

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**



**“PLANTACIONES FORESTALES PARA LA PRODUCCIÓN DE  
MADERA ASERRADA DESTINADA A PARIHUELAS”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL  
TÍTULO  
DE  
INGENIERA FORESTAL**

**NATALY GRACE ARBOCCÓ VIDURRIZAGA  
LIMA-PERÚ**

**2021**

---

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación  
(Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

**“PLANTACIONES FORESTALES PARA LA PRODUCCIÓN DE  
MADERA ASERRADA DESTINADA A PARIHUELAS”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL  
TÍTULO DE INGENIERA FORESTAL**

Presentado por:  
**Nataly Grace Arboccó Vidurruzaga**

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

---

Dr. Manuel Chavesta Custodio  
**Presidente**

---

Mg.Sc. Florencio Teodoro Trujillo Cuellar  
**Miembro**

---

Mg.Sc. Rolando Antonio Montenegro Muro  
**Miembro**

---

Dr. Miguel Ángel Meléndez Cárdenas  
**Asesor**

## **Dedicatoria**

A mi nonna por todo el cariño y las enseñanzas que siempre me brinda.

A mis padres y hermano por apoyarme incondicionalmente.

## **Agradecimientos**

Agradezco al NEW FOREST SAC por el apoyo para el desarrollo de este trabajo. Igualmente, al Dr. Miguel Ángel Meléndez Cárdenas por la orientación brindada durante el asesoramiento de este trabajo.

## Tabla de contenido

Presentación .....	1
Introducción .....	2
Capítulo I: Aspectos Generales .....	4
1.Descripción de la empresa.....	4
1.1 Ubicación .....	4
1.2 Actividad .....	4
2. Descripción general de experiencia .....	5
2.1 Actividad profesional desempeñada .....	5
2.2 Organización: .....	5
2.3 Resultados logrados .....	6
Capítulo II .....	7
1. Vivero.....	7
1.1 Contenedores de Vivero:.....	8
1.2 Calidad de plantones .....	8
2. Plantaciones Forestales .....	9
2.2 Plantaciones en el departamento de Pasco.....	9
2.3 Objetivos de las plantaciones forestales.....	10
2.4 Plantaciones con fines de producción .....	11
2.5 Silvicultura de plantaciones .....	11

2.6 Especie utilizada en las plantaciones: .....	11
3. Aserradero .....	13
3.1 Rendimiento .....	13
3.2 Tabla Oxapampina .....	14
3.3 Residuos .....	14
4. Mercado de parihuelas en el Perú .....	15
5. Descripción De Metodología .....	16
5.1 Producción de plantones .....	16
5.2 Plantación .....	17
5.3 Aserrío .....	17
5.4 Determinación de residuos .....	18
Capítulo III Resultados .....	19
1. Producción de plantones .....	19
2. Plantación .....	20
3. Aserrío .....	22
4. Determinación de residuos .....	23
Conclusiones .....	25
Recomendaciones .....	26
Bibliografía .....	27
Anexos .....	32

**Tabla de figuras**

Figura 1: Organigrama de la empresa .....	6
Figura 2: Porcentaje del índice de robustez .....	19
Figura 3: Porcentaje de plantas sanas y enfermas del vivero .....	20
Figura 4: Cantidad de pies tablares por ha, extraídos de la plantación A y la plantación B ...	21
Figura 5: Comparación de costos.....	21
Figura 6: Porcentaje de trozas por clase diamétricas .....	22
Figura 7: Rendimiento de <i>Pinus tecunumanii</i> en el aserradero .....	23
Figura 8: Residuos obtenidos de cada máquina en el aserradero .....	24

## Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo proponer, implementar y gestionar el proceso que engloba el abastecimiento constante de materia prima de la planta de transformación primaria de la empresa New Forest SAC con la madera de sus propias plantaciones en su mayoría de Pino (*Pinus tecunumanii*) para a su vez abastecer a un mercado de parihuelas en constante crecimiento.

El desarrollo del trabajo se hizo proponiendo e implementando diferentes actividades a lo largo de cada proceso productivo para en conjunto sumar mejoras considerables, es así que se obtuvo como resultado la creación de un vivero forestal tecnificado, el uso de más clases diamétricas, la implementación de actividades silviculturales en las plantaciones y finalmente la selección de residuos que genera la planta para ser reutilizados en otros procesos. Con ello se maximizaron los beneficios económicos de la empresa.

**Palabras claves: Plantaciones; Vivero; Madera; Perú; Parihuelas; Residuos.**

## **Presentación**

Este trabajo se realizó durante un periodo de 4 años en la empresa New Forest SAC, ubicada en el distrito de Villa Rica en la provincia de Oxapampa en el departamento de Pasco y se dedica al establecimiento de plantaciones forestales con fines de producción, así como al aprovechamiento de estas plantaciones para abastecer de materia prima a la planta de transformación primaria de la misma empresa donde el producto final es madera aserrada con medidas especiales y comerciales para nuestros clientes quienes en su mayoría son fábricas de parihuelas.

La labor desempeñada consistió en diseñar, implementar y mejorar procesos que permitan el abastecimiento constante y sostenible en el tiempo de la materia prima, durante este proceso, se pusieron en práctica los conocimientos adquiridos durante los años de estudio en la carrera de ingeniería forestal, orientado a las plantaciones.

## Introducción

El Perú, pese a presentar la segunda mayor extensión forestal en América Latina, posee una participación en el mercado mundial de productos forestales muy reducida (menos del 1 %), además de una balanza comercial deficitaria en este rubro (Guariguata et al., 2017), y esto ocurre debido a que la producción forestal maderable proviene principalmente del bosque amazónico (SERFOR, 2019b), pero la continua extracción y la falta del manejo adecuado genera escases de madera. Esta situación ha permitido dar paso a la madera proveniente de plantaciones forestales que presentan nuevas oportunidades al proveer madera al mercado nacional, buscando satisfacer la alta demanda de los productos maderables con especies de rápido crecimiento y con características deseables en la madera.

Una característica de las plantaciones forestales en Perú en la actualidad es su relativa baja productividad, resultado de un deficiente manejo silvicultural, uso de semillas de mala calidad genética, escasa aplicación de técnicas de mejoramiento de suelos y de la falta de criterios sólidos para la selección de sitio (Guariguata et al., 2017).

En el Perú entre los años 2000 y 2015 se establecieron 385 208 has (INEI, 2017), siendo el Pino y Eucalipto las especies más reforestadas (SERFOR, 2016). La provincia de Oxapampa abarca más de 7000 has reforestadas de las cuales el distrito de Villa Rica cuenta con la mayoría de estas, sin embargo, no se tiene un registro exacto del área reforestada debido a que no todas las plantaciones han sido registradas en SERFOR y es solo a partir del año 2017 que esta entidad lleva un registro de la cantidad de área reforestada y la cantidad de madera proveniente de estas áreas que ha sido transformada y despachada a diferentes ciudades del Perú.

El presente estudio tuvo como objetivos específicos:

- Implementar un vivero forestal para producir plántones de calidad destinados a campo definitivo.
- Comparar el rendimiento en madera de dos parcelas de plantaciones con diferentes tratamientos silviculturales.
- Aprovechar la mayor cantidad de clases diamétricas aptas para la producción de madera aserrada destinada a parihuelas.
- Clasificar los residuos del aserrío en la producción de madera dimensionada para parihuelas con fines de su reutilización.

## Capítulo I: Aspectos Generales

### 1. Descripción de la empresa

La empresa NEW FOREST SAC con RUC 20486267349 fue creada en el año 2004 comenzando a instalar plantaciones forestales con fines de producción y desde el año 2017 logro cerrar el círculo de producción utilizando sus propias plantaciones para abastecer su planta de transformación primaria donde asierran medidas especiales que posteriormente son vendidas para la fabricación de parihuelas (Anexo 2).

#### 1.1 Ubicación

NEW FOREST SAC se encuentra ubicado en pasaje Alto Comaina s/n distrito de Villa Rica provincia de Oxapampa departamento Pasco.

#### 1.2 Actividad

NEW FOREST SAC promueve la innovación y mejora la calidad en las diferentes etapas de transformación e industrialización de la madera.

Cuenta con las siguientes áreas:

- Producción de plántones forestales
- Establecimiento de plantaciones
- Aprovechamiento de madera de plantaciones.
- Transformación primaria de madera de plantaciones forestales.
- Venta de madera con medidas especiales y comerciales para la elaboración de parihuelas.

## **2. Descripción general de experiencia**

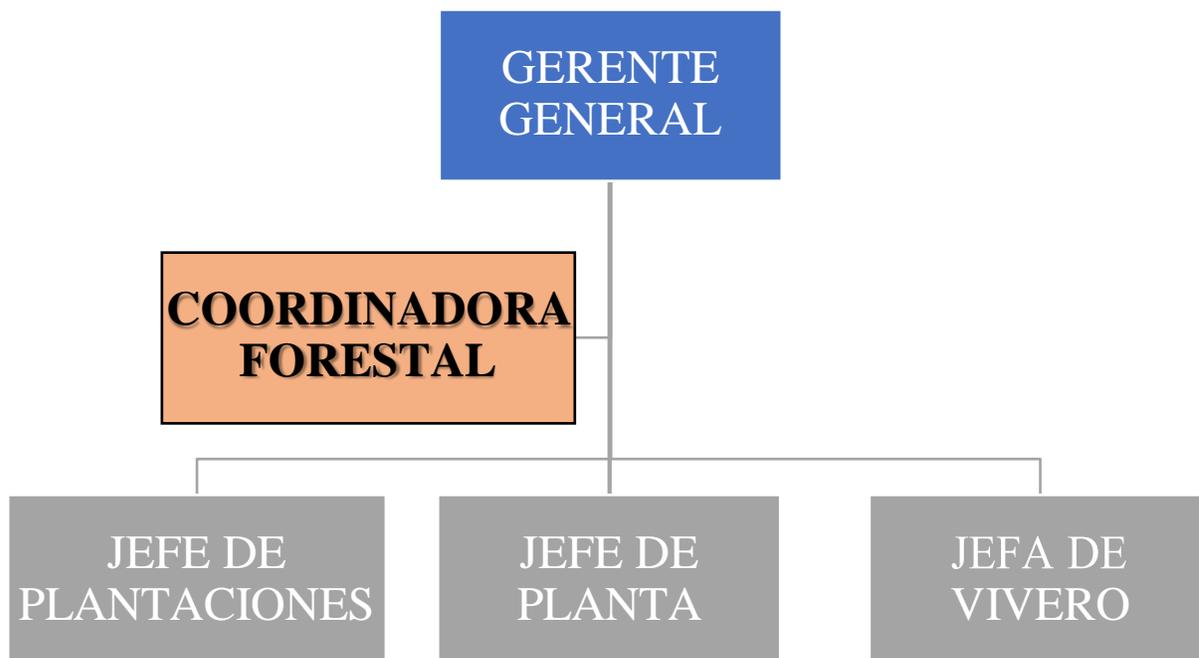
### **2.1 Actividad profesional desempeñada**

Las funciones desempeñadas como coordinadora forestal son:

- Supervisión del vivero
- Supervisión del aserradero
- Supervisión de plantaciones forestales
- Responsable del envío de cargas de madera a los clientes
- Coordinación y logística de los procesos
- Reporte de actividades en general

### **2.2 Organización:**

New Forest SAC es una empresa que busca incrementar su competitividad y productividad en el mercado con la mejora constante de sus procesos (Figura 1).



**Figura 1: Organigrama de la empresa**

**Fuente: Elaboración propia.**

### **2.3 Resultados logrados**

A través de las actividades desarrolladas, se logró obtener un abastecimiento constante de plántones forestales de calidad que a su vez van a campo definitivo para contribuir al éxito de las plantaciones. Se comparó diferentes plantaciones y se vio la importancia de las actividades silviculturales que proporcionan mayores rendimientos de madera por ha. Se aprovecharon más clases diamétricas para un mayor beneficio económico. Por último, se estableció una clasificación de residuos para ser reutilizados posteriormente en otras áreas de la empresa.

## Capítulo II

### 1. Vivero

Los viveros son áreas con instalaciones utilizadas para la producción de plantas en cantidades y calidad deseadas. (González,1995). Proporcionando los cuidados necesarios la producción debe ser de la mejor calidad, al menor costo posible, permaneciendo los plántones el tiempo necesario hasta lograr la altura y el vigor indispensable para instalarlos en campo definitivo (Rojas, 2001).

González (1995) clasifica a los viveros forestales en permanentes o estables y transitorios o volantes, de acuerdo con su ubicación, tamaño de producción e instalaciones. Los viveros permanentes se caracterizan por tener instalaciones fijas que se destinan a la producción de plántones durante muchos años; se ubican en terrenos planos, sus instalaciones generalmente son costosas y no es necesario que estén cercanas a los sitios de reforestación. Los viveros transitorios son de carácter temporal, se establecen para un programa específico de producción de plantas, y las instalaciones no son necesariamente fijas, por ello los materiales de construcción son de menor costo y se localizan en lugares cercanos a los sitios a reforestar.

En la cadena productiva de madera de plantaciones forestales, los viveros se encuentran dentro del eslabón de producción, siendo considerados un elemento clave y quizás el más importante, puesto que en ellos: nacen, germinan y crecen las plantas que se transformarán posteriormente en árboles productivos (Quispe, 2017a).

### **1.1 Contenedores de Vivero:**

La producción de plantas usando tubetes de polipropileno trae varias ventajas entre las más comparativas están el uso de un menor volumen de suelo comparado con las bolsas de polietileno, son más amigables con el ambiente ya que no generan desechos, debido a su forma cónica produce un mejor desarrollo radicular tanto en biomasas como en conformación y cualquier movimiento o transporte dentro o fuera del almácigo resulta en una mayor eficiencia de la mano de obra. (Karshakasree, 2010)

FONDEBOSQUE (2006) indica que el sistema tiene como base la producción de plantas en tubetes de plástico las cuales van insertadas en 23 bandejas de plástico o soportes metálicos, permite la disminución de los precios de producción debido a la reducción del esfuerzo físico de los obreros por el uso de materiales más ligeros. La posibilidad de usar tubetes de tamaño diferentes permite producir, al mismo tiempo y en la misma estructura, plantas de diferentes especies y demandas.

### **1.2 Calidad de plantones**

Según Haase (2007), uno de los factores para el éxito, es la calidad de la planta utilizada; determinada por características morfológicas (forma y estructura) y fisiológicas (funciones y procesos vitales).

En ese sentido, es necesario definir las características morfológicas y fisiológicas que permitan determinar la calidad de plantas, lo que está ligado a su sobrevivencia y desarrollo en el lugar definitivo (Buamscha et al. 2012).

## **2. Plantaciones Forestales**

Es la acción de plantar árboles en una zona para que se desarrollen con diferentes propósitos. Para que esto ocurra se debe llevar a cabo previamente un proceso de planificación que ha de considerar los siguientes factores: la elección de las especies, el sitio de la plantación (propiedad, clima, agua, suelos, topografía), la calidad de las plantas y las técnicas utilizadas. Este proceso se inicia con la preparación de almácigos de semillas de buena calidad, la cuidadosa producción de plantas en vivero y la plantación en el terreno final, luego de la cual se debe prever, su protección y las labores silviculturales que esta requiera como elementos fundamentales del manejo forestal. (FAO-PRONAMACHS 1998).

### **2.2 Plantaciones en el departamento de Pasco**

Los registros existentes en este departamento se concentran en la provincia de Oxapampa, conformada por siete distritos (Oxapampa, Chontabamaba, Huancabamba, Pozuzo, Villa Rica, Palcazu, Puerto Bermúdez y Ciudad Constitución). Las plantaciones que existen en la Provincia de Oxapampa datan del año 1977 cuando se crearon Comités de Reforestación con el fin de producir plántulas forestales y de promover la reforestación con especies exóticas principalmente. Entre las instituciones públicas y privadas que destacaron para el desarrollo de la reforestación se encuentran:

- Proyecto Peruano Alemán de Desarrollo Forestal y Agroforestal en Selva Central (1980- 1993), constituido por el Instituto de Investigación Agraria (INFOR) y el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) con el apoyo de la Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ).

- Comité de Reforestación de la Región Agraria XV Pasco, conformado por representantes de los distritos de Oxapampa, Villa Rica, Iscozacín y Puerto Bermúdez (1985- 2001).
- Otras instituciones: PRONAMACHS, Proyecto Especial Pichis Palcazu (PEPP), la Ex Corporación de Desarrollo de Pasco, INRENA y Pro Naturaleza - Programa Selva Central.
- Fondo de Promoción de Desarrollo Forestal – FONDEBOSQUE inicia sus actividades con centro de operaciones en la ciudad de Oxapampa en 2004, con la instalación del primer vivero forestal de alta tecnología gracias al apoyo económico del Reino de los Países Bajos – Holanda. Este vivero empleó tecnologías adoptadas de Brasil, uno de los países líderes en producción de madera provenientes de plantaciones forestales.
- Las nuevas tecnologías incluían el uso de semillas mejoradas, tubetes de germinación, bandejas para facilitar su manejo y transporte, riego tecnificado, entre otros (Piqueras, 2009).

### **2.3 Objetivos de las plantaciones forestales**

Al planificar una plantación forestal se debe tener claro cuál es el objetivo que el productor se plantea para establecer un recurso como este. Entre las metas que usualmente se propone se tienen consumo doméstico, producción de leña, soportes estructurales, maderas comerciales y de uso industrial, entre otros. La definición de cualquiera de ellas exige que las especies a utilizar, la densidad de la plantación, su ubicación dentro del predio, sus posibilidades en el mercado (en caso de objetivos industriales) y las actividades a realizar, sean las más apropiadas (García et al., 2000).

## **2.4 Plantaciones con fines de producción**

Es el establecimiento de bosques con el propósito de obtener bienes tales como madera, leña, carbón, resinas, frutos, corteza, hojas, miel y otros en forma continua y sostenida (FAO-PRONAMACHS 1998).

## **2.5 Silvicultura de plantaciones**

El manejo de bosques, entre sus objetivos, busca la forma de mejorar los retornos económicos, mediante el logro de incrementos en los rendimientos, reducción de los costos de producción o mejorando la calidad de los productos (Espinoza - Muñoz, 2005).

Para la obtención de madera de calidad proveniente de plantaciones, es necesario contar con un adecuado material genético, selección de sitio, fertilización, además de actividades silvícolas que garanticen el buen crecimiento y desarrollo los árboles (mantenimiento, manejo integrado de plagas y enfermedades, podas y raleos) (Trujillo, 2012).

Se ha estudiado a profundidad el efecto de las practicas silvícolas y su relación al crecimiento de los árboles y producción de volumen de madera (González, 2017).

El objetivo de la silvicultura es acelerar el crecimiento de los árboles y mejorar el valor de la cosecha final a través de la reducción de la competencia y el aumento de la nutrición. Chadwick citado por Pantigoso (2009). Los tratamientos silviculturales más utilizados para el manejo del bosque: espaciamiento, raleo, fertilización y poda. (Jozsa - Middleton 1994).

## **2.6 Especie utilizada en las plantaciones:**

*Pinus tecunumanii*

### **2.6.1 Distribución de la especie**

Es una especie de árbol conífera de América Central. Se distribuye de forma natural en las zonas montañosas de los estados de Oaxaca y Chiapas, al sur de México, norte de El Salvador, Sudeste de Honduras y Noreste de Nicaragua. La especie presenta un gran rango altitudinal, que abarca los 440 msnm a 2800 msnm (Cordero - Boshier, 2003). El *Pinus tecunumanii* se desarrolla en zonas donde la precipitación media anual abarca los 1200 a 2400 mm, con suelos fértiles, profundos, ligeramente ácidos (pH de 4,5 a 5,5) y bien drenados (Shimizu - Medrado, 2005). Esta especie puede crecer en áreas donde precipita a lo largo del año, así como en sitios con estaciones secas de hasta seis meses. Se le encuentra frecuentemente en los valles fértiles o cañones de los ríos, formando pequeños rodales puros asociados con *P. oocarpa*, en las tierras más altas tiende a mezclarse con *P. maximinoi* y bosques de latifoliadas (Cordero-Boshier, 2003).

### **2.6.2 Usos del *Pinus tecunumani***

Es considerado como uno de los mejores pinos con mejor forma de fuste y con alta producción maderable en comparación a los pinos mexicanos y centroamericanos (Quispe, 2015; Cordero- Boshier, 2003). Se cultiva en varios países del mundo por su importancia industrial, rápido crecimiento, alto rendimiento y buena calidad de su madera que permiten emplearlo en diversos productos (Quispe, 2015).

La madera presenta gran versatilidad, se emplea en construcción pesada, construcción en interiores (puertas y marcos de ventanas), postes tratados, contrachapados, muebles, artesanías, artículos torneados y en menor grado para leña. Como exótica, la especie ha sido plantada principalmente para producción de madera, postes y pulpa para papel (Cordero- Boshier, 2003).

### 3. Aserradero

Los aserraderos son instalaciones industriales que procesan las trozas en distintos tipos de madera aserrada, en bruto como las vigas, viguetas, tablones y tablas, y con un mayor proceso como madera canteada, despuntada, calibradas, clasificadas, secas al aire o en hornos de secado (García et al., 2002).

Rocha (2002) menciona que el sistema de aserrío convencional consiste en aserrar sin realizar una clasificación de calidades a las trozas y sin definir un modelo de corte para cada clase diamétrica y para cada especie. Tal condición, induce a la obtención de un bajo rendimiento de aserrío, generando una gran cantidad de subproductos, muchas veces considerados residuos del proceso (Almeida et al., 2014).

Cuando se trata de madera procedente de plantaciones, como el caso de los pinos, los diámetros son menores y homogéneos, lo que facilita el empleo de técnicas de optimización. La clasificación eficiente y el establecimiento del modelo de corte proporcionan buenos resultados (Leite, 1994).

#### 3.1 Rendimiento

Yalico (2012) determinó los rendimientos de 65,5% para *Eucalyptus saligna* y 55,8% para *Junglas neotropica*, de trozas provenientes de plantaciones forestales y sistemas agroforestales en la región Pasco, empleando sierra cinta. Llavé (2008) determinó un factor de conversión de 0,48 para trozas que van desde los 13,5cm a 41,1cm de diámetros provenientes del raleo de una plantación de teca (*Tectona grandis*) para la zona de Chanchamayo, usando sierra cinta y aserrando principalmente piezas de 1" y 2" de espesor.

Montenegro (2015) obtuvo un coeficiente de conversión de 0,43 para trozas de 25,1 cm de diámetro promedio de *Pinus pátula* de 22 años, provenientes del raleo de una plantación en Porcón-Cajamarca aserrando con sierra cinta y obteniendo piezas de  $\frac{3}{4}$ " y 1" de espesor. Finalmente, Sulca (2021) obtuvo un rendimiento promedio del 50%, para trozas provenientes de plantaciones de 18 años de *Pinus tecunumanii*.

### **3.2 Tabla Oxapampina**

En buena parte de la Selva Central de nuestro país, se utiliza en la comercialización de madera rolliza para el aserrío la "Tabla Muller" conocida como la "Tabla Oxapampina" (Anexo 3). Dicha tabla fue elaborada en Oxapampa para aserraderos de disco o circulares, por los primeros colonos que llegaron a esa zona. Al igual que la Tabla Doyle, ésta tabla estima el volumen de madera aserrada larga que podría obtenerse. (DGF-INRENA, 1996).

### **3.3 Residuos**

Según Martínez et al (2005), consideran que el término "residuos" es claramente un término subjetivo pues depende de los actores involucrados. Los residuos pueden ser a su vez materias primas para otros procesos o usos.

El conocimiento de la composición y propiedades fisicoquímicas de cualquier residuo industrial es fundamental para realizar una correcta gestión del mismo. Las operaciones relacionadas para conseguir este conocimiento y la información proporcionada por las mismas se conocen como caracterización (Orozco et al., 2005).

#### **3.3.1 Residuos sólidos de la industria maderera**

En la industria maderera, para la elaboración de madera aserrada en especies coníferas; se generan residuos que van alrededor del 30 por ciento de la biomasa del tronco utilizado, lo que incluye aserrín (5 a 8 por ciento) y corteza (10 a 14 por ciento) (Álvarez et al., 2001).

Según FAO (2001) la acumulación de aserrín puede tener además efectos ambientales negativos:

- Al descomponerse, el dióxido de carbono contenido en la materia orgánica se dispersa en la atmósfera.
- El sol y las altas temperaturas pueden provocar una pirolisis de baja temperatura en grandes montones de aserrín, haciendo que emitan gases contaminantes. La combustión eleva también la temperatura ambiente, produciendo un efecto invernadero.
- Los residuos pueden ser un medio ideal para la propagación de plagas y enfermedades.

#### **4. Mercado de parihuelas en el Perú**

Según FAO (2018) se resalta a las parihuelas o pallets como un producto que cada vez adquiere un mayor dinamismo en el mercado peruano tanto a nivel económico como de volumen. Las parihuelas son un producto que juega un rol importante en la logística pues acompañan al movimiento de mercancía tanto a nivel nacional como para las exportaciones, por lo cual se pueden clasificar en dos grupos principales:

- Parihuelas one way, usados para la exportación y es de un uso, por ello la madera que se utiliza es habitualmente de menor calidad.
- Parihuelas para el mercado interno, que pueden tener más de un solo uso. Estas parihuelas están sujetas a reparaciones.

Las principales especies para la elaboración de parihuelas son Pino (*Pinus sp*), Bolaina (*Guazuma crinita*) y otras maderas tropicales como: Almendro (*Caryocar coccineum Pilger*), Cachimbo blanco (*Cariniana decandra Ducke*), Capirona (*Calycophyllum spruceanum*), Machimango blanco (*Eschweilera sp.*), Zapote (*Quararibea cordata*), Huimba (*Ceiba samauma*), Manchinga (*Brosimum alicastrum*), Mashonaste (*Clarisia racemosa*), Panguana (*Brosimum utile Pitt.*), Pashaco (*Macrobium acaciaefolium*) y Yacushapana (*Terminalia oblonga*). En el caso del pino este suele ser importado. Se estima que para abastecer la demanda de parihuelas se requiere 1 millón unidades al mes; es decir, 12 millones de unidades de parihuelas al año. Con esta consideración se procede a calcular la demanda de madera rolliza por la producción de parihuelas, obteniéndose una demanda actual de 379,440 m<sup>3</sup> de madera rolliza. (FAO-CITE Madera, 2018).

## **5. Descripción De Metodología**

### **5.1 Producción de plantones**

Se utilizaron tres áreas construidas en el vivero:

Área 1: Es donde se realizan las actividades de llenado de tubetes, repique, siembra directa, preparación y selección de plantas que van a campo definitivo.

Área 2: Es el invernadero donde van las bandejas después de la siembra directa y permaneces aquí por 2 meses en este periodo germinan y crecen de 7 a 10 cm, esta área cuenta con riego por micro aspersión.

Área 3: Es el área donde se trasladan las plantas para el periodo de crecimiento y rustificación, esta área cuenta con riego por aspersión y por un periodo de 2 meses logra crecer para luego de una selección con ciertos criterios vaya a campo definitivo.

Para la selección de plantones que van a campo definitivo se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- Altura: utilizando una regla graduada en centímetros, esta variable se midió desde el cuello de la raíz hasta la yema apical de las plantas.
- Diámetro: en las mismas plantas seleccionadas, por medio de un vernier, se midió esta variable exactamente en el punto de unión entre la raíz y el tallo.
- Índice de robustez: Se estima a partir del cociente de la altura (cm) entre el diámetro del cuello de la raíz (mm):

$$IR = \frac{\text{Altura de la planta(cm)}}{\text{Diámetro del tallo(mm)}}$$

## 5.2 Plantación

La empresa cuenta con más de 500 has de plantaciones las cuales están distribuidas por parcelas que vienen siendo aprovechadas desde el año 2017.

Se hizo un análisis comparativo de la extracción de madera de dos áreas plantadas con aproximadamente 3 has de *Pinus tecunumanii* de la misma edad, pero con diferentes tratamientos silviculturales como fertilización, podas y raleos.

## 5.3 Aserrío

Se aserran trozas de Pino y Eucalipto provenientes de plantaciones forestales de la misma empresa, utilizándose trozas desde 5 pulgadas de diámetro y de 8 y 4 pies de largo. Estas trozas son aserradas a medidas especiales para la fabricación de parihuelas, a un ritmo de 3500 pt por turno.

Se hizo una clasificación de clases diamétricas y se amplió el rango de diámetros para aserrío debido a que se espera obtener mayor beneficio económico cuando se consideran diámetros desde 5 pulgadas siendo usual en los aserraderos aceptar madera desde 8 pulgadas de diámetro. Las trozas que se encuentran por debajo de 8 pulgadas se venden a las cajonerías e incluso las de menor a 6 pulgadas se dejan en la zona de extracción.

#### **5.4 Determinación de residuos**

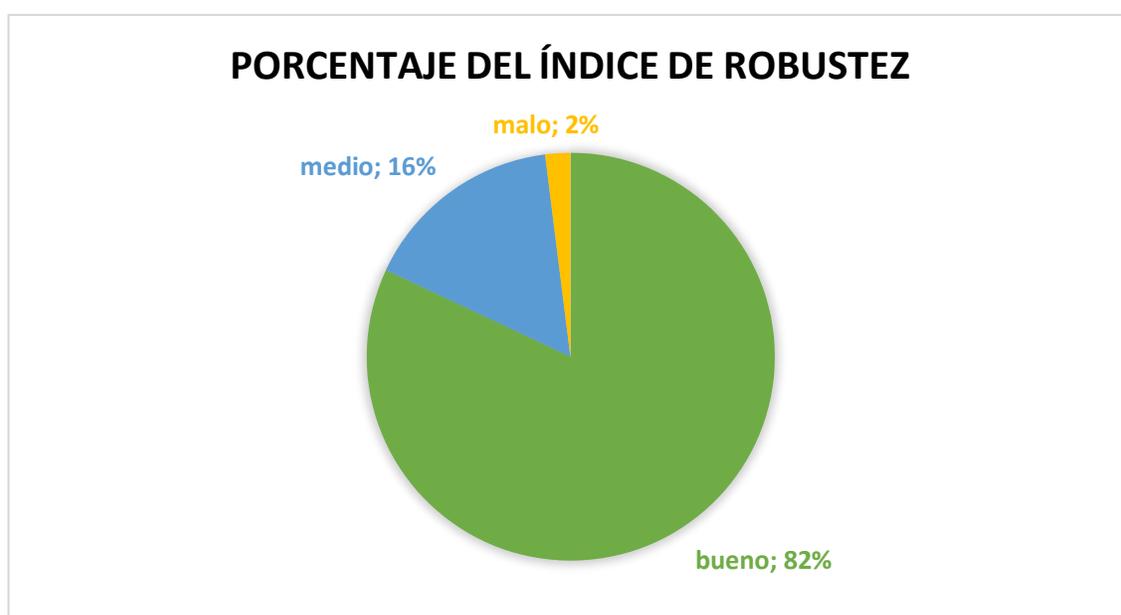
Se seleccionaron 20 trozas al azar de *Pinus tecunumanii*, que fueron pesadas al iniciar el proceso de aserrío, luego se procedió a pesar los desechos de cada máquina y al final se pesó la madera aserrada.

Se hizo una clasificación de residuos y se obtuvo el porcentaje de ellos para luego reutilizarlos en otras áreas de la empresa.

## Capítulo III Resultados

### 1. Producción de plantones

Del total de plantas producidas en el vivero se obtuvo un 98% con un índice de robustez de medio a bueno y sólo un 2% presentó un índice de robustez malo es decir que no están aptos para campo definitivo (Figura 2).



**Figura 2:** Porcentaje del índice de robustez

**Fuente:** Elaboración propia

También se encontró un 97% de plantas sanas aptas para ir a campo y sólo un 3% de plantas se descartaron por encontrarse enfermas (Figura 3).



**Figura 3: Porcentaje de plantas sanas y enfermas del vivero**

**Fuente: Elaboración propia**

## 2.Plantación

En la comparación de las plantaciones de *Pinus tecunumanii* de 13 años donde la plantación B recibió tratamientos silviculturales como raleo, poda, abonamiento inicial y control de malezas y la plantación A solo control de malezas, se encontró que la plantación B alcanzó una mayor producción de madera por hectárea (Tabla 1 y Figura 4).

Tabla 1: Comparación de tratamientos silviculturales

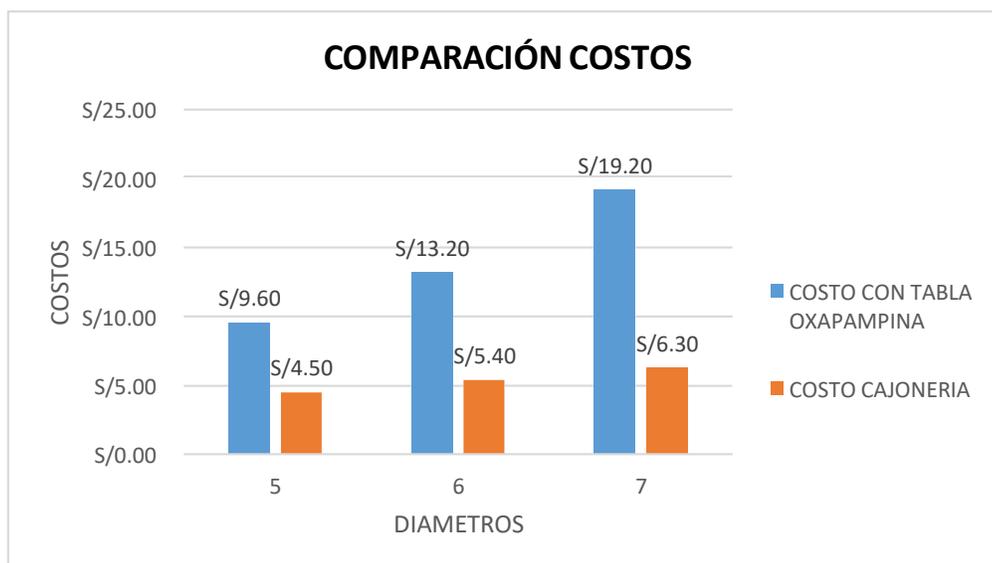
PLANTACIÓN	EDAD	NRO DE ARBOLES / HA	RALEO	PODA	ABONAMIENTO INICIAL	CONTROL DE MALEZAS
A	13	1333	NO	NO	NO	SI
B	13	520	SI	SI	SI	SI



**Figura 4: Cantidad de pies tablares por ha, extraídos de la plantación A y la plantación B**

**Fuente: Elaboración propia.**

El área de plantaciones de la empresa obtuvo un mayor beneficio económico cuando decide vender al área de aserrío las trozas de 5, 6 y 7 pulgadas bajo los términos de la tabla oxapampina, en lugar de venderlas a las cajonerías (Figura 5)

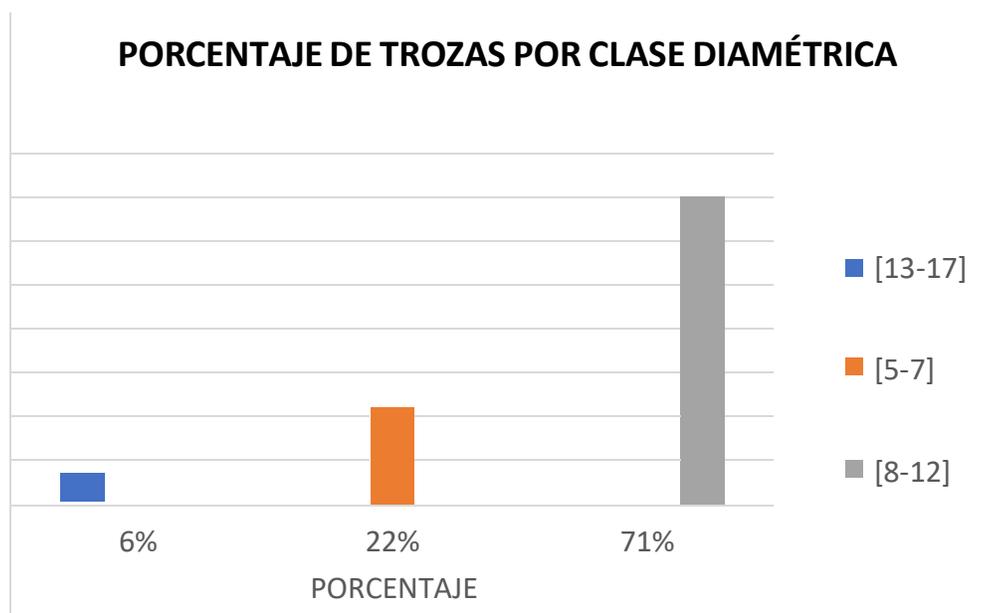


**Figura 5: Comparación de costos**

**Fuente: Elaboración propia**

### 3. Aserrío

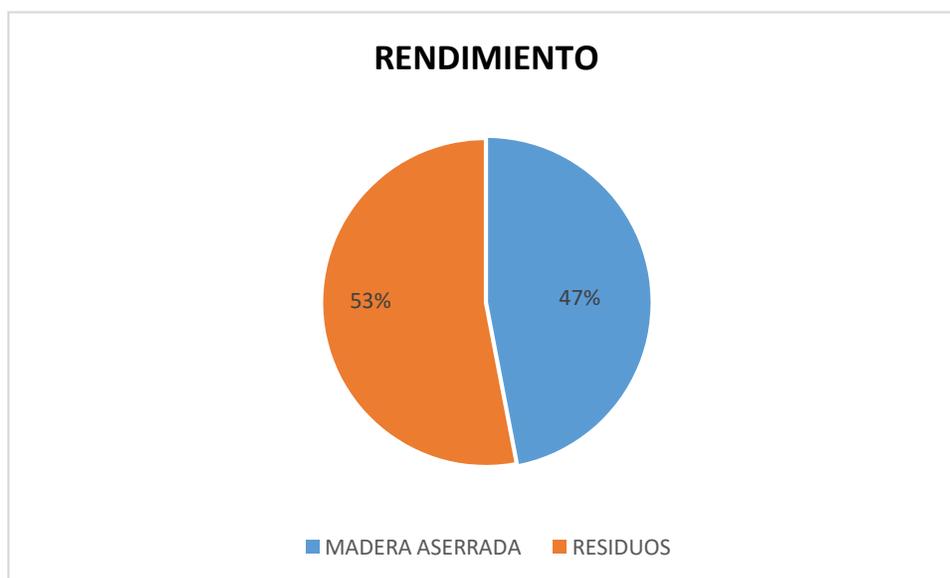
La distribución de trozas por clase diamétrica en el patio del aserradero se resume de la siguiente manera: 6 % de trozas mayores a 13 pulgadas, 71% de trozas entre 8 y 12 pulgadas y 22 % de trozas entre 5 y 7 pulgadas de diámetro, de las cuales son aserradas principalmente con medidas especiales y eventualmente medidas comerciales (Figura 6).



**Figura 6: Porcentaje de trozas por clase diamétricas**

**Fuente: Elaboración propia**

Se determinó un 47% de rendimiento promedio de las trozas en madera aserrada con medidas especiales para la elaboración de parihuelas, obteniéndose un 53% de residuos (Figura 7)

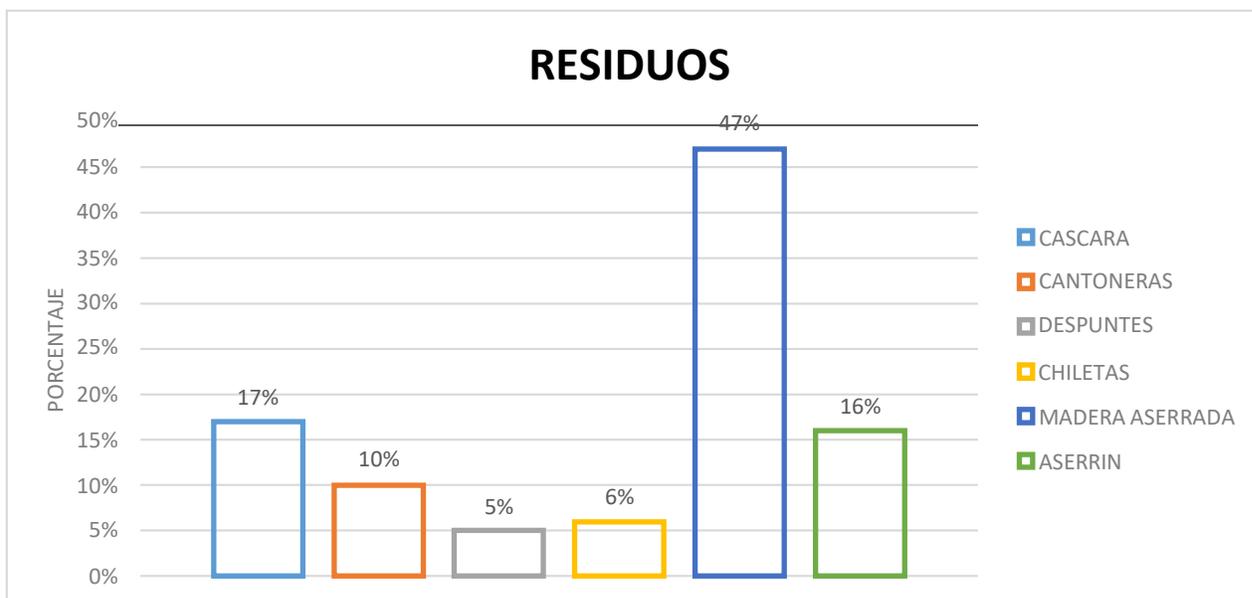


**Figura 7: Rendimiento de Pinus tecunumanii en el aserradero**

**Fuente: Elaboración propia**

#### **4. Determinación de residuos**

Se encontró diferencias en el porcentaje de residuos que sale de cada máquina del aserradero, observándose que los residuos de la sierra principal (tronquera) compuestos por las cantoneras (cáscaras) y el aserrín son los residuos que representan un mayor porcentaje, siendo este último el único que se comercializa. También constituyen un porcentaje importante los residuos del canteado, tableado y despuntado (Figura 8).



**Figura 8: Residuos obtenidos de cada máquina en el aserradero**

**Fuente: Elaboración propia**

## Conclusiones

- La creación del vivero garantiza el abastecimiento constante de plantas de buena calidad para su establecimiento en las plantaciones forestales.
- El aserrío de medidas especiales para parihuelas permite el uso de clases diamétricas menores a 8 pulgadas con lo cual se obtiene un beneficio económico de más del 50 % en relación al valor obtenido por la venta de las mismas a las cajonerías.
- La práctica de tratamientos silviculturales a las plantaciones de *Pinus tecunumanii* incrementa el rendimiento en pies tablares por hectárea.
- El rendimiento de 47% en madera aserrada con medidas especiales para la elaboración de parihuelas es satisfactorio utilizando trozas desde 5 pulgadas.
- La cuantificación de la madera que entra al aserradero y se convierte en residuo permite explorar diferentes alternativas de reutilización de los residuos en otras áreas de la empresa.

### **Recomendaciones**

- La empresa debe continuar con los tratamientos silviculturales de raleo poda y fertilización para mantener el mayor rendimiento por ha plantada.
- Realizar estudios sobre el efecto de las calidades de las trozas en función del rendimiento de aserrío.

## Bibliografía

- Almeida, M; Sacone, B; Sousa, R. (2014). *Análise de aproveitamento no desdobro de madeira serrada-Pinus spp. Brasil: Faculdade de Ciências Sociais e Agrária de Itapeva*. Disponible en: [http://fait.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/pIriEN1ErCdNeD\\_2014-4-16-16-42-52.pdf](http://fait.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/pIriEN1ErCdNeD_2014-4-16-16-42-52.pdf)
- Álvarez, E., Días, S., Alessandrini, M., 2001. *Utilización racional de los residuos forestales*. Revista UNASYLVA 52(206): p 48-52.
- Buamscha, MG; Contardi, LT; Dumroese, RK; Enricci, JA; Escobar, R; Gonda, HE; Jacobs, DF; Landis, TD; Luna, T; Mexal, JG; Wilkinson, KM. 2012. *Producción de plantas en viveros forestales*. In Contardi, LT; Gonda, HE; Tolone, G; Salimbeni, J (coords.); Ardiles, B; Gonda,
- Cordero, J. & Boshier, D. (2003). *Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas*. 1080 pp. Oxford Forestry Institute (OFI). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Recuperado de: <https://www.catie.ac.cr/catie-noticias/759-libroarboles-de-centroamerica-ahora-en-version-digital.html>
- DGF/INRENA. 1996. *Nueva Tabla Oficial de Cubicación de Madera Rolliza de Aplicación en la Región Selva*. Lima, Perú. 70p.
- Espinoza, M.- Muñoz, F. (2005). *Silvicultura de plantaciones. Apuntes de clases*. Copilado por Pablo Gajardo Caviedes. Departamento de Silvicultura. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 152 p.
- FAO- PRONAMACHCS. 1998. *Manual de Plantaciones Forestales para la sierra peruana*. Lima, Perú. 165 p.

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2001. *Utilización racional de los residuos forestales* (en línea). Consultado 17 agosto. 2012. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/003/y1237s/y1237s10.htm>.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) - CITE MADERA (Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica de la Madera) 2018. *Industria de la madera en el Perú*. Disponible en <https://www.fao.org/3/i8335es/I8335ES.pdf>
- García, E.; Silva, S.; Sotomayor, A.; Valdebenito, G. 2000. *Establecimiento de plantaciones forestales. Eucalyptus sp.* 32 p
- García, L.; Guindeo, A.; Peraza, C.; De Palacios, P. (2002). *La madera y su tecnología. Coedición Fundación Conde del Valle de Salazar-Ediciones Mundi Prensa-AITIM*, Madrid, España. 322 p.
- González, V. 1995A. *Viveros Forestales*. México D.F., ME, INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 179 p. 1995b. Tipos de envase. In: *Viveros forestales. SAGAR-INIFAP. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales*. INIFAP, México D.F., ME, INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 179 p. (Boletín Técnico no. 3).
- González, A. (2017). *Control de calidad de madera en pie y madera aserrada para el mercado de construcción del Grupo Empresarial El Almendro*. Licenciatura en Ingeniería en Ciencias Forestales. Universidad Nacional, Costa Rica
- Guariguata, M.; Arce, J.; Ammour, T.; Capella, L. (2017). *Las plantaciones forestales en Perú. Reflexiones, estatus actual, y perspectivas a futuro*. Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR). Indonesia. 41 p. Disponible

en:[https://www.researchgate.net/publication/317021930\\_Las\\_Plantaciones\\_Forestales\\_en\\_Peru\\_reflexiones\\_estatus\\_actual\\_y\\_perspectivas\\_a\\_futuro/link/591f6cd60f7e9b99793c589b/download](https://www.researchgate.net/publication/317021930_Las_Plantaciones_Forestales_en_Peru_reflexiones_estatus_actual_y_perspectivas_a_futuro/link/591f6cd60f7e9b99793c589b/download).

Haase, DI. 2007. *Morphological and physiological evaluations of seedling quality* [Evaluaciones morfológicas y fisiológicas de la calidad de las plántulas]. In Riley, LE; Dumroese, RK; Landis TD (coords.). National proceedings: forest and conservation nursery associations 2006. Oregon, Estados Unidos de América, Fort Collins Service Center. p. 3-8.

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática, PE). 2017. *Estadísticas Medio Ambiente*. Disponible en [www.inei.gob.pe/estadisticas/indicetematico/medio-ambiente](http://www.inei.gob.pe/estadisticas/indicetematico/medio-ambiente)

Jiménez, C. (2008). *Calidad y valoración de plantaciones forestales: aplicación práctica en cinco plantaciones de Vochysia guatemalensis Donn. Sm. (cebo) en las zonas Norte y Atlántica de Costa Rica*. Kurú: Revista Forestal 5 (15): 5 p. Recuperado de:[https://www.researchgate.net/publication/263087510\\_Calidad\\_y\\_valoracion\\_de\\_plantaciones](https://www.researchgate.net/publication/263087510_Calidad_y_valoracion_de_plantaciones)

Jozsa, L.; Middleton, G. 1994. *Les caractéristiques déterminant la qualité du bois: nature et conséquences pratiques* [Características que determinan la calidad de la madera: naturaleza y consecuencias prácticas]. CA. Frintek Canadá Corp. Publication special sp-34f. 42 p.

Karshakasree, C. 2010. *Experiencias en la producción de plantas de hule (Hevea brasiliensis) en entrenadores de raíz*. Estado de Kerala, India. Instituto de Investigación del Caucho de la India. 23 p.

Leite, H. (1994). *Conversão de troncos em multiprodutos da madeira, utilizando programação dinâmica*. Viçosa, MG, 1994. 230p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa. Recuperado de: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/26039>.

- Llavé, A. (2008). *Factor de conversión en aserrío para trozas de raleo proveniente de una plantación de teca (Tectona grandis) en Chanchamayo-Junín*. Tesis de ingeniería Forestal. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.
- Martínez J., Mallo M., Lucas R., Alvarez J., Salvarrey A., Gristo P. 2005. *Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos – Fundamentos*. Montevideo, GTZ. 163p.
- Montenegro, R. (2015). *Rendimiento en aserrío para trozas provenientes del raleo de una plantación de Pinus pátula de 22 años en Cajamarca*. Tesis de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.
- Orozco C., Pérez A., Gonzales M., Rodríguez F., Alfayate J., *Contaminación ambiental. Una visión desde la química*. 2005.
- Pantigoso, J. 2009. *Propiedades físicas y mecánicas de la Capirona (Calycophyllum Spruceanum (Benth) Hook ex. Schumann) procedente de una plantación experimental en San Alejandro, Ucayali – Perú*. Tesis Lic. Ing. For. Lima, PE. Universidad Nacional Agraria La Molina. 133 p
- Piqueras, V. 2009. *Monitoreo de plantaciones forestales fomentadas por FONDEBOSQUE en Oxapampa, Pasco*. Tesis Universidad Nacional Agraria La Molina. 162p. Lima.
- Quispe, A. (2015). *Plantaciones forestales. Semillas de Pinus tecunumanii (pino rojo)*. *Arborizaciones EIRL*. Lima, Perú. 7p. Recuperado de: <https://docplayer.es/35530071-Semillas-de-pinus-tecunumanii-pino-rojo.htm>
- Quispe, A. 2017a. *Estudio de las cadenas productivas y estrategias para la promoción de plantaciones forestales con fines comerciales y sostenibles en el Perú*. In Quispe, A. (coord.). Lima, Perú, SERFOR. 257 p. Informe final. Programa de Desarrollo Forestal Sostenible, Inclusivo y Competitivo en la Amazonía Peruana.

Rocha, M. (2002). *Técnicas e planejamento em serrarias. Série Didática Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná*, Curitiba, Brasil.

Rojas, F. 2001. *Viveros forestales* EUNED, San José, CR. 256 p.

SERFOR (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre). 2016. *Volumen de madera aserrada y rolliza de las 20 especies de mayor aprovechamiento a nivel nacional 2007* 211.

Disponible en [www.serfor.gob.pe/wp-content/uploads/2016/03/tendenciasforestales](http://www.serfor.gob.pe/wp-content/uploads/2016/03/tendenciasforestales).

SERFOR (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre). *Estudio de pre-inversión a nivel de perfil del programa de inversión "Fomento y gestión sostenible de la producción forestal en el Perú" 2019 b*. Lima, Perú.

Shimizu, J. & Medrado, M. (2005). *Cultivo do Pinus. Sistemas de Produção Embrapa Florestas*, 5: 1-18 p.

Sulca, K. (2021). *Estudio de calidad y rendimiento de la madera rolliza a aserrada para pino tecunumani (Pinus tecunumanii Eguiluz & Perry) de la zona de Oxapampa-Perú*. Tesis de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú

Trujillo, E. (2012). *La Poda y su influencia en la calidad y precio de la madera*. Revista el Mueble y la Madera, Colombia 75: 40 - 44 p. Recuperado de:

<https://www.yumpu.com/es/document/read/14873044/la-poda-y-su-influencia-revistaelmueble-y-la-madera>

Yalico, A. (2012). *Determinación del coeficiente de rendimiento de las especies de eucalipto (Eucalyptus saligna Smith) y nogal (Junglans neotropica Diels) en la región Pasco-Perú*.

Tesis de Ingeniería de Recursos Naturales Renovables-Mención Forestal. Universidad Nacional Agraria la Selva. Tingo María, Perú. Recuperado de:

<http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/554>

## Anexos

### Anexo 1: Relación de máquinas en el aserradero

<b>MAQUINARIA</b>
<b>Sierra principal de cinta</b>
<b>Marca: Brenta</b>
<b>Potencia: 60 HP</b>
<b>Diámetro de volante: 1 m</b>
<b>Canteadora</b>
<b>Marca: Hechizo</b>
<b>Potencia: 9 HP</b>
<b>Diámetro del disco: 40 cm</b>
<b>Despuntadora</b>
<b>Marca: Hechizo</b>
<b>Potencia: 3 HP</b>
<b>Diámetro del disco: 40 cm</b>
<b>Reaserradora o tableadora</b>
<b>Marca: Schuler – Lozano</b>
<b>Potencia: 30 HP</b>
<b>Diámetro de volante: 1.1 m</b>
<b>Chipedora</b>
<b>Marca: Woodland Mills</b>
<b>Velocidad de giro: 540 rpm</b>

### Anexo 2: Medidas especiales

<b>E" x A" x L"</b>
<b>0.62"x3"x4'</b>
<b>0.62"x3"x8'</b>
<b>0.62"x3.5"x4'</b>
<b>062"x3.5"x8'</b>
<b>1"x3.5"x4'</b>
<b>1"x3.5"x8'</b>
<b>1"x4"x4'</b>

1"x4"x8'
3"x3.5"x8'
3.5"x3.5"x8'
1"x5.5"x8'
1"x5.5"x4'
3"x5.5"x8'
0.62"x4.75"x4'
0.62"x4.75"x8'

### Anexo 3: Tabla oxapampina

<i><b>Diámetro</b></i> <i><b>(Pulgadas)</b></i>	<i><b>Largo de troza(Pies)</b></i>				
	8	10	12	14	16
<b>5</b>	8	10	12	14	16
<b>6</b>	11	14	20	23	23
<b>7</b>	16	20	25	29	33
<b>8</b>	20	26	31	36	41
<b>9</b>	26	33	39	46	52
<b>10</b>	32	40	43	56	64
<b>11</b>	39	49	58	68	78
<b>12</b>	43	58	69	81	92
<b>13</b>	49	62	74	86	99
<b>14</b>	63	79	94	110	126
<b>15</b>	72	91	109	127	145
<b>16</b>	83	104	124	145	168
<b>17</b>	94	118	141	165	188
<b>18</b>	105	132	158	184	211
<b>19</b>	117	147	176	205	235
<b>20</b>	130	163	195	228	260
<b>21</b>	144	180	216	252	288
<b>22</b>	157	197	236	275	315
<b>23</b>	172	216	259	302	345
<b>24</b>	188	236	282	329	376
<b>25</b>	204	255	306	357	408
<b>26</b>	220	276	331	386	441
<b>27</b>	327	297	356	415	475
<b>28</b>	256	320	384	448	512
<b>29</b>	274	343	411	480	548

<b>30</b>	293	367	440	513	587
<b>31</b>	313	392	470	548	627
<b>32</b>	334	418	501	585	668
<b>33</b>	355	444	532	621	710
<b>34</b>	377	472	566	660	755
<b>35</b>	400	500	600	700	800
<b>36</b>	423	529	634	740	846
<b>37</b>	447	559	670	782	894
<b>38</b>	474	589	706	824	942
<b>39</b>	496	621	745	869	993
<b>40</b>	522	653	783	914	1044