

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA JORNADA LABORAL EN EL
RENDIMIENTO DE COSECHA FORESTAL MECANIZADA**

por

**Rodrigo ROCHA
Diego PEREIRA**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2017**

Tesis aprobada por:

Director: -----

Ing. Agr. Gonzalo García

Ing. Agr. Gustavo Daniluk

Ing. Agr. Virginia Gravina

Fecha: 20 de diciembre de 2017

Autores: -----

Rodrigo Rocha Correa

Diego Pereira Facal

AGRADECIMIENTOS

Nuestros agradecimientos:

Al Dr. Ingeniero Agrónomo Gustavo Daniluk, por colaborar y brindarnos la oportunidad de desarrollar dicha investigación.

A la empresa Montes del Plata por brindarnos los datos a estudiar.

A la Ingeniera Agrónoma Virginia Gravina, por su apoyo y dedicación al momento del desarrollo de los análisis estadísticos correspondientes en el presente estudio.

Especialmente a nuestro director de tesis Ingeniero Agrónomo Gonzalo García, por su guía, seguimiento y apoyo durante la realización de la tesis.

Y muy especialmente a nuestras respectivas familias, que siempre nos apoyaron incondicionalmente durante el transcurso de la carrera, siendo pilares fundamentales para lograr culminar con éxito la misma además de serlo en nuestras vidas.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
 1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	 1
1.1 <u>OBJETIVOS</u>	2
1.1.1 <u>Objetivos generales</u>	2
1.1.2 <u>Objetivos específicos</u>	2
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1 <u>COSECHA FORESTAL</u>	3
2.2 <u>SISTEMAS DE COSECHA FORESTAL</u>	5
2.2.1 <u>Sistema de trozas a medida (“cut to length”)</u>	6
2.2.2 <u>Sistema de fuste entero (“tree length”)</u>	6
2.2.3 <u>Sistemas de árbol entero (“full tree”)</u>	6
2.2.4 <u>Sistema de astillado (“chipping”)</u>	6
2.3 <u>MÁQUINAS UTILIZADAS EN LA COSECHA</u>	7
2.3.1 <u>Feller buncher</u>	7
2.3.2 <u>Harvester</u>	7
2.3.3 <u>Forwarder</u>	7
2.3.4 <u>Skidder</u>	8
2.4 <u>RENDIMIENTO</u>	8
2.5 <u>METODOLOGÍAS PARA CUANTIFICAR EL RENDIMIENTO</u>	9
2.5.1 <u>Método multimomento</u>	9
2.5.2 <u>Método continuo</u>	10
2.5.3 <u>Toma de datos a través de computador a bordo de maquinaria</u>	10
2.6 <u>FACTORES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO EN COSECHA FORESTAL</u>	12
2.6.1 <u>Variables que afectan el rendimiento referente al rodal</u> ..	13
2.6.2 <u>Variables que afectan el rendimiento referente a la operación</u>	14
2.7 <u>FACTORES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO DEL OPERADOR</u>	14

2.7.1	<u>La dimensión física en el desempeño del operador</u>	15
2.7.2	<u>La dimensión cognitiva en el desempeño del operador</u> .	15
2.7.3	<u>La habilidad en el desempeño del operador</u>	16
2.7.4	<u>Duración de la jornada laboral</u>	17
2.8	HIPÓTESIS	19
2.8.1	<u>Hipótesis nula</u>	19
2.8.2	<u>Hipótesis alterna</u>	20
3.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	21
3.1	CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA BAJO ESTUDIO	21
3.1.1	<u>Ubicación</u>	21
3.1.2	<u>Suelos</u>	21
3.1.3	<u>Clima</u>	22
3.1.4	<u>Características de la masa forestal</u>	23
3.2	MATERIALES UTILIZADOS.....	24
3.3	MÁQUINAS UTILIZADAS.....	24
3.4	SISTEMA DE TRABAJO DE LAS MÁQUINAS UTILIZADAS	24
3.4.1	<u>Sistema de trabajo del feller buncher</u>	24
3.4.2	<u>Sistema de trabajo del harvester</u>	25
3.4.3	<u>Sistema de trabajo del forwarder</u>	26
3.5	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS MÁQUINAS UTILIZADAS.....	27
3.5.1	<u>Características técnicas de los harvesters</u>	27
3.6	METODOLOGÍA DE TRABAJO	29
3.6.1	<u>Objetivo del estudio</u>	29
3.6.2	<u>Recolección de datos</u>	29
3.6.3	<u>Modelo matemático utilizado para el análisis técnico</u>	30
3.6.3.1	Descripción del modelo matemático.....	30
3.6.4	<u>Procedimiento utilizado para el análisis técnico</u>	31
4.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	34
4.1	EFFECTO DE LA DURACIÓN DE LA JORNADA LABORAL	35
4.2	EFFECTO DEL TURNO EN EL CUAL SE DESARROLLA LA JORNADA LABORAL	39
4.3	EFFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LARGO DE LA JORNADA LABORAL Y TURNO EN EL CUAL SE DESARROLLA.....	42
5.	<u>CONCLUSIONES</u>	45

6. <u>RESUMEN</u>	48
7. <u>SUMMARY</u>	50
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	51
9. <u>ANEXOS</u>	55

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Datos de los rodales en base al inventario forestal.....	23
2. Características técnicas de los 4 tractores harvester.....	28
3. Estudio de análisis de varianza base del estudio.....	34
4. Estudio de los diferentes niveles de duración de la jornada laboral en base a sus medias	36
5. Estudio de medias de productividad tomando en cuenta solamente el turno en el cual se desarrolla la jornada laboral.....	39
6. Estudio de la interacción entre largo de jornada y turno laboral en base a medias de productividad.	42
Gráfico No.	
1. Comportamiento de medias de productividad frente a la duración de la jornada laboral. Estudiada para ambos turnos de trabajo.	37
2. Comportamiento de medias productivas frente al turno día.....	40
3. Comportamiento de medias productivas frente al turno noche.....	40
4. Comportamiento de medias productivas frente a la interacción.....	43

1. INTRODUCCIÓN

Con la promulgación de la segunda ley forestal 15.939 (firmada en el año 1987), la producción forestal nacional se ha expandido a un ritmo acelerado. En los últimos años se ha convertido en uno de los rubros agropecuarios más influyentes en el país en términos económicos, debido al gran crecimiento que ha ostentado y al grado de inversión que ha adquirido (Kramarov y Lapaz, 2012).

La superficie forestal en el país llega a 2 millones de hectáreas aproximadamente, de las cuales un 58% de las mismas corresponden a bosques plantados y un 42% a bosques nativos (SPF, 2015). Dicha superficie forestada ha crecido en las últimas décadas por la instalación de nuevas plantas de celulosa.

Los objetivos de producción son principalmente enfocados en la obtención de madera para aserrío y madera para pulpa de celulosa. En el noroeste del país se concentra la producción de madera para aserrío, siendo principalmente de pino, pero la plantación de eucaliptos para celulosa es lo que ha marcado el gran cambio de la forestación uruguaya.

La madera con destino para pulpa de celulosa es uno de los principales productos forestales que Uruguay exporta actualmente. En el país hay 2 grandes empresas multinacionales que han provocado un gran avance en el sector en la forma de producción, en las tecnologías y en la vida social. Las empresas UPM-Kymmene Corporation (UPM) y Montes del Plata, las cuales consumen aproximadamente 8 millones de metros cúbicos de madera anualmente.

Con los grandes cambios en la manera de producir y el gran aumento del área forestada, cada vez más y a pasos acelerados se han ido mecanizando las actividades forestales. Con esto lo que se busca es un mejor aprovechamiento de tiempo, espacio y de los recursos económicos.

Dentro de las diferentes tareas forestales se debe tener en cuenta que la cosecha es una de las actividades de mayor importancia en cuanto al costo final de la madera, por lo que se debe prestar gran atención y analizar nuevos métodos que contribuyan a realizar esta actividad de forma más eficiente.

Para hacer óptimos los procedimientos de mecanización en cosecha, es imprescindible tener una buena planificación previa, por lo que es de suma importancia realizar estudios de tiempos y productividad, pudiendo así lograr mejores métodos para llevar a cabo las tareas, como también mejorar y

optimizar los actualmente aplicados.

El presente trabajo plantea aportar nuevos conocimientos que brinden información de la cosecha forestal mecanizada con un sistema “harvester-forwarder” que ayuden a tomar decisiones que mejoren la eficiencia del sistema en su conjunto. Por éste motivo el estudio se realiza en el contexto de lograr identificar cuál sería el tiempo óptimo de duración de la jornada laboral de los operadores en maquinaria de cosecha forestal, además de otros factores que puedan tener relevancia alterando de alguna forma la productividad del trabajo de los mismos, y así identificar en qué momento comienza a disminuir el rendimiento de los operarios.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivos generales

El presente trabajo pretende realizar un estudio de momentos de la jornada laboral, turnos y rendimientos en operaciones mecanizadas en cosecha forestal mediante el uso de “harvesters”, evaluando así el desempeño del operador de la maquinaria, relacionando y teniendo en cuenta las variables existentes en este proceso.

1.1.2 Objetivos específicos

Determinar el efecto de la duración de la jornada laboral y momento de la jornada en el que se podrían observar variantes en el rendimiento de los operarios en la cosecha, tomando a los tratamientos como diferentes momentos dentro del jornal laboral, tratando de identificar posibles efectos entre los mismos.

Identificar cuando comienza a disminuir el rendimiento en el caso que se identifique una disminución significativa.

Determinar el posible efecto del turno del trabajo (efecto día-noche), identificando si hay diferencias en el rendimiento de los operarios entre los turnos estudiados.

Estudiar los resultados de una posible interacción entre los momentos de la jornada laboral y el turno en el que se realiza la misma.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 COSECHA FORESTAL

Según Daniluk (2002), se entiende por “cosecha forestal” al conjunto planificado de actividades relacionadas con la corta, procesamiento, extracción y carga de trozas u otras partes aprovechables de los árboles, para su posterior transformación, considerando sus efectos a corto, mediano y largo plazo sobre los recursos.

Arce et al., citados por Machado de Assis (2010), hacen referencia a que la cosecha forestal representa la operación final de un ciclo de producción forestal, en esta etapa es donde son obtenidos los productos más valiosos, constituyendo uno de los factores que determinan la rentabilidad del sector, además de ser la actividad que más sufre el proceso de mecanización.

Según Da Silva (2012), la cosecha forestal puede destacarse por ser una de las actividades que demanda mayor importancia económica en el costo final de producción de madera, siendo que su productividad operacional varía en función de la declividad del terreno, del volumen de madera por árbol, entre otros factores.

Jacovine et al., citados por Rivas y Suárez (2014), señalan que la cosecha junto con el transporte en forestación, representan el 50% o más de los costos totales de la madera puesta en la industria, por lo tanto es necesario un constante interés por nuevas técnicas, que desarrollen esta actividad de forma más eficiente y apuntando a un mayor aprovechamiento del material leñoso.

Andersson y Laestadius, Malinovski y Liotto, Malinovski y Malinovski, citados por Campos et al. (2012), mencionan que la eficiencia de un sistema de cosecha de madera depende básicamente del entorno en el que se está trabajando, y los principales factores a ser considerados son el clima, el terreno, las especies de plantas, la infraestructura, el nivel de desarrollo, la tradición del sistema utilizado y la estructura de la industria.

El planeamiento operacional de las actividades forestales tiene por objetivo establecer alternativas que favorezcan el cumplimiento de las metas de producción que son determinadas por el planeamiento global de la empresa, por medio del conocimiento de la eficiencia del desempeño operacional de las máquinas y equipamientos utilizados en la cosecha forestal (Cechin, citado por Campos et al., 2012).

Silva et al., citados por Campos (2012), mencionan que los estudios encaminados a conocer la capacidad de producción y las posibles variables que interfieren en el rendimiento de las máquinas y los equipos de cosecha forestal se ha convertido en una preocupación en aumento en las empresas forestales, las que tratan de desarrollar técnicas para mejorar el rendimiento operativo y la eficiencia de las máquinas, maximizando la productividad y reduciendo los costos de producción.

Machado de Assis (2010), señalaba que la cosecha es una actividad que envuelve las etapas necesarias para retirar la madera del bosque. Estas etapas se dividen en corte, extracción, carga y transporte, y sus variantes son integradas entre sí formando los sistemas de cosecha forestal.

A continuación se presenta la descripción de las etapas citadas anteriormente por el autor:

- Corta: incluye las operaciones de apeo, desrame, trozado y preparación de la madera para el apilado. El apeo puede ser manual (hacha), semi-mecanizado (motosierra) o mecanizado (cosechadoras forestales). El desrame y trozado es la retirada de las ramas remanentes y la reducción del fuste en trozas menores respectivamente. Puede ser manual (hacha), semi- mecanizado (motosierra) o mecanizado ("harvester"). El descortezado es la retirada del súber o corteza del árbol. Para esta actividad los equipos utilizados pueden ser descortezador mecánico portátil, descortezador mecánico de tambor rotativo o "harvester".
- Extracción: movimiento de madera del local de corte hasta el borde de los caminos. Esta etapa puede ser hecha de forma suspendida, es decir apoyada en una plataforma o un tractor auto cargable, o también puede ser realizada mediante arrastre, la cual puede ser mediante guinches o tractores arrastradores.
- Carga: actividad que coloca la madera sobre el vehículo de transporte, pudiendo ser el principal o el de extracción.
- Transporte: es la actividad que lleva la madera del área de cosecha en el campo al patio de las industrias.

2.2 SISTEMAS DE COSECHA FORESTAL

Un sistema es definido como un conjunto formado por elementos y procesos, un conjunto de actividades relacionadas entre sí, que contribuyen para un objetivo común, caracterizado por una secuencia, un lugar y un objetivo de trabajo, que engloban toda la cadena de producción, o sea todas las actividades parciales (Malinovski et al., citados por Rivas y Suárez, 2014).

Machado de Assis (2010), define al sistema de cosecha como un conjunto de actividades integradas entre sí, que permiten el flujo constante de madera, evitando los puntos de estrangulamiento y llevando los equipos a su máxima utilización.

Existen básicamente 4 sistemas de cosecha los cuales se clasifican de acuerdo al largo de las trozas y a la forma como estas son extraídas hasta el lugar de procesamiento, estos serían:

- sistema de trozas a medida ("cut to length")
- sistema de fuste entero ("tree length")
- sistemas de árbol entero ("full tree")
- sistema de astillado ("chipping")

La elección del sistema a ser utilizado varía en función de varios factores, como topografía del terreno, pendiente, suelo, clima, largo de las trozas de madera, incremento de las poblaciones y uso de la madera, entre otros, pero la selección debe ser basada en un criterioso análisis técnico y económico.

También para la correcta elección del tipo de cosecha mecanizada, deben llevarse en consideración variables como la experiencia y habilidad de la mano de obra, la especie forestal, el producto primario, distancia de extracción, el transporte, el capital requerido y las características del terreno. La falta de consideración de alguna de esas variables resultará en problemas operacionales y de eficiencia (Conway, Salmerón, Machado, citados por Burla, 2008).

Duratex, citado por Burla (2008), hace referencia a que también se debe lograr una correcta selección de máquinas y equipos, y desarrollo de los

sistemas operacionales, ya que los mismos constituyen el gran desafío para la reducción de los costos y de la dependencia de mano de obra en las operaciones de cosecha y transporte forestal.

Los equipos de cosecha totalmente mecanizada son herramientas de un valor inestimable para los técnicos del área de producción forestal, siendo la productividad alcanzada por ese tipo de equipos, sean estos de función simple o múltiple, muy superior a los métodos convencionales manual o semi-mecanizado de apeo de los árboles (Mendonça Filho, citado por Tieghi, 2000).

A continuación, se realizara una breve descripción de los sistemas de cosecha forestal.

2.2.1 Sistema de trozas a medida ("cut to length")

En el sistema de trozas a medida, el árbol es procesado en el sitio de derrumbe, extraído al margen del camino o al patio temporario en forma de trozas pequeñas, con menos de seis metros de largo (Malinovski et al., 2006).

2.2.2 Sistema de fuste entero ("tree length")

En este sistema, el árbol es semi-procesado, generalmente desramado y descortezado en el sitio de derrumbe, para luego ser extraído al margen del camino o al patio temporario en forma de fuste, con más de seis metros de largo (Malinovski et al., 2006).

2.2.3 Sistemas de árbol entero ("full tree")

En el sistema de árboles enteros, el árbol es derrumbado y extraído al margen del camino o al patio de procesamiento, donde luego es procesado (Malinovski et al., 2006).

2.2.4 Sistema de astillado ("chipping")

En este sistema, el árbol es derrumbado y procesado en el propio sitio forestal, siendo transportado en forma de chips a un patio de almacenamiento o directamente a la industria (Malinovski et al., 2006).

2.3 MÁQUINAS UTILIZADAS EN LA COSECHA

Las máquinas forestales son clasificadas como máquinas de gran porte, usadas en las diversas etapas de la cosecha mecanizada, son maquinaria pesada, con elevada potencia en el motor (200 - 250 Hp.) y alta velocidad de desplazamiento. Estas características permiten movilidad y proporcionan un aumento significativo en la capacidad operacional, una vez que realizan mayor cantidad de trabajo en menos tiempo (Lima y Leite, citados por Bantel, 2006).

A continuación se hará una breve descripción de las principales máquinas utilizadas en cosecha forestal mecanizada.

2.3.1 Feller buncher

Machado, citado por Simoes (2008), describe que el “feller buncher” es un tractor forestal que posee ruedas o estera y además cuenta con cabezal, el cual es un implemento frontal que realiza el corte, acumula varios árboles, y también tiene la capacidad de tumbarlos y apilarlos para la posterior operación. El cabezal es una pieza de construcción rígida, en donde está localizado el órgano de corte que puede ser compuesto por un disco dentado, una tijera de doble acción, una sierra, o un sable, y los brazos acumuladores. Todos accionados por un sistema hidráulico.

2.3.2 Harvester

Según Da Silva (2012), la cosechadora “harvester” es un tractor forestal definido como automotriz, constituido de una máquina base automotriz con rodado de neumáticos de baja presión y alta flotabilidad, el cual posee una lanza hidráulica para alcanzar los árboles y un cabezal que puede ejecutar simultáneamente las operaciones de apeo, desrame, descortezado, trozado y apilado de la madera.

2.3.3 Forwarder

Esta máquina tiene como finalidad retirar la madera dentro del rodal hacia el borde de los caminos. Es utilizada en los sistemas de trozas a medida, en conjunto con el “harvester”. Su peso puede variar de 9 a 12 toneladas, y la potencia del motor entre 70 a 120 Kw (Machado de Assis, 2010).

Los tractores forestales autocargables o “forwarder” son en su mayoría, máquinas articuladas con capacidad de carga entre 5 y 20 toneladas. La velocidad no es una característica esencial de este tractor pues la mayor parte de su tiempo es empleado en la carga y la descarga. Se destaca por superar las condiciones adversas encontradas en el campo (Seixas, citado por Da Silva y Fenner, 2009).

2.3.4 Skidder

Es un tractor forestal arrastrador, articulado con tracción 4x4, desarrollado exclusivamente para el arrastre de la madera. Generalmente presenta una garra trasera telescópica que es accionada por sistemas hidráulicos o presenta cables de acero para el arrastre de los paquetes de trozas. Es una máquina indicada para trabajar en conjunto con el “feller buncher” (sistema de trozas largas). La potencia del motor puede variar de 100 a 130 Kw, y el peso entre 10 a 16 toneladas (Machado de Assis, 2010).

El “skidder” es comúnmente empleado en la saca de árboles en bosques tropicales, debido al elevado peso de las trozas. Esta máquina realiza el transporte de árboles desramados, para posterior procesamiento en los márgenes de los caminos o patios intermediarios (Machado de Assis, 2010).

2.4 RENDIMIENTO

El término rendimiento, refiere a la proporción que surge entre los medios empleados para obtener algo y el resultado que se consigue. El beneficio o el provecho que brinda algo o alguien también se conoce como rendimiento.

Cuando relacionamos máquinas, se establece que rendimiento es un concepto con el que se define el cociente entre el trabajo que una máquina realizó de forma útil durante un determinado periodo de tiempo, y el trabajo total que se le ha entregado durante ese citado tiempo (Pérez Porto y Merino, 2008).

Al momento de referirnos más estrictamente a lo laboral, según la real academia española, el rendimiento o productividad puede considerarse como el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de recursos utilizados con la cantidad de producción obtenida.

En el mundo empresarial, la productividad estaría dada por el rendimiento laboral, que es la relación entre los objetivos/metastareas alcanzadas y el tiempo (en horas trabajadas de calidad), que se han necesitado para lograrlo; teniendo en cuenta que la variable más importante son las personas; es decir, los recursos humanos, que son los encargados de ejecutar las funciones propias de un cargo o trabajo (Workmeter, 2015).

2.5 METODOLOGÍAS PARA CUANTIFICAR EL RENDIMIENTO

Una de las metodologías utilizadas para cuantificar rendimiento de la maquinaria y mano de obra a lo largo del tiempo en las operaciones forestales, es mediante la realización de estudios de tiempos, que relacionen los tiempos empleados para llevar a cabo determinadas tareas o la obtención de determinados productos, obteniendo valores de rendimientos relativos y rendimientos absolutos.

Según Manisse y Sarries (2010), un estudio de tiempos es un estudio detallado de la distribución del uso del tiempo en las diversas tareas que componen un determinado esquema de trabajo, incluyendo también el tiempo consumido por otros eventos ajenos en principio al objetivo del trabajo.

A continuación se realiza una breve reseña de los métodos de toma de tiempo generalmente usados en estudios forestales.

2.5.1 Método multimomento

El método permite determinar el porcentaje de veces que cada operación aparece registrada dentro del total de observaciones que se estén realizando. Estos datos de actividad son registrados en la planilla de campo cada vez que el cronómetro emite una señal. Esto permite calcular frecuencias de cada actividad sobre el total de mediciones, junto con datos de rendimiento en el tiempo de observación.

Por otra parte permite registrar varias máquinas a la vez y se pueden registrar secuencias cortas siempre que se realicen los estudios durante un período suficientemente largo (Manisse y Sarries, 2010).

2.5.2 Método continuo

Este método mide el tiempo sin detener el cronómetro, donde el operador registra el tiempo cada vez que cada operación termina, junto con el nombre de la actividad recién terminada.

El tiempo abarcado por cada actividad parcial se calcula por diferencia. Con este métodos se puede reconstruir la secuencia de trabajo y puede identificarse los errores de lectura o de registro.

Este tipo de mediciones presentan ciertas dificultades cuando se trabaja con secuencias cortas, se registran con dificultad, y solo se puede observar una máquina a la vez (Manisse y Sarries, 2010).

Los métodos descritos anteriormente requieren de un operador o varios operadores tomando registros de los movimientos, actividades u operaciones que se están realizando conjuntamente con los datos o tiempos recabados. Estas formas de trabajo son formas que no utilizan sistemas informáticos para levantar los registros.

2.5.3 Toma de datos a través de computador a bordo de maquinaria

Los sistemas informáticos que operan hoy día sin duda alguna han revolucionado el mundo de las máquinas y las operaciones forestales. Los equipos poseen computadoras a bordo que logran recolectar más información en comparación a otros métodos.

Estas computadoras funcionan y almacenan datos bajo los denominados “StanForD” (“standard for forest machine data and communication”), que son lineamientos hechos para harvester y forwarder (maquinaria que trabaja con el sistema “cut to length”), desarrollados en Escandinavia en 1988.

En la actualidad se usan en la mayoría de los países, el instituto de investigación forestal de Suecia o bajo sus siglas en sueco “Skogforsk”, es responsable del desarrollo y actualización del estándar (Skogforsk, 2015). La aplicación de estos estándares se extiende a todos los tipos de comunicaciones de datos con máquinas forestales (hacia y desde maquinas forestales).

Según Skogforsk (2015), su modo de operación consiste en que el monitoreo operacional se realiza registrando cada uno de los procesos de trabajo individual (recolección, reparación, mantenimiento, saltos, paradas, etc.) para el conductor y la máquina por separado.

El sistema es independiente del objeto de registro en el que la máquina está funcionando en ese momento. Esto permite simples comparaciones de varios períodos de tiempo, por lo que se pueden realizar análisis de diferentes sistemas de máquinas, equipos de registro, etc.

Hay una serie de archivos estándar producidos cuando se opera con “StanForD”, como apt. (instrucciones transversales), prd. (archivos de producción), pri. (archivos individuales de producción), drf. (datos de monitoreo operacional) y stm. (datos de tallo individual). Los archivos apt. son producidos por el usuario, mientras que los otros son producidos por la computadora de la máquina.

Los archivos “Stem” (stm.) poseen particular importancia ya que contienen datos comprimidos para cada árbol individual procesado, como por ejemplo medidas de diámetro, registro de volumen individual, volumen de tallo, clasificación de troncos e identificación del tallo, diámetro a la altura del pecho, volumen cosechado, volumen comercial, altura comercial, diámetro del extremo pequeño del tallo, sello de tiempo (año, mes, día, hora, minuto y segundo) para cuando el árbol fue derribado y la identificación del operador.

El sistema de control puede generar además un archivo stm. por día por sitio, relacionando estas características a las coordenadas geográficas de cada árbol (latitud, longitud y altitud). Los archivos stm. también contienen información de entrada, como especie y sitio (unidad de cosecha).

Por otra parte los archivos drf. son sumamente relevantes, ya que son archivos específicos para la supervisión operativa de la máquina y contiene información detallada sobre el uso de tiempo y eventos mecánicos durante la operación. Estos archivos contienen registros del comienzo y el final de cada subdivisión de tiempo durante la operación.

El estudio manual posterior se puede usar para comprender o aislar puntos de interés específicos como determinar los enfoques y técnicas utilizadas por operadores que impulsan las diferencias en la productividad y proporciona además rastreabilidad para cada modificación de la configuración en la máquina; determinando por ejemplo donde dentro del terreno forestal se causan limitaciones de productividad; cómo varía la productividad a lo largo de un turno o día, etc. También permite un control flexible en operaciones de

registro, es decir, cambios en los productos que se fabrican y cómo se pueden combatir (Olivera et al., 2015).

Los archivos “StanForD” pueden ser descargados en una hoja de cálculo, en lugar de usar un software específico desarrollado por un fabricante. Esto permite realizar otro tipo de estudios y no quedar limitado a las capacidades de un software específico. Así se pueden estructurar datos en una cantidad de mensajes para control de máquinas, informes de producción, control de calidad y monitoreo operacional.

De esta forma la producción puede ser reportada y analizada de acuerdo con solicitudes específicas, además de poder utilizar los datos en numerosas aplicaciones de investigación (Olivera et al., 2015).

2.6 FACTORES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO EN COSECHA FORESTAL

Andersson y Laestadius, citados por Lima y Oliveira (2012), afirman que la eficiencia de un sistema de cosecha de madera es altamente dependiente del ambiente en que se está operando, siendo los principales factores a ser considerados: clima, terreno, especie vegetal, infraestructura, nivel de desarrollo, tradición del sistema utilizado y estructura de la industria.

Häggström (2015), hace referencia a que el rendimiento del sistema se ve afectado por los factores de conformación del rendimiento, comúnmente categorizados como factores externos, factores internos y factores estresantes. Los factores externos para cosechar pueden, por ejemplo, dividirse en factores físicos, relacionados con la máquina y organizacionales. Los factores internos están relacionados con la personalidad, el comportamiento, el conocimiento y las habilidades de colegas, de superiores y de los propios operadores. Además con las propiedades fisiológicas del cuerpo. Los factores estresantes están relacionados por ejemplo con la presión en el trabajo, el ritmo de trabajo, factores estresantes fisiológicos, etc.

El desempeño de las máquinas juega un rol importante en el rendimiento y el mismo es afectado por diversas variables operacionales y por condiciones del monte, relieve, clima, siendo que las mejores condiciones operacionales aumentan la productividad y consecuentemente disminuyen los costos. De esta manera el aumento de la pendiente del terreno, el aumento de la distancia de extracción y la disminución del volumen de madera por árbol

reducen la productividad de las máquinas de cosecha (Da Silva, 2012).

2.6.1 Variables que afectan el rendimiento referente al rodal

Malinovski y Malinovski, citados por Wagner (2006), señalan las siguientes variables que influyen en el rendimiento referentes al rodal:

- Volumen medio de los árboles: existe un rango de volúmenes para los cuales la productividad de los equipos de corta es óptima. Por debajo/encima de esos valores, existe pérdida de la productividad.
- Espaciamiento entre árboles: a menor espaciamiento entre árboles aumenta la productividad de los “harvesters” porque reduce el tiempo de desplazamiento.
- Espaciamiento entre filas: a mayor espaciamiento entre filas se reduce la productividad del “harvester”, pues puede abarcar menos filas en el corte (con la grúa). Por lo contrario la productividad de las máquinas de extracción aumenta debido a que tienen más espacio para movilizarse.
- Sotobosque: puede llegar a perjudicar la visibilidad de los operarios, reduciendo la productividad.
- Tortuosidad de los fustes: cuanto más tortuosos son los fustes, menor productividad del “harvester”, ya que demora más tiempo en procesar un árbol.
- Árboles bifurcados en la base: disminuye la productividad de los equipos de corta, obligando a estos a realizar más cortes.
- Variables de terreno
- Capacidad de sustentación de los suelos: suelos con drenaje pobre, sin cubierta vegetal pueden generar patinamiento, reduciendo la productividad de las máquinas forestales.
- Topografía: cuanto más elevada sea la pendiente más perjudica a las máquinas forestales. Sin embargo los “harvesters” con el sistema de chasis articulado reduce en parte este problema.

Las características del bosque donde se realizan los servicios de cosecha interfieren directamente en el costo final del metro cubico (m^3) de madera entregada al cliente, debido a la variación en la productividad, como consecuencia del mayor o menor volumen por árbol procesado y por las diferentes distancias de transporte en las actividades de extracción (De Souza et al., 2011).

2.6.2 Variables que afectan el rendimiento referente a la operación

Por otra parte diversos autores presentan variables que afectan el rendimiento referentes a la operación, donde se observan las siguientes:

- Turno de trabajo: en general la productividad durante las horas nocturnas disminuye, debido a una reducción de la visibilidad (Malinovski y Malinovski, citados por Wagner, 2006).
- Características operacionales: las que cubren datos de calidad y de cantidad de trabajo desarrollado por la máquina (Mialhe, citado por Cechin, 2000).
- Características dinámicas: contemplan datos de potencia requerida para el accionamiento y desarrollo de trabajo por la máquina (Mialhe, citado por Cechin, 2000).
- Características de manejo: contemplan los aspectos relacionados con mantenimiento, regulación, reparaciones y estabilidad (Mialhe, citado por Cechin, 2000).

2.7 FACTORES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO DEL OPERADOR

La IEA (International Ergonomics Association) define los factores humanos y ergonomía como la disciplina científica relacionada con la comprensión de interacciones entre los seres humanos y otros elementos de un sistema, y la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos para diseñar con el fin de optimizar el bienestar humano y el rendimiento general del sistema.

Según Häggström (2015), el rendimiento del operador humano se ve afectado por el entorno físico. El entorno al aire libre en el que se realizan las operaciones forestales ofrece posibilidades de influir en el entorno de trabajo del operador, en comparación con otros entornos como podrían ser los industriales. El clima puede afectar el rendimiento a través por ejemplo de la visibilidad, deteriorada debido a la lluvia, la nieve (en países con esas condiciones), el sol, el deslumbramiento y exposición física al calor o al frío durante los trabajos de reparación y mantenimiento, o al entrar o salir de la cabina.

Diversos estudios a lo largo del tiempo han demostrado que varios factores logran influenciar de manera diferente las operaciones forestales, y dentro de ellas a los operadores, alterando su desempeño y rendimiento personal. Por ejemplo, los factores de estrés están relacionados con la presión

en el trabajo, como el ritmo de trabajo y la falta de retroalimentación, y con los factores estresantes fisiológicos, como la fatiga, la vibración y el estrés por calor. Todos ellos se reflejarían en el desempeño y rendimiento del operador.

Ya haciendo mención a factores más específicos, otros autores tratan que las diferentes horas de trabajo realizadas por los operarios, ósea el jornal laboral, pueden generar diferencias en el rendimiento de los mismos (Mitchell, citado por Passicot y Murphy, 2013). Los turnos de trabajo son nombrados como otro factor importante que presenta diferencias en la performance de los operadores (Passicot y Murphy, 2013).

2.7.1 La dimensión física en el desempeño del operador

Según Häggström (2015), la exposición a tensiones ambientales, tales como partículas, ruido y vibraciones de cuerpo entero, son riesgos potenciales para la salud que pueden inducir ausencia del operador por enfermedad, también pueden afectar el estrés y el rendimiento cognitivo, y por lo tanto afectar el rendimiento del sistema y la productividad.

El efecto de las vibraciones de cuerpo entero sobre el desempeño en tareas complejas es difícil de evaluar, sin embargo, estudios han demostrado que el rendimiento en las tareas motoras, especialmente las tareas basadas en la exactitud (típicas para el trabajo en grúas en máquinas forestales) y tareas perceptivas con alta demanda de control óculo motor, se ven afectadas por dichas vibraciones (Conway et al., Wertheim, citados por Häggström, 2015).

2.7.2 La dimensión cognitiva en el desempeño del operador

Häggström (2015), hace referencia a que el trabajo de la máquina forestal depende en gran medida de las señales visuales del operador y la información. Por lo tanto, la mala visibilidad puede degradar severamente el rendimiento cognitivo y por ende el rendimiento operacional.

Las primeras investigaciones, que se centraron en la iluminación artificial y los reflejos deslumbrantes, encontraron que las condiciones de iluminación más brillantes y mejores se correlacionan con un mayor rendimiento (Teljstedt, citado por Häggström, 2015).

Por tal motivo, sería razonable suponer que la falta de visibilidad afecta negativamente el rendimiento del sistema y del operador al disminuir la productividad, o al disminuir el trabajo en términos de calidad o seguridad del producto.

Según Åkerstedt, citado por Nicholls et al. (2004), prácticas dietéticas pobres, como saltarse comidas, tienen implicancias en términos de nivel de azúcar en sangre, lo que contribuiría a una mayor susceptibilidad al cansancio del operador.

Por otra parte tareas de alta demanda cognitiva muestran también que son más afectadas por la fatiga o cansancio del operador que las tareas más simples. El aumento de complejidad de la tarea y el número de decisiones que un operador realice, conduce a que el rendimiento del mismo esté cada vez más afectado por la fatiga (Nicholls et al., 2004).

2.7.3 La habilidad en el desempeño del operador

Los recursos personales y habilidades para el desempeño del trabajo forestal, deben ser tenidos en cuenta, ya que también poseen relevancia y producen un determinado impacto en la productividad del operador.

Según Tervo et al., Ovaskainen y Heikkilä, Parise, Gellerstedt, Andersson et al., citados por Häggström (2015), concentración, toma de decisiones, memoria, motivación, coordinación motora, reconocimiento de patrones, capacidad de planificación, razonamiento lógico y percepción espacial son habilidades que se han descrito como importantes para lograr un exitoso trabajo.

La habilidad del operador claramente tiene un impacto importante en el resultado operacional. Varias de estas habilidades han sido reportadas como posibles a afectar el rendimiento del sistema, incluyendo la técnica, el mantenimiento y la planificación de cómo y en qué orden se ha cosechado y extraído.

Según Gellerstedt y Dahlin, Kirk et al., Axelsson y Pontén, Väyrynen, citados por Häggström (2015), una forma de trabajar con el aspecto humano de estos parámetros es a través de la educación y la formación. Varios estudios han demostrado que los métodos y técnicas de trabajo son importantes y la

capacitación ha sido considerada crucial.

Los operadores de máquinas muestran una mejora continua de la productividad durante muchos años después del inicio de su trabajo profesional. Por ejemplo, se ha sugerido que se tarda hasta cinco años para llegar a pleno potencial en operadores de “harvester”. Por lo tanto, la suposición general es que hay mucho que ganar con más y/o mejor educación y capacitación (Gellerstedt, citado por Häggström, 2015).

Por otra parte la productividad es también una medida de habilidad. Cuando hay una discrepancia entre la habilidad y capacidad del operador y las condiciones y demandas de la tarea de trabajo, la carga de trabajo se vuelve alta. Westerberg y Shiriaev, Löfgren, Gellerstedt, citados por Häggström (2015), han argumentado que el rendimiento del operador se está convirtiendo en un factor importante en el aumento de la productividad, lo que estaría directamente ligado a la habilidad de trabajo.

Richardson y Makkonen, citados por Burla (2008), concluyeron que cuanto mayor es el tiempo de experiencia del operador, mayor es la productividad alcanzada, lográndose un incremento del 45% luego de dos años de experiencia.

2.7.4 Duración de la jornada laboral

Según García (2010), jornada laboral se define como la cantidad máxima de horas que un trabajador dedica a la ejecución de labores para las cuales ha sido contratado. Se diferencia del concepto de horario laboral, en el sentido de que la jornada es el número de horas de trabajo, mientras que el horario es sencillamente, la distribución de esas horas a lo largo del día.

Las operaciones de cosecha mecanizadas son operaciones intensivas en capital. Por ese motivo para reducir el impacto de los altos costos de los equipos por unidad de producción y para aumentar los beneficios globales, algunas empresas del sector manejan muchas opciones disponibles de horas de trabajo para las operaciones de cosecha forestal. Estas pueden variar desde un solo turno de ocho o nueve horas diarias, a varios turnos para cubrir las 24 horas del día (Mitchell, citado por Passicot y Murphy, 2013).

Murphy, Vanderberg, Mitchel, citados por Passicot y Murphy (2013), hacen referencia a que el impacto del horario extendido se refleja en otros costos, algunos tangibles como las pérdidas de valor de recuperación, y otros

intangibles como los factores humanos (tasas de rotación de dicho empleado, el riesgo de accidentes, y la oportunidad para que los empleados participen en los asuntos sociales y las actividades domésticas). Todos estos costos, sean tangibles o intangibles, deben tenerse en cuenta.

Estudios comprueban que el efecto de largas horas de trabajo en el operador resultó en fatiga física y mental, y sin dudas contribuyeron a la caída de la productividad. La conclusión general, es que el rendimiento del operador se degrada después de 9-10 horas de trabajo diario, incluidas las pausas regulares. La variación de tareas, los descansos y el control de las tareas laborales están relacionados con efectos beneficiosos para la salud (Gallis, Passicot y Murphy, Murphy y Vanderburg, Nicholls et al., citados por Häggström, 2015).

Además otro factor a tener en cuenta y que sin dudas se ve reflejado en la productividad es que jornadas de trabajo más largas también resultan en más oportunidades para problemas mecánicos y menos horas disponibles para el mantenimiento del equipo fuera de las horas normales de trabajo. Esto generaría más responsabilidad de pasar al siguiente operador para solucionar cualquier problema y mayor tiempo perdido (Murphy et al., 2014).

Por otra parte estudios referentes a los turnos de trabajo de día y noche, han demostrado diferencias que pueden tener significativa relevancia en lo que a productividad se refiere. En general, se considera que el trabajo diurno es más productivo, pero es difícil determinar si esto se debe a la variación natural en el ritmo circadiano, a una mejor visibilidad durante el día, o a otros beneficios del trabajo en turnos individuales. Según Maxwell, Terlesk y Walker, Nicholls et al., Mitchell, citados por Passicot y Murphy (2013), los estudios de las operaciones de explotación forestal en Canadá, el sudeste de EE.UU., Australia y Nueva Zelanda reportan caídas de 4 a 40% en la productividad por hora de los turnos de noche respecto a los turnos de día.

A su vez estudios realizados por Murphy et al. (2014), demuestran que las disminuciones de la productividad con el aumento de las horas diarias fueron mayores en verano que en invierno. Para las cosechadoras, el clima caliente aumentó los problemas mecánicos, pero también aumentó la dificultad de descortezar los árboles. En estos casos, el clima caliente también es probable que cause mayor fatiga del operador con un posible impacto en la productividad.

2.8 HIPÓTESIS

A continuación se presentan las hipótesis sobre las cuales se desarrolla el presente trabajo de investigación. Con dichas hipótesis lo que se pretende probar es lo siguiente:

1. La duración de la jornada laboral afecta el rendimiento del operador en cosecha.
2. El turno en el cual se desarrolla la jornada laboral no afecta el rendimiento del operador en cosecha.
3. La duración de jornada laboral y el turno de trabajo presentan una interacción que afecta el rendimiento del operador en cosecha.

En base a los objetivos de estudio y los datos recabados, se desarrollara el planteo de una hipótesis nula y una hipótesis alterna, con las cuales se pretende probar el estudio que se está realizando.

2.8.1 Hipótesis nula

Con el desarrollo de las hipótesis nulas lo que se pretende probar es lo siguiente:

- No existe diferencia de la duración de la jornada laboral, ni del turno en que se realiza la misma. Tampoco una posible interacción de las mismas que logre diferencias significativas en el rendimiento del operador en cosecha.

Lo que matemáticamente se expresaría como:

- $H_0: T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = T_5 = T_6$
- $H_0: B_1 = B_2$
- H_0 : no existe interacción significativa

2.8.2 Hipótesis alterna

Con el desarrollo de las hipótesis alternas lo que se pretende probar es lo siguiente:

- Existe diferencia de la duración de la jornada laboral, y del turno en que se realiza la misma. Existe además una interacción significativa entre ellas que logra diferencias en el rendimiento del operador en cosecha.

Lo que matemáticamente se expresaría como:

- $H_a: \exists$ al menos 1 T diferente
- $H_a: B_1 \neq B_2$
- $H_a: \exists$ existe interacción significativa

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA BAJO ESTUDIO

3.1.1 Ubicación

El establecimiento en donde se realizaron las actividades de cosecha se identifica por el nombre “Los Nietos de Zylberberg”, el cual es una compra de madera en pie por parte de la empresa Montes del Plata.

Se encuentra ubicado próximo a la localidad de San Carlos, departamento de Maldonado, Uruguay. Más específicamente a 10 km por camino vecinal de la ruta nacional No. 9, y 30 km de la ciudad de San Carlos; siendo sus coordenadas geográficas 34°40'53.91" sur y 54°43'38.88" oeste.

3.1.2 Suelos

Los suelos que caracterizan la totalidad del área del predio y más específicamente los rodales en estudio corresponden a los suelos 4.2 y 10.7 según la clasificación CONEAT, siendo el suelo 4.2 clasificado como de prioridad forestal (MGAP. OPYPA, 2016).

A continuación se presenta la descripción de los suelos que componen el área en estudio:

- Los suelos 4.2 presentan un relieve fuertemente ondulado, con 4-8% de pendiente con interfluvios convexos y laderas extendidas con afloramientos rocosos muy escasos. Los suelos dominantes ocupan, dentro del paisaje, las laderas extendidas y son argisoles subéutricos ócricos típicos/abrupticos, de texturas francas, profundos, de drenaje moderadamente bueno a imperfecto y fertilidad media a baja. En las partes altas fuertemente convexas se desarrollan suelos de menor profundidad y litosoles. El material madre está constituido por sedimentos limo arcillosos de poco espesor que recubren el basamento cristalino alterado. Poseen un índice de productividad 61 (MGAP. DGRN, 2016).
- Los suelos 10.7 comprenden lomadas suaves y fuertes. El material madre es una lodolita limo arcillosa que recubre con espesores variables

el basamento cristalino. El relieve es ondulado suave a ondulado. Los suelos dominantes son brunosoles subéutricos lúvicos y argisoles subéutricos melánicos abrápticos, de color pardo oscuro, textura franca a franco limosa, fertilidad media y drenaje moderadamente bueno a algo imperfecto. Posee un índice de productividad 131 (MGAP. DGRN, 2016).

Ver en anexos mapa representativo de los suelos CONEAT en los rodales estudiados.

3.1.3 Clima

El conocimiento del comportamiento climático es de vital importancia ya que el mismo es un factor que interactúa continuamente con el matiz vegetal y edáfico de la zona, condicionando las especies a plantar, la adaptación de las mismas y las tasas de crecimiento. Por lo cual una gran parte del potencial del sitio está explicado por las condiciones climáticas que predominan y cómo interactúan con los demás factores bióticos.

Uruguay es un país que presenta un clima templado, subtropical, semi-húmedo, con un régimen de precipitaciones isohigro. Esto quiere decir una distribución homogénea durante todo el año, que rondan entre 1200 - 1600 mm anuales. Es importante mencionar que la precipitación tiene una variación muy amplia entre años (Aunchayna et al., 2011).

Con respecto a la temperatura en el área estudiada, la media anual es de 17,7°C, con una media máxima de 22,6° y una media mínima de 12,9°C (Aunchayna et al., 2011). Esta amplitud térmica es un factor de gran influencia en la vegetación predominante en la zona, determinando un óptimo crecimiento para algunos individuos vegetales y condenando el crecimiento de otros.

La tendencia general de la temperatura a lo largo del año muestra sus mayores registros en los meses estivales, decayendo notoriamente en los invernales, donde los periodos con heladas aumentan en cantidad e intensidad.

Estas heladas son generalmente encontradas en el periodo de los meses de mayo a octubre (Aunchayna et al., 2011).

3.1.4 Características de la masa forestal

El establecimiento “Los Nietos de Zylberberg” cuenta con 16 rodales compuestos por dos especies de *Eucalyptus* para producción comercial.

La masa forestal bajo estudio la compone un rebrote o tallar de *Eucalyptus globulus ssp. globulus* y *Eucalyptus globulus ssp. maidenii*.

Los árboles se distribuyen en 6 rodales, denominados rodal No. 7, rodal No. 8, rodal No. 9, rodal No. 10, rodal No. 11 y rodal No. 12.

Estos rodales ocupaban en su totalidad una superficie de 171 hectáreas, con una edad de 9,2 años y un volumen total de 24.520 m³ al momento del inventario pre cosecha.

El destino de la madera es la producción de pulpa de celulosa.

A continuación se presenta el cuadro de datos de los rodales en base al inventario forestal realizado en el predio previo a la cosecha:

Cuadro No. 1. Datos de los rodales en base al inventario forestal.

Rodal No.	Esp.	Reg.	Sup. (ha)	Edad (años)	N (árbo./ha)	DM (cm)	HM (m)	VT (m3)	Error Inv. (%)
7	<i>E. g.</i>	T.	35,8	9,20	1.706	11,86	14,87	4.413	9
8	<i>E. g.</i>	T.	34,0	9,20	1.683	12,35	14,81	4.329	7
9	<i>E. g.</i>	T.	30,6	9,20	1.559	12,95	15,42	4.293	9
10	<i>E. g.</i>	T.	39,6	9,20	1.511	13,24	15,58	5.685	7
11	<i>E. m.</i>	T.	23,5	9,20	2.194	12,48	16,70	4.420	11
12	<i>E. m.</i>	T.	7,41	9,20	2.400	12,10	16,00	1.381	20
Total			171,1					24.520	

* *E. g.*: *Eucalyptus globulus ssp. globulus*. *E. m.*: *Eucalyptus globulus ssp. maidenii*. T.: tallar.

Ver en anexos mapa representativo de la ubicación de los rodales estudiados en el predio.

3.2 MATERIALES UTILIZADOS

Los materiales utilizados para el desarrollo del estudio se presentan a continuación:

- Plano de plantación del predio. Escala 1:19.000
- Sistemas de información geográfica.
- Fotografías satelitales.
- Planillas de inventario de los rodales.
- Base de datos con la información del monitoreo de producción, proporcionada por software Ponsse opti control de los 4 “harvester” estudiados una vez desarrolladas las tareas.
- Planillas de cálculo de excel.
- Software estadístico infostat.

3.3 MÁQUINAS UTILIZADAS

La maquinaria utilizada para desarrollar la cosecha de la masa forestal, se caracteriza por ser maquinaria forestal de gran porte como ya fue mencionado anteriormente. El frente de cosecha que desarrolló las tareas en los rodales estudiados está compuesto por tres tipos de maquinaria forestal, dentro de los cuales encontramos “feller buncher”, “harvester” y “forwarder”; siendo el “harvester” la principal máquina utilizada para el desarrollo del estudio.

3.4 SISTEMA DE TRABAJO DE LAS MÁQUINAS UTILIZADAS

3.4.1 Sistema de trabajo del feller buncher

El sistema de trabajo del tractor “feller buncher”, es realizar el apeo y tumbado de los árboles en pie por medio de su cabezal, los cuales son posteriormente procesados por los “harvester”. Lo que se pretende con este modo de cosecha es optimizar el proceso, ya que partimos de un taller de

Eucalyptus y el “feller buncher” es más eficiente haciendo este proceso para este tipo de fustes.

Las actividades parciales comprendidas en el ciclo de operación del “feller buncher” son las siguientes:

- Cortar: inicia cuando el cabezal de corte está totalmente apoyado al árbol que será abatido. Luego de realizado el corte de derrumbe la base de la pila de árboles que sostiene el cabezal es posicionada en el suelo y enseguida el operador disloca la máquina forestal en dirección al próximo árbol a ser abatido.
- Movimiento de la máquina y el cabezal: la máquina tarda un tiempo en moverse dentro del rodal, donde realiza simultáneamente el movimiento del cabezal en dirección al árbol a ser abatido.
- Otras actividades: mantenimiento de la máquina (interrupciones operacionales), y tiempo persona, que sería un tiempo destinado a las necesidades fisiológicas del operador (interrupciones no operacionales).

3.4.2 Sistema de trabajo del harvester

Tanto de las tareas de desrame, descortezado y trozado de los árboles una vez apeados por los “feller buncher” se encargan los tractores “harvester”, siendo este su sistema de trabajo en esta actividad. Los “harvester” presentan gran versatilidad para el desarrollo de dichas tareas debido al cabezal multifuncional que presentan, dejando de esta forma las trozas prácticamente prontas para ser extraídas y posteriormente enviadas a industria.

Las actividades parciales comprendidas en el ciclo de operación del “harvester” son las siguientes:

- Posicionamiento del cabezal: etapa en la cual se extiende la grúa y mueve el cabezal hacia el árbol apeado y que finaliza con el cierre de las cuchillas y los brazos del cabezal.
- Desrame y descortezado: en esta etapa se activan los rodillos del cabezal haciendo que el árbol se desplace entre estos y las cuchillas, por lo cual se va separando la corteza y las ramas del tronco principal.

- Trozado del fuste: etapa que comienza con el cabezal en posición horizontal y con la marcación del cero en la base del árbol, para luego realizar los cortes a medida, más algunas trozas de largo variable.
- Desplazamiento: etapa en la cual la máquina avanza en varias direcciones para alcanzar las nuevas pilas de árboles, en general se da cuando la grúa ya no tiene más alcance a los árboles.
- Otras actividades: aparte de la secuencia normal de trabajo se pueden dar otros hechos como pueden ser las interrupciones operacionales y no operacionales, por ejemplo: chequeo, mantenimientos preventivos o correctivos, esperas de piezas, traslados internos y externos del personal, necesidades personales, etc.

3.4.3 Sistema de trabajo del forwarder

El sistema de trabajo desarrollado por los tractores “forwarder”, consiste básicamente en la recolección de las trozas una vez finalizada la actividad previa que desarrollan los “harvesters”. Las trozas son recogidas y transportadas desde el interior de los rodales a las pilas armadas y situadas a los costados de los caminos. Posteriormente la madera es cargada en camiones y es enviada a la industria. De esta forma culmina la etapa denominada cosecha de la madera.

Las actividades parciales comprendidas en el ciclo de operación del “forwarder” son las siguientes:

- Carga: en este momento se desarrolla la carga de la madera en el tractor, los desplazamientos en busca de nuevas trozas y acomodos de la carga sobre el carro.
- Viaje cargado: una vez que la máquina está con la carga completa y con la grúa sobre la carga, se desplaza hacia las pilas ubicadas sobre los caminos. El viaje finaliza al momento en que la máquina se posiciona en la pila para iniciar la descarga.
- Descarga: la descarga comienza con el primer movimiento de la grúa moviendo trozas del carro hacia las pilas y finaliza cuando se posiciona la grúa sobre el carro vacío. Dentro de esta etapa se pueden dar varios movimientos y posicionamientos al costado de la pila, además de acomodos de la misma.

- Viaje vacío: una vez vacío el carro ocurre el desplazamiento de la máquina desde el costado de la pila hasta posicionarse nuevamente en un punto en el rodal en donde se encuentren más pilas de trozas a ser cargadas.
- Otras actividades: aparte de la secuencia normal de trabajo se pueden dar otros hechos como pueden ser las interrupciones operacionales y no operacionales citadas anteriormente tanto para “feller buncher” como para “harvester”, por ejemplo: chequeo, mantenimientos preventivos o correctivos, esperas de piezas, traslados internos y externos del personal, necesidades personales, etc.

3.5 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS MÁQUINAS UTILIZADAS

Para la colecta de los datos estudiados, los tractores forestales encargados de recabar y almacenar la información fueron los “harvesters”. Por dicho motivo en este punto se enfatizaron únicamente las características técnicas de esos tractores forestales, ya que en estos se focalizó el estudio.

3.5.1 Características técnicas de los harvesters

Las máquinas utilizadas en el presente trabajo corresponden a la empresa fabricante Ponsse, siendo su modelo Ponsse ergo 8w. Se caracterizan por ser maquinarias taladoras ergonómicas muy potentes, diseñadas para condiciones de talado exigentes y con pendientes pronunciadas.

Cuentan con un cabezal procesador Ponsse h77 euca, que ha sido especialmente diseñado para una tala eficiente en *Eucalyptus*. Este cabezal reúne características técnicas y de geometría que permiten maximizar la productividad mediante un descortezado eficaz, una alimentación resistente y un corte rápido.

A continuación se presentan las características técnicas de los 4 tractores “harvester” utilizados:

Cuadro No. 2. Características técnicas de los 4 tractores “harvester”.

Dimensiones:	longitud: 8060mm
	ancho: 2670 – 3100mm
	altura: 3770mm
	peso mínimo: 19900kg; peso típico: 20500kg
	separación del suelo: 600mm
Motor :	modelo: Mercedes-Benz OM906 LA Euromot 3A
	potencia: 3A: 275HP
	PAR:1200 – 1500 rpm
	fuerza de tracción:180KN
	tanque de combustible:400 L
Neumáticos:	delante 600 – 26,5; detrás 710 - 26,5
Sistema hidráulico:	Circuitos hidráulicos separados para el cabezal, procesador y la grúa.
	bombas de cabezal procesador: 190 cm ³
	bomba de grúa: 145 cm ³
	volumen del depósito de aceite hidráulico: 350L
Grúa:	Ponsse C4 / C33 / C44Euca Alcance: 10m
	PAR de elevación: 190–228 kNm PAR de giro: 35 kNm
	ángulo de giro: 280°; ángulo de inclinación de la base: 12°–30°
Cabezal procesador:	modelo : Ponsse h77
	peso desde (en función del equipamiento): 1300kg sin rotador
	Rodillo de alimentación: 2 rodillos, con una fuerza de alimentación de 25 – 29KN y una apertura máxima de 600mm.
	unidad de desrame: 4 +2 cuchillas
	dispositivo de medición: Ponsse Opti4G

Fuente: Ponsse (2017).

3.6 METODOLOGÍA DE TRABAJO

3.6.1 Objetivo del estudio

El estudio consiste en comparar el rendimiento de los operarios durante el jornal laboral. Esta comparación involucra diferentes momentos dentro del jornal, también hace una comparación de si éste se realizó en el día o en la noche, tratando de observar posibles diferencias en rendimiento entre turnos. Por otra parte se pretende estudiar un posible efecto de interacción existente entre el largo del jornal laboral y el turno en el cual éste se desarrolla.

Para realizar una cuantificación de “largo de jornada”, se trabajara con “horas”, en donde se establecerán niveles en base a determinados intervalos horarios acumulativos dentro de la jornada.

Para determinar en qué momento se desarrolla el jornal laboral, se trabajara con dos turnos, denominados día y noche, los cuales estarán compuestos por una jornada laboral de la misma duración.

El “rendimiento”, se cuantificara como “número de árboles cosechados” por unidad de tiempo.

3.6.2 Recolección de datos

La recolección de datos fue realizada durante los meses de enero, febrero y marzo del año 2016. Estos datos fueron obtenidos del sistema de registro y procesamiento de los equipos forestales “harvesters”, que siguen los estándares “StanForD”. Se tomaron en cuenta los archivos con extensión drf. que luego pueden ser exportados a formato xls. Así se pueden observar una serie de variables, que son cuantificadas y almacenadas constantemente por los sistemas operacionales de los tractores, y posteriormente ser procesadas. Por tanto podemos afirmar que los equipos estudiados operan llevando una base de datos continua.

Estas computadoras a bordo operan hoy en día en la mayoría de los equipos forestales que aplican el sistema de corte a medida (“cut to length”).

Para la colecta total de datos se manejaron varios archivos con gran cantidad de registros. Estos se obtuvieron de 4 “harvesters”, los cuales fueron manejados por 8 operadores distribuidos en los dos turnos, diurno y nocturno,

abarcando así la totalidad de las horas trabajadas. A su vez los 6 rodales en estudio del predio, fueron cosechados por los 4 “harvester” estudiados, logrando así mantener condiciones similares de cosecha entre estos.

El registro del sistema arroja planillas que en su totalidad nos brindan 5838 filas de datos de interés, que a su vez están constituidas por otra serie de columnas de datos e información.

En este estudio fueron procesados 232530 árboles (fustes por tratarse de un rebrote).

3.6.3 Modelo matemático utilizado para el análisis técnico

Luego de obtenidos todos los datos a analizar, y según el enfoque del estudio al cual se desea llegar, se partió al análisis de datos propiamente dicho, utilizando como modelo matemático el diseño con estructura factorial de tratamientos.

Este diseño provee información no sólo de los efectos de las variables independientes en forma individual, sino también de la forma en que se combinan para influenciar a la variable dependiente.

El diseño produce tres tipos de información: primero los efectos simples (se refieren a los efectos de tratamiento asociados a cada una de las variables independientes, cuando una de ellas se mantiene constante); segundo los efectos de la interacción, que refleja una combinación de los efectos simples; tercero, los efectos principales que reflejan en el diseño factorial, el análisis de dos experimentos simples, ya que este es capaz de analizar de forma correcta las variables consideradas (Keppel y Wickens, 2004).

3.6.3.1 Descripción del modelo matemático

El Diseño de estructura factorial de tratamientos se utiliza para estudiar 2 o más factores y las interacciones entre ellos. Cuando los tratamientos se definen mediante la combinación de los niveles de dos o más factores de interés se dice que el diseño involucra una estructura factorial de tratamientos.

La estructura factorial de tratamientos puede combinarse con distintos tipos de estructura de parcelas (completamente aleatorizado, bloques, etc.) para generar diversos diseños experimentales (Di Rienzo et al., 2008).

Modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

Siendo:

Y_{ijk} = v.a. observable

μ = parámetro, media general

α_j = efecto principal del j-ésimo tratamiento para la condición a_j

β_k = efecto principal del k-ésimo tratamiento para la condición b_k

$(\alpha\beta)_{jk}$ = factor de interacción para las condiciones $a_j b_k$

ϵ_{ij} = error experimental v.a. no observable

3.6.4 Procedimiento utilizado para el análisis técnico

Para poder realizar un análisis técnico de los datos en función del estudio que se desea desarrollar, y una vez determinado el modelo matemático a utilizar, se procedió a determinar diferentes factores.

Para realizar la medición de rendimiento la variable utilizada y que es dependiente del mismo fue la productividad relativa, mientras que las variables de clasificación fueron: duración de la jornada laboral y momento del día en que se realizó dicha jornada.

De esta manera las diferentes duraciones de jornal laboral se representan con los 6 tratamientos que se presentan a continuación:

$\alpha_1 = 0$ a 2 horas efectivas de trabajo acumulado.

$\alpha_2 = 2$ a 4 horas efectivas de trabajo acumulado.

$\alpha_3 = 4$ a 6 horas efectivas de trabajo acumulado.

$\alpha_4 = 6$ a 8 horas efectivas de trabajo acumulado.

$\alpha_5 = 8$ a 10 horas efectivas de trabajo acumulado.

$\alpha_6 = 10$ a 12 horas efectivas de trabajo acumulado.

El factor momento o turno en que se realiza la jornada, está representado por 2 niveles, el día y la noche. Estos a su vez poseen los tratamientos asignados al azar en ellos.

Los 2 niveles se presentan a continuación:

→ $\beta_1 = \text{día}$ (comprendido entre las 7am -7pm)

→ $\beta_2 = \text{noche}$ (comprendido entre las 7pm -7am)

Obteniéndose la siguiente representación:

Momento del día (β_1, β_2) x Largo jornada laboral ($\alpha_1, \dots, \alpha_6$).

$\beta_1 \times \alpha_1$	$\beta_2 \times \alpha_1$
$\beta_1 \times \alpha_2$	$\beta_2 \times \alpha_2$
$\beta_1 \times \alpha_3$	$\beta_2 \times \alpha_3$
$\beta_1 \times \alpha_4$	$\beta_2 \times \alpha_4$
$\beta_1 \times \alpha_5$	$\beta_2 \times \alpha_5$
$\beta_1 \times \alpha_6$	$\beta_2 \times \alpha_6$

Una vez determinados los tratamientos, los niveles a estudiar, y luego de realizar el procesamiento y filtrado de todos los datos en las planillas de calculo, se logro obtener la información relevante para realizar dicho estudio. Posteriormente se procedió conjuntamente con Facultad de Agronomía, Departamento de Biometría, Estadística y Computación mediante la utilización de software estadístico, a realizar el análisis correspondiente a la presente investigación.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el fin de comprobar cómo influye la duración de la jornada laboral y el momento del día en el cual se realiza, además de su posible interacción sobre el rendimiento de los operarios; teniendo en cuenta los tratamientos establecidos y los turnos de trabajo, se realizaron los estudios correspondientes mediante un análisis de varianza, el cual arrojó los resultados que se muestran y describen a continuación.

Cabe destacar que el modelo usado para el análisis de datos posee un p-valor dentro del rango correcto a ser usado, por lo que estaría bien analizar los datos con dicho modelo.

Se obtuvieron en total 2072 datos de productividades con un R^2 de 0.01 y un coeficiente de variación de 23.4%. El p-valor usado es de 0.05.

A continuación se presenta el cuadro de análisis de varianza base del estudio:

Cuadro No. 3. Estudio de análisis de varianza base del estudio.

Análisis de la varianza

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R²</u>	<u>Aj</u>	<u>CV</u>
prod rela	2072	0,01	4,2	E-03	23,40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	1, 05	11	0,10	1,80	0,0489
cat_jornada	0,35	5	0,07	1,32	0,2514
shift type	0,31	1	0,31	5,74	0,0167
cat_jornada*shift type	0,84	5	0,17	3,16	0,0077
Error	109,66	2060	0,05		
<u>Total</u>	<u>110,72</u>	<u>2071</u>			

* cat_jornada: tratamientos; shift type: turno de trabajo; cat_jornada*shift type: efecto de interacción.

Como se puede observar, el efecto simple de la duración de la jornada laboral presenta un p-valor no significativo ($p=0,2514$), pudiéndose afirmar que por sí sola no afectan significativamente la productividad de los operarios.

Referente al turno en el cual se desarrolla la jornada laboral, se puede apreciar que como factor simple éste sí es significativo al 5% en el rendimiento laboral de los operarios ($p=0,0167$).

En última instancia la interacción entre largo de jornada y turno laboral arroja resultados sumamente significativos al 5% ($p=0,0077$) sobre el rendimiento de los operadores, siendo el efecto de interacción el que presenta mayor significancia en el estudio.

A continuación se pasaran a describir los resultados obtenidos y mostrados anteriormente de cada una de las variables estudiadas y su posible interacción en forma individual, con el fin de poder demostrarlos de manera más clara y detallada.

4.1 EFECTO DE LA DURACIÓN DE LA JORNADA LABORAL

Por lo que se pudo apreciar en el análisis de varianza, el efecto simple de la duración de la jornada laboral por sí sola no afecta significativamente la productividad de los operarios, ya que presenta un p-valor no significativo ($p=0,2514$).

Con dicho resultado en base a los estudios realizados, en este caso se estaría aceptando la hipótesis nula (H_0), referente a que todos los tratamientos estudiados (momentos dentro del jornal laboral) serían iguales o producirían el mismo efecto, en relación al rendimiento de los operadores.

Una vez definido que la duración de la jornada laboral no es significativa en el rendimiento de los operarios, igualmente se procedió a realizar un análisis que pudiera reflejar más detalladamente su comportamiento en base a la productividad, en donde se estudiaron los diferentes niveles de duración del jornal tomando en cuenta sus medias para los dos turnos de trabajo.

A continuación se presenta el cuadro de estudio de los diferentes niveles de duración de la jornada laboral tomando en cuenta sus medias:

Cuadro No. 4. Estudio de los diferentes niveles de duración de la jornada laboral en base a sus medias.

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,05193

Error: 0,0532 gl: 2060

<u>cat</u>	<u>jornada</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
6,00		0,91	39	0,04	A
1,00		0,97	466	0,01	A B
5,00		0,98	199	0,02	A B
4,00		0,99	372	0,01	A B
3,00		0,99	496	0,01	B
2,00		1,00	500	0,01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Los resultados reflejados en el cuadro anterior demuestran que hay diferencias significativas para los tratamientos 2 y 3 con respecto al tratamiento 6 en base a sus medias de productividad.

La mayor productividad se observó en los tratamientos 2 y 3 que corresponden de 2 a 4 y de 4 a 6 horas efectivas de trabajo acumulado respectivamente.

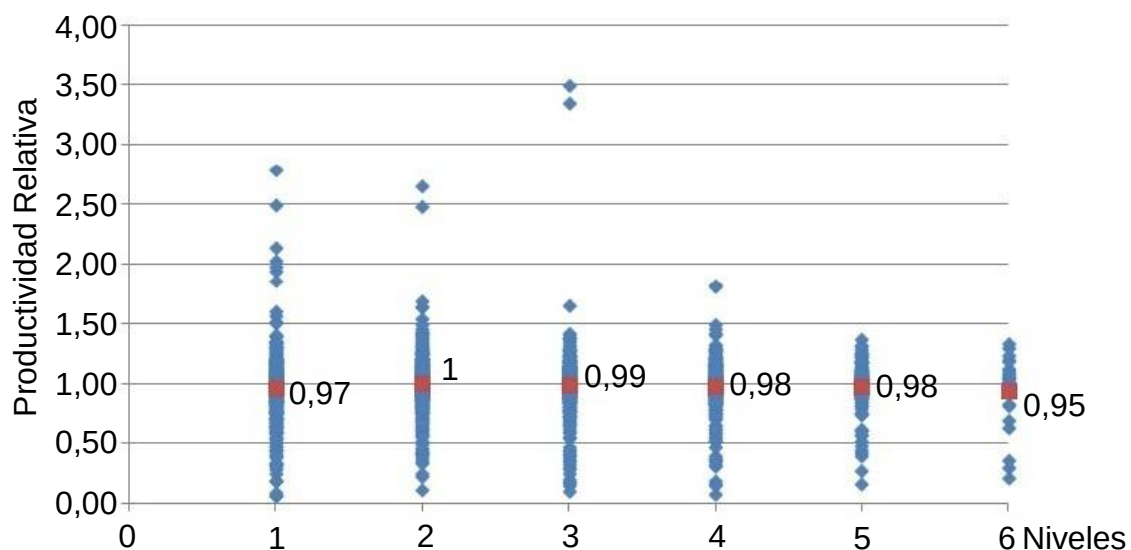
La menor productividad se observó en el tratamiento 6 el cual corresponde de 10 a 12 horas efectivas de trabajo acumulado.

Tratando de ejemplificar de otra forma lo anteriormente descrito, se procedió a realizar un gráfico de puntos que pudiese dar una perspectiva más sencilla de los resultados obtenidos. Cabe aclarar nuevamente que el efecto simple de la duración de la jornada laboral por sí sola no afecta significativamente la productividad de los operarios.

En el gráfico se podrá observar de forma clara el comportamiento uniforme que presenta el efecto simple de la duración de la jornada laboral.

A continuación se presenta el gráfico del comportamiento de medias de productividad frente a la duración de la jornada laboral:

Gráfico No. 1. Comportamiento de medias de productividad frente a la duración de la jornada laboral. Estudiada para ambos turnos de trabajo.



Considerando los resultados obtenidos, el conocimiento de la operativa y los factores que podrían afectar la misma, sumado a los estudios previos de capacitación desarrollados durante la carrera, surgen las siguientes discusiones.

Como se pudo observar, los resultados obtenidos del efecto del largo de la jornada laboral sobre el rendimiento en cosecha del operador mostraron no ser significativos; lo cual lograría llamar la atención debido a que sería esperable un decrecimiento en el rendimiento de los operarios a medida que se fueran sumando horas de trabajo en su jornal.

Por dicho motivo, estos resultados hacen reflexionar, logrando así concluir que pueden haber estado afectados y explicados por algún otro factor extra que podría haber influenciado la investigación.

Un factor que no deja de ser relevante y que debe tenerse en cuenta ya que pudo haber sin dudas causado cierta influencia, es la colectividad de operarios.

Los operarios de los cuales se obtuvieron los datos para efectuar los estudios, eran personal que se podría considerar principiante en el manejo de

máquinas cosechadoras, o personal que aún no ha desarrollado su máximo potencial de rendimiento debido al corto periodo de trabajo que poseen, o debido a la falta de experiencia en la labor.

Este hecho estaría en concordancia con lo planteado por Häggström (2015), quien hace referencia a que los operadores de máquinas muestran una mejora continua de la productividad durante muchos años después del inicio de su trabajo profesional. Por otro lado otros estudios concluyeron que cuanto mayor es el tiempo de experiencia del operador, mayor es la productividad alcanzada, lográndose un incremento del 45% luego de dos años de experiencia (Richardson y Makkonen, citados por Burla, 2008).

De esta manera, como se ha dicho anteriormente, la experiencia podría de alguna forma u otra causar algún efecto que influya en cierta medida sobre los resultados al momento de hacer el estudio del desempeño laboral de los operadores. Igualmente cabe aclarar que todos los operarios trabajaron bajo las mismas condiciones de trabajo, en lo que se refiere a turnos, equipos y rodales cosechados, lo que uniformiza sus condiciones laborales.

Esta situación lleva a pensar que quizá con otra serie de operadores más experimentados o con el mismo personal luego de un periodo más largo de trabajo o experiencia, se podrían obtener resultados diferentes o con mayor significancia al realizar el mismo estudio, lo que quiere decir que se podrían seguir realizando estudios similares posteriores para lograr mayor información sobre el tema, además también de poder analizar en mejor medida cual es la mejor relación costo beneficio para las empresas al tener en cuenta las diferentes combinaciones de largo de jornal laboral posibles.

De todas formas los resultados obtenidos en la presente investigación, reflejan que el nivel más bajo de productividad corresponde al tratamiento 6, el cual representa de 10 a 12 horas efectivas de trabajo acumulado, ello se corrobora con la bibliografía estudiada, que dice que el efecto de largas horas de trabajo en el operador resultó en fatiga física y mental, que sin dudas contribuyeron a la caída de la productividad, en donde se concluyo que el rendimiento del operador se degrada después de 9-10 horas de trabajo diario, incluidas las pausas regulares (Gallis, Passicot y Murphy, Murphy y Vanderburg, Nicholls et al., citados por Häggström, 2015).

Finalmente en el presente estudio, se estaría concluyendo que los diferentes niveles de duración de la jornada laboral por sí solos no afectan significativamente la productividad del operario, dicho esto con 95% de confianza.

4.2 EFECTO DEL TURNO EN EL CUAL SE DESARROLLA LA JORNADA LABORAL

Al estudiar los datos referentes al momento en el cual se desarrolla la jornada laboral, en el análisis de varianza se pudo apreciar que el turno como factor simple es significativo al 5% ($p=0,0167$) en el rendimiento laboral de los operadores.

Con dicho resultado, para esta variable se estaría rechazando la hipótesis nula (H_0), que refiere a que no existe diferencia significativa en los valores de rendimiento de los operadores entre los diferentes turnos de trabajo (día y noche).

Sabiendo de esta manera la importancia de esta variable sobre el rendimiento de los operarios, se procedió a realizar un análisis que pudiera reflejar más detalladamente su comportamiento en base a la productividad, en donde se trato de estudiar más a fondo el efecto de los turnos.

A continuación se presenta el cuadro de estudio de medias en base a la productividad tomando en cuenta solamente el turno en el cual se desarrolla la jornada laboral:

Cuadro No. 5. Estudio de medias de productividad tomando en cuenta solamente el turno en el cual se desarrolla la jornada laboral.

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,01992

Error: 0,0532 gl: 2060

<u>shift type</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
2,00	0,96	1099	0,01	A
<u>1,00</u>	<u>0,99</u>	<u>973</u>	<u>0,01</u>	<u>B</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

En el cuadro se puede observar claramente que existen diferencias significativas entre realizar el jornal laboral en el turno día representado por el No. "1", y realizar el jornal laboral en el turno noche representado por el No. "2". Las distintas letras nos están indicando que estadísticamente los turnos presentan comportamientos diferentes, reflejándose la mayor productividad durante el turno día.

Tratando de ejemplificar de otra forma lo anteriormente descrito, se procedió a realizar gráficos de puntos para ambos turnos de trabajo en base a sus medias productivas, intentando demostrar su comportamiento de una forma más sencilla.

A continuación se presentan los gráficos del comportamiento de medias de productividad frente a los turnos en los cuales se desarrollaron las jornadas laborales:

Gráfico No. 2. Comportamiento de medias productivas frente al turno día (1).

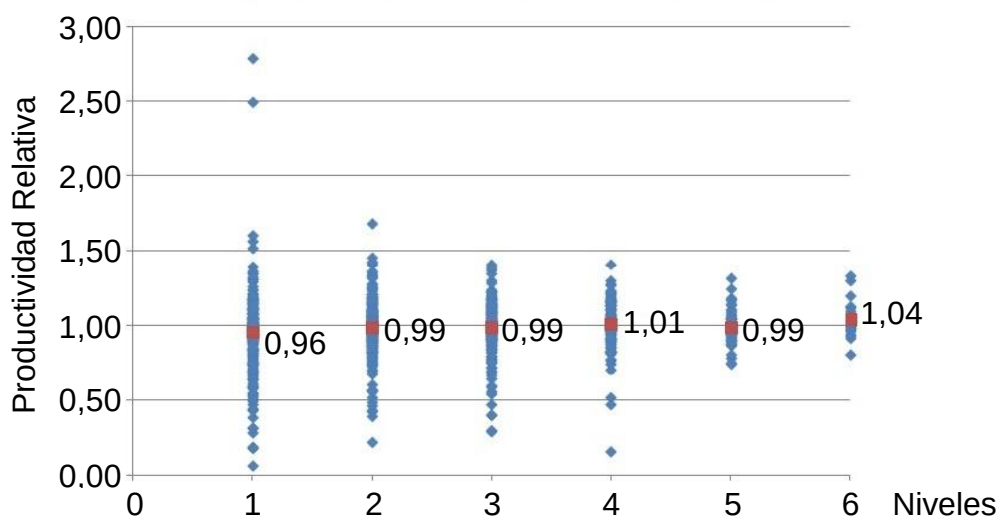
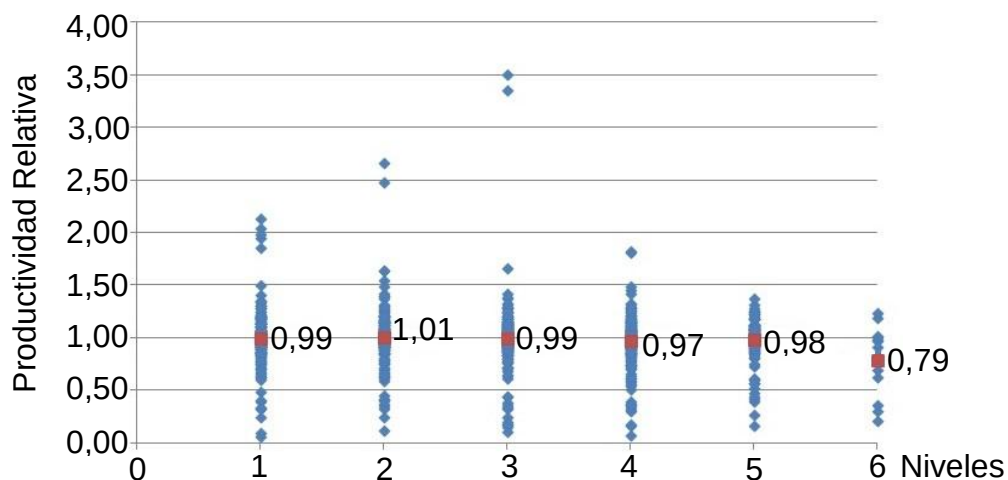


Gráfico No. 3. Comportamiento de medias productivas frente al turno noche (2).



Al considerar los resultados obtenidos al analizar esta variable, sumados a los estudios previos de capacitación y al conocimiento de la operativa, surge la siguiente discusión sobre el efecto causado por el turno en el cual se desarrolla la jornada laboral.

Como se ha dicho anteriormente, el turno en el cual se desarrolla el jornal laboral causa diferencias significativas sobre el rendimiento del operador en cosecha, donde fueron observados mayores rendimientos al realizar la jornada laboral en el turno día.

Dichos resultados estarían nuevamente en concordancia con la bibliografía consultada, en donde estudios referentes a los turnos de trabajo de día y noche, demostraron diferencias que puede tener significativa relevancia en lo que a productividad se refiere.

En general, se considera que el trabajo diurno es más productivo, pero es difícil determinar si esto se debe a la variación natural en el ritmo circadiano, a una mejor visibilidad durante el día, o a otros beneficios del trabajo en turnos individuales.

Según Maxwell, Terlesk y Walker, Nicholls et al., Mitchell, citados por Passicot y Murphy (2013), estudios de las operaciones de explotación forestal en Canadá, sudeste de EE.UU., Australia y Nueva Zelanda han reportado caídas de 4 a 40% en la productividad por hora de los turnos de noche frente a los turnos de día.

Estos resultados dejan a reflexionar de qué manera se podrían equiparar esos rendimientos, o como se podría hacer para lograr que fueran lo más parejos o aproximados posibles.

De esta forma se abren caminos a posibles futuras investigaciones, para seguir estudiando y profundizando en el tema, de manera tal de lograr el máximo desarrollo productivo y económico a nivel empresarial.

Finalmente en base a esta variable, se estaría concluyendo que el turno en el cual se desarrolla la jornada laboral, influye significativamente en el rendimiento de los operarios, obteniéndose los mayores resultados de los mismos, al realizar el jornal laboral durante el turno día.

4.3 EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LARGO DE LA JORNADA LABORAL Y TURNO EN EL CUAL SE DESARROLLA

En última instancia a efectos de los estudios realizados y de los resultados obtenidos, se pudo apreciar que la interacción entre largo de jornada y turno laboral es sumamente significativa al 5% ($p=0,0077$) sobre el rendimiento de los operarios, siendo estos los resultados obtenidos con mayor significancia en el estudio.

En este caso estaríamos rechazando la hipótesis nula (H_0), que dice que no existe interacción significativa en los valores de rendimiento entre la jornada laboral y el turno en el que se realiza la misma.

Nuevamente con el fin de lograr un mayor nivel de información sobre la interacción existente entre estas dos variables, se procedió a realizar un análisis que pudiera reflejar más detalles de su comportamiento, utilizando las medias de productividad para su desarrollo.

A continuación se presenta el cuadro correspondiente que demuestra lo anteriormente descrito:

Cuadro No. 6. Estudio de la interacción entre largo de jornada y turno laboral en base a medias de productividad.

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,07702

Error: 0,0532 gl: 2060

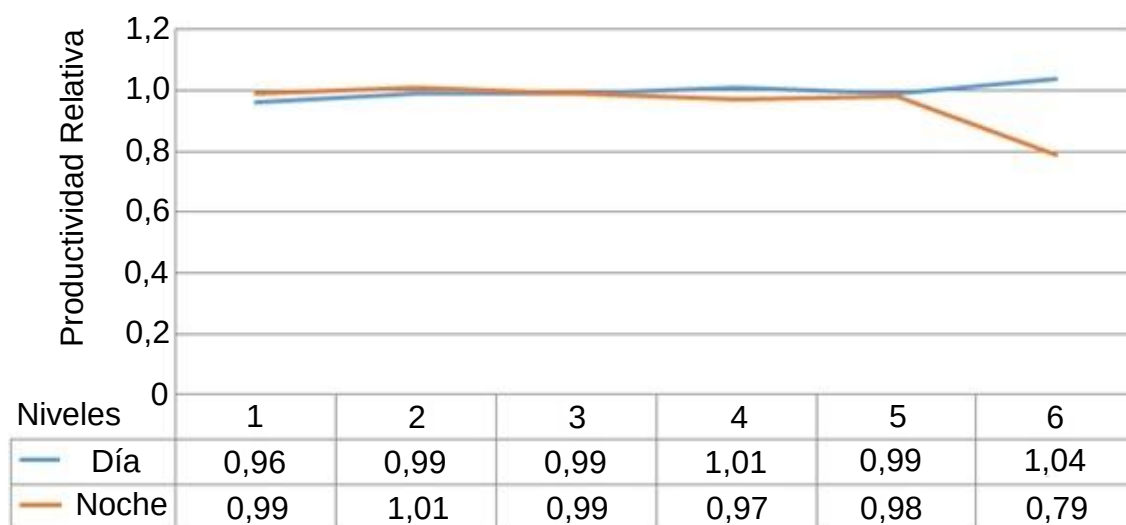
cat	jornada	shift type	Medias	n	E.E.	
6,00		2,00	0,79	13	0,06	A
1,00		1,00	0,96	242	0,01	B
4,00		2,00	0,97	233	0,02	B
5,00		2,00	0,98	128	0,02	B
3,00		1,00	0,99	207	0,02	B
2,00		1,00	0,99	288	0,01	B
5,00		1,00	0,99	71	0,03	B
1,00		2,00	0,99	224	0,02	B
3,00		2,00	0,99	289	0,01	B
4,00		1,00	1,01	139	0,02	B
2,00		2,00	1,01	212	0,02	B
6,00		1,00	1,04	26	0,05	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

El estudio de comparación de medias demostró claramente en los resultados obtenidos, que los operadores al momento de 10 a 12 horas efectivas de trabajo acumulado y durante el turno de la noche, presentan diferencias muy marcadas en comparación con las demás posibles interacciones entre largo de jornada laboral y turno en que se realiza.

Tratando nuevamente de ejemplificar de otra forma los resultados obtenidos, se procedió a realizar un gráfico que describe el comportamiento de la interacción existente entre las variables en estudio.

Gráfico No. 4. Comportamiento de medias productivas frente a la interacción.



La línea azul (turno día) refleja la falta de interacción y un comportamiento similar en todas las combinaciones posibles de las variables estudiadas, corroborando así los resultados anteriormente planteados. La línea roja (turno noche) muestra como los valores se mantienen constantes hasta el punto donde se da un decrecimiento brusco, el cual ocurre entre la interacción existente entre el mayor largo de jornada laboral (10 a 12 horas efectivas de trabajo acumulado) y el turno de la noche como se comprobó.

Una vez más al considerar los resultados obtenidos sumados a los estudios previos de capacitación y al conocimiento de la operativa, surge la siguiente discusión al analizar el posible efecto de la interacción entre las variables.

Sin dudas el estudio del efecto de la interacción es el que posee mayor relevancia en el presente trabajo, ya que este abarca el análisis completo de todos los factores a la vez, y logra describir toda interacción posible.

Se puede observar claramente que los operadores al momento de las 10 a 12 horas efectivas de trabajo acumulado de su jornada laboral (tratamiento 6), durante el turno de la noche muestran diferencias significativas con todas las otras posibles interacciones. Los valores se mantienen constantes hasta este punto donde se da un decrecimiento brusco.

Cabe destacar que el número de muestras tomadas para el tratamiento 6 fue bajo en comparación con otros tratamientos, lo que podría estar afectando de alguna forma los resultados.

De todas formas estos resultados pueden estar explicados por la experiencia de los operadores, por factores físicos propios del ser humano, como la fatiga luego de largas horas de trabajo, por una menor visibilidad a la noche, o por otros diversos factores.

Como se ha dicho anteriormente, el estudio con operadores que aún no han llegado a su máximo rendimiento en base a su experiencia, sin dudas que pudo influenciar mucho sobre los resultados, lo que nos sigue afirmando que sería posible obtener valores con mayor significancia en el nivel de rendimiento con operarios con mayor experiencia.

Este razonamiento abre nuevamente posibles planteos de cómo lograr obtener el mayor provecho económico posible y de rendimiento en la jornada laboral de cosecha forestal. Para ello se debería seguir investigando o realizar futuros estudios de momento del día en que se realiza la jornada laboral y analizar si sería mejor fragmentar el turno de la noche, que es el que presenta mayores inconvenientes, con mayor número de operarios, o hacer turnos de menor cantidad de horas cada uno. Se debería además relativizarlos en términos económicos, ya que podríamos aumentar la productividad teniendo en cuenta los costos al agregar más turnos.

Estas podrían ser posibles ideas para futuros estudios que logren profundizar el tema con el fin de lograr mejores resultados en todos los aspectos.

5. CONCLUSIONES

La tecnología sumamente avanzada que poseen hoy en día los equipos de cosecha, nos permite obtener información la cual logra describirnos con precisión los detalles de la operativa forestal.

Luego de procesar los datos obtenidos de los sistemas de las cosechadoras, el análisis de los mismos logra desarrollar una serie de información que nos permitió observar los siguientes resultados y realizar las siguientes discusiones.

Para el estudio de los datos de interés en el presente trabajo se tuvieron en cuenta básicamente tres factores.

Por un lado se estudió la duración de la jornada laboral y el efecto de la misma sobre el rendimiento del operador en cosecha. El siguiente factor tenido en cuenta fue el turno (día/noche) en el cual se desarrolla la jornada laboral y el efecto del mismo sobre el rendimiento del operador. En última instancia se evaluó una posible interacción entre las dos variables citadas anteriormente, y si la misma tendría un efecto significativo sobre el rendimiento de los operarios en cosecha.

Se obtuvieron en total 2072 datos de productividades con un R^2 de 0.01 y un coeficiente de variación de 23.4%, el p-valor usado es de 0.05.

En base a los resultados obtenidos en el análisis de varianza base del presente estudio, se puede afirmar que el efecto simple de la duración de la jornada laboral por sí sola no afecta significativamente la productividad de los operarios, ya que presento un p-valor no significativo ($p=0,2514$).

Estos resultados al no ser significativos logran llamar la atención debido a que sería lógico esperar un decrecimiento en el rendimiento de los operarios a medida que se fueran sumando horas de trabajo en su jornal.

Por dicho motivo, estos resultados hacen reflexionar, logrando así concluir que pueden haber estado afectados y explicados por algún otro factor extra que podría haber influenciado la investigación, como ser la poca experiencia de los operadores estudiados. Lo que concuerda con lo planteado por Richardson y Makkonen, citados por Burla (2008), que hacen referencia a que cuanto mayor es el tiempo de experiencia del operador, mayor es la productividad alcanzada, lográndose un incremento del 45% luego de dos años de experiencia.

Igualmente los resultados obtenidos en el análisis que detalla mayormente el comportamiento de esta variable, reflejan que el nivel más bajo de productividad corresponde al tratamiento 6, el cual representa de 10 a 12 horas efectivas de trabajo acumulado. Esto se estaría corroborando nuevamente con la bibliografía estudiada, que dice que el rendimiento del operador se degrada luego de 9 -10 horas de trabajo diario, incluidas las pausas regulares (Gallis, Passicot y Murphy, Murphy y Vanderburg, Nicholls et al., citados por Häggström, 2015).

En relación al posible efecto que causa el turno en el cual se desarrolla el jornal laboral, al estudiar los datos se pudo apreciar que éste como factor simple sí es significativo al 5% ($p=0,0167$) en el rendimiento laboral de los operadores, reflejándose la mayor productividad durante el turno del día.

Nuevamente esto estaría en concordancia con la bibliografía consultada, en donde estudios referentes a los turnos de trabajo de día y noche, demostraron diferencias que puede tener significativa relevancia en lo que a productividad se refiere. Según Maxwell, Terlesk y Walker, Nicholls et al., Mitchell, citados por Passicot y Murphy (2013), estudios de las operaciones de explotación forestal en Canadá, sudeste de EE.UU., Australia y Nueva Zelanda han reportado caídas de 4 a 40% en la productividad por hora de los turnos de noche frente a los turnos de día.

En última instancia se llegó al estudio de la posible interacción existente entre el largo de jornada laboral y el turno de trabajo, en donde se pudo apreciar que la interacción entre estas variables es sumamente significativa al 5% ($p=0,0077$) sobre el rendimiento del operario, lo cual sin dudas tomo la mayor relevancia por los resultados obtenidos, además de que la misma abarca el análisis completo de todos los factores a la vez, y logra describir toda interacción posible.

Se puede observar claramente que los operadores al momento de las 10 a 12 horas efectivas de trabajo acumulado de su jornada laboral (tratamiento 6), durante el turno de la noche muestran diferencias significativas con todas las otras posibles interacciones. Los valores se mantienen constantes hasta este punto donde se da un decrecimiento brusco.

Como se ha dicho anteriormente, el estudio con operadores que aún no han llegado a su máximo rendimiento en base a su experiencia, sin dudas que pudo influenciar mucho sobre los resultados, lo que nos sigue afirmando que sería posible obtener valores con mayor significancia en el nivel de rendimiento con operarios con mayor experiencia.

Este razonamiento abre posibles planteos de cómo lograr obtener el mayor provecho económico posible y de rendimiento en la jornada laboral de cosecha forestal. Para ellos se debería seguir investigando o realizar futuros estudios de momento del día en que se realiza el jornal, y analizar si sería mejor fragmentar el turno de la noche que es el que presenta mayores inconvenientes, con mayor número de operarios o hacer turnos de menor cantidad de horas cada uno, tratando de lograr de esta manera como ya fue mencionado, el mayor provecho económico posible y de rendimiento de los operadores en la jornada laboral de cosecha forestal mecanizada.

6. RESUMEN

Con la promulgación de la segunda ley forestal 15.939 (firmada en el año 1987), la producción forestal nacional se ha expandido a un ritmo acelerado. En los últimos años se ha convertido en uno de los rubros agropecuarios más influyentes en el país en términos económicos. Con los grandes cambios tecnológicos, cada vez más acelerados se han ido mecanizando las actividades forestales, dentro de las cuales la cosecha es una de las actividades más importantes en cuanto al costo final de la madera, por lo que se debe prestar gran atención y analizar nuevos métodos que contribuyan a realizar esta actividad de forma más eficiente. Para hacer óptimos los procedimientos de mecanización en cosecha, es imprescindible tener una buena planificación, por lo que es de suma importancia realizar estudios para mejorar y optimizar los métodos actualmente aplicados. El presente trabajo tuvo como objetivo realizar un estudio de momentos de la jornada laboral, turnos y rendimientos en operaciones mecanizadas en cosecha forestal mediante el uso de “harvesters”, evaluando así el desempeño del operador de la maquinaria, relacionando y teniendo en cuenta las variables existentes en este proceso. La cuantificación de la producción se basó en el estándar “StanForD”. Estos sistemas operan hoy en día en la mayoría de los equipos o tractores forestales que aplican el método de corte a la longitud (“cut to length”), el que utiliza para su funcionamiento sistemas informáticos, los cuales permiten registrar y procesar mucha información, además de almacenarla instantáneamente de forma eficaz, para lograr posteriormente la máxima utilización de esos registros. La eficiencia de un sistema de cosecha de madera es altamente dependiente del ambiente en que se está operando, siendo los principales factores a ser considerados el clima, terreno, especie vegetal, infraestructura, nivel de desarrollo, tradición del sistema utilizado y estructura de la industria. Pero bien hay otros factores que toman gran importancia, estos mismos son los que afectan directamente el desempeño del operador, alterado así su rendimiento como son la dimensión física en el desempeño del operador, la dimensión cognitiva, la habilidad del mismo, y la duración de la jornada laboral. Sobre estos últimos fue en donde se enfatizó el estudio en busca de identificar cambios significativos en el rendimiento de los operadores. Los resultados obtenidos en el estudio fueron que los diferentes niveles de duración de la jornada laboral por sí solos no afectan significativamente la productividad del operario, dicho esto con 95% de confianza. Al observar los datos referentes al momento del día en que se realiza el trabajo, se puede apreciar que el turno como factor simple es significativo al 5% ($p=0,0167$), influye significativamente en el rendimiento laboral del operador. Por último se observó un efecto sumamente significativo al 5% ($p=0,0077$) de la interacción existente entre el momento del día en que se realiza la labor (turno de trabajo) y el jornal laboral,

por lo que se puede confirmar que la interacción entre estos dos factores es muy importante y significativa.

Palabras clave: Cosecha forestal; Rendimiento; Operador; Harvester; Jornada laboral.

7. SUMMARY

With the enactment of the second forest law 15.939 (signed in 1987), national forest production has expanded at an accelerated pace. In recent years it has become one of the most influential agricultural products in the country in economic terms. With great technological changes, Forestry primary sector have been mechanized with an accelerated rate, where logging represents one of the most important in terms of wood final costs, so we must pay great attention and analyze new methods that contribute to perform this activity more efficiently. In order to optimize the procedures of mechanized logging, it is essential to have a good planning, so it is very important to carry out studies to improve and optimize the methodology currently applied. The objective of this work was to perform a study of moments of the workday, shifts and performances in mechanized operations in forestry logging through the use of "harvesters", evaluating the performance of the machinery operator, relating and taking into account the variables existing during this process. The quantification of the production was based on the standard "StanForD". These systems operate today in most forestry equipment that apply cut to length method, which uses on board computer systems for its operation, allowing to record and process larger information. The efficiency of a wood harvest system is highly dependent on the environment in which it is operating, the main factors to be considered are climate, soil, plant species, infrastructure, size of the trees, topography, among others. However, there are other factors that take great importance, these are the ones that directly affect the performance of the operator, such as the physical dimension, the cognitive dimension, the skill of the operator, and the duration of the working day. Regarding last mentioned, this study has been carried out, in order to identify significant changes in the performance of operators during the shift. The results obtained in the study showed that the different levels of duration of the workday alone do not significantly affect the productivity of the operator (studied until 12 shift hours), said this with 95% confidence. When observing the data referring to the time of day in which the work is performed, it can be seen that the shift as a simple factor is significant at 5% ($p = 0.0167$), significantly influencing the operator's work performance. Finally, an extremely significant effect was observed at 5% ($p = 0.0077$) of the interaction between the time of day on which the work is performed (work shift) and the work day, so it can be confirmed that the interaction between these two factors is significant.

Keywords: Forest harvest; Performance; Operator; Harvester; Workday.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Aunchayna, R.; Ceroni, M.; Castaño, J. P.; Furest, J.; Giménez, A. 2011. Caracterización agroclimática del Uruguay 1980-2009. Montevideo, INIA. 40 p. (Serie Técnica no.193).
2. Bantel, C. 2006. Análise de extração de madeira de eucalipto com “forwarder” em floresta de primeira e segunda rotação. Tese de Mestre em Agronomia. Botucatu, Brasil. UNESP. Facultad de Ciências Agronômicas. 106 p.
3. Burla, E. R. 2008. Avaliação técnica e econômica do “harvester” na colheita do eucalipto. Tese de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Viçosa, Brasil. Universidade Federal de Viçosa. 79 p.
4. Campos, F.; Linhares, M.; Sette, C.; Minoru, F. 2012. Eficiência e desempenho operacional de máquinas harvester e forwarder na colheita florestal. Pesquisa Agropecuaria Tropical. 42 (2): 212-219.
5. Cechin, N. F. 2000. Análise da eficiência e do desempenho operacional das máquinas e dos equipamentos utilizados no corte raso de povoamentos florestais na região do planalto norte de Santa Catarina. Dissertação de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Curitiba, Brasil. Universidade Federal do Paraná. 150 p.
6. Daniluk, G. 2002. Código de cosecha forestal uruguayo. (en línea). Montevideo, Facultad de Agronomía. 90 p. Consultado 27 ene. 2017. Disponible en <http://www.fagro.edu.uy/~forestal/cursos/tecmadera/Gustavo/CODIGO%20DE%20COSECHA%20FORESTAL%20URUGUAYO.%20OFICINA.%20V2.pdf>
7. Da Silva, E. 2012. Modelagem técnica e econômica de um sistema de colheita florestal mecanizada de toras curtas. Tese de pos-graduação em Engenharia Agrícola. Viçosa, Brasil. Universidade Federal de Viçosa. 129 p.
8. Da Silva, J.; Fenner, P. T. 2009. Desempenho de trator florestal transportador autocarregável (“forwarder”). Silva Lusitana. 17 (1): 97– 108.

9. De Souza, M. A.; Barbosa, C.; Costa, F. 2011. Análise de custos de prestação de serviços de colheita florestal mecanizada. *Organizações Rurais y Agroindustriais*. 13 (2): 270-289.
10. Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, M. G.; González, L.; Tablada, M.; Robledo, C. W. 2008. InfoStat, versión 2008. Córdoba, Universidad Nacional de Córdoba. FCA. Grupo InfoStat. 334 p.
11. García, V. 2010. Jornada laboral; cantidad de horas establecida por ley. (en línea). San José, Coyunturaeconomica.com. s.p. Consultado 10 oct. 2017. Disponible en <http://coyunturaeconomica.com/leyes-laborales/cantidad-horas-jornada-laboral>
12. Häggström, C. 2015. Human factors in mechanized cut-to-length forest operations. Doctoral Thesis of Forest Sciences. Umeå, Suecia, Swedish University of Agricultural Sciences. 77 p.
13. IEA (International Ergonomics Association, CH). 2017. Definition and domains of ergonomics. (en línea). Zúrich. s.p. Consultado 5 may. 2017. Disponible en <http://www.iea.cc/whats>
14. Keppel, G.; Wickens, T. 2004. Design and analysis; a researcher's handbook. 4th. ed. New York, Pearson Prentice Hall. 611 p.
15. Kramarov, J. P.; La Paz, G. A. 2012. Estudio de tiempo y movimientos en plantación mecanizada de *E. grandis* spp. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 65 p.
16. Lima, M.; Oliveira, O. 1998. Avaliação da etapa de descasque de torres de eucalipto para polpa. *Ciencia Florestal*. 8 (1): 1-12.
17. Machado De Assis, S. 2010. Metodología para controle de custos na colheita florestal. Tesis Ing. For. Rio de Janeiro, Brasil. Universidad Federal Rural. Instituto de Florestas. 17 p.
18. Malinovski, R. A.; Malinovski, R.; Malinovski, J. R.; Minoru, F. 2006. Análise das variáveis de influência na produtividade das máquinas de colheita de madeira em função das características físicas do terreno, do povoamento e do planejamento operacional florestal. *Revista Floresta*. 36(2): 169-182.

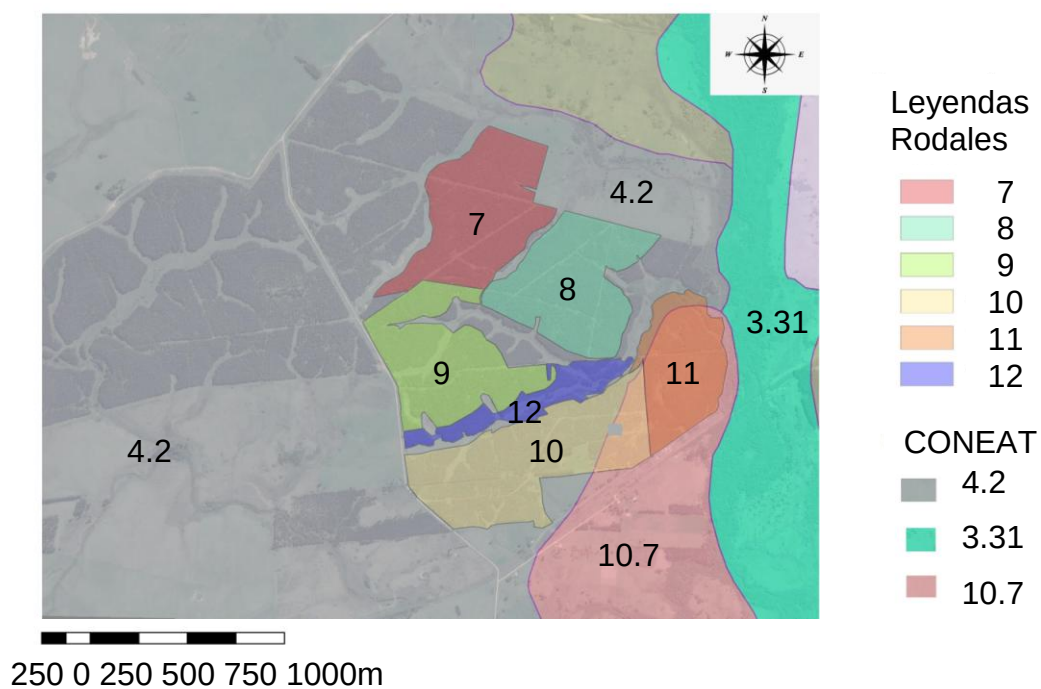
19. Mannise, G.; Sarries, J. 2010. Estudio de tiempos y rendimientos en cosecha forestal altamente mecanizada. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 47 p.
20. MGAP. DGRN (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección General de Recursos Naturales, UY). 2016. Descripción de Grupos de Suelos CONEAT. (en línea). Montevideo. 62 p. Consultado 1 jun. 2017. Disponible en http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/descripcion_de_grupos_de_suelos_coneat.pdf
21. _____. OPYPA (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Oficina de Programación y Política Agropecuaria, UY). 2016. Análisis sectorial y cadenas productivas. Suelos de prioridad forestal. Montevideo. 10 p.
22. Murphy, G.; Passicot, P.; Strandgard, M. 2014. Effect of daily working hours on productivity of mechanised harvesting operations. AFORA. 7: 1- 4.
23. Nicholls, A.; Bren, L.; Humphreys, N. 2004. Harvester productivity and operator fatigue; working extended hours. (en línea). International Journal of Forest Engineering. 15 (2): 57-65. Consultado 7 jun. 2017. Disponible en <https://journals.lib.unb.ca/index.php/ijfe/article/view/9850/9989>
24. Olivera, A.; Acuna, M.; Visser, R.; Morgenroth, J. 2015. Automatic GNSS-enabled harvester data collection as a tool to evaluate factors affecting harvester productivity in a Eucalyptus spp. Harvesting operation in Uruguay. International Journal of Forest Engineering. 27(1): 15-28.
25. Passicot, P.; Murphy, G. E. 2013. Effect of work schedule design on productivity of mechanised harvesting operations in Chile. (en línea). New Zealand Journal of Forestry Science. 43: 2-10. Consultado 18 abr. 2017. Disponible en <http://nzforestryscience.springeropen.com/articles/10.1186/1179-5395-43-2>
26. Pérez Porto, J.; Merino, M. 2008. Definición de rendimiento. (en línea). Definicion.def. s.p. Consultado 20 may. 2017. Disponible en <https://definicion.de/rendimiento/>

27. Ponsse. s.f. Ponsse ergo 8w. (en línea). Vieremä, Finland. s.p. Consultado 15 jul. 2017. Disponible en <http://www.ponsse.com/es/productos/harvesters/ergo-8w>
28. Rivas, F.; Suárez, R. 2014. Estudios de tiempos y evaluación de rendimiento de maquinaria de cosecha forestal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 87 p.
29. Simoes, D. 2008. Avaliação económica de dois sistemas de colheita forestal mecanizada de eucalipto. Tese para título de Mestre em Agronomia. Botucatu, Brasil. UNESP. Faculdade de Ciencias Agronomicas. 118 p.
30. Skogforsk. 2015. Projects. StanForD. (en línea). Sävar, Sweden. s.p. Consultado 2 nov. 2017. Disponible en <https://www.skogforsk.se/english/projects/stanford/>
31. SPF (Sociedad de Productores Forestales, UY). 2015. Uruguay forestal; plantaciones. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 01 dic. 2017. Disponible en <http://www.spf.com.uy/uruguay-forestal-plantaciones>
32. Tieghi Moreira, F. M. 2000. Análise técnica e econômica de subsistemas de colheita de madeira de eucalipto em terceira rotação. Tese de Magister Scientiae. Viçosa, Brasil. Universidade Federal de Viçosa. 160 p.
33. Wagner, S. 2006. Cosecha forestal, estudio de tiempos y rendimientos en operaciones mecanizadas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 49 p.
34. Workmeter. 2015. Claves para mejorar el rendimiento laboral en empresas. (en línea). Madrid, España. 43 p. Consultado 28 may. 2017. Disponible en [https://articulosbm.files.wordpress.com/2013/06/workmeter - ebook sobre rendimiento laboral.pdf](https://articulosbm.files.wordpress.com/2013/06/workmeter_-_ebook_sobre_rendimiento_laboral.pdf)

9. ANEXOS

Mapa representativo de los suelos CONEAT en los rodales estudiados.

Distribución de los grupos CONEAT en el predio en estudio



Mapa representativo de la ubicación de los rodales estudiados en el predio.

Distribución de los rodales estudiados en el predio.

