06
0,21	0,10	0,04	0,01
0,28	0,17	0,08	0,03
0,32	0,14	0,10	0,02
0,19	0,26	0,04	0,07
0,06	0,19	0,00	0,04
0,12	0,25	0,01	0,06
		2,15	1,55

Vol. en piso	5,22
--------------	------

Tiempo total (min)	26
Tiempo efectivo (min)	26

Vol. en piso (m ³ /h)	12,05
Vol. en pie(m ³ /h)	20,53

Parcela 5

Volumen pie

CLASE DAP	No. árbol	DAP	ABm2	Ht	Hc	FF	Vol.m ³	Tiempo(s)
10-14,9	7	0,12	0,01	16	12	0,48	0,07	35
	20	0,14	0,01				0,08	47
	8	0,13	0,01				0,08	43
	9	0,14	0,02				0,09	41
15-19,9	3	0,18	0,03				0,20	58
	14	0,16	0,02	20,7	16,7	0,48	0,16	61
	17	0,19	0,03				0,22	91
20-24,9	5	0,23	0,04				0,45	77
	11	0,23	0,04	27,4	23,4	0,48	0,47	27
	15	0,20	0,03				0,35	69
	16	0,21	0,03				0,39	86
25-29,9	1	0,25	0,05				0,69	81
	18	0,27	0,06				0,80	116
	2	0,28	0,06	28,3	24,2	0,58	0,86	102
	19	0,29	0,07				0,93	125
	4	0,28	0,06				0,86	122
	6	0,28	0,06				0,86	104
	12	0,30	0,07				0,96	91
	13	0,29	0,07				0,93	114
30-34,9	10	0,33	0,09	30	24,5	0,55	1,15	128
							10,60	
Promedio		0,22		24,48			0,53	

Largo	D1	D2	D1 ²	D2 ²
3,6	0,25	0,27	0,06	0,07
	0,23	0,25	0,05	0,06
	0,19	0,22	0,04	0,05
	0,16	0,25	0,03	0,06
	0,18	0,20	0,03	0,04
	0,20	0,21	0,04	0,04
	0,18	0,20	0,03	0,04
	0,07	0,15	0,00	0,02
	0,13	0,13	0,02	0,02

0,14	0,10	0,02	0,01
0,18	0,10	0,03	0,01
0,14	0,17	0,02	0,03
0,15	0,17	0,02	0,03
0,10	0,15	0,01	0,02
0,12	0,16	0,01	0,03
0,12	0,09	0,01	0,01
0,16	0,10	0,03	0,01
0,20	0,14	0,04	0,02
0,08	0,10	0,01	0,01
0,08	0,10	0,01	0,01
0,07	0,14	0,00	0,02
0,13	0,21	0,02	0,04
0,08	0,14	0,01	0,02
0,09	0,11	0,01	0,01
0,07	0,07	0,00	0,00
0,06	0,07	0,00	0,00
0,10	0,10	0,01	0,01
0,23	0,25	0,05	0,06
0,12	0,27	0,01	0,07
0,22	0,26	0,05	0,07
0,12	0,20	0,01	0,04
0,10	0,11	0,01	0,01
0,16	0,18	0,03	0,03
0,19	0,19	0,03	0,04
0,20	0,22	0,04	0,05
0,24	0,11	0,06	0,01
0,10	0,16	0,01	0,03
0,18	0,24	0,03	0,06
0,17	0,11	0,03	0,01
0,07	0,23	0,00	0,05
0,26	0,28	0,07	0,08
0,14	0,08	0,02	0,01
0,22	0,23	0,05	0,05
0,25	0,21	0,06	0,04
0,19	0,16	0,04	0,02
0,07	0,29	0,00	0,08
0,22	0,15	0,05	0,02
0,16	0,19	0,03	0,04
0,11	0,09	0,01	0,01
0,10	0,19	0,01	0,04
0,29	0,23	0,08	0,05
0,13	0,09	0,02	0,01
0,18	0,12	0,03	0,01

0,16	0,22	0,02	0,05
0,26	0,24	0,07	0,06
0,09	0,21	0,01	0,04
0,21	0,14	0,04	0,02
0,21	0,24	0,04	0,06
0,15	0,33	0,02	0,11
0,07	0,12	0,00	0,01
0,15	0,29	0,02	0,08
0,26	0,19	0,07	0,04
0,10	0,21	0,01	0,04
0,17	0,24	0,03	0,06
0,08	0,16	0,01	0,03
0,19	0,16	0,03	0,03
0,25	0,32	0,06	0,10
0,20	0,18	0,04	0,03
0,06	0,16	0,00	0,03
0,22	0,26	0,05	0,07
0,11	0,24	0,01	0,06
0,10	0,14	0,01	0,02
0,10	0,26	0,01	0,07
0,07	0,18	0,00	0,03
0,12	0,24	0,01	0,06
0,10	0,22	0,01	0,05
0,08	0,21	0,01	0,04
0,25	0,20	0,06	0,04
0,23	0,20	0,05	0,04
0,08	0,16	0,01	0,03
0,24	0,24	0,06	0,06
0,15	0,10	0,02	0,01
0,12	0,16	0,01	0,03
0,22	0,17	0,05	0,03
0,12	0,15	0,01	0,02
0,11	0,12	0,01	0,01
0,18	0,12	0,03	0,01
0,14	0,11	0,02	0,01
0,13	0,15	0,02	0,02
0,16	0,12	0,03	0,01
0,08	0,14	0,01	0,02
0,16	0,13	0,03	0,02
0,10	0,18	0,01	0,03
0,06	0,10	0,00	0,01
0,09	0,24	0,01	0,06
0,06	0,29	0,00	0,08
0,18	0,18	0,03	0,03

0,15	0,11	0,02	0,01
0,14	0,12	0,02	0,01
0,18	0,19	0,03	0,04
0,21	0,09	0,04	0,01
0,21	0,06	0,04	0,00
		2,63	3,52

Vol.en piso	8,69
-------------	------

Tiempo total (min)	37
Tiempo efectivo (min)	37
Vol en pie (m ³ /h)	17,19
Vol en piso(m ³ /h)	14,10

Parcela 6

Volumen en pie

Clase de DAP	No. árbol	DAP	ABm2	Ht	Hc	FF	Vol.m ³	Tiempo(s)
10-14,9	16	0,12	0,01				0,06	70
	15	0,12	0,01			0,48	0,06	50
	2	0,14	0,02	16	12		0,09	31
	8	0,14	0,02				0,09	36
15-19,9	7	0,16	0,02	20,7	16,7	0,48	0,16	35
20-24,9	11	0,20	0,03				0,32	63
	19	0,21	0,03				0,33	22
	1	0,21	0,03				0,35	67
	3	0,21	0,03	24	21	0,48	0,35	24
	13	0,23	0,04				0,42	77
	5	0,23	0,04				0,42	81
25-29,9	6	0,27	0,06				0,76	109
	12	0,28	0,06			0,58	0,82	102
	17	0,27	0,06	26,5	23		0,76	61
30-34,9	9	0,35	0,10				1,38	174
	10	0,32	0,08	30,5	26	0,55	1,15	139
	4	0,31	0,08				1,08	114
	14	0,33	0,09				1,22	118
	18	0,30	0,07				1,01	47
							9,82	
Promedio		0,23		23,54			0,57	

Largo	D1	D2	D1 ²	D2 ²
3,6	0,24	0,17	0,06	0,03
	0,22	0,25	0,05	0,06
	0,21	0,22	0,04	0,05

0,20	0,15	0,04	0,02
0,15	0,12	0,02	0,01
0,19	0,14	0,03	0,02
0,12	0,18	0,01	0,03
0,16	0,08	0,03	0,01
0,10	0,15	0,01	0,02
0,07	0,13	0,00	0,02
0,09	0,25	0,01	0,06
0,08	0,10	0,01	0,01
0,13	0,11	0,02	0,01
0,15	0,16	0,02	0,03
0,06	0,27	0,00	0,07
0,18	0,12	0,03	0,01
0,21	0,18	0,04	0,03
0,10	0,22	0,01	0,05
0,13	0,09	0,02	0,01
0,06	0,16	0,00	0,03
0,08	0,14	0,01	0,02
0,10	0,21	0,01	0,04
0,09	0,20	0,01	0,04
0,27	0,22	0,07	0,05
0,25	0,16	0,06	0,03
0,12	0,15	0,01	0,02
0,06	0,20	0,00	0,04
0,23	0,23	0,05	0,05
0,17	0,14	0,03	0,02
0,19	0,18	0,04	0,03
0,21	0,17	0,04	0,03
0,13	0,06	0,02	0,00
0,20	0,27	0,04	0,07
0,13	0,26	0,02	0,07
0,18	0,13	0,03	0,02
0,10	0,31	0,01	0,10
0,10	0,10	0,01	0,01
0,22	0,17	0,05	0,03
0,17	0,23	0,03	0,05
0,20	0,12	0,04	0,01
0,13	0,27	0,02	0,07
0,05	0,18	0,00	0,03
0,18	0,19	0,03	0,04
0,18	0,29	0,03	0,08
0,15	0,12	0,02	0,01
0,10	0,11	0,01	0,01
0,15	0,20	0,02	0,04

0,10	0,10	0,01	0,01
0,06	0,06	0,00	0,00
0,28	0,14	0,08	0,02
0,17	0,19	0,03	0,04
0,14	0,18	0,02	0,03
0,23	0,28	0,05	0,08
0,20	0,21	0,04	0,04
0,26	0,15	0,07	0,02
0,08	0,18	0,01	0,03
0,10	0,16	0,01	0,03
0,30	0,25	0,09	0,06
0,28	0,23	0,08	0,05
0,10	0,10	0,01	0,01
0,11	0,08	0,01	0,01
0,32	0,24	0,10	0,06
0,29	0,13	0,08	0,02
0,28	0,30	0,08	0,09
0,15	0,13	0,02	0,02
0,19	0,24	0,04	0,06
0,30	0,10	0,09	0,01
0,11	0,18	0,01	0,03
0,08	0,09	0,01	0,01
0,25	0,12	0,06	0,01
0,15	0,11	0,02	0,01
0,28	0,10	0,08	0,01
0,16	0,22	0,03	0,05
0,26	0,28	0,07	0,08
0,11	0,17	0,01	0,03
0,13	0,16	0,02	0,03
0,18	0,12	0,03	0,01
0,22	0,30	0,05	0,09
0,21	0,24	0,04	0,06
0,24	0,11	0,06	0,01
0,18	0,23	0,03	0,05
0,21	0,18	0,04	0,03
0,17	0,09	0,03	0,01
0,10	0,26	0,01	0,07
0,11	0,11	0,01	0,01
0,19	0,26	0,03	0,07
0,21	0,15	0,04	0,02
0,11	0,08	0,01	0,01
0,06	0,08	0,00	0,01
0,14	0,11	0,02	0,01
0,08	0,13	0,01	0,02

0,07	0,28	0,00	0,08
0,17	0,16	0,03	0,03
0,25	0,09	0,06	0,01
0,24	0,18	0,06	0,03
0,09	0,06	0,01	0,00
0,10	0,14	0,01	0,02
0,22	0,22	0,05	0,05
		3,04	3,24

Vol. en piso	8,88
--------------	------

Tiempo total (min)	32
Tiempo efectivo (min)	30
Vol. en piso (m ³ /h)	17,75
Vol. en pie(m ³ /h)	19,64

Parcela 7

Volumen en pie

Clase de DAP	No. árbol	DAP	ABm2	Ht	Hc	FF	Vol.m ³	Tiempo(s)
10-14,9	9	0,11	0,01	16	12	0,48	0,05	57
	4	0,12	0,01				0,06	18
15-19,9	1	0,17	0,02	21	16,5	0,48	0,17	74
20-24,9	7	0,20	0,03				0,37	61
	8	0,23	0,04	30	24,5	0,48	0,49	101
	13	0,23	0,04				0,49	69
	15	0,25	0,05				0,55	90
	16	0,23	0,04				0,49	109
	18	0,25	0,05				0,55	104
25-29,9	5	0,28	0,06				0,83	171
	11	0,24	0,05				0,63	65
	6	0,27	0,06	28,3	24,2	0,58	0,77	92
	10	0,29	0,06				0,90	103
	12	0,28	0,06				0,83	103
	14	0,30	0,07				0,96	117
30-34,9	3	0,32	0,08	30	24,3	0,55	1,07	116
	17	0,31	0,08				1,01	95

35-39,9	2	0,37	0,11	31	27	0,51	1,48	229
							10,24	
Promedio		0,24		26,05			0,65	

Volumen medido en piso

Largo	D1	D2	D1 ²	D2 ²
3,6	0,18	0,08	0,03	0,01
	0,17	0,22	0,03	0,05
	0,12	0,09	0,01	0,01
	0,13	0,23	0,02	0,05
	0,15	0,20	0,02	0,04
	0,20	0,18	0,04	0,03
	0,30	0,13	0,09	0,02
	0,37	0,25	0,14	0,06
	0,28	0,14	0,08	0,02
	0,14	0,21	0,02	0,04
	0,16	0,25	0,02	0,06
	0,23	0,16	0,05	0,03
	0,22	0,08	0,05	0,01
	0,20	0,10	0,04	0,01
	0,25	0,29	0,06	0,08
	0,15	0,12	0,02	0,01
	0,37	0,17	0,14	0,03
	0,18	0,16	0,03	0,03
	0,19	0,11	0,04	0,01
	0,26	0,11	0,07	0,01
	0,22	0,25	0,05	0,06
	0,29	0,14	0,08	0,02
	0,09	0,09	0,01	0,01
	0,09	0,29	0,01	0,08
	0,12	0,19	0,01	0,04
	0,15	0,20	0,02	0,04
	0,21	0,25	0,04	0,06
	0,17	0,06	0,03	0,00
	0,22	0,20	0,05	0,04
	0,11	0,09	0,01	0,01
	0,22	0,13	0,05	0,02
	0,12	0,28	0,01	0,08
	0,27	0,18	0,07	0,03
	0,24	0,11	0,06	0,01
	0,28	0,13	0,08	0,02
	0,23	0,21	0,05	0,04

0,18	0,08	0,03	0,01
0,23	0,11	0,05	0,01
0,21	0,22	0,04	0,05
0,19	0,19	0,04	0,04
0,09	0,23	0,01	0,05
0,10	0,16	0,01	0,03
0,14	0,12	0,02	0,01
0,23	0,13	0,05	0,02
0,20	0,12	0,04	0,01
0,11	0,13	0,01	0,02
0,14	0,17	0,02	0,03
0,17	0,12	0,03	0,01
0,16	0,07	0,03	0,00
0,29	0,25	0,08	0,06
0,11	0,21	0,01	0,04
0,18	0,10	0,03	0,01
0,12	0,23	0,01	0,05
0,26	0,11	0,07	0,01
0,12	0,17	0,01	0,03
0,14	0,26	0,02	0,07
0,25	0,14	0,06	0,02
0,14	0,14	0,02	0,02
0,24	0,08	0,06	0,01
0,10	0,17	0,01	0,03
0,09	0,20	0,01	0,04
0,14	0,17	0,02	0,03
0,15	0,09	0,02	0,01
0,17	0,10	0,03	0,01
0,20	0,18	0,04	0,03
0,19	0,20	0,04	0,04
0,23	0,16	0,05	0,02
0,25	0,25	0,06	0,06
0,24	0,08	0,06	0,01
0,10	0,21	0,01	0,04
0,13	0,23	0,02	0,05
0,19	0,06	0,04	0,00
0,20	0,13	0,04	0,02
0,21	0,22	0,04	0,05
0,17	0,27	0,03	0,07
0,25	0,26	0,06	0,07
0,21	0,10	0,04	0,01
0,22	0,21	0,05	0,04
0,11	0,17	0,01	0,03
0,09	0,20	0,01	0,04

0,18	0,17	0,03	0,03
0,18	0,13	0,03	0,02
0,08	0,25	0,01	0,06
0,10	0,13	0,01	0,02
0,14	0,16	0,02	0,03
0,20	0,07	0,04	0,00
0,12	0,20	0,01	0,04
0,20	0,11	0,04	0,01
0,10	0,13	0,01	0,02
0,12	0,15	0,01	0,02
0,21	0,23	0,04	0,05
0,17	0,27	0,03	0,07
0,16	0,21	0,02	0,04
0,11	0,12	0,01	0,01
0,15	0,22	0,02	0,05
0,20	0,13	0,04	0,02
0,18	0,14	0,03	0,02
0,06	0,11	0,00	0,01
0,07	0,17	0,00	0,03
0,20	0,28	0,04	0,08
0,23	0,22	0,05	0,05
0,18	0,21	0,03	0,04
0,11	0,24	0,01	0,06
		3,63	3,23

Vol. en piso	9,70
--------------	------

Tiempo total (min)	40
Tiempo efectivo (min)	37
Vol. en piso (m ³ /h)	15,74
Vol. en pie(m ³ /h)	16,61

Parcela 8

Volumen en pie

Clase de DAP	No. árbol	DAP	ABm2	Ht	Hc	FF	Vol.m ³	Tiempo(s)
10-14,9	1	0,12	0,01				0,06	25
	7	0,13	0,01	16	13	0,48	0,08	30
	11	0,10	0,01				0,05	28
	13	0,13	0,01				0,08	36
	17	0,13	0,01				0,08	30
15-19,9	5	0,16	0,02	20,7	16,7	0,48	0,15	49
	18	0,18	0,03				0,20	
	6	0,17	0,02				0,18	40
20-24,9	8	0,21	0,03				0,39	56
	14	0,22	0,04	27,5	23,4	0,48	0,41	118
	15	0,23	0,04				0,45	88
	16	0,22	0,04				0,43	70
25-29,9	10	0,26	0,05	28,5	24,5	0,58	0,75	93
	4	0,29	0,07				0,94	85
30-34,9	9	0,33	0,08			0,55	1,19	123
	12	0,34	0,09	30	26		1,30	106
	2	0,32	0,08				1,15	122
	3	0,35	0,09				1,34	80
							9,22	
Promedio		0,21		24,54			0,51	

Volumen medido en piso

Largo	D1	D2	D1 ²	D2 ²
3,6	0,16	0,23	0,02	0,05
	0,19	0,18	0,04	0,03
	0,10	0,17	0,01	0,03
	0,12	0,10	0,01	0,01
	0,23	0,07	0,05	0,00
	0,12	0,13	0,01	0,02
	0,23	0,26	0,05	0,07
	0,32	0,27	0,10	0,07
	0,16	0,23	0,03	0,05
	0,18	0,30	0,03	0,09
	0,24	0,07	0,06	0,00
	0,08	0,08	0,01	0,01

0,30	0,10	0,09	0,01
0,32	0,12	0,10	0,01
0,24	0,14	0,06	0,02
0,10	0,23	0,01	0,05
0,15	0,10	0,02	0,01
0,12	0,20	0,01	0,04
0,16	0,25	0,02	0,06
0,23	0,10	0,05	0,01
0,26	0,25	0,07	0,06
0,14	0,14	0,02	0,02
0,32	0,17	0,10	0,03
0,17	0,09	0,03	0,01
0,21	0,06	0,04	0,00
0,22	0,22	0,05	0,05
0,08	0,20	0,01	0,04
0,22	0,13	0,05	0,02
0,15	0,15	0,02	0,02
0,17	0,10	0,03	0,01
0,06	0,12	0,00	0,01
0,11	0,09	0,01	0,01
0,16	0,20	0,03	0,04
0,27	0,27	0,07	0,07
0,34	0,17	0,12	0,03
0,20	0,26	0,04	0,07
0,09	0,27	0,01	0,07
0,10	0,22	0,01	0,05
0,11	0,20	0,01	0,04
0,27	0,28	0,07	0,08
0,22	0,13	0,05	0,02
0,21	0,24	0,04	0,06
0,25	0,13	0,06	0,02
0,31	0,07	0,10	0,00
0,27	0,10	0,07	0,01
0,08	0,11	0,01	0,01
0,15	0,17	0,02	0,03
0,17	0,11	0,03	0,01
0,18	0,14	0,03	0,02
0,10	0,11	0,01	0,01
0,13	0,15	0,02	0,02
0,15	0,08	0,02	0,01
0,14	0,10	0,02	0,01
0,11	0,11	0,01	0,01
0,08	0,24	0,01	0,06
0,25	0,14	0,06	0,02

0,30	0,08	0,09	0,01
0,23	0,27	0,05	0,07
0,08	0,14	0,01	0,02
0,12	0,18	0,01	0,03
0,23	0,20	0,05	0,04
0,28	0,11	0,08	0,01
0,17	0,26	0,03	0,07
0,13	0,14	0,02	0,02
0,18	0,10	0,03	0,01
0,14	0,15	0,02	0,02
0,20	0,10	0,04	0,01
0,16	0,17	0,03	0,03
0,15	0,17	0,02	0,03
0,12	0,16	0,01	0,03
0,23	0,13	0,05	0,02
0,22	0,20	0,05	0,04
0,15	0,17	0,02	0,03
0,21	0,09	0,04	0,01
0,12	0,21	0,01	0,04
0,24	0,06	0,06	0,00
0,18	0,15	0,03	0,02
0,09	0,06	0,01	0,00
0,07	0,07	0,00	0,00
0,22	0,14	0,05	0,02
0,11	0,10	0,01	0,01
0,11	0,09	0,01	0,01
0,17	0,18	0,03	0,03
0,10	0,23	0,01	0,05
0,08	0,11	0,01	0,01
0,23	0,08	0,05	0,01
0,12	0,21	0,01	0,04
0,19	0,17	0,04	0,03
0,19	0,27	0,03	0,07
0,31	0,14	0,10	0,02
0,15	0,13	0,02	0,02
0,17	0,24	0,03	0,06
0,15	0,12	0,02	0,01
0,29	0,10	0,08	0,01
0,14	0,06	0,02	0,00
0,11	0,06	0,01	0,00
0,18	0,16	0,03	0,02
0,09	0,09	0,01	0,01
		3,48	2,71

Vol. en piso	8,75
--------------	------

Tiempo total (min)	80
Tiempo efectivo (min)	27
Vol. en piso (m ³ /h)	19,444
Vol. en pie(m ³ /h)	20,493

CALCULOS PARA CAPACIDAD OPERACIONAL DEL FORWARDER

Calculo de volumen por troza de aserrío

Largo de troza (m)	D1	D2
2,9	0,3	0,32
	0,3	0,37
	0,32	0,37
	0,28	0,35
	0,3	0,29
	0,32	0,305
	0,28	0,345
	0,3	0,355
	0,31	0,365
	0,28	0,33
	0,31	0,33
	0,36	0,42
	0,275	0,32
	0,29	0,34
	0,3	0,34
	0,3	0,35
	0,32	0,305
	0,3	0,355
	0,3	0,285
	0,34	0,31
diámetro medio	0,304	0,338
vol. medio m³ssc/troza	0,367	

Largo de troza (m)	D1	D2
5,8	0,335	0,405
	0,375	0,305
	0,35	0,3
	0,39	0,315

	0,35	0,28
	0,4	0,31
	0,3	0,405
	0,385	0,3
	0,375	0,3
	0,39	0,31
	0,3	0,42
	0,29	0,39
	0,29	0,33
	0,29	0,375
	0,345	0,295
	0,29	0,35
	0,34	0,42
	0,3	0,37
	0,3	0,36
	0,39	0,3
diámetro medio	0,339	0,342
vol. medio		
m³ssc/troza	0,529	

Forwarder cargando trozas de aserrío

CARGA 1	Distancia: 482 m.		largo de las trozas (m)		
Operación	Tiempo (min)		2,9	5,8	TOTAL
Viaje vacío	4' 01" 25				
Carga	29' 06" 46	Trozas cargadas	39	32	
Viaje cargado	6' 06" 44	Vol. Prom./troza (m ³)	0,37	0,53	
Descarga	12' 43" 67	Volumen (m ³)	14,32	16,91	31,23
TOTAL	51' 57" 82				

CARGA 2	Distancia: 461 m		largo de las trozas (m)		
Operación	Tiempo (min)		2,9	5,8	TOTAL
Viaje vacío	3' 53" 04				
Carga	24' 14" 27	Trozas cargadas	23	18	
Viaje cargado	6' 54" 80	Vol. Prom./troza (m ³)	0,37	0,53	
Descarga	8' 32" 27	Volumen (m ³)	8,44	9,51	17,96
TOTAL	43' 57" 35				

CARGA 3	Distancia: 523 m.		largo de las trozas (m)		
Operación	Tiempo (min)		2,9	5,8	TOTAL
Viaje vacío	3' 55" 42	Trozas cargadas	30	19	
Carga	21' 20" 41	Vol. Prom./troza (m³)	0,37	0,53	
Viaje cargado	6' 32" 37	Volumen (m³)	11,02	10,04	21,06
Descarga	13' 07" 33				
TOTAL	44' 55" 53				

CARGA 4	Distancia: 398 m		largo de las trozas (m)		
Operación	Tiempo (min)		2,9	5,8	TOTAL
Viaje vacío	3' 16" 88	Trozas cargadas	36	21	
Carga	22' 32" 29	Vol. Prom./troza (m³)	0,37	0,53	
Viaje cargado	4' 33" 60	Volumen (m³)	13,22	11,10	24,32
Descarga	14' 45" 29				
TOTAL	45' 08" 6				

Resumen

	V. vacío	Carga	V. cargado	Descarga	TOTAL	Distancia (m)
Viaje 1	4' 01" 25	29' 06" 26	6' 06" 44	12' 43" 67	51' 57" 82	482
Viaje 2	3' 53" 04	24' 14" 27	6' 54" 80	8' 32" 27	43' 57" 35	461
Viaje 3	3' 55" 42	21' 20" 41	6' 32" 37	13' 07" 33	44' 55" 53	523
Viaje 4	3' 16" 88	22' 32" 29	4' 33" 60	14' 45" 29	45' 08" 6	398
Promedios	3' 46" 37	24' 18" 31	6' 12" 56	12' 16 47	46' 29" 43	466

Distancia promedio:	466 m
Tiempos promedios:	
Operación	Tiempo
Viaje vacío	3' 46" 37
Carga	24' 18" 31
Viaje cargado	6' 12" 56
Descarga	12' 16" 47
TOTAL	46' 29" 43

Volumen cargado	
	Vol. (m³ ssc)
Viaje 1	31,23
Viaje 2	17,96
Viaje 3	21,06
Viaje 4	24,32
Promedio	23,64

Forwarder cargando trozas para celulosa

CARGA1	Distancia: 245 m
---------------	-------------------------

Operación	Tiempo (min)
Viaje vacio	3´ 20" 57
Carga	17´ 18" 24
Viaje cargado	2´ 48" 04
Descarga	13´ 47" 09
TOTAL	37´ 22" 94

CARGA2	Distancia: 292 m
Operación	Tiempo (min)
Viaje vacio	3´ 31" 58
Carga	20´ 03" 25
Viaje cargado	2´ 31" 29
Descarga	15´ 15" 21
TOTAL	41´ 35" 33

Observaciones: Se detuvo luego de la descarga 7 min,
para ajustar la zorra

CARGA3	Distancia: 333,6 m
Operación	Tiempo (min)
Viaje vacio	4´ 15" 43
Carga	18´ 36" 25
Viaje cargado	3´ 59" 27
Descarga	13´ 34" 85
TOTAL	36´ 42" 80

Observaciones: Se detuvo 2´ 50" antes de comenzar la carga
Se detuvo 1´ 40" durante la carga

CARGA4	Distancia: 335 m
Operación	Tiempo (min)
Viaje vacio	3´ 16" 83
Carga	17´ 10" 19
Viaje cargado	4´ 12" 80
Descarga	15´ 43" 00
TOTAL	40´ 37" 82

CARGA5	Distancia: 315 m
Operación	Tiempo (min)
Viaje vacio	2´ 53" 51
Carga	17´ 37" 01
Viaje cargado	2´ 51" 38
Descarga	13´ 48" 03
TOTAL	37´ 15" 93

Observaciones: Estuvo detenido 1´ 35"

CARGA6	Distancia: 293 m
Operación	Tiempo (min)

Viaje vacio	3' 11" 30
Carga	16' 44" 65
Viaje cargado	2' 37" 24
Descarga	12' 22" 14
TOTAL	35' 32" 33

CARGA7	Distancia: 64,7 m
Operación	Tiempo (min)
Viaje vacio	59" 34
Carga	16' 31" 23
Viaje cargado	53" 08
Descarga	12' 10" 25
TOTAL	30' 33" 90

CARGA8	Distancia: 78,4 m
Operación	Tiempo (min)
Viaje vacio	1' 32" 89
Carga	16' 55" 88
Viaje cargado	58" 16
Descarga	14' 56" 34
TOTAL	34' 23" 27

CARGA9	Distancia: 93,8 m
Operación	Tiempo (min)
Viaje vacio	2' 28" 75
Carga	15' 58" 85
Viaje cargado	1' 26" 10
Descarga	15' 33" 86
TOTAL	35' 27" 56

CARGA10	Distancia: 134 m
Operación	Tiempo (min)
Viaje vacio	2' 32" 95
Carga	17' 22" 17
Viaje cargado	1' 52" 46
Descarga	13' 48" 09
TOTAL	37' 22" 94

CARGA11	Distancia: 128,6 m
Operación	Tiempo (min)
Viaje vacio	2' 05" 51
Carga	14' 53" 94
Viaje cargado	1' 50" 99

Descarga	11'41" 38
TOTAL	29'31" 82

Resumen

	V. vacío	Carga	V. cargado	Descarga	TOTAL	Distancia (m)
Viaje 1	3' 20" 57	17' 18" 24	2' 48" 04	13'47" 09	37'22" 94	245
Viaje 2	3' 31" 58	20' 03" 25	2' 31" 29	15'15" 21	41'35" 33	292
Viaje 3	4' 15" 43	18' 36" 25	3' 59" 27	13'34" 85	36'42" 80	334
Viaje 4	3' 16" 83	17' 10" 19	4' 12" 80	15'43" 00	40'37" 82	335
Viaje 5	2' 53" 51	17' 37" 01	2' 51" 38	13'48" 03	37'15" 93	315
Viaje 6	3' 11" 30	16' 44" 65	2' 37" 24	12'22" 14	35'32" 33	293
Viaje 7	59" 34	16' 31" 23	53" 08	12'10" 25	30'33" 90	64,7
Viaje 8	1' 32" 89	16' 55" 88	58" 16	14'56" 34	34'23" 27	78,4
Viaje 9	2' 28" 75	15' 58" 85	1' 26" 10	15'33" 86	35'27" 56	93,8
Viaje 10	2' 32" 95	17' 22" 17	1' 52" 46	13'48" 09	37'22" 94	134
Viaje 11	2' 05" 51	14' 53" 94	1' 50" 99	11'41" 38	29'31" 82	128,6
Promedios	2' 44" 40	17' 11" 79	2' 21" 95	13' 52" 49	36' 02" 43	210,3

Distancia promedio:	210,3 m
Tiempos promedios:	
Operación	Tiempo
Viaje vacío	2' 44" 40
Carga	17' 11" 79
Viaje cargado	2' 21" 95
Descarga	13' 52" 49
TOTAL	36' 02" 43

Mediciones para calculo de coeficiente de apilamiento

Destino de la madera: pulpa

Largo de troza promedio: 3,6m

Volumen estéreo = 1*1*3,6 = 3,6m³

D1	D2	D1 ²	D2 ²
0,255	0,12	0,065	0,014
0,09	0,125	0,008	0,016
0,26	0,06	0,068	0,004
0,09	0,1	0,008	0,010
0,19	0,135	0,036	0,018
0,225	0,22	0,051	0,048
0,135	0,13	0,018	0,017
0,145	0,11	0,021	0,012
0,22	0,21	0,048	0,044

0,21	0,13	0,044	0,017
0,265	0,23	0,070	0,053
0,145	0,11	0,021	0,012
0,15	0,12	0,023	0,014
0,185	0,095	0,034	0,009
0,25	0,1	0,063	0,010
0,13	0,19	0,017	0,036
0,15	0,245	0,023	0,060
0,06	0,185	0,004	0,034
0,12	0,14	0,014	0,020
0,19	0,2	0,036	0,040
0,285	0,12	0,081	0,014
0,085	0,095	0,007	0,009
		0,760	0,512
		Vol. en piso	1,798

Coef. de apilamiento			
		0,499	
D1	D2	D1 ²	D2 ²
0,205	0,17	0,042	0,029
0,105	0,215	0,011	0,046
0,12	0,06	0,014	0,004
0,28	0,13	0,078	0,017
0,28	0,15	0,078	0,023
0,09	0,28	0,008	0,078
0,18	0,06	0,032	0,004
0,15	0,21	0,023	0,044
0,13	0,105	0,017	0,011
0,145	0,145	0,021	0,021
0,15	0,08	0,023	0,006
0,14	0,12	0,020	0,014
0,235	0,25	0,055	0,063
0,1	0,19	0,010	0,036
0,135	0,105	0,018	0,011
0,11	0,125	0,012	0,016
0,24	0,2	0,058	0,040
0,215	0,13	0,046	0,017
0,085	0,09	0,007	0,008
0,06	0,14	0,004	0,020
		0,577	0,507
		Vol. en piso	1,533

Coef .de apilamiento	0,426
----------------------	-------

D1	D2	D1 ²	D2 ²
0,3	0,37	0,090	0,137
0,14	0,24	0,020	0,058
0,08	0,15	0,006	0,023
0,14	0,09	0,020	0,008
0,13	0,08	0,017	0,006
0,1	0,1	0,010	0,010
0,14	0,08	0,020	0,006
0,14	0,08	0,020	0,006
0,155	0,08	0,024	0,006
0,24	0,215	0,058	0,046
0,15	0,18	0,023	0,032
0,12	0,225	0,014	0,051
0,165	0,1	0,027	0,010
0,215	0,16	0,046	0,026
0,1	0,095	0,010	0,009
0,18	0,1	0,032	0,010
0,06	0,14	0,004	0,020
0,07	0,09	0,005	0,008
0,095	0,1	0,009	0,010
0,11	0,07	0,012	0,005
0,13	0,11	0,017	0,012
0,17	0,07	0,029	0,005
0,16	0,13	0,026	0,017
0,11	0,125	0,012	0,016
0,31	0,14	0,096	0,020
0,05	0,14	0,003	0,020
		0,648	0,576
		Vol. en piso	1,730

Coef. de apilamiento	0,481
-------------------------	-------

D1	D2	D1 ²	D2 ²
0,25	0,13	0,063	0,017
0,25	0,17	0,063	0,029
0,24	0,09	0,058	0,008
0,235	0,225	0,055	0,051
0,14	0,245	0,020	0,060
0,205	0,21	0,042	0,044
0,095	0,18	0,009	0,032
0,22	0,27	0,048	0,073

0,225	0,215	0,051	0,046
0,14	0,177	0,020	0,031
0,125	0,465	0,016	0,216
0,14	0,252	0,020	0,064
0,375	0,17	0,141	0,029
0,137	0,215	0,019	0,046
0,21	0,105	0,044	0,011
0,137	0,165	0,019	0,027
0,125	0,195	0,016	0,038
0,065	0,085	0,004	0,007
0,188	0,255	0,035	0,065
0,097	0,17	0,009	0,029
0,14	0,2	0,020	0,040
0,19	0,15	0,036	0,023
0,117	0,157	0,014	0,025
0,115	0,16	0,013	0,026
0,125	0,22	0,016	0,048
0,1	0,175	0,010	0,031
0,21	0,195	0,044	0,038
0,11	0,1	0,012	0,010
0,23	0,12	0,053	0,014
0,217	0,125	0,047	0,016
0,35	0,135	0,123	0,018
0,29	0,065	0,084	0,004
0,13	0,27	0,017	0,073
0,24	0,12	0,058	0,014
0,165	0,17	0,027	0,029
0,275	0,31	0,076	0,096
0,17	0,27	0,029	0,073
0,13	0,36	0,017	0,130
0,11	0,085	0,012	0,007
0,12	0,13	0,014	0,017
0,09	0,145	0,008	0,021
0,09	0,21	0,008	0,044
		1,486	1,720
		Vol. en piso	4,533

Vol. estéreo	8,1
Coef.de apilamiento	0,560

D1	D2	D1 ²	D2 ²
0,215	0,23	0,046	0,053
0,15	0,21	0,023	0,044
0,17	0,18	0,029	0,032

0,14	0,27	0,020	0,073
0,125	0,18	0,016	0,032
0,06	0,27	0,004	0,073
0,18	0,17	0,032	0,029
0,1	0,12	0,010	0,014
0,1	0,2	0,010	0,040
0,19	0,19	0,036	0,036
0,1	0,23	0,010	0,053
0,135	0,19	0,018	0,036
0,245	0,24	0,060	0,058
0,3	0,11	0,090	0,012
0,18	0,1	0,032	0,010
0,07	0,08	0,005	0,006
0,145	0,19	0,021	0,036
0,22	0,08	0,048	0,006
0,08	0,09	0,006	0,008
0,07	0,11	0,005	0,012
0,125	0,15	0,016	0,023
0,08	0,08	0,006	0,006
		0,543	0,694
		Vol. en piso.	1,749

Coef. apilamiento	0,486
-------------------	-------

D1	D2	D1 ²	D2 ²
0,26	0,23	0,068	0,053
0,12	0,08	0,014	0,006
0,3	0,165	0,090	0,027
0,12	0,2	0,014	0,040
0,35	0,19	0,123	0,036
0,23	0,16	0,053	0,026
0,2	0,16	0,040	0,026
0,17	0,18	0,029	0,032
0,22	0,235	0,048	0,055
0,17	0,195	0,029	0,038
0,19	0,17	0,036	0,029
0,1	0,12	0,010	0,014
0,06		0,554	0,383
		Vol. en piso.	1,324

Coef. de apilamiento	0,368
-------------------------	-------

D1	D2	D1 ²	D2 ²
0,205	0,165	0,042	0,027
0,24	0,22	0,058	0,048
0,16	0,175	0,026	0,031
0,225	0,075	0,051	0,006
0,06	0,23	0,004	0,053
0,305	0,12	0,093	0,014
0,13	0,18	0,017	0,032
0,11	0,175	0,012	0,031
0,07	0,09	0,005	0,008
0,26	0,19	0,068	0,036
0,19	0,1	0,036	0,010
0,13	0,06	0,017	0,004
0,205	0,23	0,042	0,053
0,1	0,16	0,010	0,026
0,19	0,18	0,036	0,032
0,13	0,18	0,017	0,032
0,155	0,105	0,024	0,011
0,21	0,08	0,044	0,006
0,065	0,13	0,004	0,017
0,068	0,04	0,005	0,002
		0,609	0,479
		Vol. en piso.	1,538

Coef. de apilamiento	0,427
----------------------	-------

ANEXO 2

Análisis de costos situación 1 cosecha con destino mixto (celulosa mas aserrado)

Precio divisa (\$/US\$)	23,00	Precios a Julio 2009	
Precio combustible (\$/l)	23,75		
Precio combustible (US\$/l)	1,03		
	Excavadora	Cabezal	Forwarder
Valor a Nuevo (VN) (US\$)	250.000	130.000	380.000
Valor residual	50.000	25.000	45.000
Depreciación total	200.000	105.000	335.000
Tasa interés	10%	10%	10%

Vida Útil (hs)	20.000	10.000	25.000
----------------	--------	--------	--------

Cosechadora: excavadora mas cabezal

Mantenimiento y Funcionamiento	Cosechadora	Forwarder
Repuestos y Servicios (US\$/h-1)	13,00	3,50
Costos de estructura (US\$ año-1)	1.667	1.667
Consumo combustible generador (l h-1)	0,21	0,21
Otros servicios de reparación (US\$ año-1)	1.600	1.600
Consumo combustible (l h-1)	20,00	16,00
Precio combustible (US\$ l-1)	1,03	1,03
Consumo aceite de motor (l h-1)	0,09	0,10
Precio aceite motor (US\$ l-1)	7,01	7,01
Consumo aceite hidráulico(l h ⁻¹)	0,67	0,67
Precio aceite hidráulico(US\$ l-1)	7,06	7,06
Consumo valvulina (l h ⁻¹)	0,02	0,02
Precio valvulina (US\$ l ⁻¹)	6,51	6,51
Consumo grasa lubricante (kg h-1)	1,15	
Precio grasa lubricante (kg h ⁻¹)	11,39	
Consumo lubricante de la cadena (l h ⁻¹)	0,80	
Precio lubricante cadena (US\$ l ⁻¹)	1,10	
Duración espada corte (m ³ unidad ⁻¹)	2000	
Precio espada corte(US\$ unidad ⁻¹)	116,60	
Precio cadena(US\$ unidad ⁻¹)	32,25	
Duración cadena (m ³ unidad ⁻¹)	1000	

	Cosechadora	Forwarder cargando aserrado	Forwarder cargando celulosa
Producción horaria con vol. en suelo (m³h⁻¹)	22,88	30,51	25,61

Seguro Maquinas (US\$ año-1)	2206,64	2313,12
-------------------------------------	---------	---------

Salarios		
Operarios (US\$ h ⁻¹ efectiva) incluido maquinista y mecánicos	7,54	8,13
Carga Social (%)	80%	80%
Costos de administración (US\$/ año-1)	6087	6087

Horas		
Horas efectivas año (h)	2834	2834
Horas programadas por año (h)	4224	4224
Horas efectivas por mes (h)	260	260
horas efectivas en turno (h/día)	6,5	6,5
Número Turnos (número turnos/mes)	2	2
Días Efectivos mensuales	20	20

Costos Fijos	Excavadora	Cabezal	Forwarder
Amortización(US\$ h ⁻¹)	10	11	13
Intereses (US\$ h ⁻¹)	5,3	2,7	7,5

	Cosechadora	Forwarder
Salarios (US\$ h ⁻¹)	7,54	8,13
Costos de administración (US\$ h-1)	2,1	2,1
Be Sociales (US\$ h ⁻¹)	6,03	6,50
Costos de estructura (US\$ h ⁻¹)	0,6	0,6
Combustible generador (US\$ h-1)	0,22	0,22
BSE maquinas (US\$ h-1)	0,78	0,82

	Harvester	Forwarder cargando aserrado	Forwarder cargando celulosa
Total Costos Fijos (US\$ h⁻¹)	45,83	39,30	39,30
Total Costos Fijos (US\$ m⁻³)	2,00	1,29	1,53
Proporción de producto (%)	100%	20%	80%
Costos Fijos Totales según proporción de producto(US\$)	2,00	0,26	1,23

Costos Variables	Cosechadora	Forwarder
Combustibles (US\$ h ⁻¹)	20,65	16,52
Lubricantes (US\$ h ⁻¹)	19,44	5,56

Repuestos y servicios(US\$ h-1)	13,0	3,5
Costo espada+ cadena de corte (US\$ h ⁻¹)	2,07	
Otros servicios de reparación (US\$ h-1)	0,56	0,56

	Harvester	Forwarder cargando aserrado	Forwarder cargando celulosa
Total Costos Variables (US\$ h⁻¹)	55,72	26,15	26,15
Total Costos Variables (US\$ m⁻³)	2,44	0,86	1,02
Proporción de producto (%)	100%	20%	80%
Costos proporcionales a la cantidad de producto	2,44	0,17	0,82

	Harvester	Forwarder cargando aserrado	Forwarder cargando celulosa
Costos totales (US\$ h⁻¹)	101,55	65,44	65,44
Costos totales (US\$ m⁻³)	4,44	2,15	2,56
Proporción de producto (%)	100%	20%	80%
Costos proporcionales a la cantidad de producto(US\$)	4,44	0,43	2,04

Costo total (US\$ h-1)	167,00
Costo total (US\$ m-3)	6,91

Análisis de costos situación 2, cosecha con destino celulosa

Precio divisa (\$/US\$)	23,00	Precios a Julio 2009	
Precio combustible (\$/l)	23,75		
Precio combustible (US\$/l)	1,03		
	Excavadora	Cabezal	Forwarder
Valor a Nuevo (VN) (US\$)	250.000	130.000	380.000
Valor residual	50.000	25.000	45.000
Depreciación total	200.000	105.000	335.000
Tasa interés	10%	10%	10%
Vida Util (hs)	20.000	10.000	25.000

Cosechadora: excavadora mas cabezal

Mantenimiento y Funcionamiento	Cosechadora	Forwarder
Repuestos y Servicios (US\$/h)	15,60	3,50
Costos de estructura (US\$ año-1)	1.667	1.667
Consumo combustible generador (l h-1)	0,21	0,21
Otros servicios de reparación (US\$ año-1)	1.600	1.600

Consumo combustible (l h-1)	20,00	16,00
Precio combustible (US\$ l-1)	1,03	1,03

Consumo aceite de motor (l h-1)	0,09	0,10
Precio aceite motor (US\$ l-1)	7,01	7,01

Consumo aceite hidráulico(l h ⁻¹)	0,67	0,67
Precio aceite hidráulico(US\$ l-1)	7,06	7,06

Consumo valvulina (l h ⁻¹)	0,02	0,02
Precio valvulina (US\$ l ⁻¹)	6,51	6,51

Consumo grasa lubricante (kg h-1)	1,15
Precio grasa lubricante (kg h ⁻¹)	11,39

Consumo lubricante de la cadena (l h ⁻¹)	0,80
Precio lubricante cadena (US\$ l ⁻¹)	1,10
Duración espada corte (m ³ unidad ⁻¹)	2.000
Precio espada corte(US\$ unidad ⁻¹)	116,6
Precio cadena(US\$ unidad ⁻¹)	32
Duración cadena (m ³ unidad ⁻¹)	1.000

	Cosechadora	Forwarder
Producción horaria con volumen en suelo (m³h⁻¹)	16,97	25,61

BSE Maquinas (US\$ año-1)	2206,64	2313,12
----------------------------------	---------	---------

Salarios

Operarios (US\$ h ⁻¹ efectiva) incluido maquinista y mecánicos	7,54	8,13
Carga Social (%)	80%	80%
Costos de administración (US\$/ año-1)	6087	6087

Horas		
Horas efectivas año (h)	2834	2834
Horas programadas por año (h)	4224	4224
Horas efectivas por mes (h)	260	260
Horas efectivas en turno (h/día)	6,5	6,5
Número turnos (número turnos/mes)	2	2
Días efectivos mensuales	20	20

Costos Fijos	Excavadora	Cabezal	Forwarder
Amortización(US\$ h ⁻¹)	10	11	13
Intereses (US\$ h ⁻¹)	5,3	2,7	7,5

	Cosechadora	Forwarder
Salarios (US\$ h ⁻¹)	7,54	8,13
Be Sociales (US\$ h ⁻¹)	6,03	6,50
Costos de administración (US\$ h-1)	2,1	2,1
Costos de estructura (US\$ h ⁻¹)	0,6	0,6
Combustible generador (US\$ h-1)	0,22	0,22
BSE maquinas (US\$ h-1)	0,78	0,82
Total Costos Fijos (US\$ h⁻¹)	45,83	39,30
Total Costos Fijos (US\$ m⁻³)	2,70	1,53

Costos Variables	Cosechadora	Forwarder
Combustibles (US\$ h ⁻¹)	20,65	16,52
Lubricantes (US\$ h ⁻¹)	19,44	5,56
Repuestos y servicios (US\$/h-1)	15,6	3,5
Costo espada+ cadena de corte (US\$ h ⁻¹)	1,54	
Otros servicios de reparación (US\$ h-1)	0,56	0,56

Total Costos Variables (US\$ h⁻¹)	57,79	26,15
Total Costos Variables (US\$ m⁻³)	3,41	1,02

Costos totales (US\$ h⁻¹)	103,62	65,44
Costos totales (US\$ m⁻³)	6,11	2,56

Costo total (US\$ h⁻¹)	169,06
Costo total (US\$m⁻³)	8,66

ANEXO3

Planilla para cálculo de costos