

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

ESTUDIO DE TIEMPO Y MOVIMIENTOS
EN PLANTACIÓN MECANIZA DE *E.grandis spp.*

por

José Pedro KRAMAROV DE LEON
Gustavo Adrian LAPAZ DUARTE

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2012

Tesis aprobada por:

Director: -----

Dr. Gustavo Daniluk

Ing. Agr. Rafael Escudero

Ing. Agr Guillermo Moras

Fecha: 21 de agosto de 2012.

Autor: -----

José Pedro Kramarov de Leon

Gustavo Adrian Lapaz Duarte

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar el agradecimiento al Departamento de producción Forestal y Tecnología de la Madera, a su director Dr. Gustavo Daniluk y al grupo de docentes que nos brindaron las herramientas para poder realizar este trabajo.

Al Ing. Agr. Guillermo Moras por su amistad y apoyo incondicional a la hora de evacuar todas nuestras dudas como guiarnos en la realización de este trabajo, así también al Ing. Agr Rafael Escudero por el impulso inicial para la realización de este trabajo.

Agradecemos a la empresa Forestal Oriental por brindarnos la posibilidad de realizar este trabajo así como también capacitación en el estudio de tiempos y el financiamiento del mismo.

Un agradecimiento especial a nuestra compañera Amalia Jiménez por su amistad y ayuda en la toma de datos a campo.

Agradeciendo muy especialmente a nuestras familias por el apoyo incondicional, cariño y amor en toda nuestra carrera profesional.

Agradecemos a Dios por guiarnos y darnos la fuerza necesaria para recorrer este hermoso camino.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1. OBJETIVOS.....	3
1.1.1. <u>Objetivos generales</u>	3
1.1.2. <u>Objetivos específicos</u>	3
2. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	5
2.1. DEFINICION DE PLANTACIÓN.....	5
2.2. TECNICAS DE PLANTACION.....	5
2.3. DESCRIPCION DE MAQUINA PLANTADORA.....	7
2.3.1. <u>Partes de maquina plantadora de Eucaliptus</u>	8
2.3.2. <u>Partes de maquina plantadora de Pinos a raíz desnuda</u>	12
2.3.3. <u>Sistema de plantación</u>	14
2.3.4. <u>Sistema de aplicación de fertilizante</u>	15
2.3.5. <u>Sistema de aplicación de herbicida preemergente</u>	15
2.3.6. <u>Sistema de aplicación de gel</u>	15
2.4. LOGISTICA EN PLANTACION MECANIZADA.....	15
2.5. LOS ESTUDIOS DE TIEMPO Y RENDIMIENTO.....	17
2.5.1. <u>Pasos para la elaboración de un estudio de tiempo</u>	18

2.6. ANTECEDENTES DE ESTUDIO EN PLANTACIÓN MECANIZADA.....	19
3. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	20
3.1. EQUIPOS.....	20
3.1.1. <u>Instrumentos</u>	20
3.1.2. <u>Equipo de plantación</u>	20
3.2. ESTUDIO DE TIEMPO.....	21
3.2.1. <u>Tiempo de muestreo</u>	21
3.2.2. <u>Tiempo de monitoreo</u>	22
3.2.3. <u>Terminología en división de tiempo</u>	22
3.2.3.1. Tiempo de trabajo u operativo.....	22
3.2.3.2. Tiempo no operativo.....	24
3.2.4. <u>Métodos de medición de tiempos</u>	26
3.2.4.1. Método de tiempo continuo.....	26
3.2.4.2. Método de vuelta a cero.....	26
3.2.4.3. Método de multimomento.....	27
3.3. PROCEDIMIENTO.....	27
3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES AMBIENTALES.....	28
3.4.1. <u>Características de los suelos</u>	28
3.4.2. <u>Contenido de agua en el suelo</u>	30
3.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES SILVICULTURALES.....	31
3.5.1. <u>Preparación de terreno</u>	31
3.5.2. <u>Especie de rastrojo</u>	32

3.5.3. <u>Tiempo de descomposición del rastrojo</u>	32
3.5.4. <u>Fecha de plantación</u>	32
3.6. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES OPERATIVAS.....	33
3.6.1. <u>Operarios</u>	33
3.6.2. <u>Logística de las empresas</u>	33
3.6.3. <u>Maquinaria utilizada</u>	33
3.6.4. <u>Calidad de insumos</u>	33
4. <u>ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	34
4.1. ESTUDIO DE TIEMPO EN UNA JORNADA LABORAL..	34
4.2. ESTUDIO DE TIEMPO EN EL CICLO DE PLANTACIÓN.	37
4.2.1. <u>Correlaciones</u>	44
4.2.2. <u>Regresión lineal, tiempo de plantación en (fx)</u> <u>de distancia de plantación</u>	45
4.2.2.1. Modelo de regresión lineal.....	47
4.3. RENDIMIENTO EN CADA JORNADA DE PLANTACIÓN.	48
4.4. RENDIMIENTO EN EL CICLO DE PANTACIÓN EN CAMPO CON RASTROJO Y CAMPO NUEVO.....	50
5. <u>CONCLUSIONES</u>	51
6. <u>RESUMEN</u>	53
7. <u>SUMMARY</u>	54
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	55

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Figura No.	Página
1. Distribución porcentual de tiempo en una jornada laboral por máquina.....	35
2. Composición porcentual del tiempo de plantación.....	36
3. Distribución porcentual promedio del tiempo en una jornada laboral.....	37
4. Distribución porcentual del tiempo en el ciclo de plantación.....	38
5. Distribución porcentual del tiempo de paradas en la mañana y tarde.....	40
6. Distribución porcentual del tiempo de paradas en la mañana y tarde por máquina.....	41
7. Distribución porcentual del tiempo operativo en tiempo directo y tiempo indirecto.....	42
8. Frecuencia relativa por actividad.....	43
9. Regresión lineal, tiempo de plantación $f(x)$ distancia de plantación.....	45
10. Predichos Vs Residuos.....	47

Ilustración No.

1. Técnica de Plantación en latifoliadas.....	6
2. Técnica de plantación pino raíz desnuda.....	7
3. Partes de una maquina plantadora de Eucalyptus.....	9
4. Maquina plantadora modelo Roster.....	9
5. Equipo dosificador de gel.....	12
6. Partes de una maquina plantadora de Pino sp. a raíz desnuda.....	13
7. Línea de plantación.....	14
8. Contenido de agua en el suelo para los meses de Agosto, Septiembre y Octubre.....	31

Tabla No.

1. Antecedentes de comparación de plantación manual y mecanizada.....	19
2. Distribución porcentual del tiempo en una jornada laboral por máquina.....	34
3. Distribución porcentual del tiempo en los ciclos de plantación de rastrojo y campo nuevo.....	38
4. Coeficientes de Correlación.....	44

5. Análisis de regresión lineal.....	46
6. Coeficientes de regresión y estadísticos asociados.....	46
7. Análisis de la varianza (SC tipo III).....	46
8. Rendimientos.....	48
9. Análisis de rendimiento en ciclo de plantación en campo con rastrojo y campo nuevo.....	50

1. INTRODUCCION

La forestación en el Uruguay ha venido creciendo desde la década de los noventa a la actualidad, gracias al impulso de la ley forestal (2ª. Ley forestal del año 1987), el espíritu de esta ley fue ordenar y dar el marco legal para el crecimiento de la forestación en el Uruguay Pero de esa idea original a la actualidad, existen muchas diferencias que han hecho que este rubro sea unos de los principales en el país, en cuanto a crecimiento e inversión.

En la actualidad el Uruguay llega casi al millón de hectáreas forestadas tanto de pinos como eucaliptos y otras especies en menor cantidad según datos de la Dirección Nacional General Forestal, el crecimiento de la superficie forestada ha crecido en la última década en forma acelerada debido al cambio en los objetivos de producción.

Haciendo una breve reseña histórica la forestación en el Uruguay nació intentando encontrar otro tipo de producción en suelos marginales para la ganadería y de esa manera también fomentar la colocación de industrias en zonas con poco desarrollo e indirectamente generar mano de obra.

Pero el rumbo de la forestación fue cambiando con el correr de los años, de apoco fueron apareciendo nuevos mercados y nuevos objetivos para la forestación. En la actualidad la producción se concentra en madera para aserrado y la madera para pulpa de celulosa.

La producción de madera para aserrado se concentra en el nor-oeste del país y en sus comienzos era básicamente de pino, en la actualidad se está cambiando la base maderera a eucaliptos intentando entrar en nuevos mercados.

Pero el gran cambio que ha tenido la forestación fue la plantación de eucaliptos con destino a la producción de pasta de celulosa. Existieron muchas vicisitudes que hicieron que se retrasara el comienzo de la inversión, hasta que en el año 2007 comenzó a funcionar la planta de BOTNIA actual UPM. De ahí en más la forestación en el Uruguay ha crecido y se ha modernizado de manera constante y a pasos agigantados.

Este crecimiento trajo como consecuencia cambios en la forma de producir y con él, cambios tecnológicos y sociales.

Debido al creciente aumento de la superficie forestada y del mayor aprovechamiento de la tierra se ha ido mecanizando gran parte de las actividades de silvicultura que tradicionalmente los operarios realizaban de forma manual o semi-mecanizada, como por ejemplo preparación de suelos, control de hormigas, plantación, fertilización, control de malezas. Con el objetivo de ganar tiempo en términos de incremento de madera e IMA, tratando de dejar el menor tiempo posible entre la cosecha y la re-plantación del nuevo rodal, así como también cubrir la mayor superficie en el menor tiempo intentando cumplir de manera más precisa con el calendario anual de plantación.

La tecnificación llegó a todas las áreas de la forestación intentando mejorar los procesos productivos como también la reducción de costos.

Los costos hoy en día son un aspecto importante en cualquier tipo de inversión pero aun más en la forestación donde el nivel de inversión es muy grande. La forestación hoy en día compite con otros tipos de producción por la tierra por lo tanto esto ha generado que los precios de las tierras en los últimos años han tenido un aumento muy importante que genera un aumento importante en el nivel de la inversión. Los cambios tecnológicos llevaron a la mecanización de casi todos los procesos productivos forestales, plantación, mantenimiento, cosecha etc. Estos cambios tecnológicos llevan a un cambio en la matriz laboral exigiendo menos personal mas altamente capacitado. Esta situación llevo a cambios en la cantidad y la calidad de la mano de obra contratada por la forestación desde sus comienzos a la actualidad. En un principio la mano de obra provenía del sector agropecuario en gran cantidad pero era mano de obra poco capacitada y poco preparada para estas nuevas tareas. Pero hoy en día la situación cambio radicalmente y la mano de obra tiende a ser poca y altamente especializada, siendo en su mayoría zafral.

Por todo lo antes mencionado se vuelve importante tener cada proceso de la cadena productiva forestal medido y estudiado para poder encontrar los puntos a mejorar o cambiar, en este tipo de producciones donde el nivel de inversión y tecnificación son tan grandes una simple mejora de los tiempos de producción se puede traducir en una mejora sustancial de la rentabilidad. Por lo tanto este trabajo apunta a intentar aportar nuevos datos que ayuden a las

empresas del sector a tomar futuras decisiones que mejoren procesos productivos y específicamente la plantación mecanizada.

La plantación mecanizada no es nueva en el Uruguay pero si son nuevos los estudios de tiempos, por lo tanto este trabajo servirá como base para futuras investigación que aporten más datos y de esta manera tener mayor cantidad de herramientas que permitan a la forestación y especialmente a la plantación a mejorar sus procesos productivos y de esta manera aportar al crecimiento del sector forestal Uruguayo.

Simula (2008) plantea los objetivos primarios de la mecanización en la actividad forestal:

- Minimizar los costos operativos.
- Reducir la necesidad de mano de obra en caso de que fuera escasa.

Objetivos secundarios:

- Minimizar los impactos ambientales.
- Mejorar el control y calidad del producto.
- Garantizar el flujo continuo de madera.
- Minimizar gastos generales.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivos generales

Realiza un estudio de tiempos y movimientos, en una jornada laboral para poder determinar el aprovechamiento del tiempo en el campo.

1.1.2. Objetivos específicos

Describir el funcionamiento de un sistema de plantación mecanizada para generar antecedentes que sirvan para futuras investigaciones e identificar los elementos limitantes a la hora tomar la decisión de mecanizar la plantación.

Construir un ciclo de plantación por medio de la toma de tiempos sobre cada uno de los elementos que lo componen.

2. REVISION BIBLOGRAFICA

2.1. DEFINICIÓN DE PLANTACIÓN

Bosque establecido mediante plantación y/o siembra en el proceso de forestación o reforestación, con especies introducidas o autóctonas (Espinoza y Muñoz, 2005).

La ciencia y el arte de cultivar plantaciones artificiales basados en los conocimientos de silvicultura para el manejo y de ecología forestal para entender el crecimiento de los arboles (Shepherd, 1986).

2.2. TECNICAS DE PLANTACIÓN

Plantación mecanizada: se realiza en terrenos planos o de pendiente moderadas, que anteriormente se utilizaban en la actividad agrícola o ganadera. En estos suelos se efectúa un subsolado previo o simultáneamente con la plantación dependiendo del tipo de máquina utilizada (García et al., s.f.).

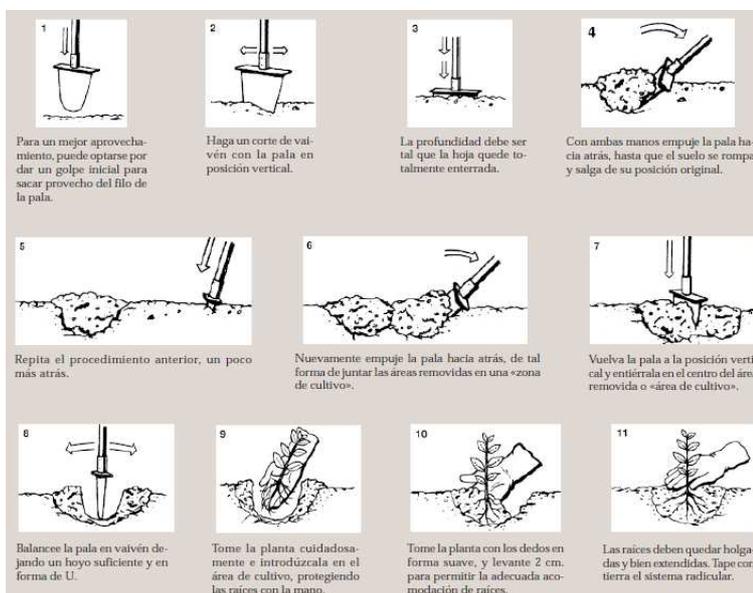
Existen diferentes tipos de maquinas plantadoras las más comunes suele realizar otras actividades junto con la plantación como la fertilización, aplicación de herbicidas pre-emergente en la fila y otras más complejas aplican gel debajo de la planta para evitar la deshidratación.

Plantación manual: existen diferentes técnicas de plantación manual dentro de las cuales una de las más difundidas es la técnica Neozelandesa o doble T.

Dicha técnica consiste en la aplicación de un corte longitudinal de la tierra con pala plantadora y dos cortes perpendiculares a éste con posterior

remoción de suelo, de manera de proporcionar a la planta una superficie de suelo removido donde desarrollar de manera adecuada su sistema radicular para obtener un buen prendimiento. En aquellos sitios que por razones de pendiente no tuvieron algún tipo de cultivo se recomienda aplicar la técnica de plantación de "4T" que consiste en realizar la labor anterior dos veces.

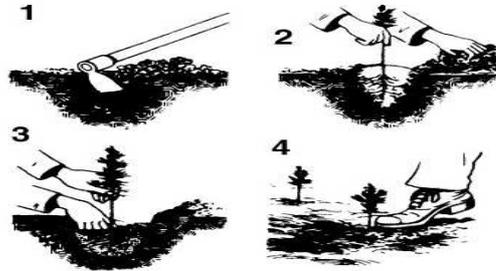
Ilustración 1. Técnica de Plantación en latifoliadas



Fuente: García et al. (s.f.)

Ilustración 2. Técnica de plantación pino raíz desnuda

1. Excavar agujero para encajar el sistema de la raíz.
2. Situado en un mismo árbol creció de profundidad en el vivero.
3. Llene la mitad agujero lleno de tierra y apisonar bien.
4. Termine de llenar hoyos y apisonar con los pies.



Fuente: Slusher y Robinson (1993).

Según el Código Nacional de buenas practica forestales (URUGUAY.MGAP. DGF, 2004) las principales recomendaciones a tener en cuenta en los procedimientos generales de plantación son:

- Procurar que el suelo no permanezca libre de vegetación por más de un año, de modo de lograr un uso eficiente de los recursos.
- Aplicar prácticas de fertilización, tanto correctivas, como de mantenimiento de la fertilidad natural del suelo, favoreciendo la fertilización localizada.
- Favorecer la plantación manual u otra que implique la mínima alteración del suelo en zonas sensibles y/o erosionadas.

2.3. DESCRIPCION DE MAQUINA PLANTADORA

La máquina plantadora funciona como una herramienta de tres puntos enganchada al tractor agrícola de 80-120 HP modificado con equipos de seguridad adecuados.

La maquina puede desempeñar cuatro funciones simultáneamente por medio de los diferentes sistemas:

1. Sistema de Plantación
2. Sistema de aplicación de fertilizante
3. Sistema de aplica herbicidas pre emergentes
4. Sistema de aplicación de gel

Siendo la aplicación de gel una función que no todas las maquinas poseen y depende mucho de las condiciones ambientales para implementarlo en el proceso de plantación.

2.3.1. Partes de maquina plantadora de Eucaliptus

En el Uruguay existen varias empresas dedicadas a la fabricación de máquinas plantadoras. Existen otro tipo de máquinas plantadoras que no cumplen con las medidas de seguridad personal sobre los operarios como para ser utilizadas en plantaciones sobre rastrojo y solo se las utiliza en condiciones de campos vírgenes.

Si bien existen diferencias en la tecnología de fabricación y en las modificaciones sufridas desde los inicios de las maquinas plantadoras, podemos describir las principales partes que constituyen una maquina plantadora de Eucaliptus en el Uruguay, que cumple con todas las condiciones de seguridad para ser utilizadas en plantaciones de campo virgen como rastrojos forestales.

Ilustración 3. Partes de una maquina plantadora de Eucalyptus.

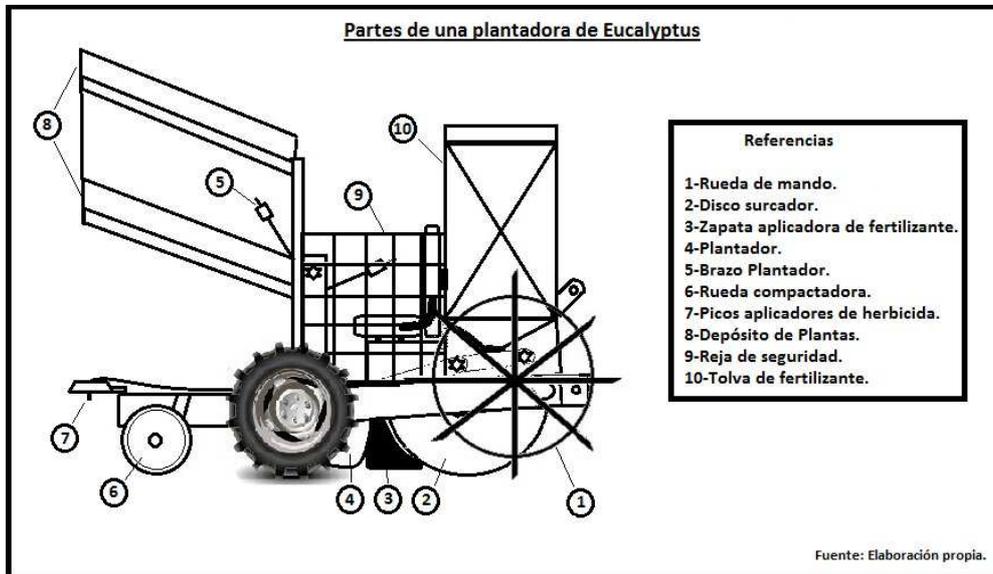


Ilustración 4. Maquina plantadora modelo Roster.



Fuente: Roster (2011).

- Rueda de mando: consiste en una rueda metálica dentada con trozos de varillas en forma de punta que se entierran para evitar el patinaje, ubicada en la parte derecha de la máquina y de unos 40cm de diámetro. Constituyendo el motor primario que gobierna el sistema de transmisión que hace posible las múltiples funciones de la maquina. Otros modelos eliminan dicha rueda y agregan el sistema de

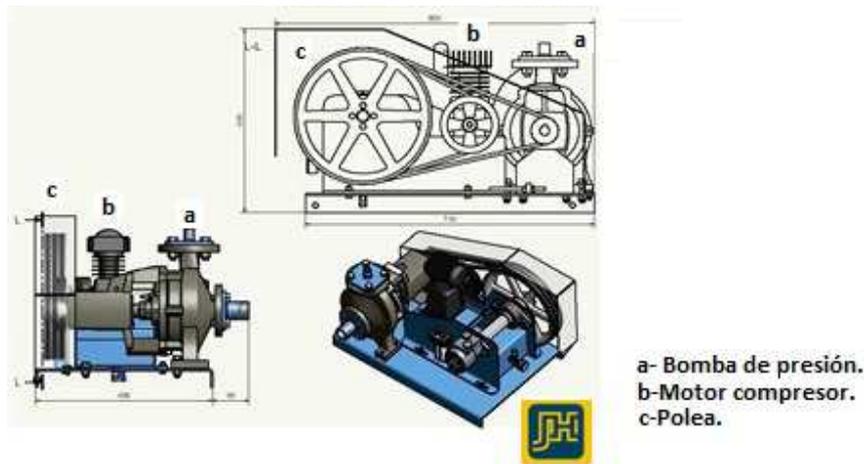
transmisión a un par de ruedas de goma ubicadas a ambos lados de la máquina.

- Tren de plantación: comienza con un disco metálico entero ubicado en la parte inferior el cual permite abrir el surco para que sea depositada la planta por el brazo mecánico de plantación por medio de un movimiento descendente y apertura de la mano que sostiene a ambos lados la planta. La mano está ubicada en el extremo distal del brazo y constituida por una tela gruesa cortada de manera tal que forma una cavidad en la cual se deposita la planta y es ayudada por un par de alambres acerados que cumplen la función de comprimirse al entrar entre dos paredes de metal y liberar la planta una vez que finaliza la pared, permitiendo que ésta ingrese dentro surco, ascendiendo nuevamente el brazo con la mano lista para ser recargada. Generalmente se cuenta con tres brazos mecánicos con sus respectivas manos y que juntos forman el denominado plantador. Otros modelos de plantadora como los utilizados en plantaciones de campo vírgenes no poseen brazo plantador y esta operación es realizada manualmente por los operadores soltando la planta dentro del surco luego de escuchar un sonido de martillo que indica que el fertilizante ha sido aplicado exitosamente.
- Mecanismo dosificador de fertilizante: cuenta con una tolva de capacidad variable ubicada en la parte superior de la maquina a espaldas de los operadores, el fertilizante es dosificado por medio de la apertura una pequeña ventana que contiene la dosis justa de fertilizante y dependiendo de la maquina puede ser aplicado al costado de la planta o debajo de la misma. El caso más común es la aplicación a 15-20cm debajo de la plata por medio de una zapata ubicada por delante del disco surcador.
- Aplicador de herbicida: consiste en un mecanismo totalmente independiente del sistema de transmisión gobernado por la rueda de mando, el cual consiste en un depósito de producto ubicado preferentemente en la parte delantera del tractor y con una bomba , regulador de presión, manómetro. Por otro lado en la parte trasera de la plantadora posee una llave de paso y dos picos aplicadores protegidos

por una estructura metálica liviana o plástica que concentra la aplicación en la fila.

- Depósitos de plantas: está ubicado en la parte superior trasera de la plantadora y cuenta con 4 reparticiones en dos niveles con capacidad para almacenar 16 bandejas de 104 plantas.
- Ruedas compactadoras: están ubicadas por detrás de la línea de los picos de aplicación y cuenta con dos ruedas metálicas macizas ubicadas con una leve inclinación y separadas con espacio suficiente para que la planta pase entre ellas y la compacte a ambos lados.
- Cabina de operarios: está ubicada por delante de la tolva de fertilizante y detrás de la línea del plantador, cuenta con dos butacas acolchonadas bien sujetas al chasis de la máquina y con cintos de seguridad. La cabina cuenta con rejas en los costados y al frente que cubren a los operarios de los restos de cosecha que salen ocasionalmente despedidos.
- Mecanismo aplicación de gel. Cuenta con un compresor, bomba y tanque de almacenamiento.

Ilustración 5. Equipo dosificador de gel.



Fuente: Hartwich (2010).

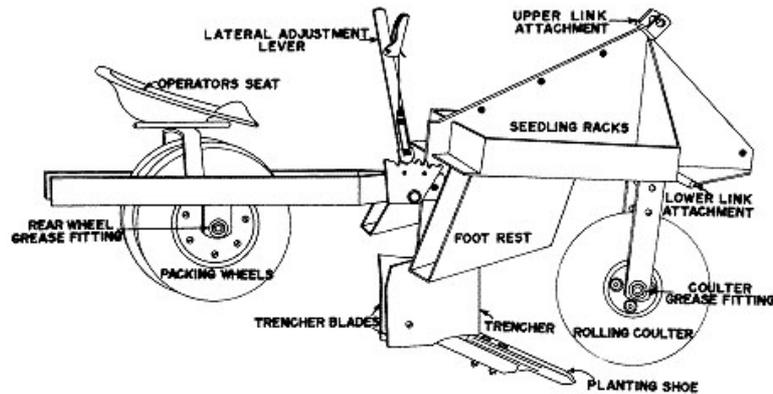
2.3.2. Partes de una maquina plantadora de Pinos a raíz desnuda

Consisten principalmente de un dispositivo tirado detrás de un tractor que crea una hendidura en el suelo. Un árbol de plántula se coloca en la hendidura y las ruedas de embalaje sobre el plantador cierran la rendija dejando firme el suelo alrededor de la plántula. Los diseños más recientes cuentan con mecanismos de pulverización para la aplicación de herbicidas para controlar la vegetación no deseada.

Las maquinas plantadoras de árboles son de tres tipos generales:

- El flotante, este tipo se adjunta a un tractor mediante un enganche de tres puntos por lo que la máquina entera puede ser levantada del suelo por el elevador hidráulico en el tractor.
- El semi-flotante, este tipo tiene su extremo delantero llevado por el tractor y su extremo posterior llevado sobre ruedas; no puede ser levantada por el tractor.
- El remolque, este tipo lleva todo o casi todo su peso sobre sus propias ruedas.

Ilustración 6. Partes de una maquina plantadora de Pino sp. a raíz desnuda.



Fuente: Slusher y Robinson (1993).

La mayoría de las máquinas de Plantación consiste en una reja de rodadura, una zanjadora, asiento para el operador y las ruedas de embalaje (ilustración 6). Estas piezas están unidas a un marco robusto, generalmente equipado con un enganche de tres puntos para su uso en un tractor con una unidad de elevación hidráulico.

La reja de rodadura es una rueda en forma de disco de corte que atraviesa la superficie del suelo y corta viejas raíces, basura y otros desechos. También sirve para elevar automáticamente la zanjadora sobre las rocas enterradas, troncos, etc debe cortar a una profundidad ligeramente por debajo del punto de zanjadora.

La zanjadora de muchos agricultores es en esencia un arado de vertedera con la vertedera cortado y sustituido por partes de metal se mueven paralelamente a la terrestre. El propósito de la zanjadora es hacer una abertura en el suelo suficientemente ancho y profundo para recibir las raíces del árbol de plántulas en una manera que ellos no están retorcidos, en forma de L, o hacinados en un solo plano.

La parte frontal de la zanjadora está configurado de manera que levanta el suelo de la zanja hacia arriba y hacia el lado, donde permanece hasta que la zanjadora ha pasado. A continuación, se deposita de nuevo en la trinchera

desde arriba, cayendo hacia abajo, entre las raíces del árbol que se está plantada, llevando las raíces hacia abajo, manteniendo una buena distribución de las raíces secundarias.

Ruedas compactadoras generalmente son dos ruedas a raíz de la zanjadora que se establecen en un ángulo de forzar el surco para cerrar alrededor de la plántula y de llevar el suelo alrededor del árbol. El peso del operador normalmente proporciona el peso necesario para la compactación del suelo adecuada.

2.3.3. Sistema de plantación

El sistema de plantación es accionado por el movimiento de la rueda de mando y consiste en depositar la planta dentro del surco creado por el disco. Esto se logra por medio del plantador que contiene el brazo junto con la mano mecánica que abraza la planta el cual es abastecido continuamente por los dos operarios ubicados de espaldas al tractor los cuales toman las plantas del depósito y les quitan los tubetes. Inmediatamente el surco es cubierto y compactado a ambos lados de la planta por un par de ruedas compactadoras.

La distancia entre plantas es regulada variando la relación de transmisión entre la rueda de mando y el plantador, esto se logra modificando el número de dientes de los piñones.

Ilustración 7. Línea de plantación.



Fuente: Roster (2011).

2.3.4. Sistema de aplicación de fertilizante

En coordinación con la plantación por medio del sistema transmisión es accionado el dosificador ubicado entre la tolva y la zapata el cual libera la dosis de fertilizante que circula por un caño que va directo a la zapata justo por debajo de la planta al momento que la misma es depositada en el surco.

2.3.5. Sistema de aplica herbicidas pre emergentes

El sistema de aplicación de herbicidas es independiente al sistema de trasmisión de la plantadora, es accionado y comandado de manera manual por el tractorista que cuenta con una llave de paso y manómetro con regulador de presión. La dosis es formulada en el depósito ubicado en la parte delantera del tractor y por medio de una bomba de presión eléctrica es inyectado el producto pasando por los dispositivos de regulación hasta la parte trasera de la plantadora que cuenta con dos picos aplicadores separados unos 50 cm apróx..

2.3.6. Sistema de aplicación de gel

Cuando la plantadora cuenta con aplicador de gel, este cuenta con un tanque ubicado por delante de la tolva el cual contiene el preparado de gel y presión suficiente para liberarlo justo debajo de la planta en contacto con el pan radicular. Este mecanismo evita la desecación del pan radicular en condiciones se bajos contenidos de humedad en el suelo.

2.4. LOGISTICA EN PLANTACIÓN MECANIZADA

Al igual que en la plantación manual en el campo debe existir una zona de acopio de plantas o vivero temporario en el cual las plantas son almacenadas en períodos cortos de tiempo y son abastecidas de agua en forma continua para evitar la desecación del material.

Operarios:

- Encargado de vivero.
- Tractorista que lleva la zorra con las plantas para abastecer rápidamente a la maquina plantadora.
- Tractorista que lleva un tanque con agua.
- Tractorista que lleva la maquina plantadora.
- Dos plantadores por maquina.
- Dos reponedores de plantas (coleros) por máquina.
- Un capataz de campo.

Equipo y Herramienta:

- Tractor y Maquina plantadora.
- Tractor y Zorra con plantas y/o fertilizante, herbicida.
- Tractor y Tanque cisterna.
-

En el vivero y de forma manual se carga el depósito de plantas con 8 a 16 bandejas, de la misma manera es completada la zorra de abastecimiento, así como también se completa de fertilizante la tolva y se prepara el caldo de herbicida premergente.

Cada uno de los reponedores sale al campo con una bandeja completa para ir reponiendo las plantas dañadas o espacios sin plantar.

Una vez en el campo a medida que la maquina avanza y los reponedores se quedan sin plantas, ellos detienen el tractor y bajan una bandeja para seguir reponiendo.

Una vez que la maquina se queda sin plantas el tractorista se dirige al borde del camino donde se encuentra la zorra de abastecimiento y se recarga de plantas, fertilizante o premergente.

2.5. LOS ESTUDIOS DE TIEMPO Y RENDIMIENTO

Los estudios de trabajo (Work Study) han sido definidos de varias formas por Thompson, citado por Tolosana (1999), la norma americana lo hace como “las técnicas y métodos de estudio y medida de trabajo con el fin de procurar el uso óptimo de los recursos humanos y materiales para llevar a cabo una actividad determinada”. En el terreno forestal, de acuerdo con el mismo autor, el Consejo Nórdico de Estudios Forestales lo define como “ el estudio sistemático del trabajo, del hombre que trabaja, incluyendo los aspectos sociales, psicológicos y fisiológicos así como las condiciones de trabajo, con el fin de desarrollar los métodos existentes, implantar nuevos métodos, conocer mejor los rendimientos y los consumos de tiempo y mejorar las condiciones de trabajo”.

El propósito principal de los estudios de trabajo es proporcionar métodos para evaluar cuantitativamente y cualitativamente el trabajo. Al primer aspecto se dedican los estudios de tiempo, cuyo objetivo final suele ser la estimación de rendimientos y costos de esquemas alternativos de organización de trabajo.

La base de la estimación de rendimientos y costos suelen ser los modelos o tablas de tiempo de trabajo, basados con frecuencia en un estudio de tiempos, que es un análisis detallado de la distribución del uso del tiempo en las diversas tareas que componen un determinado esquema de trabajo, incluyendo también el estudio de tiempo consumido por otros eventos ajenos en principio al objetivo del trabajo como retrasos, pausas, incidentes, etc.

La utilidad de los modelos o estudios de tiempo y rendimiento en los aprovechamientos forestales, exceden la previsión de estos por el ejecutor del aprovechamiento, alcanzando otros objetivos más o menos alejados, como por ejemplo:

- Mejora de los sistemas o métodos de trabajo.
- Ensayo o comparación de medios o técnicas de trabajo no conocidos.

- Valoración económica del propio trabajo en función de la evolución de la productividad, para la fijación de salarios fijos e incentivos.

Hay que resaltar que los estudios de tiempo invierten gran parte de su esfuerzo en valorar la fracción del tiempo empleada en una tarea determinada dentro de un cierto esquema de trabajo. Para cumplir su objetivo de mejorar los sistemas de trabajo, deberían precederse o acompañarse de estudios de métodos- e ocasiones denominados “estudios de movimiento”- en que se establecen los sistemas idóneos de trabajo, no solo desde el punto de vista del rendimiento, sino también de la ergonomía y seguridad.

2.5.1. Pasos para la elaboración de un estudio de tiempo

Tolosana (1999) hace define los pasos para la elaboración de un estudio de tiempo.

- i. Definición de las operaciones en cuanto a los tiempos que la componen. Se trata de separar las fases del trabajo propiamente dicho de otros elementos que no forman parte de las operaciones- por ejemplo, trabajos auxiliares, interferencias, descansos, averías, etc.- que también deben ser tenidos en cuenta en tanto condicionan los rendimientos y costos.
- ii. Disgregación de las fases de trabajo directo e operaciones elementales. Por ejemplo, la fase de “apeo y elaboración con motosierra” se podría descomponer en apeo, desramado, trozado, despunte y apilado. Incluso estas operaciones pueden subdividirse aún más (por ejemplo, el apeo puede descomponerse en preparación del árbol, corte de entrada, corte de entalladura, corte de tumbado, derribo, desenganche, etc.)
- iii. Seguimiento del trabajo, descompuesto en los elementos y sub elementos que se hayan definido.
- iv. Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en función de una serie de variables explicativas.

2.6. ANTECEDENTES DE ESTUDIOS EN PLANTACIÓN MECANIZADA

Existe poca información sobre antecedentes de rendimiento en maquinas plantadoras para las condiciones locales, esto se debe básicamente a la poca investigación del sector público con respecto al tema, el cual es desarrollado principalmente por empresas del ámbito privado las cuales utilizan los datos para el cálculo de tarifas y presupuestos.

Según Della Tea y Larocca (1998), quienes realizan una comparación entre la plantación manual y mecanizada, en rendimiento, costos, condiciones optimas y preparación de suelo. el rendimiento de maquina plantadoras de eucaliptos es de 6 a 8 ha/día teniendo en cuenta una densidad de plantación de 1250 plantas/ha.

Tabla 1. Antecedentes de comparación de plantación manual y mecanizada.

	Manual	Mecánica
Rendimiento	Tractor + acoplado para repartir (Cuadrilla de 10 personas) = 8-10 ha por día	Tractor + máquina (total 3 personas) = 6-8 ha/día
Condiciones de humedad de suelo	No limitantes	Mejor trabajo a medida que se seca el suelo
Preparación de suelo	Casi sin restricciones	Buena preparación de la línea de plantación
Fertilización	Se realiza en otra operación	Puede ser simultánea
Costos (por contratistas)	Plantación = \$/ha 70-80 para plantines en bolsa \$/ha 45-55 para plantines en bandeja Fertilización: se debe agregar \$/ha 20-25.	Plantación o fertiplantación = \$/ha 45-55

Según Colombet (2008), en el nor.-este de corrientes en su trabajo Coeficientes técnicos para lograr plantaciones y podas forestales, presentan rendimientos para plantación mecanizada de eucaliptos de 0.66 ha/ hora.

Colombet (2008), menciona un dato de rendimiento para Uruguay zona litoral oeste del país para eucaliptos el cual es de 1200 plantas en una jornada de 8 horas de trabajo.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. EQUIPOS

3.1.1. Instrumentos

Para el estudio de tiempo se utilizó un cronómetro digital programado para medir el tiempo de cada actividad e iniciar nuevamente en la siguiente actividad.

Para medir los desplazamientos de la plantadora y medir el ancho de la entrefila se utilizó un GPS. Mientras que para medir la distancia entre plantas se utilizó una cinta métrica.

Los datos se registraron en planillas diseñadas especialmente para identificar los elementos de la plantación.

- Cronómetro.
- GPS.
- Cinta métrica.
- Planillas de campo.

3.1.2. Equipo de plantación

Se midieron cuatro diferentes máquinas plantadoras acompañadas de sus respectivos tractores. A continuación se hace referencia a las características de los mismos.

Maquina 1: Valmet 985

Maquina 2: Valmet 880

Maquina 3: Masey Ferguson 294

Maquina 4: Masey Ferguson 294

Maquina 5: Ford 6600.

Maquina 6: Ford 6610.

Maquina 7: New Holland 7630

Maquina 8: Ford 6600

3.2. ESTUDIO DE TIEMPO

3.2.1. Tiempo de muestreo

Consiste en la medición continua de una hora de trabajo o más , en la cual se registra en una planilla todos los elementos medibles por el método de vuelta cero que integran de forma directa o indirectamente en el ciclo de plantación.

A lo largo de la jornada se efectuaron de 4 a 5 muestreos.

Principales elementos dentro de los muestreos:

- Planta: es el tiempo en el cual la maquina avanza y planta de forma efectiva.
- Reposición de plantas a coleros: es el tiempo que la maquina se detiene para que los coleros puedan recargarse de plantas y no tener que trasladarse hasta la zorra.
- Atasque: es el tiempo que la máquina deja de plantar y por estar atascada ya sea por una rama proveniente del rastrojo, fertilizante que no baje de la tolva.
- Ajustes: es el tiempo que la maquina es detenida para realizar ajustes o calibraciones como por ejemplo profundidad de plantación, regulación de las ruedas compactadoras etc.
- Paradas: es el tiempo en que los operarios realizan dejan de plantar ya sea para coordinar las actividades, hablar por celular, etc.

3.2.2. Tiempo de monitoreo

Consiste en el registro en una planilla de toda la jornada de trabajo desde que llegan los operarios hasta que se retiran del predio medidos por medio del método de estudio de tiempo continuo. Equivale a la foto del día donde se observan la eficiencia de la empresa, la disponibilidad mecánica de los equipos, el tiempo de trabajo efectivo.

3.2.3. Terminología de división de tiempo

Existen varias propuestas en cuanto a la terminología planteada (Bjöherden et al., citados por Tolosana, 1999), definiendo detalladamente estos elementos componentes del tiempo analizado en el caso de los trabajos forestales, tales como el “tiempo productivo” (principal, complementario, directo e indirecto), “tiempo de trabajo”, tiempo de servicio”, etc.

3.2.3.1. Tiempo de trabajo u operativo

Parte del tiempo total medido en que el sistema de producción considerado o una parte esta directa o indirectamente implicado en la consecución de una tarea específica del trabajo se divide en:

- **Tiempo de trabajo productivo o directo (TTP):** parte del TT que es empleado en contribuir directamente en la consecución de una tarea específica del ciclo de trabajo (por ejemplo apeo de un árbol, ciclo o viaje de desembosque). Dentro de este se puede considerar:

A) Tiempo de trabajo principal (TTPPrinc): Parte del TTP usado en cambiar el objeto del trabajo (en el caso de los aprovechamientos forestales de madera, las piezas maderables árbol, fuste, trozas o astillas) en lo que respecta a su forma, posición o estado dentro de las definición de las tareas, por ejemplo: apeo, desramado, apilado, arrastre, carga.

B) Tiempo de trabajo complementario (TTComp): Parte del TTP en que no ocurre lo anterior, pero que es necesario para completar la tarea y que es parte integral del ciclo de trabajo, como posicionamiento de la maquina o el trabajador, limpieza del área de trabajo, etc.

- **Tiempo de trabajo indirecto (TTI):** Parte del TT que no es empleado directamente en la consecución de una tarea específica del ciclo de trabajo, pero que se desarrolla como apoyo necesario a la misma.

A) Tiempo de preparación(TPrep): Parte del de TTI que se emplea para la preparación de las maquinas y las condiciones de la zona de trabajo. Se divide a su vez en:

a) Tiempo de traslado (TTrasl): Parte del TPrep que se emplea para el transporte de maquina, trabajadores a un nuevo sitio de trabajo.

b) Tiempo de Planificación (TPlan): Parte del TPrep que se emplea en el desarrollo de una estrategia operacional, como por ejemplo recorrer y planificar el área de aprovechamiento, marcando calles de tractor áreas sensibles.

c) Tiempo de Preparación Operacional (TPop): parte del TPrep usada para preparar el sistema del aprovechamiento con el fin de que se siga trabajando en un sitio en particular, como por ejemplo, cambio de turno, desplazamiento del personal por el monte, cambio de los apoyos para los sistemas de cable.

d) Tiempo de Cambio de Posición (TCP): Parte del Tprep empleado en instalar y desinstalar el sistema de producción. Se divide en:

1) Tiempo de instalación (TIns): Parte del TCP que se emplea en poner a punto el sistema de producción para que sea operativo en un nuevo área de trabajo, como por ejemplo estacionamiento y anclaje de tractor para comenzar el arrastre ("cableado") desde una pista, montaje de un cable areao, etc.

2) Tiempo de Desmontaje (TDesm): Parte del TCP que se emplea para poner a punto el sistema de producción para su traslado a una nueva área de trabajo, como por ejemplo liberación

de anclajes y puesta en marcha de un tractor al finalizar el arrastre (“cableado”) desde una pista en una cierta posición, desmontaje de un cable aéreo previo al cambio de calle.

f) Tiempo de Servicio (TServ): Parte del TPrep que se emplea para mantener la capacidad de trabajo de las maquinas en el sistema de producción. Se divide en:

1) Tiempo de Reparación (Tregar). Parte del TServ que se emplea en la reparación de daños o desgastes de elementos del sistema de trabajo, que ocurren como interrupciones no cíclicas como por ejemplo una pequeña avería, la espera de un mecánico y traslado de una pieza dañada para su reparación.

2) Tiempo de Mantenimiento (Tmant): Parte de TServ que se emplea para reparar la degradación progresiva de las herramientas y maquinaria, constituyendo una interrupción cíclica, como por ejemplo el mantenimiento normal de las piezas piezas y maquinaria, la espera de un mecánico de mantenimiento, el transporte de la maquina para una revisión periódica, la comprobación diaria del funcionamiento del equipo.

3) Tiempo de Repostado (TRepost): Parte del Tserv que se emplea para repostado de la maquina, incluyendo el traslado de la máquina para repostar, o el transporte del combustible desde su lugar de almacenamiento.

B) Tiempo de Trabajo Auxiliar (TTA): Parte del TTI que se emplea para realizar tareas auxiliares que permiten que el trabajo continúe en un sistema productivo, como por ejemplo ayudar a otro trabajador en dificultades , amontonar residuos de las aéreas húmedas, desatascar una máquina del barro.

3.2.3.2. Tiempo no operativo

No se realizan tareas directas ni auxiliares que contribuyan a la consecución de los objetivos del trabajo de dividen en:

- **Tiempo de Interrupción (TInterrup):** Parte del TNO que se considera como una interrupción en el trabajo sin conexión directa o indirecta con las tareas que lo componen, como por ejemplo recabar información, parar por inclemencias del tiempo, porque se haya producido un accidente o incidente laboral, por visitas. Aquí se debe también incluir las interrupciones injustificadas.

- **Tiempo de Demora relacionada con el trabajo (TDT):** parte del TNO que esta relacionado con la organización del trabajo. Se divide en :
 - A) Tiempo de Descanso y Necesidades Personales (TDNP): Parte del TDT que se emplea en la alimentación de los trabajadores, el descanso que se estima necesario, las necesidades fisiológicas etc.

 - B) Tiempo de Interferencia (Tintero): Parte del TDT en la cual no ocurre ninguna actividad debido a la interferencia de una operación necesaria dentro del sistema de producción, como por ejemplo esperar a que terminen la tarea.

 - C) Tiempo de Desplazamiento AL/DEL Lugar de TRABAJO (TDesp): parte del TDT en la cual los operarios se desplazan desde su lugar de residencia al tajo principal de la jornada, o en sentido contrario cuando finaliza.

 - D) Tiempo de Comida (Fuera del Lugar de Trabajo): Parte del TDT invertido en el caso de que los operarios se desplacen para comer fuera del lugar de trabajo por ejemplo a un pueblo cercano en los traslados y en la propia comida.

3.2.4. Métodos de medición de tiempos

3.2.4.1. Método de tiempo continuo

Según Tuset (1987), se mide el tiempo sin detener el cronómetro; cada vez que la acción pasa por un punto de medición, el operador anota la posición de los punteros sin detenerlos, junto con el nombre de la actividad recién terminada. El tiempo abarcado por cada actividad parcial se calcula por diferencia.

Ventajas: puede reconstruir la secuencia del trabajo. Pueden identificarse los errores de lectura o de registro. Requiere un cronómetro sencillo. Registra demoras y elementos extraños al trabajo, junto con los tiempos directamente productivos. Se adapta a estudios de ciclo corto, mejor que el método de vuelta a cero.

Desventajas: los tiempos para cada actividad parcial deben ser calculados por diferencia. Las secuencias cortas se registra con cierta dificultad. Para cada valor de tiempo se debe escribir la secuencia a que corresponde. Solamente se puede observar un operario o máquina a la vez.

3.2.4.2. Método de vuelta a cero

Según Tuset (1987), el cronómetro es detenido en cada punto de medición y se le hace retornar de inmediato a cero; seguidamente se comienza a medir el tiempo parcial siguiente.

Ventajas: los tiempos se obtiene directamente sin la necesidad de sustracciones. Se adapta mejor a estudios de ciclo largo que el método continuo.

Desventajas: requiere un cronómetro especial. Solamente se puede observar un operario o máquina a la vez. Una vez que el observador a medido repetidas veces un tiempo para una actividad parcial, tiende a ser menos preciso en las lecturas y a anticipar el valor correspondiente.

3.2.4.3. Método de multimomento

Según Tuset (1987), en este método no se hace registro del tiempo que se aplica e cada actividad parcial. Se procede poniendo un intervalo por ejemplo de medio minuto y se pone en marcha el cronómetro y cada vez que se cumple el medio minuto se anota la actividad que esta realizando.

Ventajas: Se puede observar varios operarios o máquinas a la vez. Se pueden registrar secuencias cortas, siempre que se realice los estudios durante un período suficientemente largo. No es necesario una observación precisa de los puntos de medición.

Desventajas: no se puede reconstruir la secuencia de trabajo.

3.3. PROCEDIMIENTO

Desde que los operarios llegan al cuadro de plantación y bajan del vehículo comienza a realizarse el monitoreo de forma continua durante toda la jornada de trabajo. De forma simultánea cada planillero completa ambas planillas de muestreo y monitoreo. El muestreo es realizado cada una hora aproximada y tiene una duración de una hora, y además del tiempo también se registra la distancia que avanza la maquina a lo largo de toda la fila de plantación desde comienzo a fin. Al mismo tiempo que se identifican y toman el tiempo de todos los elementos que interviene en el ciclo de plantación. Al retirarse lo operarios del cuadro de plantación se da por terminado el monitoreo.

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES AMBIENTALES

3.4.1. Características de los suelos

Para las diferentes zonas de estudio se describen los grupos de suelo:

- Grupo 9.1 :

Se localiza en mayor extensión en los departamentos de Paysandú y Rio Negro, ocurriendo como paisajes escarpados a niveles altimétricos superiores del basalto (limite este) o en paisajes de disección, asociados a las principales vías de drenaje de la región sedimentaria del litoral oeste. De igual manera existe en el departamento de soriano aunque hacia el este ocurre a niveles superiores al basamento cristalino, con menor frecuencia en el departamento de Durazno (cuchilla grande del durazno) y en el departamento de Flores.

El material geológico está formado por areniscas litificadas, correspondientes mayormente a la formación mercedes, aunque también este grupo está desarrollado sobre calizas silicificadas de queguay y areniscas ferrificadas de Asencio y Guichón(escarpas). Corresponden a paisajes de forma mesetiformes, con escarpas débilmente marcadas y otras muy marcadas, tomando en el primer caso la forma general de un paisaje ondulado y en el segundo de verdaderas mesetas, siendo las formas intermedias las de mayor frecuencia, las que podrían definirse como colinas tubulares. Las pendientes son heterogéneas, existiendo un rango de 6 a 12 % en las formas onduladas, mas de 12 % en los frentes de escarpas y nula o menor de 0,5% en la parte superior de las mismas. Existen normalmente laderas cóncavas con pendientes de 3 a 6% de sedimentos coluvionales cuya conjunción conforma valles estrechos.

Cuando en las partes altas de este grupo se encuentran grupos 10 u 11 existen Brunosoles eutricos y subeutricos típicos o lúvicos moderadamente profundos y pseudolíticos de color pardo oscuro a negro textura franco arcillo limosa fertilidad alta a media moderadamente bien drenados (praderas pardas y

negras superficiales litosoles). Asociados existen litosoles eutricos y subeutricos melánicos. Cuando en posición suprayacente se asocian grupos 9 mayormente 9,3 el suelo es un argisol subeutricos o districo ocrico a veces melánico típico (praderas arenosas) moderadamente profundo y pseudolítico pardo grisáceo oscuro e textura arenosa a franco arcillo arenosa, fertilidad media a algo baja imperfectamente drenado (hidromórfico) y como suelos asociados existen Litosoles subeutricos a districos melánicos u ocricos. Estos suelos ocurren también en los frentes de escarpas siempre con pedregosidad y rocosidad variable entre 5 y 25% del área.

En las laderas convexas existentes debajo de las escarpas los suelos son similares a los anteriores con una menor frecuencia de litosoles. En los valles estrechos que conforman las laderas cóncavas, según su posición topográfica existen argisoles subeutricos melánicos típicos y abrupticos (praderas arenosas hidromórficas), a veces pseudolíticas y planosoles subeutricos melánicos. El uso es pastoril y la vegetación es en general de pradera estival con baja densidad de malezas. En presencia de texturas finas se nota mayor abundancia de pasturas invernales. Este grupo es uno de los integrantes principales de las unidades Bacacua y paso Palmar de la carta 1:1,000,000.

- Grupo 9.3:

Las aéreas de mayor extensión se localizan en el departamento de Paysandú siendo de destacar la gran región se desarrolla al este de Porvenir observable por ruta 90 y extendida hacia el sur (comprendiendo en los alrededores de Piedras coloradas las plantaciones forestales de caja notarial), Algorta y la región localizada en los alrededores de quebracho (colonias ros de oger) y palmar del quebracho.

En el departamento de Rio Negro se expresa significativamente en los alrededores de Greco y en el departamento de Soriano en extensiones dispersas que comienzan al suroeste de la ruta 2 a la altura de Risso-Egana hasta las proximidades de la ciudad de Mercedes. En el departamento de Durazno es reconocida en pequeñas aéreas en los alrededores del poblado Alvarez. El material geológico corresponde a areniscas con cemento arcilloso

frecuentemente de tonos rosados a veces rojizos o blancos grisáceos. El relieve en general es suavemente ondulado con predominio de 1 a 3 % de pendientes.

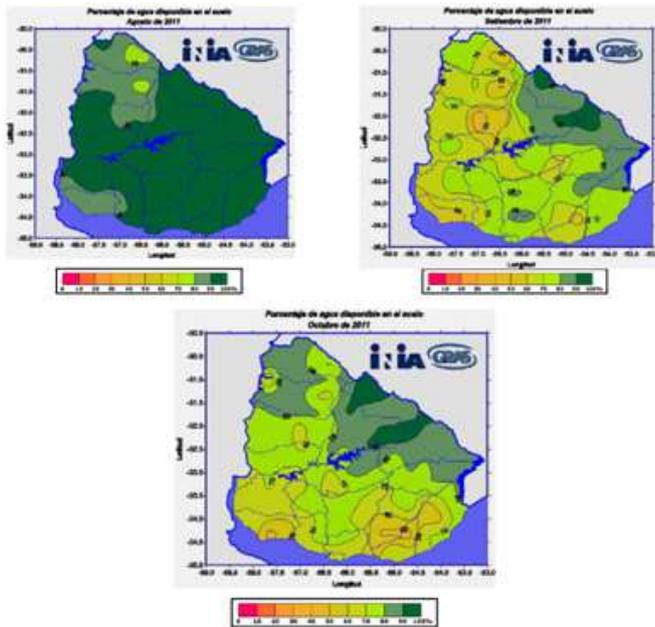
Es una combinación de laderas extendidas de 1-2% predominando sobre laderas de disección de mayor convexidad y pendiente 3 a 5% que corresponden a las litologías más gruesas del sedimento. Los suelos predominantes corresponden a planosoles districos ocrícos a veces melánicos y argisoles districos ocrícos abrupticos, a veces típicos planosoles arenosos praderas planosónicas y praderas pardas máximas arenosas). El color de los horizontes superiores es pardo grisáceo oscuro la textura es arenoso franca y son de fertilidad baja e imperfectamente drenados. En las laderas de mayor convexidad y pendiente los planosoles districos ocrícos presentan mayor espesor de horizonte A de color pardo grisáceo textura arenosa y fertilidad muy baja.

Como asociados en las laderas medias y bajas de pendiente máxima de 1% existen brunosoles subeútricos a veces districos típicos y lúvicos. Son de color pardo muy oscuro textura franco arenosa fertilidad media y drenaje moderadamente bueno a imperfecto. El uso predominante es pastoril y la vegetación es de praderas estival en general con baja densidad de malezas, aunque casi siempre con la presencia de *Paspalum* en los bajos y concavidades húmedas *andropogon*. Existen aéreas bajo cultivo fundamentalmente de verano dependiendo la densidad de los mismos de la localización geográfica de la unidad.

3.4.2. Contenido de agua en el suelo

El porcentaje de agua disponible en el suelo (PAD) se define como: $(ADI/CC)*100$, donde ADI es la cantidad de agua en el suelo y CC es la capacidad de campo de ese suelo.

Ilustración 8. Contenido de agua en el suelo para los meses de agosto, septiembre y octubre.



Fuente: Auchayna et al. (2011).

Para las plantaciones realizadas por la empresa 1 y 3 en el mes de setiembre el PAD fue entre 75-85%. En cambio para las plantaciones de la empresa 2 y 4 en el mes de octubre el PAD fue entre 65-75%. Siendo para el trimestre contenido de agua en el suelo promedio 80%.

3.5. IDENTIFICACION DE VARIABLES SILVICULTURALES

Las variables que se describirán a continuación pueden estar modificando el avance de la maquina y el correcto funcionamiento.

3.5.1. Preparación de terreno

Las tareas de preparación de terreno comienzan con un despejado de la entrefila que consiste en despejar de todo tipo de desecho de cosecha dejando una superficie limpia para las tareas subsiguientes. Luego se da una pasada de rastra de disco con subsolador la cual rotura los primeros

centímetros del suelo al mismo tiempo que el subsolador rompe en profundidad entre 40-50cm.

Por último se realiza un encanterado que consiste en elevar la parte donde ira la futura planta, de esta manera se intenta evitar problemas de exceso de agua dejando preparado el terreno para la futura plantación.

Otra intervención pre plantación es la aplicación total de herbicida para control de malezas y eliminación de cepas viejas.

3.5.2. Especie de rastrojo

Para ambas situaciones el rastrojo pertenecía a la especie *E.grandis*.(de origen semilla), para el primer predio (Vanguardia) la plantación tenía 13 años y para el segundo predio tenía 19.4 años al momento de la cosecha.

3.5.3. Tiempo de descomposición del rastrojo

Para el primer predio plantado el rastrojo un periodo de descomposición de 12 meses aproximadamente en cambio para el segundo predio tenía 7 meses.

3.5.4. Fecha de plantación

El primer predio y el tercero fueron plantados en la segunda semana de setiembre y el segundo predio fue plantado en la primera semana de octubre y el cuarto predio se plantó la tercera semana de octubre, siendo todas plantaciones de primavera.

3.6. IDENTIFICACION DE VARIABLES OPERATIVAS

3.6.1. Operarios

Otras de las variables que pueden influir son la experiencia y antigüedad de los operarios en las tareas, siendo un factor difícil de poder estimar o medir ya que son subjetivas.

3.6.2. Logística de las empresas

Cada empresa está tiene su particularidad a la hora de organizarse para trabajar y realizar con eficiencia las actividades, además de poseer un personal totalmente diferente y entre ellos con diferente grados de experiencia.

3.6.3. Maquinaria utilizada

La maquinaria utilizada debe cumplir con los requisitos necesarios en potencia, tracción, mantenimiento para realizar las actividades de forma eficiente y no entorpecer el proceso de plantación.

3.6.4. Calidad de insumos

Los insumos utilizados en el proceso de plantación deben estar en tiempo y forma ya que cualquier problema de calidad de plantas o fertilizante podría estar afectando el desempeño de la plantación.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cada empresa posee una manera diferente de organizarse a la hora de realizar la plantación, dependiendo del nivel de recursos humanos, técnicos y equipamiento, por lo tanto en una jornada laboral se puede obtener diferentes aprovechamientos del tiempo.

4.1. ESTUDIO DE TIEMPO EN UNA JORNADA LABORAL

La jornada laboral posee tres grandes divisiones del tiempo: 1) el tiempo que se dedican directa o indirectamente a la actividad principal (Plantación), 2) el tiempo en el cual la maquina está disponible para trabajar pero no es utilizada por dedicar tiempo en otras actividades, como ejemplo: organización luego de bajar del vehículo o coordinar para abandonar al campo (Utilización); 3) el tiempo en el cual la maquina sufre desperfectos mecánicos y la actividad se detiene momentáneamente (indisponibilidad mecánica).

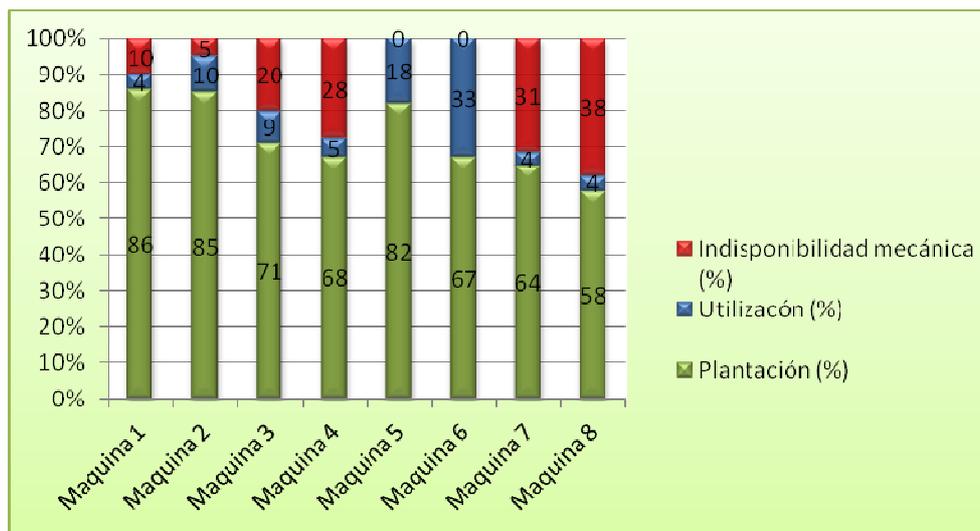
La tabla 2 muestra la distribución del tiempo, en una jornada laboral completa, para las diferentes empresas y maquinas.

Tabla 2. Distribución porcentual del tiempo en una jornada laboral por máquina.

	Empresa 1		Empresa 2		Empresa 3		Empresa 4		Promedio
	Maquina 1	Maquina 2	Maquina 3	Maquina 4	Maquina 5	Maquina 6	Maquina 7	Maquina 8	
Plantación (%)	86	85	71	68	82	67	64	58	73
Utilización (%)	4	10	9	5	18	33	4	4	11
Indisponibilidad mecánica (%)	10	5	20	28	0	0	31	38	17
Tiempo de cargas y traslados(%)	15	13	30	31	25	34	23	33	25
Tiempo efectivo plantando(%)	85	87	70	69	75	66	78	67	75
Tiempo total(h) S/Descanso	8,15	8,20	9,08	9,23	9,0	8,8	6,7	6,2	8
Densidad plant/ha	1200	1200	1250	1250	1200	1200	1367	1367	1254

En el gráfico (1) se observa el tiempo dedicado a la actividad principal (Plantación), el cual puede variar desde 86% a 58%, en cuanto mayor sea el tiempo dedicado a la actividad principal menor será el tiempo en que la maquina este detenida por problemas mecánicos o logísticos.

Gráfico 1. Distribución porcentual de tiempo en una jornada laboral por máquina.



La indisponibilidad mecánica se considera como una pérdida de tiempo ajena a la responsabilidad directa de la empresa, 2 de 8 maquinas monitoreadas no presentaron pérdidas de tiempo por desperfectos mecánicos. Sin embargo, coincide que las dos máquinas antes mencionadas pertenecen a la misma empresa, por lo tanto esto puede deberse a que dedica mayores recursos al mantenimiento de los equipos de trabajo.

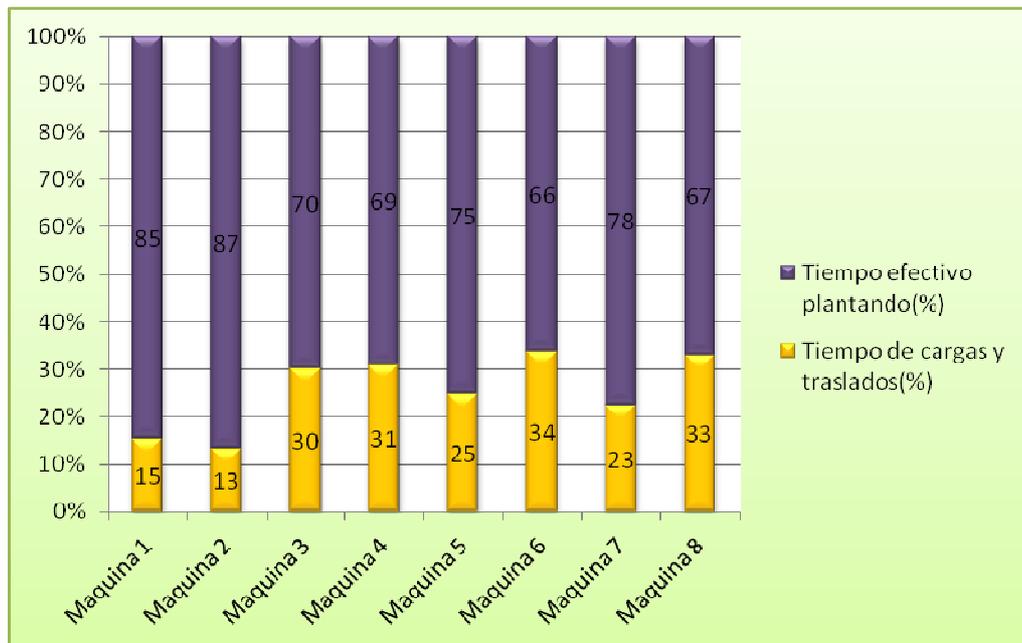
El tiempo de utilización puede variar desde 4% a 33%, los valores más bajos representan un alto nivel de organización al comienzo y finalización de la jornada. Los valores más altos representan tanto problemas de organización como logístico, como por ejemplo la maquina 6 debió detener la plantación por falta de tractor para llevar el tanque de agua, por lo cual desenganchó la maquina plantadora. La maquina 5 también presentó un alto valor de utilización con respecto a las demás máquinas, en este caso particular demoran 42 minutos en retirarse del campo, además de varios problemas de organización. Ambas maquinas pertenecen a la misma empresa y cabe destacar que al momento de realizar el estudio tenían 3 días de funcionamiento

como cuadrilla de plantación, la poca experiencia podría explicar los grandes problemas de organización.

El tiempo dedicado a la actividad principal (plantación), se divide en: el tiempo dedicado a la carga y traslados (plantines, fertilizante, premergente, traslados desde el cuadro a la zorra); y el tiempo dedicado efectivamente en la plantación.

En el gráfico (2) muestra como se distribuyen ambos tiempos para cada máquina en particular.

Gráfico 2. Composición porcentual del tiempo de plantación.



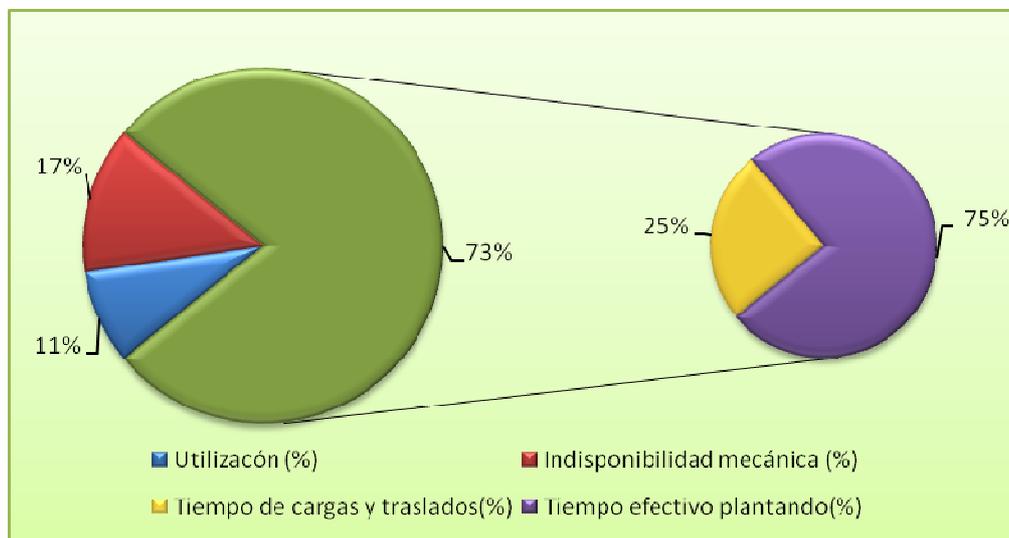
Se observa que para todos los casos, el tiempo efectivamente plantando supera el tiempo de cargas y traslados. Sin embargo, no todas las máquinas poseen igual distribución del tiempo, existiendo las menores variaciones dentro de cada empresa.

El tiempo de cargas y traslados depende de: la distancia donde se encuentra la zorra para recarga, la disponibilidad de agua y la coordinación de los operarios que recargan y abastecen (no solo el insumo faltante sino completar los restantes aumentando la efectividad de las cargas). Este tiempo también es afectado por la densidad de plantas (plantas/ha), sin embargo la

cantidad de plantas no fue disímil, 1200 plantas (máquina.1-2-5-6), 1250 plantas (máquina.3-4) y 1367 plantas (máquina.7-8, ver Tabla 1).

En base a las 8 jornadas monitoreadas se estimó una jornada promedio para una maquina plantadora, como muestra el siguiente gráfico (3).

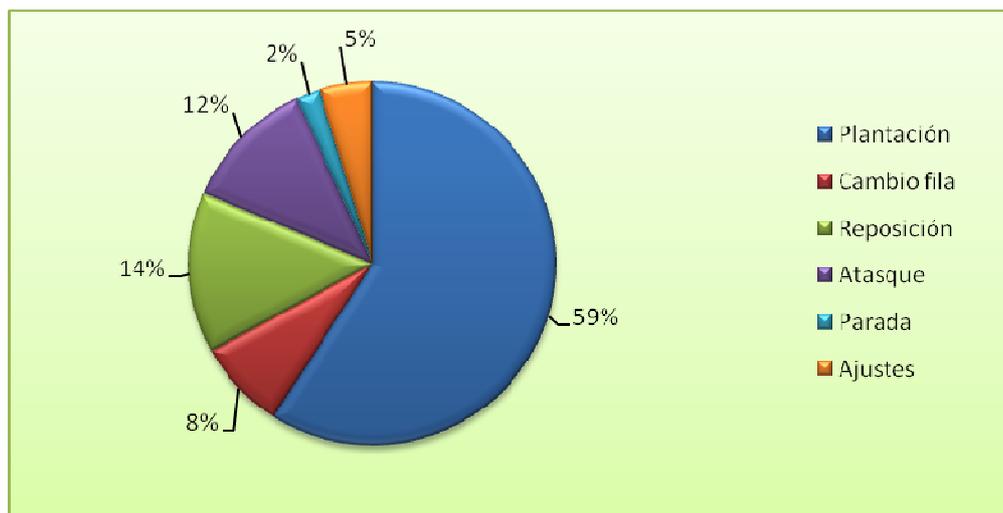
Gráfico 3. Distribución porcentual promedio del tiempo en una jornada laboral.



4.2. ESTUDIO DE TIEMPO EN EL CICLO DE PLANTACION

Los elementos identificados y medidos en los 312 ciclos de plantación se distribuyen de manera porcentual como muestra el gráfico (4).

Gráfico 4. Distribución porcentual del tiempo en el ciclo de plantación.



El principal elemento es la plantación, ocupado el 59% del tiempo total, seguido por la reposición de plantas a coleros (14%) y atasques del equipo (12%). En menor proporción se encuentra el cambio de fila o giro en las cabeceras de las filas (8%), los ajustes (5%) que tienen que ver con problemas de regulación o desajustes producidos por movimientos bruscos irregularidades en el suelo, y las paradas un 2%.

Tabla 3. Distribución porcentual del tiempo en los ciclos de plantación de rastrojo y campo nuevo.

		Plantación	Cambio fila	Reposición	Ataque	Parada	Ajustes
Rastrojo	Porcentaje(%)	56%	5%	17%	16%	1%	4%
	Frecuencia	1,00	0,88	0,53	0,37	0,11	0,08
Campo Nuevo	Porcentaje(%)	62%	11%	11%	8%	3%	5%
	Frecuencia	1	0,88	0,24	0,11	0,13	0,09

Según muestra la tabla (2) el tiempo dedicado a la plantación es algo mayor en campo nuevo (62%), en comparación al campo con rastrojo (56%), estableciéndose igual frecuencia para ambas condiciones.

En campo nuevo el cambio de fila aumenta en un 220% respecto al campo con rastrojo, esto puede ser explicado solamente por la destreza de los tractoristas en realizar las maniobras para entrar en la fila siguiente o en realizar

giros para entrar fila por medio, no habiéndose identificado en la planilla de campo cuales tractoristas realizaban determinadas maniobras.

El tiempo de reposición es mayor en rastrojo (17%) que en campo nuevo (11%), esto se atribuye a problemas logísticos en la reposición ya que el promedio de densidad para ambas plantaciones no es disímil (siendo que el promedio de plantas por hectáreas para campo nuevo 1283 y para campo con rastrojo 1225) y a que la frecuencia de reposiciones aumenta un 220% con respecto a campo nuevo. Dicho aumento de la reposición no puede ser atribuido a fallas en la plantación originados por la maquina en condiciones de rastrojo ya que no se detecto un aumento en los tiempos y frecuencia de los ajustes.

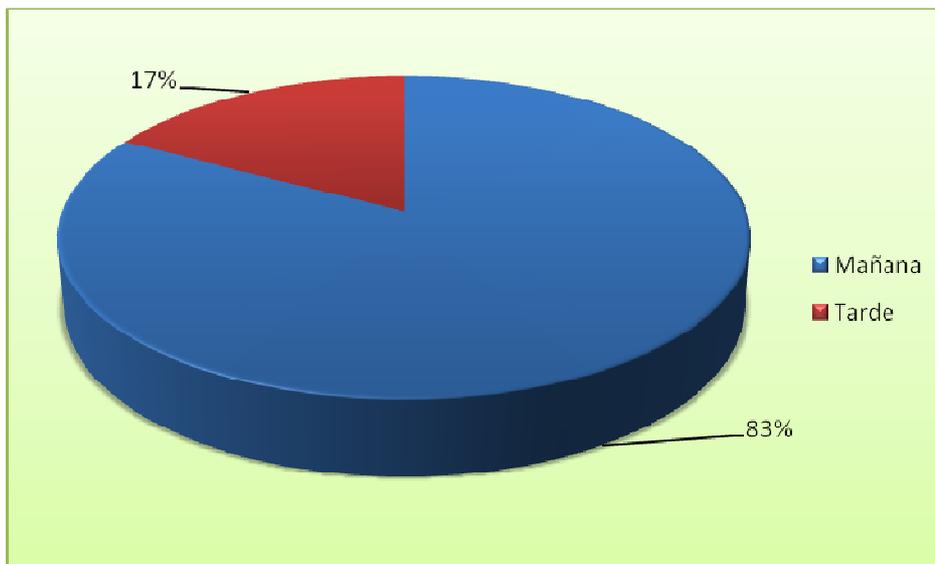
Si se compara el tiempo de atasque, en campo con rastrojo es un 16% y en campo nuevo es 8%, insumiendo el doble de tiempo en comparación con el campo nuevo, no se puede determinar cuantitativamente la influencia del rastrojo en el atasque, dado que el tiempo de atasque no solo contempla los atasques de ramas sino también los de fertilizantes y piedras.

El tiempo de paradas es mayor en campo nuevo (3%) que en rastrojo (1%), teniendo igual frecuencia para ambos casos.

En cuanto a los ajustes, no presentaron diferencias en campo con rastrojo ni en campo nuevo, en cuanto al tiempo (4%-5%), así como en la frecuencia (0.08-0.09).

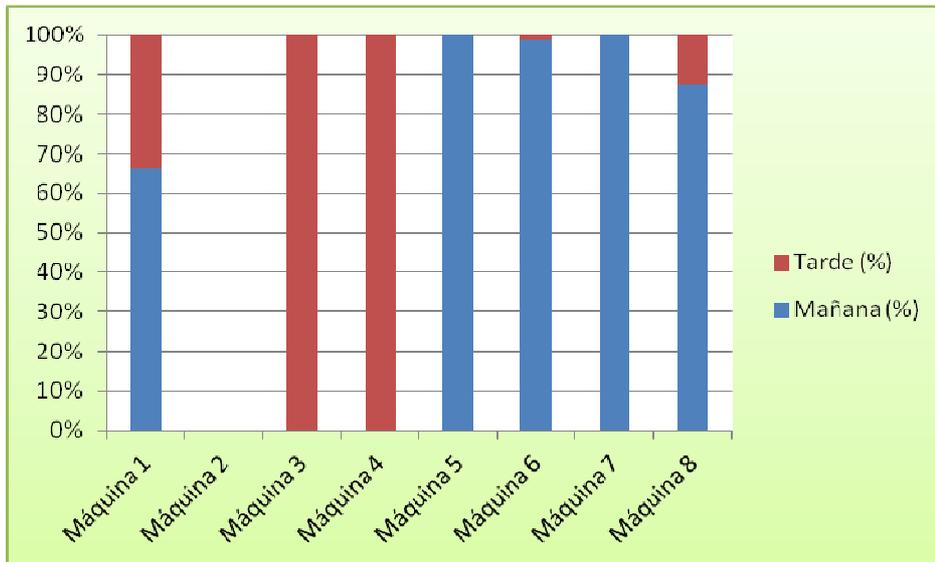
Realizando un análisis de las paradas, se observa que el 83% se realiza por la mañana y el 17% en la tarde, según muestra el siguiente grafico (5). Si bien las paradas corresponden solo a un 2% del tiempo total, con este grafico se pretende mostrar la tendencia de las paradas.

Gráfico 5. Distribución porcentual del tiempo de paradas en la mañana y tarde.



Analizando las diferentes empresas se observa que las paradas tienden a ser por la mañana.

Gráfico 6. Distribución porcentual del tiempo de paradas en la mañana y tarde por máquina.

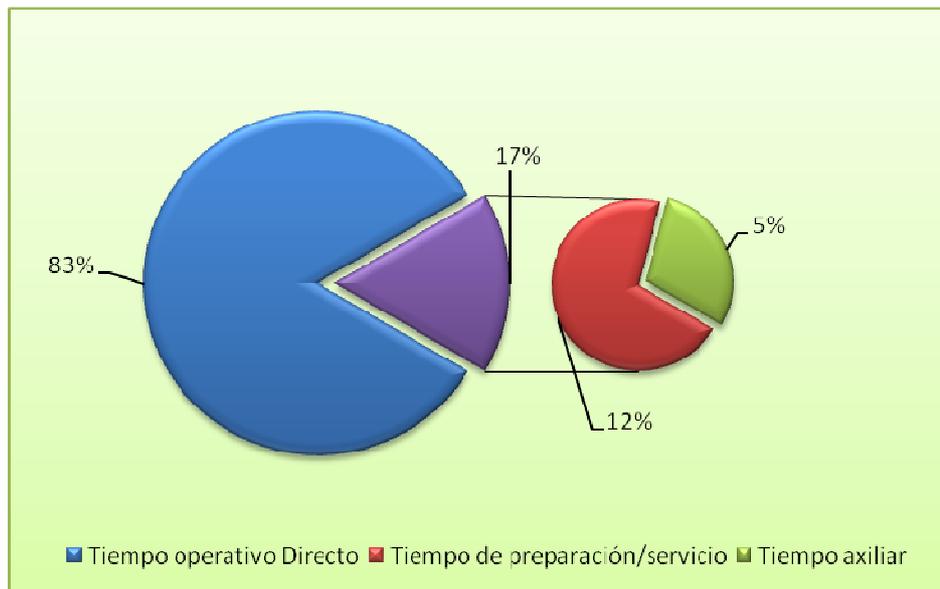


Según la terminología universal propuesta por Tolosana (1999); se identifican dentro del tiempo total, el tiempo operativo y tiempo no operativo. El tiempo operativo se compone por los elementos relacionados de manera directa o indirecta con la actividad principal que es la plantación y el tiempo no operativo está compuesto por los elementos que no son auxiliares y que no contribuyen con la actividad principal.

Como muestra el gráfico (4), el tiempo operativo está representado por los elementos plantación, cambio de fila, reposición, atasque y ajuste, que corresponden al 98% del tiempo total y el tiempo no operativo es el restante 2%, el cual está representado por las paradas que son tiempo en que los operarios dejan de trabajar para conversar, hablar por teléfono, etc.

Dentro del tiempo operativo se realiza una subdivisión: en tiempo operativo directo (relacionado a la actividad principal) y tiempo operativo indirecto (referente a las actividades que son complementarias y que ayudan de forma indirecta a que se realice la actividad principal).

Gráfico 7. Distribución porcentual del tiempo operativo en tiempo directo y tiempo indirecto.

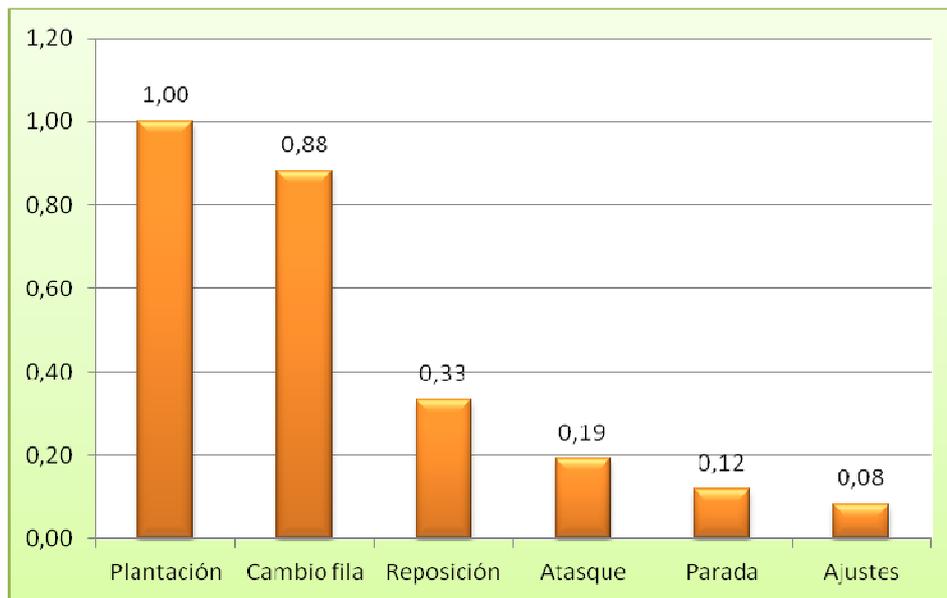


Como muestra el gráfico (2), tomando como base 100 el 98% del trabajo operativo, se obtiene el tiempo operativo directo que representa un 83% en el cual se incluye la plantación, cambio de fila, reposición. Entendiendo que la actividad principal es afectada directamente por la ausencia de cualquiera de estos elementos, ya que si no se bajan plantines de la máquina para los coleros (reposición) y no realiza el giro para entrar en la fila no sería posible que la fila fuese completamente plantada.

El 17 % restante forma parte del tiempo de trabajo indirecto, que a su vez se subdivide en: tiempo de preparación /servicio (12%) al tiempo empleado para mantener la capacidad de trabajo de la maquina, el cual está representado por los atasque que es tiempo destinado a desatascar la máquina para que siga funcionando correctamente. El 5% restante se denomina tiempo auxiliar y está compuesto por los ajustes.

No todos los elementos están siempre presentes en los ciclos de trabajo, sino que ocurre con diferentes frecuencias dependiendo muchas veces de la cantidad de fallas en la línea de plantación (reposición), exigencia de las condiciones de trabajo(ajustes) o irregularidades del terreno (atasque).

Gráfico 8. Frecuencia relativa por actividad.



Como ilustra el gráfico (8), se dividen los elementos que componen los ciclos de plantación como fijos y variables: dentro de los fijos se encuentra la plantación y cambio de fila; dentro de los variables encontramos la reposición, ataque, paradas, ajustes.

La plantación que es elemento que tiene mayor frecuencia (igual a 1) ya que se trata de la actividad principal, seguido por el cambio de fila con una frecuencia 0.88 que en teoría debería ser igual a 1, ya que cada vez que la máquina termina de realizar la fila entra en la siguiente completando el ciclo.

Si bien ambos elementos fijos representan una alta frecuencia, podemos decir que la plantación ocupa el 59% del tiempo total y el cambio de fila ocupa el 8%.

La reposición presenta una frecuencia de 0.33, esto quiere decir que de cada 100 ciclos de plantación se realizan 33 reposiciones a coleros, por lo tanto nos está indicando la eficiencia de plantación de la máquina, ya que cuanto más frecuente sea la reposición a los coleros se está trabajando más en reponer las plantas falladas porque la máquina está siendo menos efectiva.

El atasco posee una frecuencia de 0.19 y en comparación a la reposición es 57% menor, sin embargo el atasco representa un 12% del tiempo total y la reposición un 14%. Esto se debe a que la reposición es un elemento que aparece en mayor frecuencia pero se realiza muy rápidamente por parte de los operarios de la maquina y los coleros, sin embargo el atasco es menos frecuente pero demanda mayor tiempo y que en la mayoría de los casos el tractorista desciende del tractor para solucionarlo, utilizando algunas herramientas como por ejemplo palancas y puntas.

Las paradas se realizan con una frecuencia de 0.12 que en comparación a los demás elementos variables es baja y se realiza de forma rápida representando un 2% del tiempo total.

Los ajustes son el elemento que posee menor frecuencia 0.08 y representa un 5% del tiempo total, a nivel de campo se destaca que si bien son los menos frecuentes su duración es indeterminada y en caso de que no se pueda restablecer condiciones iniciales de ajuste la actividad puede ser suspendida.

4.2.1. Correlaciones

Tabla 4. Coeficientes de Correlación.

Correlacion de Pearson: coeficientes\probabilidades

	Plantación	Dist	Plantación	Reposición	Atasque	Parada	Ajustes	Tiempo Total
Plantación	1,00		0,00	0,45	0,04	0,67	0,94	0,00
Dist Plantación	0,97	1,00		0,07	0,04	0,97	0,75	0,00
Reposición	0,08		0,20	1,00	0,08	0,68	0,22	1,0E-06
Atasque	0,28		0,27	0,41	1,00	0,59	0,31	0,00
Parada	0,08		0,01	-0,19	-0,25	1,00	0,51	0,24
Ajustes	0,02		0,07	0,94	0,88	-0,70	1,00	6,1E-10
Tiempo Total	0,68		0,68	0,49	0,90	0,21	0,90	1,00

A través del programa INFOSTAT se realizó el estudio de correlaciones para los diferentes elementos que intervienen en el ciclo de plantación.

Existe una alta correlación positiva 0.97 entre el tiempo de plantación y la distancia plantada, lo cual es previsible ya que la velocidad de la maquina es contante (aproximadamente 4 km/h) y a mayor distancia mayor será el tiempo plantando. Sin embargo no existe una alta correlación entre el tiempo plantando y el tiempo total (0.68), esto se explica por la presencia de los elementos variables en el ciclo (por ejemplo: la reposición, atasco, paradas y ajustes) por

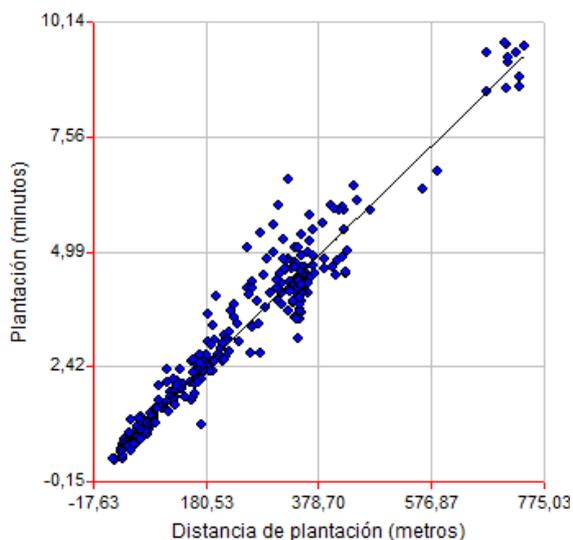
lo tanto cuando mayor o menor sea el tiempo total no necesariamente infiere un mayor o menor tiempo plantando.

Se observa una alta correlación positiva (0.88) entre el atasque y los ajuste de la maquina, si bien los atasques representan un mayor tiempo y ocurren en mayor frecuencia pueden ser los responsables de producir algún desajuste en la calidad de plantación ocasionando que se deba detener la máquina para corregirlos.

Si bien existen altas de correlación es interesante analizar la correlación de la variable tiempo de plantación, ya que es un elemento fijo dentro del ciclo.

4.2.2. Regresión lineal, tiempo de plantación f(x) de distancia de plantación

Gráfico 9. Regresión lineal, tiempo de plantación f(x) distancia de plantación.



Como se observa en el gráfico (9) la regresión muestra una línea que se ajusta según el coeficiente de determinación $R^2 = 0.94$ siendo este un indicador con alta valor de predicción. Ver Tabla (5).

Tabla 5. Análisis de regresión lineal.

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP
Plantación	296	0,94	0,94	0,25

Tabla 6. Coeficientes de regresión y estadísticos asociados.

Coef	Est.	EE	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor	CpMallows
const	0,23	0,05	0,13	0,33	4,40	<0,0001	
Dist P	0,01	1,8E-04	0,01	0,01	68,04	<0,0001	4614,67

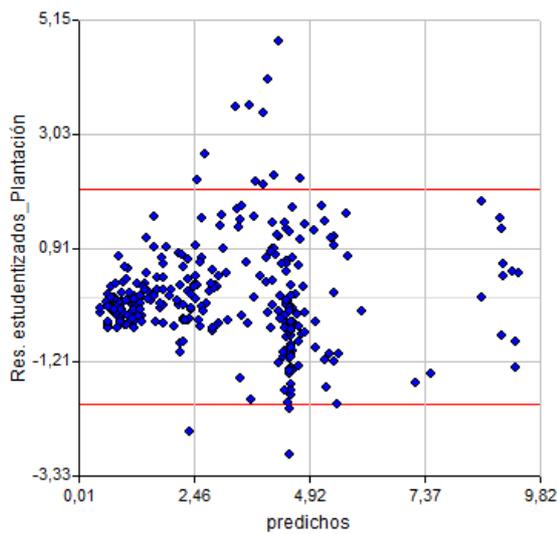
En la tabla (6) se deducen los valores correspondientes al modelo de regresión lineal, la ordenada en el origen 0.23 y el coeficiente de regresión 0.01.

Tabla 7. Análisis de la varianza (SC tipo III).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1124,82	1	1124,82	4629,36	<0,0001
Dist P	1124,82	1	1124,82	4629,36	<0,0001
Error	71,44	294	0,24		
Total	1196,26	295			

Del análisis de varianza se deduce el valor del coeficiente de determinación o R^2 , realizando el cociente entre la suma de cuadrados del modelo (SC modelo) y la suma de cuadrados total (SC total). El p-valor es menor que $\alpha = 0.05$ por lo tanto no rechazo H_0 .

Gráfico 10. Predichos Vs Residuos.



Como se observa en el gráfico (10) no existe un patrón de distribución de los residuos y estos se distribuyen de forma homogénea por lo tanto cumplen con el principio de homogeneidad de la varianza.

4.2.2.1. Modelo de regresión lineal

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon_i$$

$$Y_i = 0.23 + 0.01 X$$

Y_i = Variable aleatoria observada. Tiempo plantando efectivamente (minutos).

β_0 = Ordenada en el origen.

β_1 = Coeficiente de regresión.

X = Distancia de plantación (metros).

ε_t = Error muestral.

4.3. RENDIMIENTO EN CADA JORNADA DE PLANTACIÓN

Tabla 8. Rendimientos.

	Campo con rastrojo				Campo nuevo			
	Máquina 1	Máquina 2	Máquina 3	Máquina 4	Máquina 5	Máquina 6	Máquina 7	Máquina 8
Superficie plantada (ha)	7,36	7,44	4,72	4,52	6,55	7,74	2,55	3,59
Tiempo total (h/sin descanso)	8,15	8,2	9,08	9,23	9,0	8,8	6,7	6,2
rendimiento (ha/h)	0,90	0,91	0,52	0,49	0,73	0,88	0,38	0,58
Densidad plantas/ha	1200	1200	1250	1250	1200	1200	1367	1367

Para el cálculo de rendimiento (ha/hora) se utilizó la superficie plantada en la jornada por maquina y el tiempo total en el campo para cada cuadrilla.

Se observa que el tiempo total varía en cada cuadrilla de plantación, existiendo menor variación dentro de cada empresa.

Los rendimientos se encuentran entre 0,38(ha/hora) y 0,91 (ha/hora), con un promedio de 0,67 (ha/hora).

Los rendimientos para las maquinas en campo nuevo presentan un promedio de 0,64 (ha/hora) y las maquinas en campo con rastrojo un promedio de 0,70 (ha/hora).

Analizando los rendimientos en campo con rastrojo se observa que la empresa 1 presenta los rendimientos más altos y la menor variación entre maquinas, la empresa 2 presenta los rendimientos menores haciendo que el promedio de campo con rastrojo baje.

Los mayores rendimientos de la empresa 1 son explicados por el mayor porcentaje del tiempo involucrado directamente a la plantación (86% y 85%) así como también el mayor tiempo efectivo plantando (85% y 87%).

Sin embargo la empresa 2 sus bajos rendimientos son explicados por tener un menor porcentaje del tiempo involucrado en la plantación (71% y 68%) una de las razones es una mayor indisponibilidad mecánica (20% y 28%) como también un menor efectividad en el tiempo de plantación (70% y 69%).

En cuanto a los rendimientos en campo nuevo, existen diferencias entre las maquinas de las empresas y entre empresa.

La empresa 3 presenta diferentes rendimientos siendo estos los mayores para campo nuevo, esto se debe al mayor porcentaje del tiempo empleado directamente a la plantación (82% y 67).

Pese a que la maquina 5 dedica mayor porcentaje del tiempo a la plantación presenta menor rendimiento (0.73 ha/h) que la maquina 6 (0.88 ha/h).

Esto se debe a que aumenta el porcentaje de utilización (33% y 18%) debido a que desengancha la máquina para realizar otras tareas no relacionadas directamente con la plantación.

Los bajos rendimientos de la empresa 4 están explicados por un menor porcentaje del tiempo de plantación (64% y 58%) y por una alta indisponibilidad mecánica (31% y 38%).

4.4. RENDIMIENTO EN EL CICLO DE PLANTACIÓN EN CAMPO CON RASTROJO Y CAMPO NUEVO

Tabla 9. Análisis de rendimiento en ciclo de plantación en campo con rastrojo y campo nuevo.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento	312	0,03	0,03	36,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,93	1	1,93	10,31	0,0015
Situacion	1,93	1	1,93	10,31	0,0015
Error	57,95	310	0,19		
Total	59,88	311			

Test: Tukey Alfa:=0,05 DMS:=0,10018
 Error: 0,1869 gl: 310
 Situacion Medias n

CN	1,14	208	A
R	1,31	104	B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Del análisis de los rendimientos obtenidos en los 312 ciclos de plantación se obtuvo un CV entre campo con rastrojo y campo nuevo de 36%.

Por medio de una prueba de comparación múltiple (Tukey) se comparó las medias de rendimiento para ambas condiciones dando como resultado diferencias significativas considerando un nivel de significación de 0.05.

En campo nuevo la media fue de 1.14 ha/ hora, clasificando como A y en campo con rastrojo la media de rendimiento fue de 1.31 ha/hora, clasificando como B.

5. CONCLUSIONES

- Por medio de los resultados del análisis se puede observar de que cada empresa posee diferencias en: el capital humano, técnico, infraestructura y maquinaria así como también diferencias en la organización (logística). Otorgándole a la empresa la condición de única.
- A diferencia de la plantación convencional (manual) el rendimiento de trabajo no depende únicamente del trabajador sino que este está determinado por el equipo de trabajo en su conjunto, adicionando mayor complejidad al análisis de los factores que influyen en el rendimiento debido a la interacción existente. Por lo tanto estaríamos en presencia de una plantación semi-mecanizada.
- Considerando la distribución del tiempo en una jornada laboral se puede concluir que cuanto mayor sea el tiempo dedicado a la actividad principal (plantación) y menor sean los tiempo dedicados a otras actividades ajenas a la plantación (utilización y indisponibilidad mecánica) mayores serán los rendimientos obtenidos.
- Para aumentar el rendimiento es imprescindible disminuir el tiempo de cargas y traslados que influye de forma directa en el tiempo de plantación efectiva.
- Se concluye que dentro del ciclo de plantación la distancia posee una alta correlación con el tiempo plantado, lo que se ajusta a modelo de regresión lineal.
- Analizando los 312 ciclos de plantación se observa que el 83% del tiempo es dedicado a actividades directamente relacionadas con la plantación (tiempo operativo directo) y el 17% restante a actividades indirectas (tiempo operativo indirecto) demostrando de esta manera que la mayor parte del tiempo analizado es destinada a la actividad principal.
- En los ciclos de campo con rastrojo y campo nuevo el tiempo de atascos aumentan un 100% en comparación a este último.

- Para las diferentes condiciones analizadas el rendimiento promedio obtenido para la plantación mecanizada es de 0.67 ha/ hora.
- Debido al tipo de estudio realizado no permite la comparación del rendimiento para las diferentes jornadas de las empresas en campo con rastrojo y campo nuevo. Sin embargo por la cantidad de datos obtenidos por los muestreos (312 ciclos de plantación) es posible comparar los rendimientos para campo con rastrojo y campo nuevo; encontrándose diferencias significativas entre ambas situaciones.

6. RESUMEN

El trabajo consiste en el estudio de tiempos y movimientos en plantación mecanizada de *E. grandis spp.* Para el estudio se consideraron al azar cuatro empresas y ocho maquinas que fueron monitoreadas en la jornada completa, concomitantemente se realizaron muestreos de tiempo en forma sistemática en la línea de plantación. Con respecto al tiempo en la línea de plantación el 83% fue ocupado por actividades directamente relacionadas a la plantación y el 17% restante por actividades indirectas. Los resultados mostraron que el tiempo de atasco fue 100% mayor en campo con rastrojos en comparación a los campos nuevos, además se encontraron diferencias significativas en los rendimientos en la fila de plantación. El rendimiento promedio para las diferentes situaciones planteadas en el trabajo fue de 0.67 ha/hora.

Palabras clave: Estudio de tiempo; Estudio de movimiento; Plantación mecanizada; *E.grandis spp.*

7. SUMMARY

The work consists on studying time and motion of mechanized planting of *E. grandis* spp. Four companies and eight machines were randomized to be monitored in a full shift; systematically in the planting row were realized time sampling. Concerning the time in the line of planting 83% was occupied in activities directly related to planting and the remaining 17% was occupied in indirect activities. The results shown that jammed time in stubble field was 100% bigger than new field, also there were significant differences between performances in the plantation line. The average performance for different situations was 0.67 ha/hour.

Keywords: Time study; Motion study; Planting machine; *E.grandis* spp.

8. BIBLIOGRAFIA

1. CASTAÑO, J.P.; GIMENEZ, A.; CERONI, M.; FUREST, J.; AUCHAYNA, R. 2011. Caracterización agroclimática del Uruguay 1980-2009. Montevideo, INIA. p. 14 (Serie Técnica no. 193)
2. COLOMBET, L. 2008. Coeficientes técnicos para lograr plantaciones y podas forestales en Misiones y noreste de Corrientes. (en línea). In: Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales (13as., 2008, El Dorado Misiones, Argentina). Trabajos presentados. Misiones, INTA. pp. 21 - 22. Consultado 15 abr. 2012. Disponible en <http://inta.gob.ar/documentos/coeficientes-tecnicos-para-lograr-plantaciones-y-podas-forestales-en-misiones-y-noreste-de-corrientes/>
3. DELLA TEA, F.; LAROCCA, F. 1998. Establecimiento de plantaciones forestales en la costa del río Uruguay. (en línea). In: Jornada Técnica Forestal de Entre Ríos (13as., 1998, Entre Ríos, Argentina). Trabajos presentados. Entre Ríos, INTA. pp. 3 - 4. Consultado 15 abr. 2012. Disponible en <http://64.76.123.202/new/0-0/forestacion/biblos/pdf/1998/79%20LaroccaDallaTeaIV.pdf>
4. ESPINOSA, M.; MUÑOZ, F. 2005. Apuntes silvicultura de plantaciones. (en línea). Concepción, Chile, s.e. 153 p. Consultado 13 mar. 2012. Disponible en <http://www2.udec.cl/~fmunoz/Apuntes/Apuntes%20Silvicultura%20plantaciones%202005.pdf>
5. GARCIA, E.; SILVA, S.; SOTOMAYOR, A.; VALDEBENITO, G. s.f. Establecimiento de plantaciones forestales. (en línea). Santiago de Chile, Chile, s.e. 34 p. Consultado 13 mar. 2012. Disponible en http://www.agroforesteria.cl/agroforesteria/publicaciones/doc_details/25-establecimiento-de-plantaciones-forestales-eucalyptus-sp.html

6. HARTWICH, J. 2010. Metalúrgica Julio Hartwich. (en línea). Young. Consultado 17 mar. 2012. Disponible en <http://www.jhartwich.com/>
7. ROSTER. 2011. Industria de maquinas y equipamientos. (en línea). Rio Grande Do Sul. Consultado 18 mar. 2012. Disponible en <http://www.roster.ind.br/intro/>
8. SHEPHERD, K. R. 1986. Plantation silviculture. Dodrecht, The Nerherlands, Martius Nijhoff. 322 p.
9. SIMULA, M. 2008. Mecanización como instrumento para el mejoramiento para la rentabilidad de inversiones en plantaciones forestales. (en línea). Santa Cruz, Bolivia, s.e.. 51 p. Consultado 18 feb. 2012. Disponible en http://www.cfb.org.bo/CFBFerias/Foro2008/Presentations/01_Markku%20Simula.pdf
10. SLUSHER, J.; ROBINSON, T. 1993. Como plantar árboles forestales?. (en línea). Missouri, University of Missouri Extension. s.p. Consultado 17 mar. 2012. Disponible en <http://extension.missouri.edu/p/G5008>
11. TOLOSANA, E. 1999. Aprovechamiento forestal mecanizado en las corta de mejora de *Pinus sylvestris* L. Modelos de tiempos, rendimientos y costes y estudio de sus efectos ambientales. (en línea). Tesis Ing. De Montes. Madrid, España. Universidad Politécnica de Madrid. 213 p. Consultado 16 mar. 2012. Disponible en <http://www.thesisde.com/t/el-ajprovechamiento-forestal-mecanizado-e/740/>
12. TUSET, R. 1987. Estudios de trabajos y estudios de tiempo. Montevideo, Facultad de Agronomía. 35 p.
13. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERIA, AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN GENERAL FORESTAL. 2004. Código nacional de buenas prácticas forestales. (en línea). Montevideo. 80 p. Consultado 16 mar. 2012. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/portal/ajqxppdwn.aspx?7,20,435,O,S,0>