

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
FORESTAL



T E S I S

**“VALORACIÓN ECONÓMICA DE MADERA EN PIE DE UNA PLANTACIÓN
DE *Pinus patula* Schiede ex Schldl. & Cham. EN LA COMUNIDAD
CAMPESENA DE CUMBICO - CAJAMARCA”**

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR LA BACHILLER:

ROXANA ELIZABETH SÁNCHEZ LEYVA

ASESOR:

Ing. ANDRÉS H. LOZANO LOZANO

CAJAMARCA – PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
Norte de la Universidad Peruana
Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Cajamarca a los **veintiséis días** del mes de **agosto** del Año dos mil diecinueve, se reunieron en el ambiente **2D-204** de la Facultad de Ciencias Agrarias, los integrantes del Jurado designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 228-2019-FCA-UNC, Fecha 12 de junio del 2019, con el objetivo de Evaluar la sustentación de la Tesis titulada “**VALORACIÓN ECONÓMICA DE MADERA EN PIE DE UNA PLANTACIÓN DE *Pinus patula schiede ex Schltdl. & Cham, EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CUMBICO – CAJAMARCA*”, para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**, de la Bachiller: **SÁNCHEZ LEYVA ROXANA ELIZABETH**.**

A las diez horas y 20 minutos y de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el acto. Después de la exposición del trabajo de **Tesis**, la formulación de preguntas y la deliberación del Jurado, el Presidente anunció la **APROBACIÓN** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de catorce (14).

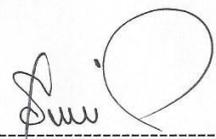
Por tanto, la graduada queda expedida para que se le expida el **Título Profesional** correspondiente:

A las doce horas y veinte, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

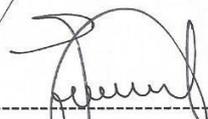
Cajamarca, 26 de agosto de 2019.



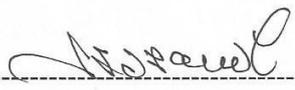
Ing. M. Sc. Wálter Roncal Briones
PRESIDENTE



Ing. Nehemías Honorio Sangay Martos
SECRETARIO



Ing. Luis Dávila Estela
VOCAL



Ing. Andrés H, Lozano Lozano
ASESOR

DEDICATORIA

A mis padres, Manuel Sánchez y Arméncia Leyva, por su confianza en mí, su amor y su gran apoyo incondicional.

A mis hermanos(a) Teófilo, Aurora, simón, Corina, Irene, Rosa, Segundo y Marisol, a mis sobrinos: Jorge, Keyla, Seiner, Richard, Lisando, Estrella, Cris, Luana, Carlitos, Lizeth, Hubeth, Rosa, Pablo, Armencita, Alicia, Daniela, Manuel, Sofía, Manuel, Aladino, Isabel, Simón, Isidro, Maicol y Atzel. Por estar siempre presentes en mi vida y por su apoyo incondicional.

A mis mejores amigas y amigos de la Universidad Nacional de Cajamarca

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento:

A Dios por brindarme la oportunidad de estar en este mundo, y de culminar una etapa más de mi vida.

A mis padres Arménica Leyva y Manuel Sánchez, por la dedicación, amor, ejemplo y su apoyo incondicional para brindarme lo mejor durante mi vida universitaria, para ser una persona lleno de valores y virtudes.

A mi asesor y maestro Ing. Andrés H. Lozano Lozano, por su constante apoyo, colaboración y dedicación a lo largo de esta investigación y elaboración de la tesis, por siempre compartir con agrado sus conocimientos.

A Willan Cruzado Barboza, por su apoyo incondicional para lograr cada meta trazada en mi vida.

Un agradecimiento muy especial a la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Ingeniería Forestal, de la Universidad Nacional de Cajamarca, por darme la oportunidad de ser un profesional en tan prestigiosa carrera.

ÍNDICE

	Pág.
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Índice.....	iv
Índice de tablas.....	viii
Índice de figuras	ix
Índice de anexos.....	x
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCION.....	1
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Formulación del problema	3
1.3. Hipótesis de la investigación	3
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1. Antecedentes	5
2.2. Bases teóricas.....	10
2.2.1. Valoración económica.....	10
2.2.2. Madera en pie	10
2.2.2.1 Valor de la madera en pie.....	11
2.2.3. Métodos de valoración de una plantación.....	11
2.2.4. Volumen maderable	13
2.2.4.1. Determinación del volumen de madera en pie.....	14
2.2.4.2. Funciones de volumen	14
2.2.4.3. Tipos de volumen a medir en el árbol.....	15
2.2.5. Variables para determinar el valor la madera en pie.....	15

a. Determinación del área basal.....	15
b. Cuantificación del volumen maderable de árboles en pie.....	15
c. Volumen comercial aprovechable	16
d. Valoración de la madera en pie.....	17
2.2.6. Criterios de valoración.....	18
2.2.7. Criterio para determinar el número adecuado de muestras.....	19
2.2.8. Valoración del suelo forestal.....	19
2.2.9. Principales variables dasométricas.....	20
2.2.9.1. Altura (H).....	21
2.2.9.2. Diámetro.....	21
2.3. Cadena comercial y estructura de costos.....	22
2.4. Descripción de la especie.....	22
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
3.1. Área de acción	24
3.1.1. Ubicación del área de estudio	24
3.1.2. Accesibilidad	24
3.1.3. Clima	24
3.1.4. Suelos	26
3.2. Materiales y equipos.....	26
3.2.1. Material experimental	26
3.2.2. Equipos, materiales e instrumentos de campo	26
3.2.2.1. Materiales.....	26
a. De campo	26
b. De gabinete	26
3.3. Metodología.....	27
3.3.1. Fase de Campo	27
3.3.2. Gabinete.....	31
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	35
4.1. Determinación del valor de madera en pie de la plantación de <i>P. patula</i>	35
a. Cuantificación del volumen maderable de árboles en pie.....	35
b. Determinación de costos de aprovechamiento.....	37

c. Precio de mercado de la madera aserrada en Cajamarca.....	37
d. Determinación del valor económico de madera en pie.....	38
e. Ganancias en bosque, mercado de intermediarios y establecimiento de madereras.....	39
4.2. Determinación del valor potencial del suelo de la plantación de <i>Pinus patula</i>	41
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
VII. ANEXOS.....	47

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Costos promedios de aprovechamiento forestal y otros	32
Tabla 2. Costos de aprovechamiento y transporte.....	34
Tabla 3. Precios de compra y venta del pie tablar de madera de pino	34
Tabla 4. Cuantificación de área basal y volumen comercial	35
Tabla.5. Volumen comercial del <i>P. patula</i> con respecto a otros estudios	36
Tabla 6. Cálculo de egresos, ingresos y valor económico de la madera en pie	38
Tabla 7: Ganancias del pie tablar de madera de pino	39
Tabla 8: Número de árboles por parcela y por hectárea.....	49
Tabla 9: Costo promedio de egresos de aprovechamiento, extracción y transporte obtenido mediante encuestas.....	63
Tabla 10. Precio del pie tablar en madereras – Cajamarca	63

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1. Ubicación del área en estudio de la plantación de <i>P. patula</i> en la comunidad campesina de Cumbico	25
Fig. 2. Marcado y enumerado de árboles	28
Fig. 3. Diseño de la parcela de muestreo.....	28
Fig.4. Georreferenciación de ubicación de las parcelas.....	29
Fig. 5. Medición del diámetro de árboles	30
Fig. 6. Medición de la altura comercial en árboles seleccionados	30
Fig. 7. Precios establecidos en bosque, mercados y ganancias.....	40
Fig. 8. Plantación de <i>P. patula</i> área de estudio.....	67
Fig. 9. Registro de coordenadas del área de en la plantación de <i>P. patula</i> ..	68
Fig. 10. Delimitación y señalización de las parcelas	69
Fig. 11. Marcado de los 27 árboles que serán medidos en cada parcela, con esmalte de color naranja	70
Fig. 12. Enumeración con etiquetas a los árboles seleccionados al azar	71
Fig. 13. Medición del diámetro con la forcípula y una cinta métrica.....	72
Fig. 14. Medición de la altura, DAP de los árboles seleccionados de <i>P. patula</i>	73

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Mapa de Ubicación de parcelas donde se realizó el estudio de investigación.....	48
Anexo B. Tablas de datos de campo, cálculos de datos dasométricos	49
Anexo C. Formato y encuestas realizadas para determinar el valor de la madera en pie	57
Anexo D. Calculo de costo, ingreso, valoración de madera en pie y del suelo forestal en la plantación de <i>P. patula</i> en la comunidad campesina de Cumbico.....	64
Anexo E. Panel fotográfico del área de estudio.....	67

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en una plantación de *P. patula*, ubicada en la comunidad campesina de Cumbico, distrito de Magdalena, provincia y departamento de Cajamarca, con el objetivo de estimar el valor económico de la madera en pie y del suelo que ocupa una plantación forestal de 22 años de edad. La metodología empleada para la valorización fue por conversión o transformación, para lo cual se hizo el reconocimiento del área de estudio. Estableciéndose ocho parcelas de 10 000 m² cada una, dentro de estas se seleccionó 27 árboles al azar, a cada uno de los individuos seleccionados se midió la altura comercial y diámetro a la altura de pecho (DAP). Además, para complementar la información del costo se realizó encuestas a cinco empresas que se dedican a la actividad de aprovechamiento de plantaciones forestales de pino en Cajamarca. Luego de la recopilación de información en campo se realizó el registro y estimación de los datos correspondientes (área basal, volumen comercial, egresos e ingresos) para determinar el valor de la madera en pie y el valor del suelo. Se determinó que el volumen comercial aprovechable fue de 248 m³ por ha, con un valor económico de 151 S/ por m³ para madera en pie de *P. patula* y un valor económico del suelo de 14 374.46 S/ por ha.

Palabras clave: valoración económica, volumen comercial, valor económico de la madera en pie, valor económico del suelo.

ABSTRACT

This research work was carried out in a plantation of *P. patula*, located in the rural community of Cumbico, Magdalena district, province and department of Cajamarca, with the objective of estimating the economic value of standing timber and land that occupies a forest plantation of 22 years of age. The methodology used for the valuation was by conversion or transformation, for which the study area was recognized. Establishing eight plots of 10,000 m² each, 27 trees were randomly selected from each one, the commercial height and chest height diameter (DAP) were measured for each of the selected individuals. Also for complementing the cost information surveys were conducted to five companies that are engaged in the exploitation of pine forest plantations in Cajamarca. After the collection of information in the field, the registration and estimation of the corresponding data (baseline area, commercial volume, expenses and income) was carried out to determine the value of standing timber and the value of the soil. It was determined that the usable commercial volume was 248 m³ per ha, with an economic value of 151 S / per m³ for standing timber of *P. patula* and an economic value of the land of 14 374.46 S / per ha.

Keywords: economic valuation, commercial volume, economic value of standing timber, economic value of the soil.

INTRODUCCIÓN

La superficie reforestada y acumulada a nivel del país hasta el año 2016 es de 1 064 386,27 ha, teniendo como primer departamento con mayor área reforestada al Cusco con 132 696,31 ha y en segundo lugar al departamento de Cajamarca con 124 264,75 ha (SERFOR 2017).

Cajamarca cuenta con la mayor extensión de pino en la estadística de plantaciones de coníferas, mayormente concentradas en el predio Granja Porcón de la Cooperativa Atahualpa – Jerusalén, la cual cuenta con 8 000 has, correspondiente a 21 especies diferentes. Estas plantaciones se han desarrollado a través del proyecto piloto de Forestación y proyecto de Paramonga, en las cuales la especie de *P. patula* representa un 62.5% de toda la superficie plantada; por ende Cajamarca es considerada pionera en plantaciones de coníferas (ADEFOR 2005)

La plantación forestal de la comunidad Campesina de Cumbico se estableció en convenio con el Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos -PRONAMACHCS; mientras ADEFOR inició los trabajos de labores silviculturales, los cuales se establecieron en el contrato suscrito por ADEFOR y representantes de la comunidad campesina. Hasta el año 2005 en la plantación forestal de *P. patula* se realizaron labores silviculturales a un 60% (podas y raleos), quedando sin ningún manejo el 40%, así mismo, cabe mencionar que desde el año mencionado la plantación no cuenta con ninguna labor silvicultural, esto por falta de planificación y presupuesto (Campos 2005).

Pearce & Morgan (1994), orientaron sus estudios a la valoración económica de los bienes y servicios de bosques y plantaciones forestales, las que están alcanzado avance conceptual y metodológico particularmente desde los años 90. A pesar de eso muy poco se ha logrado en términos de su puesta en marcha en aplicaciones prácticas. Aún a escala internacional, son pocas las personas que tienen las habilidades requeridas para la aplicación de técnicas sobre valoración económica.

Barrantes (1993) considera que todos los recursos del bosque natural o plantación forestal, pueden ser a la vez escasos y útiles, con independencia de que sean o no valorados por el mercado. Por lo que la economía de mercado se ocupa de aquello que siendo de utilidad directa para los seres humanos, resulte además apropiable, valorable y producible. Es así como afirman que la economía de los recursos naturales se concentra en la exploración eficiente en el tiempo de bienes y servicios ambientales que ya cuentan con un mercado.

El estudio tiene como objetivo principal estimar el valor económico de la madera en pie de la plantación de *P. patula*, y estimar el valor económico del suelo que ocupa la plantación forestal, la investigación será de mucha importancia para toma de decisiones, elaboración de planes de aprovechamiento y la comercialización de la madera.

1.1. Planteamiento del problema

En plantaciones forestales de *P. patula* de la parte norte del Perú existen pocos estudios que han realizado sobre la valoración económica de madera en pie, lo cual dificulta tener claro su valor económico que la especie puede brindar a los propietarios. Las plantaciones forestales de pino en la región Cajamarca fueron establecidas en su mayoría con apoyo de entidades públicas y privadas mediante proyectos y bajo convenio; las cuales en gran parte tienen problemas de manejo silvicultural, lo que conduce que tengan bajos rendimientos en cantidad y calidad de madera; por ende una baja aceptación y valoración en los mercados (Guzmán 2000).

Los propietarios de plantaciones forestales al momento de realizar la venta de madera, solo dan valor económico al vuelo forestal, no toman en cuenta el valor económico del suelo donde se encuentra la plantación; por tal motivo, para determinar cuáles son las implicaciones a largo plazo del suelo en la producción de la madera, se consideró determinar el valor potencial del suelo.

Uno de los vacíos más grandes en investigación forestal en nuestro país, es la escasa información sobre la valoración económica de madera en pie de las plantaciones forestales, y el valor económico del suelo donde se encuentra la plantación; es por ello, se consideró realizar el presente estudio en plantaciones de *P. patula* en la comunidad campesina de Cumbico.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el valor económico de la madera en pie y el valor económico del suelo de la plantación de *P. patula* Schiede ex Schltl. & Cham., en la comunidad campesina de Cumbico – Cajamarca?

1.3. Hipótesis de la investigación

Las plantaciones forestales de *P. patula* en la comunidad campesina de Cumbico, tienen un valor económico de 0.50 céntimos por pie tablar de la madera en pie; y el suelo que ocupa la plantación contribuye en el desarrollo y crecimiento de las plantaciones forestales.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Estimar el valor económico de la madera en pie y estimar el valor económico del suelo de la plantación de *P. patula* Schiede ex Schltdl. & Cham., en la comunidad campesina de Cumbico – Cajamarca

1.4.2. Objetivos específicos

- ✓ Estimar el valor económico de la madera en pie de *P. patula* en las plantaciones de la comunidad campesina de Cumbico – Cajamarca
- ✓ Estimar el valor económico del suelo forestal de la plantación de *P. patula* en la comunidad campesina Cumbico.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Antecedentes

Para realizar el estudio y dar a conocer cómo se hizo la investigación en el desarrollo de la tesis, se consultó algunas fuentes bibliográficas de estudios realizados sobre valoración económica de plantaciones forestales; a nivel internacional, nacional y regional. Se citan:

Restrepo *et al.* (2012) realizaron un estudio en Colombia en plantaciones forestales de *P. patula*, con una edad de 12 años, con un suelo con pH ácido, presencia de materia orgánica media, profundidad superficial, pedregocidad abundante; con un clima muy frígido que va de 6-10°C, usando una tasa de interés de 6,81%, como resultado cita un volumen comercial de 142 m³/ha; el valor del suelo varía desde valores negativos de US\$ -1404 por hectárea a valores positivos de US\$ 1885 por hectárea; esta variación es explicada por los autores, que depende en parte por la cobertura del suelo previa al establecimiento de la plantación, teniendo en cuenta que en el área de estudio, encontraron plantaciones que habían sido establecidas sobre suelos de pastos y otras sobre suelos cuya cobertura anterior fue vegetación arbustiva de porte bajo.

Pacheco *et al.* (2017) desarrollaron un estudio sobre valoración financiera de una plantación de *P. patula*, en Ecuador, registraron medidas de las variables: diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total, altura comercial, calidad de fuste (bifurcaciones, inclinación, presencia o ausencia de ramas). Luego estos datos procesados con el software de “avalúos forestales” (estimación) considerando parámetros como: número de trozas, volumen en función de trozas (por calidad y número) y parámetros de estimación en pie (edad del rodal, calidad de trozas y calidad de fuste). Donde determinaron que el volumen de la plantación y su valor real en pie, son relativamente bajos, el rendimiento volumétrico fue de 121,98 m³/ha. De este volumen, el 98,75 % correspondieron a trozas de calidad dos 52,97 m³/ha - 246 trozas y tres 67,49 m³/ha – 310 trozas que representa una plantación de calidad media. Por otra parte, el valor real de mercado de la madera de acuerdo a la zona de estudio fue de 3 217 dólares por hectárea.

Vega (2013) orientó su estudio sobre evaluación de las plantaciones forestales en Tuxtla. La metodología que utilizaron consistió en realizar un muestreo completamente al azar estratificado, tomando el año de plantación como estrato. Las variables dasométricas fueron el diámetro normal y altura total utilizadas para el cálculo del volumen; para el cálculo de éste último, utilizaron la ecuación para especies latifoliadas del sur de Veracruz, generada por el INIFAP en 1979. Los resultados encontrados se alejan considerablemente de las metas establecidas en el proyecto original, encontrándose una calidad de sitio baja (15 m); aunada a la alta densidad por hectárea (789 árboles/hectárea), lo que repercutió en un bajo volumen promedio aprovechable a los 18 años 85.319 m^3 .

Guzmán *et al.* (2014) realizaron una investigación sobre crecimiento maderable y biomasa aérea en plantaciones jóvenes de *P. patula*, en Zacualpan, Veracruz, en el cual analizaron un sistema de crecimiento maderable, con variables dasométricas y de edad a partir de los datos tomados en una crono-secuencia en las plantaciones forestales establecidas del 2000 al 2007 en áreas agropecuarias reconvertidas. Se presenta un modelo de índice de sitio con base en una familia de curvas polimórficas generadas con el modelo de Chapman-Richards. En la condición promedio se pueden lograr rendimientos de $15 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ durante los primeros 10 años de crecimiento, mientras que en las mejores condiciones es factible alcanzar hasta $30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$.

Ospina *et al.* (2011) elaboraron un estudio en Colombia, durante el período de 1940 a 1996, en la cual dan a conocer que se incrementaron rápidamente las plantaciones forestales, como una alternativa económica y como una estrategia en la reforestación de bosques y forestación de páramos intervenidos. Así mismo, mencionan a León (2007), que en el caso de Ecuador, las razones de su introducción aún no son claras. Estas plantaciones empezaron a desarrollarse en grandes extensiones, sobre suelos degradados, entre pajonales y zonas donde preexistía una vegetación herbácea y arbustiva compuesta por especies nativas, desde la década de los sesenta y así continuó bajo varios programas gubernamentales.

Gómez y Delgado (1989) indican que en Ixtlán de Juárez los bosques de *P. patula*, son los de mayor extensión, se distribuyen en aproximadamente 5000 ha

y es la especie de mayor importancia económica. La medición cuantitativa de aspectos relacionados con la estructura de los rodales es muy importante para entender el funcionamiento del ecosistema, lo cual puede aportar elementos de decisión para contribuir al manejo forestal

Cubbage *et al.* (2014) ejecutaron un estudio donde indican que a nivel mundial las plantaciones forestales comerciales proveen un poco más de un tercio de la madera rolliza destinada al uso industrial. En América Latina, Brasil y Chile son los países que más han contribuido a esta expansión. Pese a que Perú tiene la segunda mayor extensión forestal en América Latina, su participación en el mercado mundial de productos forestales es muy baja (menos del 1 %) además de una balanza comercial deficitaria en este rubro. Vale resaltar que la producción forestal maderable del Perú proviene fundamentalmente de bosques naturales. En los últimos años, emerge una voluntad política del Gobierno central y apoyada por el sector privado, de apostar al sector forestal como uno de los nuevos motores de la economía en la lucha contra la pobreza, la deforestación y el cambio climático global.

SERFOR (2017) realizó una investigación de las plantaciones forestales en Perú en el cual indica su baja productividad, esto puede ser resultado de un deficiente manejo silvicultural, del uso de semillas de baja calidad genética, de la escasa aplicación de técnicas de mejoramiento de suelos y de la falta de criterios sólidos para la selección de sitios. Algunos estimados de incrementos medios anuales de plantaciones varían entre 5 y 7 m³ /ha y por año en la Sierra y 15 y 20 m³ /ha este incremento por año en la Selva. No obstante, el uso de semillas mejoradas y técnicas modernas de propagación han demostrado que es posible hasta triplicar dichos rendimientos, llegando a obtenerse clones que producen, en sus primeros años de crecimiento, entre 30 a 45 m³ /ha/año en Selva. En la Sierra, las especies forestales plantadas que predominan son el eucalipto (*Eucalyptus spp.*), pino (*Pinus spp.*), y en menor medida ciprés (*Cupressus sp.*).

SERFOR (2018) realizó investigaciones sobre la superficie de tierras aptas para reforestación en el Perú, resaltando que existe un total de 10 500 000 hectáreas, de las cuales se ha reforestado un total de 1 069 768 hectáreas hasta el 2017, quedando un potencial de 9 436 348 hectáreas de superficie por reforestar, que

representan el 10,19 % de la superficie reforestada con respecto al total de tierras aptas para reforestación

Becerra y Goicochea (2015) realizaron un estudio sobre valoración económica del vuelo forestal en el género *Pinus* en el Parque Forestal Aylambo, en una plantación de 41 años de edad, donde presenta un suelo muy superficial, pedregoso, cantidad de materia orgánica baja, pH ácido, el lugar de estudio pertenece a la Universidad Nacional de Cajamarca, en el estudio se utilizó el modelo volumétrico de Schumacher y Hall, esto con la finalidad de comparar la valoración económica con la valoración económica ajustada de la plantación, y conocer el valor actual del vuelo forestal. Se realizó un inventario al 100%. El modelo volumétrico fue ajustado utilizando regresión lineal, a través del método de mínimos cuadrados. Presentando la especie *P. patula* un rendimiento de 78,95% y rendimiento ajustado de 78,83%. El valor económico del vuelo forestal de la plantación fue de 4351,11 nuevos soles y el valor ajustado de 4344,71 nuevos soles. El valor promedio encontrado en el presente estudio fue de 271,52 S/.m³ y que bajo el tipo de cambio actual equivale a 83,54 dólares americanos.

Merino (2015) desarrolló su estudio en base a la determinación del valor de uso directo del suelo en el ámbito del Proyecto Piloto de Forestación (PPF), cuyas plantaciones forestales se ubicaron en el predio Granja Porcón en la Región Cajamarca, de 22 años de edad, la zona es considerado como bosque muy húmedo – Montano Tropical (bmh – MT); los suelos son derivados de rocas volcánicas areniscas y calizas, materia orgánica muy alta, profundidad efectiva, pH ácido; un clima con temperatura máxima de 18 °C y temperatura mínima de 3°C. Consideraron dos alternativas de uso del suelo: uno el uso forestal con plantaciones de *P. patula* y la segunda alternativa el uso tradicional ganadero con crianza extensiva de ovinos. En base al análisis comparativo de los resultados, se demostró que para las tasas guías de interés de 8% y 10%, es la mejor alternativa de uso del suelo en la zona de estudio y para los casos analizados, es el uso forestal es así que a la edad de 30 años se encuentra el ingreso neto por cosecha final, calculado en base al volumen promedio de madera en pie (227 m³/ha) que arrojó el inventario forestal y al valor económico de la madera en pie promedio (45,74 US\$/m³); a la edad de 22 años y para la tasa guía de interés de 12% el uso forestal será mejor que el uso tradicional

ganadero, sólo si se incluye en la producción a la madera rolliza, hongos comestibles, ecoturismo y secuestro de carbono.

ADEFOR (2005) menciona que Cajamarca cuenta con la mayor extensión de pino, en la estadística de plantaciones de coníferas, mayormente concentradas en “el predio Granja Porcón” de la Cooperativa Atahualpa – Jerusalén, esta cuenta con 8 000 hectáreas de pinos correspondiente a 21 especies diferentes, así como *P. pátula* de 6 400 hectáreas, (79,98 %) de 20 años de edad; *P. radiata* de 1 040 hectáreas (13 %) de 15 años de edad; *P. michoacana* de 160 has (2 %) con 18 años y *P. montezumae* de 106 has (2 %) con 18 años de edad. Están plantaciones se han desarrollado desde 1986 a través del Proyecto Piloto de Forestación y proyecto de Paramonga en mayor extensión de 3 500 hectárea de bosques de pino, donde el *P. patula* representa un 62,5% de la superficie plantada; así mismo, uno de los principales objetivos del proyecto fue abastecer madera rolliza a las industrias dedicadas a la obtención de productos madereros.

SERFOR (2018) indica que de las 471 plantaciones inscritas en el Registro Nacional de Plantaciones Forestales, 209 registros pertenecen a la provincia de Cajamarca, 141 a Cajabamba, 27 a San Miguel y los 94 restantes a las demás provincias de la región. Las principales plantaciones forestales corresponden a especies de pino (*P. patula*, *P. radiata* y *Pinus sp.*), guayaquil (*G. angustifolia* y *Guadua sp.*), eucalipto (*Eucalyptus sp.* y *E. globulus*), ciprés (*C. macrocarpa* y *Cupressus sp.*), entre otras

Según el Anuario Forestal y de Fauna Silvestre (2017) SERFOR indica que al 2015 se reforestó 1,022.00 y al 2017 se reforestó 350,50 hectáreas en toda la región Cajamarca, llegando a obtener un acumulado de 124 615,25 hectáreas y quedando una superficie por reforestar de 665 384,75 hectáreas. También el departamento de Cajamarca produce un total de 20 434,47 m³ de madera rolliza de los cuales 684.93 m³ fue del genero *Pinus*.

Mendo (2008) realizó un estudio sobre valoración del secuestro de carbono y vuelo forestal de seis especies forestales introducidas, el estudio se realizó en un área de 8 736 ha, en las plantaciones forestales de la Cooperativa Agraria de Trabajadores “Atahualpa – Jerusalén” (Granja Porcón), en un bosque muy húmedo – Montano Tropical (bmh – MT) y en menor proporción páramo muy

húmedo – Subalpino Tropical (pmh – ST); los suelos en esta área son derivados de rocas volcánicas (61%), areniscas (31%) y calizas, lutitas y material aluvial (4%), y la cantidad de materia orgánica es elevada debido a la gran cantidad de hojarasca y a su baja temperatura, las plantaciones cuentan adecuado manejos silviculturales; el estudio se realizó en plantacion de 21 años de edad, utilizando tazas de interés del 10% y 14%, como resultados encontrados menciona que el volumen comercial va de 51.28 a 272.36 m³/ha, con una valoración económica del vuelo forestal que varía entre \$ 4 169 429 y \$ 6 133 595 dólares americanos (escenario moderado), que infiriendo a la hectárea sería de \$1560.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Valoración económica

La valoración económica de un recurso natural o ambiental es la medida monetaria de las preferencias individuales por dicho recurso; es la sumatoria de los montos que están dispuestos a pagar todos los individuos involucrados en el uso o manejo de dicho recurso (Figueroa 2003).

La valoración forestal, está orientada a estimar el valor económico de los bienes y servicios involucrados dentro de los recursos forestales; asimismo, señala que en el manejo de bosques es muy importante conocer el valor del recurso en diferentes usos, para tomar una decisión que permita maximizar los beneficios de los propietarios (Chuquicaja 2012).

Cuando se piensa en estimar el valor económico de los recursos naturales, se debe tener presente la existencia de dimensiones de análisis diversas y complementarias. En tal sentido, la valoración económica genera información útil para la toma de decisiones sobre los usos alternativos de los recursos, el valor de los bienes y servicios que brindan las plantaciones forestales abarca más de una dimensión y no todas son expresables en dinero (Sencion 2002).

Según Klemperer (2005), citado por Novoa (2005) en términos financieros, el bosque, compuesto por los árboles y el suelo que los sostiene, conforman un capital que puede ser destinado a la producción de bienes y servicios con el objetivo de entregar satisfacción a su propietario o a la sociedad; por tanto, este capital debe ser administrado y analizado financieramente, sobre todo porque

este tipo de análisis ayuda a tomar ciertas decisiones sobre el uso y manejo de los recursos en la actividad forestal.

2.2.2. Madera en pie

Volumen total de los árboles vivos de una determinada superficie forestal o tierra boscosa cuyo diámetro a la altura del pecho supera un valor determinado. Normalmente se mide en metros cúbicos (m³), incluye el tronco desde el nivel del suelo o la altura del tocón hasta un diámetro determinado en la parte más alta, también puede incluir ramificaciones de un diámetro mínimo determinado.

2.2.2.1. Valor de la madera en pie

La madera en pie representa un valor económico cercano a cero y en algunos casos negativo, esta afirmación está basada en el mínimo monto que se paga por concesiones forestales y en el valor de la madera para los agentes comercializadores; tan solo la agregación de costos que sobre esta se hace le impide llegar a tener la importancia comercial (Navas 2002).

El poco o inexistente valor, se ha constituido en una preocupación a diferentes niveles, para los encargados de administrar el recurso forestal, quienes tienen que administrar un recurso al cual deben darle un valor que resulte benéfico para propietarios de plantaciones forestales, con la preocupación de producir cantidad y calidad de madera viendo como una mayor alternativa en comparación con los productos no maderables (Navas 2002).

2.2.3. Métodos de valoración de una plantación

De la misma manera que hay diferentes métodos para clasificar los valores forestales, también hay diversas maneras de agrupar los métodos de valoración económica.

Dixon *et al.* (1988), describen métodos de valoración de acuerdo a:

- ✓ Aquellos que usan valores directos de mercado o cambios de productividad.
- ✓ Aquellos que usan valores de mercado de bienes o servicios complementarios o sustitutos.

- ✓ Aquellos que usan valores determinados bajo condiciones hipotéticas o contingentes.

2.2.3.1. Técnica de precios de mercado directos

Por su parte Gregersen *et al.* (1997) indican que los valores de mercado o de cambio se establecen a través del intercambio de bienes en el mercado. Si la transacción se realiza utilizando una forma de moneda se denomina precio de mercado al valor establecido en el mercado.

Esto calcula el valor de determinados productos a través de los precios de bienes establecidos más tarde en el proceso productivo-distributivo. Para el caso de la valoración de madera en pie se dice que el valor del bien a la salida del bosque es equivalente al menos al valor residual que queda tras restar de los precios de mercado los costos de producción, transporte y distribución (Gregersen *et al.* 1997).

Para algunos bienes puede haber una secuencia de intercambios de mercado a medida que el bien se desplaza desde el bosque hasta el consumidor final. El valor del producto en cada etapa puede ser una parte residual del valor de la etapa siguiente, y todos estos valores intermedios de mercado dependen fundamentalmente del precio final establecido para el producto final (Gregersen *et al.* 1997).

En principio, el precio de la madera en pie es estimado sustrayendo todos los costos de la conversión del árbol (apeo, arrastre, transporte; entre otros) a un producto terminado. El resultado o residuo de ésta resta, es el valor estimado de los árboles (madera en pie), es decir; indica lo que un comprador podría pagar por los árboles cultivados para madera o maderables, enviarlos al aserradero y todavía tener un beneficio monetario normal (Devia 2001).

2.2.3.2. Técnica indirecta de precio de mercado

En algunos casos se pueden utilizar los precios de mercado de un bien para deducir los valores de otros bienes (Gregersen *et al.* 1997). Para esta valoración se cuenta con métodos como:

- ✓ Precios residuales o derivados.
- ✓ Valor de los aumentos de producción.
- ✓ Precios sustitutos.
- ✓ Costo de oportunidad.
- ✓ Costo de reemplazo o costo evitado.
- ✓ Métodos hedónicos.
- ✓ Gasto de viaje.

2.2.3.3. Método de conversión

Ortuño *et al.* (2007) describe el método de conversión llamado también factor de conversión, en el cual menciona que es un método de conversión se basa en multiplicar por una o varias fracciones en las que el numerador y el denominador son cantidades iguales expresadas en unidades de medida distintas, de tal manera, que cada fracción equivale a la unidad. Es un método muy efectivo para cambio de unidades y resolución de ejercicios sencillos dejando de utilizar la regla de tres.

La conversión de unidades es la transformación de una unidad en otra. Este proceso se realiza con el uso de los factores de conversión y las muy útiles tablas de conversión. Bastaría multiplicar por una fracción (factor de conversión) y el resultado es otra medida equivalente, en la que han cambiado las unidades.

Una conversión de unidades consiste en expresar una cierta cantidad de magnitud que está dada en una cierta unidad, en otra ya sea del mismo sistema de medida o en otro. Para ello es necesario conocer las equivalencias entre las unidades en cuestión.

2.2.4. Volumen maderable

Es el rendimiento de madera de un árbol o masa boscosa, según la unidad de medida determinada (metros cúbicos, pies tablares) Estimación mediante medición dasométrica de las dimensiones de los árboles en pie, que proporciona un valor diferente al obtenido luego de un aprovechamiento de la plantación (Devia 2001).

2.2.4.1. Determinación del volumen de madera en pie

En la determinación de los volúmenes se debe tener en cuenta los árboles a seleccionar de los cuales se obtiene datos para la elaboración de la tabla de conversión volumétrica. Se deben seleccionar árboles al azar de todos los diámetros y dimensiones de tal forma que se cubra en lo posible la variabilidad en diámetros, alturas y formas a nivel del área de estudio (Gregersen *et al.* 1997).

Se recomienda utilizar una muestra de por lo menos 100 árboles del total del área al ser estudiada, que en lo posible contengan proporcionalmente árboles de las diferentes clases diamétricas a partir del diámetro mínimo de corta. Esto se podrá implementar aprovechando las actividades de extracción forestal legalmente autorizadas (concesionarios, comunidades y predios). Sin embargo, se sugiere que el número de árboles a muestrear sea determinado estadísticamente considerando las condiciones de cada lugar (Cailliez 1980).

2.2.4.2. Funciones del volumen

Según Devia (2001) indica que cuando se requiere realizar una estimación de algún atributo detallado de un fuste, especialmente en secciones que son de difícil medición, es imprescindible realizar estimaciones de ese atributo en pie. Típicamente se está interesado en evaluar por ejemplo el volumen aprovechable de una sección o de todo el fuste. Medir ese atributo puede ser innecesariamente costoso, dado que tal vez sea más eficiente económicamente sólo hacer una buena estimación. En las funciones se debe tener en cuenta:

- ✓ La selección de los árboles a ser medidos para elaborar la tabla de conversión volumétrica.
- ✓ Tener en cuenta el tamaño del área que va ser estudiada y que en lo posible contengan proporcionalmente árboles de las diferentes clases diamétricas (CD).
- ✓ El número de árboles a muestrear sea determinado estadísticamente considerando las condiciones de cada país o citas de autores.
- ✓ Toma de la información de cada uno de los árboles seleccionados que permita calcular el volumen real de estos.
- ✓ Estimar el volumen de madera en pie a partir del DAP y la altura comercial.

2.2.4.3. Tipos de volumen a medir en el árbol

Existen diversos tipos de atributos volumétricos de interés a medir y en general se pueden clasificar dependiendo de las características del atributo según:

Tipo de producto:

- ✓ **Volumen comercial total:** este volumen se refiere a la cantidad de madera sólida fustal en pie como producto maderable, asociada juntamente con otras partes del árbol que pueden ser utilizadas para producir diferentes productos como pulpa, cartón entre otros, sus cantidades se expresa en unidades cúbicas.

- ✓ **Volumen comercial aprovechable:** se refiere a la cantidad de madera aprovechable como materia prima para un determinado producto comercial en el fuste en pie, asumiendo desperdicios al momento de su aserrado en el lugar de aprovechamiento de los árboles, se expresa en unidades metros cúbicos generalmente.

2.2.5. Variables para determinar el valor de madera en pie

a. Determinación del área basal

Para determinar el área basal se usó la fórmula siguiente determinada por Murillo *et al.* (2004):

$$AB = \frac{\pi(DAP)^2}{4}$$

Los datos obtenidos servirán para determinar el volumen comercial (VC) y volumen comercial aprovechable (VCA).

b. Cuantificación del volumen maderable de árboles en pie.

Para determinar el volumen comercial total de la madera en pie, se usará datos del DAP, de la altura comercial y el factor de forma, mediante la fórmula propuesta por Murillo *et al.* (2004):

$$\text{VCT} = \text{DAP} * \text{FF} * \text{Hc}$$

Donde:

VCT = Volumen comercial Total (m³)

DAP = Diámetro a la altura del pecho (cm)

Ff = Factor de forma (0.50)

HC = Altura comercial (m)

Para este estudio se considerará el factor de forma de 0.50, el cual fue determinado mediante estudios realizados, sobre determinación del cociente y factor de forma para la especie de *P. patula* en la zona de Cajamarca (Lozano 2018).

c. Volumen comercial aprovechable

Para calcular el volumen comercial aprovechable se realiza en base al volumen comercial total, empleando un coeficiente de aprovechamiento que indica el volumen real que se puede extraer, asumiendo de esta manera los desperdicios de madera por causa del aserrado y cubicación de los árboles en el lugar de extracción.

Para la estimación del volumen comercial aprovechable se usa la siguiente fórmula (Campos y Chuquicaja 1988):

$$\text{VCA} = \text{VCT} * \text{CA}$$

Donde:

VCA =Volumen comercial aprovechable (m³)

VCT =Volumen comercial (m³)

CA =Coeficiente de aprovechamiento para el estudio se empleará 2,85 (CORPOAMAZONIA 2009).

d. Valoración de la madera en pie

El resultado entre la oferta y la demanda determina el precio final de la madera en pie. Es frecuente que el valor de la madera en pie se estime como un valor residual, es decir, por diferencia entre el valor de productos elaborado, menos los costes de explotación y procesado del producto. La fórmula a utilizarse según Ortuño *et al.* (2007) es la siguiente:

$$S=V-C-M$$

Donde:

S= valor de la madera en pie

V= valor del producto elaborado

C= costes del proceso

M= margen para cubrir riesgos y beneficios empresariales

V: valor sencillo de conocer ya que es lo que proporciona la industria transformadora, o lo invertido para transformar una madera rolliza.

C: Para conocer los costes es necesario tener un perfecto conocimiento de todas las complejas actividades que se realiza en el aprovechamiento y su transporte a lugares de venta; así mismo para determinar los montos fijos de dichos costes se utilizara dato del volumen comercial aprovechable calculado en la plantación forestal en estudio (Ortuño *et al.* 2007).

M: Para el margen de riesgos y beneficios Ortuño *et al.* (2007) recomienda utilizar un 18% para latifoliadas empleado en diferentes estudios realizados.

e. Estimación del valor económico total

Para la estimación del valor económico total de una plantación se usará resultados calculados como el volumen comercial aprovechable en metros cúbicos y el precio de madera por especie en el mercado (Murillo *et al.* 2004).

$$\text{VET} = V * \text{PM}$$

Donde:

VET = Valor económico total (\$)

V = Volumen (m³)

PM = Precio de mercado

2.2.6. Criterios de valoración

Según Ortuño *et al.* (2007) para realizar un proceso de valoración económica es necesario conocer el fin que se desea alcanzar con la misma o lo que es lo mismo, cual es el aspecto económico a valorar, ya que es imposible interpretar una valoración si se desconoce el fin para el cual se ha hecho; de esta circunstancia se derivan lo que se conoce como criterios de valoración, los cuales no deben interpretarse como un conjunto de metodologías sino más bien como una serie de conceptos distintos de valoración; los más utilizados y conocidos son:

- a) **Valor de mercado:** cuando se valora un bien, lo que se pretende es obtener el precio resultante del equilibrio entre oferta y demanda (precio de mercado) del bien a valorar.
- b) **Valor de costo de producción:** en este criterio lo que se tiene en cuenta son los costos derivados de producir un bien; este criterio es especialmente importante en la valoración forestal donde es frecuente valorar montes teniendo en cuenta únicamente los gastos que implica la producción (costo por el uso de la tierra, semillas, abonos, salarios, energía, etc.).
- c) **Valor de transformación:** constituye el valor atribuible a un bien que mediante un proceso de producción se transforma en otro (ejemplo: madera en pie transformada a tablón de madera; en este caso el valor de la madera en pie sería igual al precio del tablón en el mercado, menos los costos de transformación).

2.2.7. Criterio para determinar el número adecuado de muestras

Para que el muestreo sea representativo y los datos a obtener tengan una distribución normal y sean validados es recomendable tomar de 10% hasta un 40% del total del área implicada, lo cual conlleva a determinar el número de parcelas por estudio; en lo ideal el tamaño de una parcela debe ser en áreas mayores a 50 m², método que se emplea para determinar el valor económico de bienes y servicios en bosques o plantaciones, así mismo, resalta que en el área seleccionada es válido muestrear un mínimo del 2% y máximo un 60% del total de individuos que se encuentra en el área de estudio (Vásquez 2014).

El número de muestra aumenta mucho más cuando las variables de estudio son heterogéneas, y cuando es homogéneas el número de muestra será menor; criterio a utilizar para mantener la representatividad en sus estudios tratando de cumplir estrictamente los requerimientos estadísticos (Murillo *et al.* 2004).

2.2.8. Valoración del suelo forestal

Según Chuquicaja (2012), referirse al recurso suelo forestal, es referirse a los suelos de aptitud forestal en general, por tanto, se incluye a los suelos sin cubierta forestal y con cubierta forestal. En el primer caso, la valoración de un suelo desnudo se hace considerando que se instalará sobre dicho suelo una plantación forestal; en consecuencia se puede estimar todos los costos que demande la instalación de dicha plantación, así como los ingresos a obtener; y si se tiene en cuenta que en la actividad forestal el objetivo es el manejo sostenido del recurso, las plantaciones se harán cada "n" años, siendo "n" el número de años que necesita la plantación para llegar a su madurez financiera; así el valor que se obtenga indicará el monto máximo que se podría pagar por el terreno bajo las condiciones dadas y a su vez indicará que parte del valor total producido corresponde a la contribución del suelo como factor de producción.

Por su parte, Petriceks (1981) y Prieto *et al.* (1998), indican que hay aspectos del manejo forestal que son determinantes y que deben ser tomados en cuenta en la valoración del suelo: la calidad de sitio, los costos de manejo (que están en función de la intensidad), el precio de mercado de los productos, el turno de producción considerado y la tasa de interés elegida.

a. Valoración del suelo con rodales coetáneos

La producción forestal con rodales coetáneos comienza con el establecimiento del rodal mediante regeneración natural o plantaciones, siguen varias o muchas intervenciones silviculturales, como limpias, entresacas, envenenamiento, y al terminarse el turno, la explotación final. En un bosque manejado, este proceso se puede repetir tantas veces como se desee, incluso a perpetuidad; en términos de valoración se trata de rentas periódicas infinitas, siendo el periodo la duración del turno. Para poder calcular la renta neta, hay que llevar todos los costos de manejo y los ingresos obtenidos al último año del turno, y ahí realizar la suma de todos los ingresos y restarle a ésta la suma de todos los costos (Petriceks 1991).

b. Estimación del valor económico del suelo

Determinar el valor del suelo es de suma importancia para conocer cuánto de valor se debe dar a una plantación o bosque natural al momento de realizar una venta de los recursos forestales maderables. Para el cálculo de la valoración del suelo forestal se utilizó la siguiente fórmula (Chang 1984):

$$SP = \frac{IN}{[(1+i)^n - 1]}$$

Donde:

SP: Valor económico del suelo

IN: Ingreso neto

i : Tasa de interés expresada en decimal

n : Edad de la cosecha final

2.2.9. Principales variables dasométricas

Según Salazar (2008) indica que para determinar el volumen de madera y determinar el valor de madera en pie de la plantación de *P. patula*, se debe medir la altura comercial, diámetro a la altura del pecho (DAP), de cada uno de los árboles seleccionados como muestra. Las mediciones se pueden efectuar en árboles talados o en árboles en pie.

2.2.9.1. Altura

La altura (h) es uno de las principales variables que se miden en una especie. La altura se mide de acuerdo al interés que se tenga y puede ser de forma cualitativa o cuantitativa. La regla telescópica es uno de los instrumentos exactos aunque puede medirse máximo hasta los ocho metros de altura. El hipsómetro Christen, el nivel de Abney o clisímetro, la pistola Haga y el clinómetro Suunto (Roman de la Vega *et al.* 1994) son instrumentos mucho más precisos y se pueden usar para medir cualquier altura.

- ✓ **Altura total:** es la altura que mide un árbol desde el suelo al ápice de la copa. Sirve para estimar el volumen total, el crecimiento de un árbol, el índice de sitio, altura dominante.

- ✓ **Altura comercial:** es la distancia vertical entre el suelo y la última parte comerciable del fuste, es decir, desde la base del árbol hasta un diámetro superior mínimo de aprovechamiento (Bown 1998). Para determinar a medir la altura comercial en la plantación de estudio, se tomó en cuenta el dato del extractor; en la cual se consideró hasta un aproximado de 5 metros de grosor.

2.2.9.2. Diámetro

El diámetro del tronco de un árbol es uno de los parámetros de mayor uso para estudios en valoración económica de una plantación. El diámetro consiste en determinar la longitud de la recta que pasa por el centro del círculo y termina en los puntos en que toca toda la circunferencia. Esta medida sirve, para medir el área basal y el volumen del tronco de los árboles. El diámetro de los árboles se mide a una altura de 1.3 m de la superficie del suelo; es posible medir el diámetro con una forcípula o con una cinta métrica. La forcípula mide el diámetro directamente, mientras que la cinta métrica mide el perímetro a partir del cual se puede calcular el diámetro (Gregersen *et al.* 1997).

2.3. Cadena comercial y estructura de costos

El precio de la madera en el primer punto de comercialización solo incluye los costos de extracción; a partir de aquí el valor se incrementa a medida que se agregan costos; aplica tanto para la madera obtenida de bosques naturales como de plantaciones forestales; a pesar que en estas últimas se pretenda incluir el costo de producción, costos de extracción, entre otros costos; solo es posible hacerlo cuando los costos de extracción son menores que los de la madera del bosque (Devia 2001).

2.4. Descripción de la especie

2.4.1. Distribución de la especie

Posee una distribución natural muy restringida, se encuentra en estado natural formando rodales puros en México oriental de Tamaulipas a Oaxaca y Sur - Oeste de Estados Unidos. Sea ha introducido con existo en América del Sur, en Suráfrica, Rodesia del Sur, Zimbabwe, Australia, Madagascar, Nueva Zelanda, Kenya, El Congo y Argentina (ADEFOR 2005).

Como especie exótica y por su rápido crecimiento ha sido extensamente utilizado en países como Sudáfrica, India y Australia, en Sudamérica se han establecido plantaciones experimentales de la especie en Argentina, Brasil, Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú alcanzando importancia económica por su madera y material genético (Ospina *et al.* 2011).

2.4.2. Descripción botánica

Nombre científico : *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. & Cham.

Orden : Pinales

Género : *Pinus*

Familia : Pinaceae

Nombre Común : Pino, *P. patula* (Perú). En el área de su distribución natural se denomina: pino chino, pino llorón mexicano, pino colorado, *P. patula*, ocote macho, pino xalocote (TROPICOS 2014).

Según Sáenz *et al.* (2011) el *P. patula* es un árbol de porte mediano a grande, que en ejemplares longevos puede alcanzar alturas de hasta 40 m y 120 cm de diámetro, de tronco recto, cilíndrico en la base y bastante cónico en casi toda su longitud; corteza escamosa y roja, sobretodo en la parte superior del tronco. En árboles jóvenes, inicialmente la corteza es lisa y rojiza, y luego, ésta se torna marrón, áspera y se desprende en escamas. Los rebrotes con algunos nódulos glabros, son verde pálidos hasta pardo rojizos. La copa es extendida con ramas largas y colgantes. Esta especie desarrolla un buen sistema radical, pivotante y profundo.

2.4.3. Requerimientos ecológicos

Los requerimientos ecológicos de la especie de *P. patula* son los siguientes:

a. Clima

El *P. patula* requiere un clima moderadamente cálido entre 12-18°C y la precipitación 1.000 - 2.000 m/año. La temperatura máxima debe ser de 29° C, aunque la mínima puede llegar a -10°C (CONIF 1998).

b. Suelo

Prefiere suelos profundos, húmedos, fértiles, bien drenados, pH neutro o ácido, texturas franco-arenosas a franco-arcillosas (Ospina *et al.* 2011).

2.4.4. Zona de vida

Se desarrolla dentro de un rango altitudinal de 1 600 a 3 200 msnm. Ha llegado a ser muy conocido por su amplia capacidad de adaptación en numerosos países tropicales y subtropicales. Crece en las formaciones vegetales del bosque húmedo (bh-MB) y muy húmedo Montano Bajo (brnh-MB) (CONIF 1998).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Área de acción

3.1.1. Ubicación del área de estudio

La presente investigación se realizó en la comunidad campesina de Cumbico, distrito de Magdalena, provincia y departamento de Cajamarca, teniendo como coordenadas referenciales 7°12'77.7" S y 78°04'45.4" W, a una altitud de 3 402 a 3 472 msnm. La plantación en estudio tuvo un área de 85.52 ha, dividida en dos sectores (parte alta y Cruz pata); con una edad de 22 años, estas fueron establecidas con fines de producción maderable mediante un proyecto de reforestación con las especies de *P. patula* y *P. radiata* (Ver ubicación de área de estudio en la Fig. 1).

3.1.2. Accesibilidad

Para llegar a la plantación forestal de *P. patula* de la comunidad campesina de Cumbico desde la ciudad de Cajamarca toma un tiempo aproximado de 2 horas y 30 minutos en camioneta. La ruta principal para llegar al área de estudio es por la carretera afirmada que va al distrito de Chetilla, tramo que se inicia desde Santa Apolonia hasta el Km 20 aproximadamente desviando a la izquierda por una carretera afirmada para finalmente llegar a la plantación forestal en estudio, teniendo un recorrido cerca de 25 Km, haciendo un total de recorrido desde Cajamarca hasta el lugar de estudio en un aproximado de 45 Km.

3.1.3. Clima

Cuenta con una temperatura máxima de 18 °C y temperatura mínima de 5 °C; con una precipitación media anual de 7 111 a 1 280 mm; los meses sin lluvia son julio, agosto, setiembre, octubre y noviembre. Pertenece a la zona de vida bosque muy húmedo Montano Tropical (mbh-MT), datos obtenidos mediante estudios realizados a nivel de la región de Cajamarca (Campos 2005).

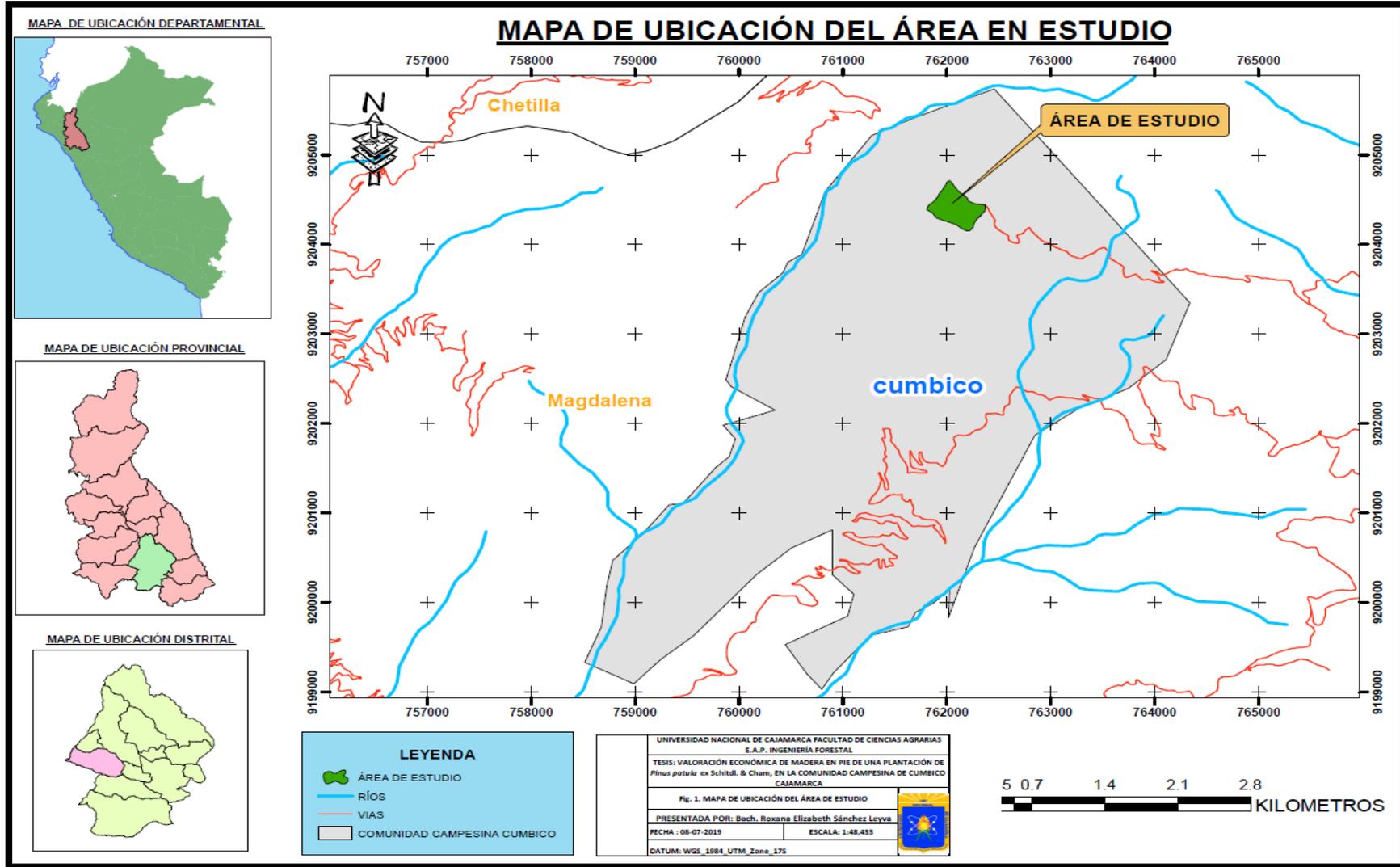


Fig. 1. Ubicación del área de estudio de la plantación de *P. patula* en la comunidad campesina de Cumbico

3.1.4. Suelos

Los suelos de la zona de estudio corresponden a páramo andosoles, se encuentran en una superficie empinada, tienen un drenaje excesivo, fertilidad media, son ligeramente pedregosos, pH fuertemente ácido y profundidad efectiva superficial (Campos 2005).

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Material experimental

- ✓ Plantaciones de *P. patula* Schltld. & Cham. en la comunidad campesina de Cumbico.

3.2.2. Equipos, materiales e instrumentos de campo

3.2.2.1. Equipos

- ✓ Hipsómetro Suunto
- ✓ Navegador (GPS)

3.2.2.2. Materiales

a) De Campo

- ✓ Machete
- ✓ Cinta métrica
- ✓ Wincha de 5 y 30 metros
- ✓ Libreta de campo
- ✓ Forcípula
- ✓ Estacas de madera
- ✓ Etiquetas enumeradas

b) De gabinete

- ✓ Equipo de cómputo

3.3. Metodología

El método que se utilizó en el presente estudio fue el método por conversión o transformación, de tipo cuantitativo y se dividió en dos fases: campo y gabinete.

3.3.1. Fase de campo

En esta fase se realizó las siguientes actividades:

Reconocimiento del área de estudio

Para la selección del área de estudio fue necesario realizar un reconocimiento del área total que ocupa la plantación de *P. patula*, con la finalidad de ver el estado en que se encuentra y así poder establecer las parcelas de estudio, considerando que el área seleccionada sea representativa a toda la plantación, evaluando a su vez, las condiciones del terreno para la accesibilidad durante la ejecución de la toma de datos.

Establecimiento de parcelas

Para el estudio de la valoración económica de madera en pie, se establecieron 8 parcelas de 10 000 m², en las cuales se seleccionó 27 árboles por parcela al azar los cuales fueron marcados y numerados con etiquetas respectivamente, las parcelas se establecieron en el sector Cruz Pata (14 ha), el lugar que se seleccionó teniendo en cuenta que a un no estaba siendo intervenida por el extractor, mientras que en el sector “parte alta” ya se estaban realizando las actividades de aprovechamiento forestal. Para determinar la cantidad, tamaño de parcelas y el número de árboles a medir, se consideró el criterio citado por Vásquez (2014) que recomienda utilizarlo con la finalidad que el muestreo sea representativo y los datos sean válidos en una investigación sobre valoración económica de madera en pie.



Fig. 2. Marcado y enumerado de árboles

Utilizando una wincha de 50 m y esmalte se hizo la demarcación de las parcelas. Posteriormente se georreferenció con un GPS la ubicación de cada una de las parcelas. El diseño de la parcela fue de forma rectangular con dimensiones de 50 m por 200 m, como se muestra en la siguiente figura.

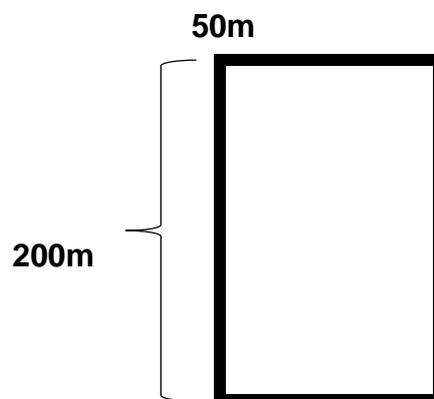


Fig. 3. Diseño de la parcela de muestreo



Fig.4. Demarcación de parcelas



Fig.4. Georreferenciación de parcelas

Medición de variables dasométricas

Se hicieron mediciones a los árboles seleccionados en cada parcela. La primera variable que se midió fue el diámetro a la altura del pecho (DAP), usando cinta métrica y na forcípula; así mismo, se midió la altura comercial con ayuda de un Hipsómetro SUUNTO, con una distancia 20 metros del árbol marcado al punto que se tomó la medida, considerando hasta cinco centímetros de grosor como diámetro aprovechable.



Fig. 5. Medición del diámetro de arboles



Fig. 6. Medición de la altura comercial en árboles seleccionados

Encuestas realizadas

Para obtener datos de costos de aprovechamiento en plantaciones forestales de pinos en Cajamarca, se consideró utilizar el método referencial para determinar precios a través de encuestas a cinco empresas que se dedican a dicha actividad, este método resuelve la necesidad de obtener los datos necesarios y determinantes para el presente estudio. Se realizó la encuesta a empresas: Minka Constructores S.A.C; ADEFOR; QIRI; Cooperativa Agraria de

Trabajadores Granja Porcón L.T.D.A; Servicio Generales de Consultoría Associated Engineers S.A.C. con el propósito de obtener datos de costos de aprovechamiento forestal los que sirvieron para determinar el valor económico de la madera en pie.

Así mismo, para determinar el precio de mercado del pie tablar de la madera aserrada de pino se realizó un sondeo de mercado, visitando a cinco madereras en la ciudad de Cajamarca dato requerido para determinar los ingresos en una plantación forestal.

3.3.2. Fase de gabinete

a. Registro y estimación de datos

Los datos de campo fueron registrados en una hoja Excel y luego se realizó los cálculos correspondientes para determinar área basal y volumen comercial aprovechable.

Se calculó el número total de árboles por hectárea utilizando datos de densidad de la plantación encontrada en cada parcela de estudio.

b. Determinación del volumen de árboles en pie

Para determinar el volumen de árboles en pie se utilizó datos obtenidos en campo como: DAP, altura comercial y el factor de forma, usando la fórmula propuesta por Murillo *et al.* (2004) siendo:

$$\text{VCT} = \text{DAP} * \text{HC} * \text{FF}$$

Donde:

VCT = Volumen comercial total (m³)

DAP = diámetro a la altura del pecho (m)

FF = Factor de forma (0.50)

HC = Altura comercial (m)

Posteriormente, se procedió a calcular el volumen comercial aprovechable, con datos del volumen comercial total y empleando un coeficiente de aprovechamiento que indica el volumen real que se puede extraer.

c) Determinación de costos de aprovechamiento

Para determinar los costos de aprovechamiento de cada una de las actividades que se muestran en la Tabla 1, se utilizó el método por conversión, para lo cual se calculó los datos promedios obtenidos de las encuestas realizadas, convirtiendo en una misma unidades (S/ por m³) lo cual se hizo dividiendo las cantidades promedios de la encuesta entre el total de volumen comercial aprovechable obtenido en el inventario, la operación se hizo en base a lo indicado por Ortuño *et al.* (2007).

Los costos de la actividad de aprovechamiento incluyen: tala, desrame, trozado; en los costos de mantenimiento se considera podas, raleos y replante; así mismo, en los costos de plantación está considerado el precio de plantón y mano de obra para acarreo, apertura de hoyos y plantación, datos que se muestran en la Tabla 1.

Tabla.1. Costos promedios de aprovechamiento forestal y otros

Actividad	Costos S/ por m ³
Costo de aprovechamiento	70.00
Costo de transformación de madera rolliza a tablón con motosierra el bosque (tablón)	85.00
Costo de mantenimiento	10.08
Costo de plantación	8.19
Costo de administración y guardianía	4.40
Costo para obtener licencia y permisos	6.45
Construcción de caminos	41.12
Construcción de patios de acopio	29.03
Extracción y marcado de troza y lonjas	22.95
Carguío al camión	25.00
Transporte del bosque al mercado	70.00
Margen de beneficio y riesgo	18%
Tasa de interés	6%

d). Determinación del valor económico de madera en pie

Para determinar el valor de la madera en pie, se utilizó datos promedios de las encuestas obtenidos en unidades de S/ por m³, esto por la carencia de costos de aprovechamiento forestal.

Para el margen de beneficio y riesgo se consideró el 18% de los egresos de aprovechamiento, como lo cita Ortuño *et al.* (2007).

Para determinar el valor de ingreso se realizó un sondeo a los establecimientos madereros obteniendo un promedio de 2.10 S/ por pt como precio de mercado, a lo cual se hizo la conversión por su equivalencia correspondiente (220 por pt = 0.002357m³), luego se multiplico por el factor de conversión (0.55), citado por Ortuño *et al.* (2007), resultado de toda la operación viene a ser el ingreso. Finalmente para determinar el valor de la madera en pie se realizó una operación de resta del valor de los ingresos netos menos los costos de egresos de aprovechamiento y el margen de beneficio. Ver en mayor detalle en el Anexo D.4.

e). Estimación de costos en pie tablar de la madera

Para determinar las ganancias se procedió a calcular los costos de aprovechamiento y transporte por pie tablar (ver Tabla 2), descontando esto al precio que se efectúa las ventas en el bosque, intermediarios y mercado de madereras en Cajamarca (ver Tabla 3 y 4).

Tabla 2. Costos de aprovechamiento y transporte

Costo de aprovechamiento en bosque	Costo S/ por pt
Costo de plantación por hectárea	0.03
Costo de administración	0.02
Costo de mantenimiento	0.04
Costo para obtener licencia y permisos	0.02
Construcción de caminos para extracción de madera	0.18
Aprovechamiento forestal	0.31
Construcción de patios de acopio	0.13
Sub total	0.73
Costo de transporte y extracción	
Extracción y marcado	0.10
Carguío al camión	0.11
Transporte en camión	0.31
Sub total	0.52
Total	1.25

Tabla 3. Precios de compra y venta del pie tablar de madera de pino

Precios	S/ por pt
Precio del pie tablar de madera en el bosque	1.10
Precio del pie tablar de madera en mercado de intermediarios	1.40
Precio del pie tablar de madera aserrada en madereras	2.10

f). Determinación del valor económico del suelo

Para determinar el valor económico del suelo que ocupa la plantación de *P. patula*, se consideró datos obtenidos como resultado del valor de madera en pie por ha, la tasa de interés y la edad de la plantación, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$SP = \frac{IN}{[(1+i)^n - 1]}$$

Donde:**SP:** Valor económico del suelo**IN:** Ingreso neto**i :** Tasa de interés expresada en decimal**n :** Edad de la cosecha final

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Estimación del valor económico de madera en pie de la plantación de *P. patula*

Para determinar el valor económico de la madera en pie se considera datos del volumen obtenido como resultado del inventario forestal realizado, referente al volumen comercial aprovechable, datos promedios de encuestas a empresas extractoras de madera, precio de mercado del pie tablar de madera aserrada y el margen de beneficio y riesgo.

a. Cuantificación del volumen maderable de árboles en pie

De acuerdo al inventario realizado se obtuvo un volumen comercial de 248 m³ por ha (ver Tabla 4), este volumen corresponde al número promedio de árboles por ha (1 025 árboles/ha), datos que se muestran en el Anexo B, Tabla 8.

Tabla 4. Cuantificación de área basal y volumen comercial

Parcelas	Área basal	Volumen comercial (m ³ /27 árboles)	Volumen comercial (m ³ /ha)
P1	1.818	7.60	281.48
P2	1.787	6.31	233.7
P3	1.705	5.67	220.5
P4	1.953	6.85	279.07
P5	1.939	6.29	221.31
P6	2.046	5.95	231.39
P7	2.419	7.70	285.19
P8	2.368	6.03	234.5
Total	16.035	52.40	1987.1
Promedio/ha			248.4

El volumen comercial promediado obtenido en la plantación de *P. patula* de la comunidad campesina de Cumbico fue de 248 m³ por ha, a una edad de 22 años, pertenece a la zona de vida bosque muy húmedo Montano Tropical (mbh-MT); con temperatura máxima de 18 °C y temperatura mínima de 5 °C, con precipitación media anual de 711.1 a 1 280 mm; los suelos que ocupa la plantación corresponden a páramo andosoles, con una pendiente empinada, drenaje excesivo, fertilidad media, ligeramente pedregosos, pH fuertemente ácido y profundidad efectiva superficial.

Campos (2005) manifiesta que la plantación de *P. patula* existente en la comunidad campesina de Cumbico, fueron establecidas con plántones procedentes de los viveros de ADEFOR, especie que ha tenido buena adaptación; además indica un incremento medio anual (IMA) que va desde 15 a 25 m³ por ha por año, superior a las demás especies de pino que también fueron establecidas en Cajamarca; dato fundamental por el cual puede deberse la diferencia que existe entre la cantidad de volumen con otros estudios como se observa en la Tabla 6.

Tabla.5. Volumen comercial del *P. patula* con respecto a otros estudios

Lugar de estudio	Volumen comercial	Edad	Referencias
Colombia	142 m ³ por ha	12	Restrepo <i>et al.</i> (2012)
Granja porcón – Cajamarca	272.39 m ³ por ha	21	Mendo (2008)
Granja porcón – Cajamarca	227 m ³ por ha	22	Merino (2015)
Cumbico – Cajamarca	248 m ³ por ha	22	Resultado del presente trabajo de investigación

La cantidad de volumen comercial encontrado en la investigación que se realizó en la comunidad campesina de Cumbico (248 m³ por ha) es cercano al estudio de Granja porcón – Cajamarca realizado por Merino (2015), la mínima diferencia existente podría deberse al tipo de zona que presentan ambos estudios, además presentan suelos derivados de rocas volcánicas areniscas y calizas, materia orgánica muy alta, profundidad efectiva superficial, pH ácido, con temperatura similares que oscilan de 3°C – 5°C a 18°C; su plantación se realizaron con plántones obtenidos de viveros que producen con semillas certificadas con origen de México, California presentando garantía en su prendimiento,

crecimiento y desarrollo, ambos estudios realizados a los 22 años de edad; por tal razón se puede decir que los estudios presentan una diferencia no significativa.

Si comparamos resultados del estudio de Mendo (2008) con el resultado obtenido en la investigación realizada, la diferencia no es significativa, cual se debería en que las plantaciones de Porcón han recibido un manejo silvicultural adecuado, mientras que en la plantación de Cumbio solo se hicieron la primera labor silvicultur no apropiada a un 60% de la plantación hasta el año 2005.

b. Determinación de costos de aprovechamiento

Los costos determinados sobre egresos de aprovechamiento, extracción y transporte fueron calculados con valores promedios de las cinco encuestas que se realizaron a empresas que se dedican a la extracción de madera en plantaciones forestales, datos que se determinó para cada actividad que se realiza en el aprovechamiento, tal como se muestran en la Tabla 1. Esto se realizó al no contar con datos en el país y en la región Cajamarca para la especie de *P. patula*. Las actividades que se considero fue costo de aprovechamiento forestal, extracción y transporte, construcción de patios de acopio y caminos forestales, costos de mantenimiento y administración, costo de plantaciones, entre otros; se ha realizado una encuesta a las pequeñas empresas extractoras de madera, los datos se detalla en la Tabla 1, el esquema de la encuesta ver en Anexo C.

c. Precio del pie tablar de madera aserrada en madereras de Cajamarca

Para determinar el precio del pie tablar de la madera aserrada de “pino” en el mercado se obtuvo del promedio de precios de las distintas madereras de Cajamarca siendo de 2.10 S/ por pt, con lo cual se determinó los ingresos de la plantación, dato necesario para obtener el valor económico de madera en pie de la plantación de *P. patula*. (Ver Anexo C. 3, Tabla 8).

d. Determinación del valor económico de madera en pie

Para determinar los egresos se ha sumado todos los gastos ocasionados en el aprovechamiento forestal y otros a la cual se ha agregado el 18% como margen de beneficio y riesgo obteniendo un total 338.92 S/ por m³; mientras para obtener el ingreso previamente se hizo la conversión del precio del pie tablar a metros cúbicos por su equivalencia, este resultado se multiplico por el factor de conversión (0.55), obteniendo un ingreso de 489.62 S/ por m³. Finalmente para obtener el valor de la madera en pie se restó ingreso menos los egresos, obteniendo el valor de madera en pie el valor de 151 S/ por m³ (ver Tabla 6).

Tabla 6. Cálculo de egresos, ingresos y valor económico de la madera en pie

Ítem	Costo S/ por m ³
Egresos	287.22
Margen de beneficio y riesgo (18%)	51.70
Ingresos	489.62
Valor de madera en pie	151

Según estudio realizado en plantaciones de Porcón por Merino (2015), para la especie *P. patula* encontró un valor 149 S/ por m³, existiendo una diferencia de 10 S/ por m³ al comparar con el estudio de Cumbico, lo cual puede deberse a los años que se realizó la valoración.

El valor económico de la madera en pie disminuye o aumenta de acuerdo a los criterios de aprovechamiento y traslado de la madera hasta su sitio de transformación Murillo *et al.* (2007). Becerra y Goicochea (2015) estimaron un valor económico de madera en pie de 217 S/ por m³ para una plantación de *P. patula* en el Parque Aylambo de la Universalidad Nacional de Cajamarca, esta diferencia se debería por la cercanía al mercado de la madera (Cajamarca) la cual indica buenas condiciones para su extracción minimizando los costos de aprovechamiento y de transporte hasta el mercado aumentando el valor económico de la madera; mientras el valor económico de la madera en pie encontrado en la plantación de Cumbico es de 151 S/ por m³, siendo inferior al del estudio mencionado líneas arriba, esto puede deberse a los costos por las

actividades de aprovechamiento y transporte los cuales aumentarían y valor económico de la plantación disminuiría, lo que determina que una plantación de mayor edad, de buena calidad y con altos volúmenes de madera cuya accesibilidad es defectuosa y lejana de la ciudad o mercados puede tener un valor económico inferior al de una plantación de menor edad con condiciones óptimas de acceso.

Los cálculos realizados de los egresos, ingresos y el valor económico de la madera en pie se muestran en la Tabla

e. Ganancias en bosque, mercado de intermediarios y establecimiento de madereras

En base a los datos consignados en la Tabla 2 y 3 sea determinada las ganancias:

El extractor obtuvo una ganancia de 0.40 céntimos por pie tablar en bosque, esto se obtuvo realizando la resta del costo del pie tablar menos los costos de aprovechamiento.

Los intermediarios vende a un precio de 1.40 S/ por pt, obteniendo una ganancia de 0.15 céntimos por pie tablar, descontando los costos de aprovechamiento y transporte (ver Tabla 2,3 y 7).

Por su parte las madereras de Cajamarca venden en el mercado a un precio promedio de 2.10 S/ por pt, los precios son establecidos por los dueños de acuerdo a la compran que efectúan a los extractores, por lo que tiene una ganancia de 0.28 céntimos por pie tablar, esto se obtiene descontando los gastos de su transformación en las madereras (ver Tabla 3 y 4).

Tabla 7. Ganancias del pie tablar de madera de pino

Ganancias	S/ por pt
Bosque	0.40
Intermediarios	0.15
Madereras	0.28

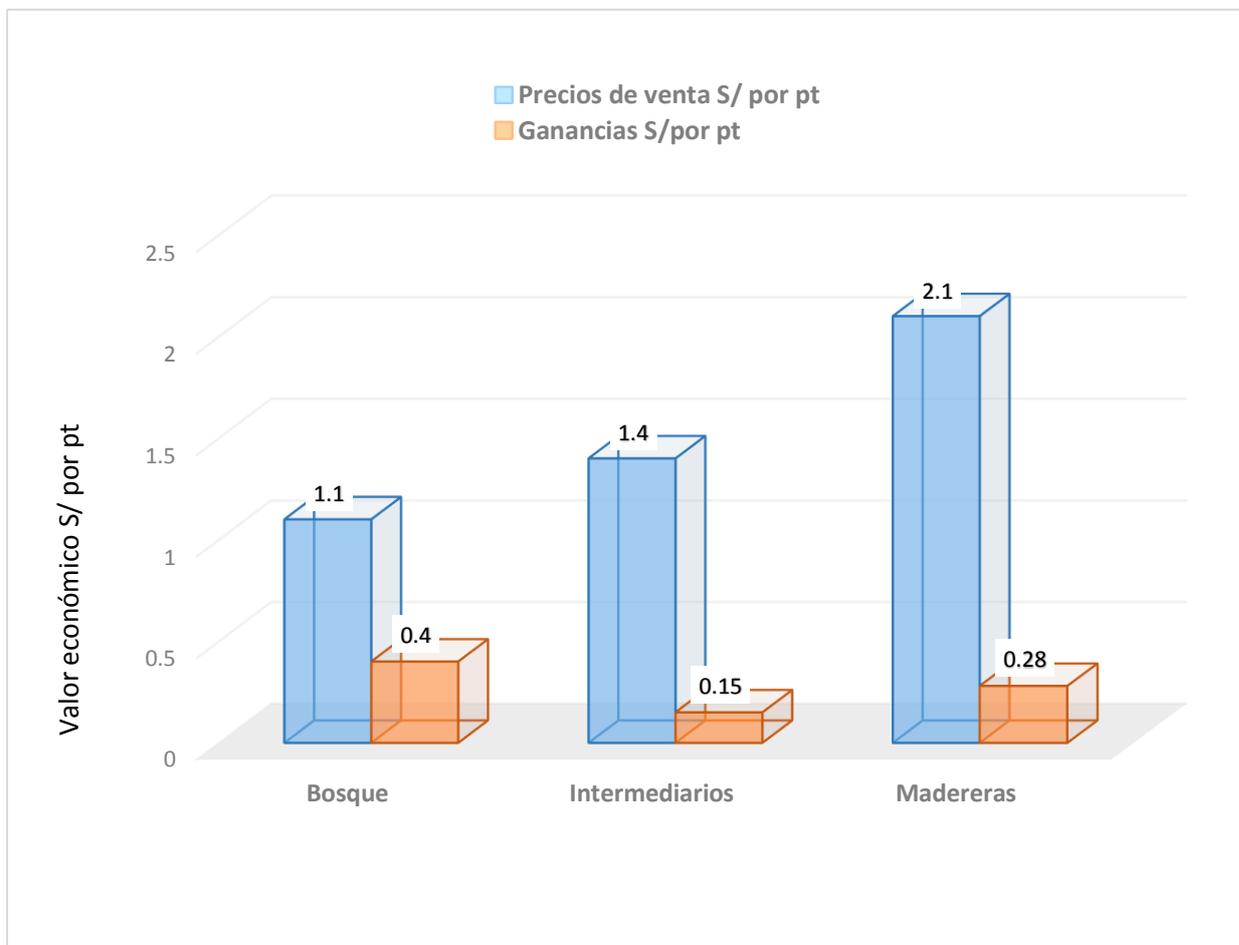


Fig. 7. Precios establecidos en bosque, intermediarios, madereras y sus ganancias

En Fig. 8 se muestra los precios de venta del pie tablar en bosque, mercado de intermediarios y madereras en Cajamarca y sus respectivas ganancias. Obteniendo la mayor ganancia en el bosque, seguidamente en las madereras de Cajamarca y presentando una ganancia menor en el mercado de intermediarios.

La ganancia que se obtiene en el bosque por los extractores es mayor, por la misma razón que los propietarios de las plantaciones de pino venden a precios bajos sin considerar el gasto que realizaron para el establecimiento y su mantenimiento de estas, así mismo, no consideran el valor del suelo que es ocupada por plantación hasta su aprovechamiento

El beneficio que obtiene los intermediarios es menor debido a los costos que generan desde la mano de obra hasta el transporte al mercado.

4.2. Determinación del valor económico del suelo en la plantación de *P. patula*

Para determinar el valor económico del suelo forestal se utilizó el resultado del valor económico de la madera en pie (151 S/ por m³), la edad de la plantación (22 años) y la tasa de interés promedio (6%). Mayor detalle en la Tablas 7 y para determinar el valor se utilizó la fórmula siguiente:

$$SP = \frac{IN}{[(1+i)^n - 1]}$$

El valor económico del suelo obtenido en el estudio para la plantación de *P. patula* de la comunidad campesina de Cumbico es 14 374.46 S/ por ha; determinar el valor del suelo forestal es importante lo cual servirá para la toma de decisiones de los propietarios de plantaciones forestales al momento de realizar la venta, dando así el valor económico real a la plantación forestal; pero si bien es cierto muchos desconocen su valor del suelo durante el tiempo que es ocupado por plantaciones, si consideramos precio del suelo elevaría el costo de la plantación.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al realizar la valoración económica de madera en pie, en una plantación de *Pinus patula* de 22 años de edad en la comunidad campesina de Cumbico, se obtuvo un volumen comercial aprovechable de 248 m³ por ha y un valor de 151 S/ por m³ de la madera en pie.

El resultado obtenido en el estudio sobre la valoración económica del suelo que ocupa la plantación de *P. patula* en la comunidad campesina de Cumbico es de 14 375 S/ por ha.

Es conveniente continuar este tipo de estudio en otras especies forestales que existen en el departamento de Cajamarca, para tener una estimativa de su valor económico incluyendo el valor de suelo con el fin de incrementar el valor de plantación forestal al momento de realizar la venta.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEFOR (Asociación Civil para la Investigación y el Desarrollo Forestal, PE). 2005. Plan general de manejo forestal de las plantaciones de la cooperativa agraria Atahualpa-Jerusalén de trabajadores LTDA-Granja Porcón, establecido con el proyecto piloto forestal (PPF) administrado por ADEFOR. Cajamarca, PE, s.e. 87p.
- Alder, D. 1980. Estimation des volumen et accroissement des peuplements forestiers, avec reference particuliere aux forets tropicales, vol 2 etude et prevision de la production. FAO. Roma. 229 p. 2.
- Barrantes, R. 1993. Economía del Medio Ambiente. Consideraciones Teóricas. Documento de Trabajo del instituto de Estudios Peruanos. Lima.
- Becerra, J. Goicochea. T. 2015. Evaluación del vuelo forestal en las especies forestales del Parque Aylambo de la Universidad Nacional de Cajamarca. Tesis Ing. Forestal. 91p.
- Bown, H. 1998. Selección y evaluación técnico – financiera de regímenes silviculturales para *Pinus patula*. Documento técnico N° 122. 11-13p.
- Campos, L.E. 2005. Análisis del efecto de podas y raleos sobre el DOS, D1.3 y PLI en plantaciones de *Pinus patula*. Fundo Jauja, Comuna de Collipulli. Tesis Ingeniería Forestal. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Fac. de Cs. Forestales. 39p.
- Cailliez, F. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento, con referencia especial a los trópicos. Vol. 1 – estimación del volumen. FAO. Roma. 92 p.
- Campos, A, Chuquicaja, C. 1988. Estructura de los Costos de Extracción y Transporte de Madera Rolliza en Selva Baja. PNUD, FAO, PER. Lima – Perú.
- CONIF (Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal, CO). 2013. Estudio de Costos de las Especies Forestales beneficiarias del CIF: Informe final. Bogotá, CO. 156p.

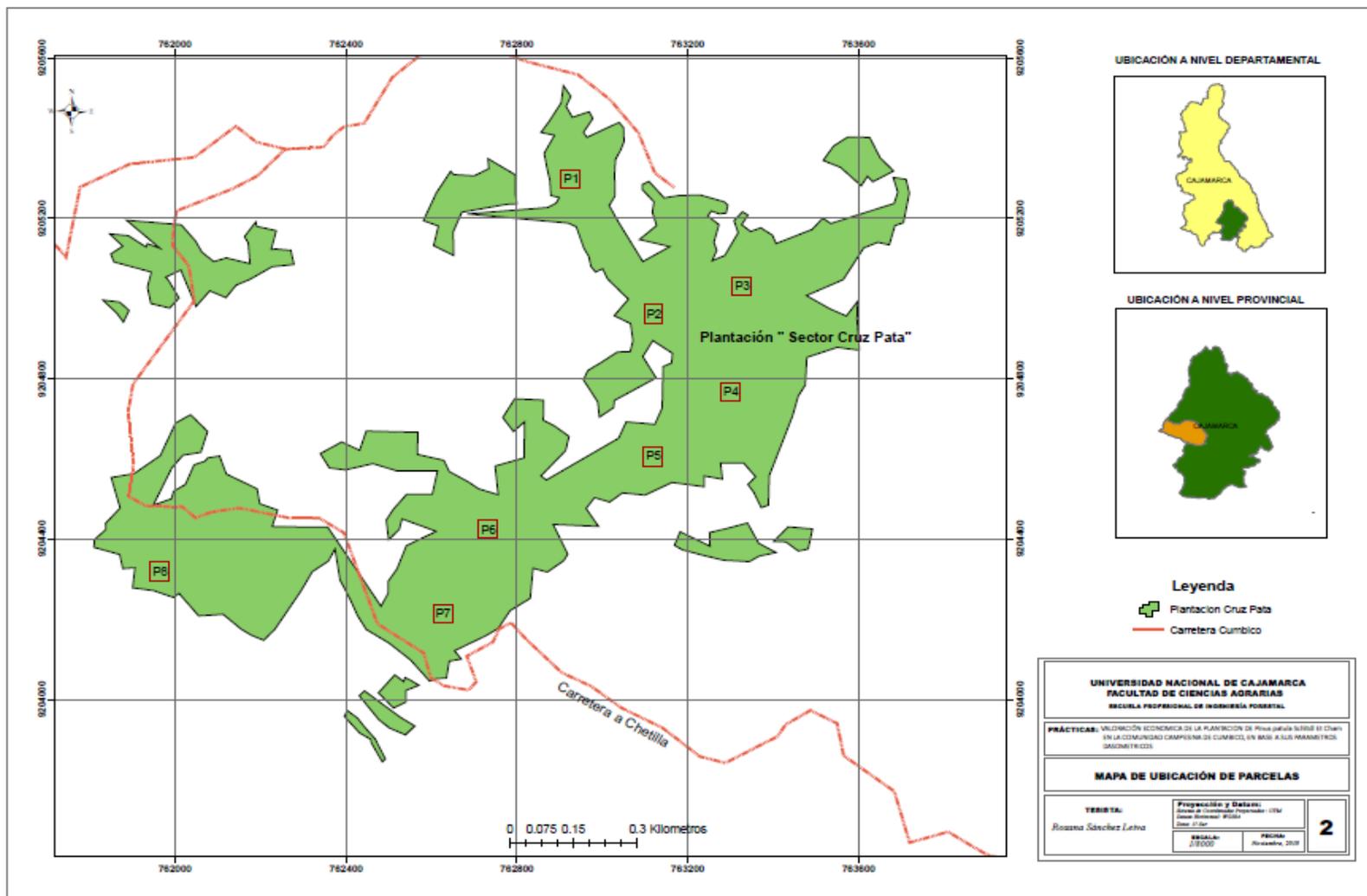
- CORPOAMAZONIA. 2009. Diseños experimentales con SAS. Edición primera. Cajamarca. 567p.
- Cubbage F. Salazar, M. & Chuquicaja, C. 2014. Global timber investments and trends 2005-2011. 2014. New Zealand Journal of Forestry Science. 2014, 44 (Suppl. 1:57)
- Chang, S. 1984. Determinación de la rotación opcional de plantaciones de pino en México. 8: 137 – 147p.
- Chuquicaja, C. 2012. Apuntes y material del curso Valoración Forestal. Ln. Lima, PE, UNALM. S.p.
- Devia, C. 2001. Valoración de la madera en pie, una alternativa para el manejo adecuado de los recursos forestales. 32 p.
- Figuroa, D. G. 2003. La Institución Forestal Productiva en Ecuador: Estudio de caso del Programa Forestal. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales-sede Ecuador, 14-15p.
- Gregersen, H.; Arnold, J.; Lundgren, A; Contreras, A; Hermosilla, A.1997. Valoración de los bosques: contexto, problemas y directrices. Roma, IT: FAO. 54 p.
- Gómez, H, y Delgado, A. 2008. Economía de recursos naturales y ecosistemas: necesidad de su valoración económica. Políticas extractivas y ambientales. 46p.
- Gullespie, H. 2002. Argentina. Explotación forestal sustentable del producto maderable de *Pinus patula*, *Pinus radiata* y su valoración económica. 126p.
- Guzmán, H. Gullespie, M. León, M. 2014. Crecimiento Maderable y Biomasa Aérea en Plantaciones Jóvenes de *Pinus Patula* Schltl. Et Cham. En Zacualpan, Veracruz Revista Mexicana de Ciencias Forestales, vol. 5, núm. 23, 78-91 p.
- Lozano, A. 2018. Determinación del cociente y factor de forma para *Pinus patula* en la zona de Cajamarca. Cajamarca –Perú. 122p.
- Klemperer, D. 2005. Recursos económicos y financieros forestales. Estados Unidos. Graw – Hill. 538p.

- Mendo, M, H. 2008. Valoración económica de los bienes y servicios ambientales del bosque Granja Porcón, Cajamarca – Perú” 2007- 2008.. Tesis. Cajamarca- Perú. 68p.
- Merino, G. 2015. Identificación de las causas que alteran el rendimiento de las plantaciones forestales, y rendimiento de la madera. *Bioagro* 7(2):15- 23p.
- Murillo, O.; Meza, A; Cabrera, J. 2004. Estimación del valor real y del valor de mercado en pie de la plantación forestal. *Agronomía Costarricense (CR)*. Disponible en: <http://flwww.Una.Ac.crlinis/docs/refor/murilloetal.Pdf>.
- Navas, Yesid. 2002. Valoración Económica. En *Revista Colombia Forestal* vol N° 11.1.998.
- Novoa, R. 2005. Evaluación económica de cuatro regímenes silviculturales intensivos en plantaciones experimentales de *Pinus radiata* D. Don. Jauja, Comuna de Calipulli (IX Región). Tesis Ing. Forestal. Valdivia, CL, Universidad Austral de Chile. 65p.
- Ospina, A. Gómez, H. & Guzmán. 2011. Perú- Ecuador. Economía de los recursos forestales y ecosistemas nacionales y su necesidad de su valoración económica. *Ciencia y sociedad*. 197p.
- Ortuño, S; Madrigal, A; González, I. 2007. Apuntes de Valoración Agraria y Forestal. Madrid, Universidad Politécnica de Madrid. 103p.
- Pacheco, D. Ramos, A. Guzmán, T. 2017. Diagnóstico del sector forestal, su valor económico de las plantaciones, en la región Loreto – Resumen Ejecutivo. Grupo Regional de Manejo de Bosques en Loreto. Iquitos, 13p.
- Pearce, D. & MORGAN, D. 1994. *The economic value of biodiversity*. IUCN, Londres. Reino Unido.
- Petriceks, J. 1989. Apuntes de Economía y Valoración Forestal. Mérida, VE, Universidad de los Andes. 126p.
- Prieto, A; Díaz, L; Hernando, A. 1998. Valoración de montes arbolados. *Catastro* no. 33:65-82p.

- Restrepo, Iván, H, S, O, Alonso, S, A, D, V, Ignacio, Sánchez, M. 2012. Rendimiento, turno óptimo forestal y rentabilidad de plantaciones forestales de *Pinus patula*, en Colombia. *Interciencia*, 14-29p.
- Salazar, M. 2008. Propuesta de procedimientos para el establecimiento y seguimiento de parcelas permanentes de medición forestal en plantaciones beneficiadas del PINFOR. INAB, Guatemala. 34p.
- Sáenz R., J.; Muñoz F., H.; Rueda S., A. 2011. Especies promisorias de clima templado para plantaciones forestales comerciales en Michoacán. Michoacán, MX, SAGARPA-INIFAP-CIRPAC. 213 p. (Libro técnico no.10).
- Sencion, G. 2002. Valoración económica de un ecosistema: bosque tropical Peten, Guatemala. Documento de trabajo. Universidad de La República, Facultad de Ciencias Sociales, Departamento de Economía. Documento No 15/02. 31p.
- SERFOR, Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. 2017, y el apoyo de los Especialistas en los Gobiernos Regionales y ATFFS. Anuario Forestal y de Fauna Silvestre. Perú. 107p.
- SERFOR, Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. 2017. Registro de plantaciones en Cajamarca. Cajamarca – Perú. 72p.
- Tropicos (Missouri Botanical Garden, U. S.). 2014. Herbario virtualhomepage (en línea). Missouri, U. S. Consultado 07 jun. 2014. Disponible en <http://ww.tropicos.org>.
- Vásquez, V. 2014. Diseños experimentales con SAS. Cajamarca. 567p.
- Vega, H. 2013. Crecimiento estacional y rentabilidad de plantaciones forestales comerciales de *Pinus patula* y *Pinus radiata* en suelos de trumao según método de establecimiento. México. 256P.

ANEXOS

Anexo A. Mapa de Ubicación de parcelas donde se realizó el estudio de investigación



Anexo B. Tablas de contenidos complementarios

Tabla 8: Número de árboles por parcela y por hectárea

Parcela	árboles/p arcela	N° árboles/Ha
P1	27	1 000
P2	27	1 000
P3	27	1 050
P4	27	1 100
P5	27	950
P6	27	1 050
P7	27	1 000
P8	27	1 050
Total	216	8 200
Promedio		1 025

Parcela 1. Datos calculados, área basal, volumen comercial y volumen comercial aprovechable

N° de árboles	Área basal	Altura comercial	Volumen comercial total	Volumen comercial aprovechable
1	0.083	19.2	0.797	0.280
2	0.054	18.0	0.486	0.171
3	0.118	16.5	0.974	0.342
4	0.078	19.4	0.757	0.265
5	0.068	16.0	0.544	0.191
6	0.072	17.8	0.641	0.225
7	0.050	19.0	0.475	0.167
8	0.077	17.5	0.674	0.236
9	0.062	18.6	0.577	0.202
10	0.140	18.0	1.260	0.442
11	0.103	18.7	0.963	0.338
12	0.062	18.0	0.558	0.196
13	0.056	16.6	0.465	0.163
14	0.084	17.6	0.739	0.259
15	0.081	20.0	0.810	0.284
16	0.160	19.2	1.536	0.539
17	0.069	20.0	0.690	0.242
18	0.058	17.6	0.510	0.179
19	0.112	17.0	0.952	0.334
20	0.103	17.4	0.896	0.314
21	0.137	19.0	1.302	0.457
22	0.077	18.5	0.712	0.250
23	0.073	17.0	0.621	0.218
24	0.084	18.0	0.756	0.265
25	0.062	19.0	0.589	0.207
26	0.141	17.8	1.255	0.440
27	0.124	18.0	1.116	0.392
Total	2.388		21.65	7.60

Parcela 2. Datos calculados, área basal, volumen comercial y volumen comercial aprovechable

N° de árboles	Área basal	Altura comercial	Volumen comercial total	Volumen comercial aprovechable
1	0.048	14.8	0.355	0.125
2	0.038	16.0	0.304	0.107
3	0.059	16.9	0.499	0.175
4	0.062	17.0	0.527	0.185
5	0.065	17.7	0.575	0.202
6	0.124	18.0	1.116	0.392
7	0.067	20.2	0.677	0.237
8	0.044	19.0	0.418	0.147
9	0.056	16.8	0.470	0.165
10	0.095	19.2	0.912	0.320
11	0.069	17.0	0.587	0.206
12	0.083	18.8	0.780	0.274
13	0.059	20.0	0.590	0.207
14	0.090	19.0	0.855	0.300
15	0.060	18.7	0.561	0.197
16	0.084	19.2	0.806	0.283
17	0.056	19.0	0.532	0.187
18	0.076	17.8	0.676	0.237
19	0.109	20.4	1.112	0.390
20	0.062	18.0	0.558	0.196
21	0.084	20.0	0.840	0.295
22	0.104	19.1	0.993	0.348
23	0.081	18.7	0.757	0.266
24	0.059	16.6	0.490	0.172
25	0.042	17.8	0.374	0.131
26	0.079	18.7	0.739	0.259
27	0.095	19.0	0.903	0.317
Total	1.95		18.006	6.318

Parcela 3. Datos calculados, área basal, volumen comercial y volumen comercial aprovechable

N° de árboles	Área basal	Altura comercial	Volumen comercial total	Volumen comercial aprovechable
1	0.072	19.3	0.695	0.244
2	0.070	19.0	0.665	0.233
3	0.046	17.5	0.403	0.141
4	0.065	18.6	0.605	0.212
5	0.058	17.8	0.516	0.181
6	0.081	20.3	0.822	0.288
7	0.026	17.7	0.230	0.081
8	0.054	18.0	0.486	0.171
9	0.039	18.7	0.365	0.128
10	0.129	20.2	1.303	0.457
11	0.067	18.3	0.613	0.215
12	0.077	20.1	0.774	0.272
13	0.078	19.0	0.741	0.260
14	0.043	17.8	0.383	0.134
15	0.043	20.2	0.434	0.152
16	0.063	16.5	0.520	0.182
17	0.065	19.8	0.644	0.226
18	0.050	18.7	0.468	0.164
19	0.090	18.8	0.846	0.297
20	0.065	20.0	0.650	0.228
21	0.069	19.0	0.656	0.230
22	0.040	18.7	0.374	0.131
23	0.038	18.0	0.342	0.120
24	0.067	19.3	0.647	0.227
25	0.072	18.9	0.680	0.239
26	0.084	20.2	0.848	0.298
27	0.054	16.9	0.456	0.160
Total	1.705		16.16	5.67

Parcela 4. Datos calculados, área basal, volumen comercial y volumen comercial aprovechable

N° de árboles	Área basal	Altura comercial	Volumen comercial total	Volumen comercial aprovechable
1	0.075	18.7	0.701	0.246
2	0.082	20.0	0.820	0.288
3	0.054	17.0	0.459	0.161
4	0.084	19.2	0.806	0.283
5	0.074	19.1	0.707	0.248
6	0.079	17.8	0.703	0.247
7	0.063	18.8	0.592	0.208
8	0.035	17.9	0.313	0.110
9	0.095	19.5	0.926	0.325
10	0.040	18.0	0.360	0.126
11	0.133	20.0	1.330	0.467
12	0.072	19.0	0.684	0.240
13	0.062	18.7	0.580	0.203
14	0.056	18.0	0.504	0.177
15	0.084	19.1	0.802	0.281
16	0.081	19.0	0.770	0.270
17	0.160	19.8	1.584	0.556
18	0.068	18.7	0.636	0.223
19	0.067	17.2	0.576	0.202
20	0.035	16.2	0.284	0.099
21	0.049	17.0	0.417	0.146
22	0.058	19.7	0.571	0.200
23	0.096	20.0	0.960	0.337
24	0.081	19.5	0.790	0.277
25	0.047	18.7	0.439	0.154
26	0.124	21.2	1.314	0.461
27	0.091	19.8	0.901	0.316
Total	2.045		19.529	6.852

Parcela 5. Datos calculados, área basal, volumen comercial y volumen comercial aprovechable

N° de árboles	Área basal	Altura comercial	Volumen comercial total	Volumen comercial aprovechable
1	0.074	16.0	0.592	0.208
2	0.059	17.0	0.502	0.176
3	0.071	18.2	0.646	0.227
4	0.056	17.0	0.476	0.167
5	0.044	18.7	0.411	0.144
6	0.083	17.9	0.743	0.261
7	0.093	20.3	0.944	0.331
8	0.054	19.0	0.513	0.180
9	0.075	17.0	0.638	0.224
10	0.084	18.7	0.785	0.276
11	0.032	16.9	0.270	0.095
12	0.046	18.6	0.428	0.150
13	0.115	19.8	1.139	0.399
14	0.081	20.0	0.810	0.284
15	0.045	19.0	0.428	0.150
16	0.107	19.2	1.027	0.360
17	0.051	18.9	0.482	0.169
18	0.121	17.5	1.059	0.371
19	0.036	20.0	0.360	0.126
20	0.076	18.5	0.703	0.247
2	0.060	19.9	0.597	0.209
22	0.055	19.0	0.523	0.183
23	0.163	18.5	1.508	0.529
24	0.049	17.0	0.417	0.146
25	0.060	17.7	0.531	0.186
26	0.070	18.8	0.658	0.231
27	0.078	19.0	0.741	0.260
Total	1.938		17.929	6.291

Parcela 6. Datos calculados, área basal, volumen comercial y volumen comercial aprovechable

N° de árboles	Área basal	Altura comercial	Volumen comercial total	Volumen comercial aprovechable
1	0.036	20.0	0.360	0.126
2	0.046	19.6	0.451	0.158
3	0.052	18.9	0.491	0.172
4	0.074	19.1	0.707	0.248
5	0.075	17.2	0.645	0.226
6	0.066	19.8	0.653	0.229
7	0.055	17.5	0.481	0.169
8	0.056	18.0	0.504	0.177
9	0.040	16.7	0.334	0.117
10	0.113	19.6	1.107	0.389
11	0.045	18.0	0.405	0.142
12	0.059	20.0	0.590	0.207
13	0.054	20.3	0.548	0.192
14	0.086	17.0	0.731	0.256
15	0.037	19.6	0.363	0.127
16	0.086	18.9	0.813	0.285
17	0.063	19.4	0.611	0.214
18	0.063	20.4	0.643	0.225
19	0.051	18.4	0.469	0.165
20	0.041	17.8	0.365	0.128
2	0.090	19.0	0.855	0.300
22	0.073	19.3	0.704	0.247
23	0.073	20.0	0.730	0.256
24	0.109	19.0	1.036	0.363
25	0.062	20.2	0.626	0.220
26	0.077	19.2	0.739	0.259
27	0.106	18.8	0.996	0.350
Total	1.788		16.96	5.95

Parcela 7. Datos calculados, área basal, volumen comercial y volumen comercial aprovechable

N° de árboles	Área basal	Altura comercial	Volumen comercial total	Volumen comercial aprovechable
1	0.087	18.8	0.818	0.287
2	0.068	16.0	0.544	0.191
3	0.079	17.1	0.675	0.237
4	0.101	19.0	0.960	0.337
5	0.074	17.5	0.648	0.227
6	0.078	18.0	0.702	0.246
7	0.069	17.6	0.607	0.213
8	0.072	18.0	0.648	0.227
9	0.121	18.6	1.125	0.395
10	0.112	19.0	1.064	0.373
11	0.038	17.1	0.325	0.114
12	0.054	18.0	0.486	0.171
13	0.129	18.0	1.161	0.407
14	0.121	18.6	1.125	0.395
15	0.078	17.0	0.663	0.233
16	0.133	19.8	1.317	0.462
17	0.069	17.9	0.618	0.217
18	0.076	16.3	0.619	0.217
19	0.083	17.0	0.706	0.248
20	0.122	18.2	1.110	0.390
2	0.064	17.6	0.563	0.198
22	0.111	19.0	1.055	0.370
23	0.168	19.3	1.621	0.569
24	0.054	17.0	0.459	0.161
25	0.111	18.8	1.043	0.366
26	0.080	17.6	0.704	0.247
27	0.067	17.0	0.570	0.200
Total	2.419		21.94	7.70

Parcela 8. Datos calculados, área basal, volumen comercial y volumen comercial aprovechable

N° de árboles	Área basal	Altura comercial	Volumen comercial total	Volumen comercial aprovechable
1	0.045	19.2	0.432	0.15
2	0.093	19.0	0.884	0.31
3	0.041	17.5	0.369	0.13
4	0.035	18.0	0.315	0.11
5	0.068	20.4	0.694	0.24
6	0.033	19.7	0.325	0.11
7	0.073	18.2	0.664	0.23
8	0.044	20.0	0.440	0.15
9	0.069	19.4	0.669	0.23
10	0.029	19.7	0.286	0.10
11	0.076	20.2	0.768	0.27
12	0.031	18.2	0.282	0.10
13	0.069	18.3	0.631	0.22
14	0.046	17.8	0.409	0.14
15	0.097	18.2	0.883	0.31
16	0.066	20.0	0.660	0.23
17	0.059	16.7	0.493	0.17
18	0.096	20.2	0.970	0.34
19	0.068	18.3	0.622	0.22
20	0.030	19.0	0.285	0.10
2	0.098	17.9	0.877	0.31
22	0.086	18.4	0.791	0.28
23	0.043	19.2	0.413	0.14
24	0.102	19.8	1.010	0.35
25	0.097	18.4	0.892	0.31
26	0.079	20.2	0.798	0.28
27	0.144	18.4	1.325	0.46
Total	1.817		17.19	6.03

Anexo C. Formato y encuestas realizadas para determinar el valor de la madera en pie

Encuesta para determinar el precio de madera en pie del pino

Encuestador:	Fecha :	N° de encuesta :
Nombre de la empresa y/o cooperativa:		Responsable:
¿Cuál es el precio de compra de vuelo forestal de pino en edad de aprovechamiento?		
Costo de aprovechamiento		
¿Cuál es el costo de aprovechamiento de madera rolliza en pino?		
¿Cuánto cuesta el aserrado con motosierra el pie tablar, en lonja o cuadrada?		
¿En una jornada de trabajo cuantos pies tablares asierran con motosierra?		
Costo de mantenimiento (podas, raleos, replante, administración, ect)		
Costos de administración		
Costo para obtener		
Costo de plantación por hectárea		
Precio de madera aserrada (lonja) en el bosque		
Precio de madera aserrada (lonja) en el mercado(Cajamarca)		
¿Cuál es el costo de transporte de la madera hasta los lugares de venta?		
Carguío al camión o tráiler		
Construcción de caminos		
Construcción de patios de acopio		
Extracción y marcado		
Tasa de interés con la que trabajan		
Cual es costo de transporte en camión		
Costo de licencias y permisos		

.....
Firma del responsable

DNI

ENCUESTA PARA DETERMINAR EL PRECIO DE MADERA EN PIE DEL PINO

Encuestador: Roxana Elizabeth, Sánchez Leyva	Fecha :	Nº de encuesta : 01
Nombre de la empresa y/o cooperativa: Servicios Generales de Consultoría Asociados Engineers S.A.C.	28-04-19	Responsable: Elmer Colantos Cuspe
¿Cuál es el precio de compra por Ha de la plantación de pino en edad de aprovechamiento?		15000 - 118000 ha 150 - 170 m³ árboles en pie
¿Cuál es el costo de aprovechamiento de la madera rolliza en una Ha pino? ▪ Tala ▪ Trozado ▪ Derrame		un aproximado de 165 m³
¿Cuánto cuesta el aserrado con motosierra el pie tablar, en lonja o cuadrada?		1/ 82 m³
¿En una jornada de trabajo cuantos pies tablares asierran con motosierra?		300 - 400 pt./día
Costo de mantenimiento (podas, raleos, replante, administración, ect)		poda 1/ 1100/ha raleo 1/ 1000/ha
Costos de administración		11040 mensuales
Costo de plantación por hectárea		plantación 1/ 92. Compra de plantón 1/ 0.70
¿A dónde vende la madera (rolliza y tablar) y qué precio?		Cajamarca - Trujillo.
¿Cuál es el costo de transporte de la madera hasta los lugares de venta? ▪ Costo de transporte desde el patio de acopio hasta Cajamarca ▪ Distancia promedio del bosque hasta el aserradero.		1/ 58. la lonja a una distancia de 45 Km.
Carguío al camión o tráiler		1/ 27 m³.
¿Cuál es el precio del pie tablar de la madera aserrada en? ▪ En el bosque ▪ En el mercado		B. 1.00 - 1.20 pt. M. 1.20 - 1.40 pt.
Construcción de caminos		1/ 8000 Km.
Construcción de patios de acopio		1/ 6500
Extracción y marcado		1/ 5600
Tasa de interés con la que trabajan		6%.

* costo aprovechamiento
- Transporte en Camión - Cajamarca

1/ 5000
1/ 68 m³

.....
Firma del responsable

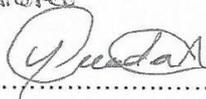
DNI 45045653

ENCUESTA PARA DETERMINAR EL PRECIO DE MADERA EN PIE DEL PINO

Encuestador: Roxana Elizabeth, Sánchez Leyva	Fecha : 29-04-19	Nº de encuesta : 02
Nombre de la empresa y/o cooperativa: ADEFOR		Responsable: Juan Carlos, Vargas Aldave
¿Cuál es el precio de compra por Ha de la plantación de pino en edad de aprovechamiento?		\$40 770 m ³ árboles en pie
¿Cuál es el costo de aprovechamiento de la madera rolliza en una Ha pino? <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tala ▪ Trozado ▪ Derrame 		un promedio de \$ 7500 m ³
¿Cuánto cuesta el aserrado con motosierra el pie tablar, en lonja o cuadrada?		\$/ 98 - 90 m ³
¿En una jornada de trabajo cuantos pies tablares asierran con motosierra?		250 - 400 pt/día
Costo de mantenimiento (podas, raleos, replante, administración, ect)		sumo poda 426 metros altura \$1800/ha Raleo a 40% 2000/ha
Costos de administración		\$100 mensual.
Costo de plantación por hectárea		\$2500/ha.
¿A dónde vende la madera (rolliza y tablar) y qué precio?		rujillo - pizca.
¿Cuál es el costo de transporte de la madera hasta los lugares de venta? <ul style="list-style-type: none"> ▪ Costo de transporte desde el patio de acopio hasta Cajamarca ▪ Distancia promedio del bosque hasta el aserradero. 		\$ 60 la lonja a una distancia promedio 70 Km
Carguío al camión o tráiler		\$30.000m ³
¿Cuál es el precio del pie tablar de la madera aserrada en? <ul style="list-style-type: none"> ▪ En el bosque ▪ En el mercado 		B: \$1.20 pt M: 1.40 pt
Construcción de caminos		\$12000 Km.
Construcción de patios de acopio		\$8500
Extracción y marcado		\$6300
Tasa de interés con la que trabajan		6%.

* costo vacancia

* Transporte en camión - Cajamarca



Firma del responsable

DNI 26729909

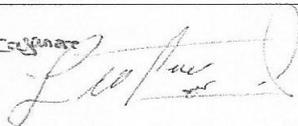
\$7000
\$70 m³

ENCUESTA PARA DETERMINAR EL PRECIO DE MADERA EN PIE DEL PINO

Encuestador: Roxana Elizabeth Sánchez Legua	Fecha :	Nº de encuesta :
Nombre de la empresa y/o cooperativa: MINKA CONSTRUCTORES S.A.C.	30-04-19	Responsable: Luis Noriega Barbosa
¿Cuál es el precio de compra por Ha de la plantación de pino en edad de aprovechamiento?	1/6000 Ha. 2/65 m ³ abeto en pie	
¿Cuál es el costo de aprovechamiento de la madera rolliza en una Ha pino? ▪ Tala ▪ Trozado ▪ Derrame	Un promedio de 2/70 m ³	
¿Cuánto cuesta el aserrado con motosierra el pie tablar, en lonja o cuadrada?	2/ 86 m ³	
¿En una jornada de trabajo cuantos pies tablares asierran con motosierra?	380 - 500 P ¹ /día	
Costo de mantenimiento (podas, raleos, replante, administración, ect)	Raleo y poda. 2/ 2500/ha	
Costos de administración	2/ 1160 mensual	
Costo de plantación por hectárea	2/ 500/ha - 2/ 2700/ha	
¿A dónde vende la madera (rolliza y tablar) y qué precio?	Cajamarca - Trujillo	
¿Cuál es el costo de transporte de la madera hasta los lugares de venta? ▪ Costo de transporte desde el patio de acopio hasta Cajamarca ▪ Distancia promedio del bosque hasta el aserradero.	2/ 63 la tonelada a una distancia aproximada de 78 km	
Carguío al camión o tráiler	2/ 25 m ³	
¿Cuál es el precio del pie tablar de la madera aserrada en? ▪ En el bosque ▪ En el mercado	B. 2/ 1.20 pt M. 2/ 1.20 2/ 1.40 pt.	
Construcción de caminos	2/ 10000 Km.	
Construcción de patios de acopio	2/ 7000	
Extracción y marcado	2/ 5200	
Tasa de interés con la que trabajan	6%	

• costo licencias

• Recurso en camión - Cajamarca



Firma del responsable

DNI

2/ 6500
2/ 70 m³

ENCUESTA PARA DETERMINAR EL PRECIO DE MADERA EN PIE DEL PINO

Encuestador: Roxana Elizabeth, Sánchez Leyva	Fecha : 30-04-19	N° de encuesta : 04
Nombre de la empresa y/o cooperativa:		Responsable: Edelma Zalazar Vega
¿Cuál es el precio de compra por Ha de la plantación de pino en edad de aprovechamiento?		\$12000 ha. \$50 m ³ árboles en pie
¿Cuál es el costo de aprovechamiento de la madera rolliza en una Ha pino? <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tala ▪ Trozado ▪ Derrame 		\$65.00 m ³
¿Cuánto cuesta el aserrado con motosierra el pie tablar, en lonja o cuadrada?		—
¿En una jornada de trabajo cuantos pies tablares asierran con motosierra?		—
Costo de mantenimiento (podas, raleos, replante, administración, ect)		Primeros podos \$1100/ha. Raleos \$1200/ha
Costos de administración		\$4000 mensual.
Costo de plantación por hectárea		\$2000 \$2700/ha.
¿A dónde vende la madera (rolliza y tablar) y qué precio?		—
¿Cuál es el costo de transporte de la madera hasta los lugares de venta? <ul style="list-style-type: none"> ▪ Costo de transporte desde el patio de acopio hasta Cajamarca ▪ Distancia promedio del bosque hasta el aserradero. 		\$55 la tonelada de madera. 70 Km. aproximada.
Carguío al camión o tráiler		\$20 m ³ .
¿Cuál es el precio del pie tablar de la madera aserrada en? <ul style="list-style-type: none"> ▪ En el bosque ▪ En el mercado 		—
Construcción de caminos		\$10 000 Km.
Construcción de patios de acopio		\$6000
Extracción y marcado		\$5000
Tasa de interés con la que trabajan		5%.

Costo leonaras.

- Transporte en camión - Cajamarca

\$6000
\$75 m³

Firma del responsable

DNI 41963296

ENCUESTA PARA DETERMINAR EL PRECIO DE MADERA EN PIE DEL PINO

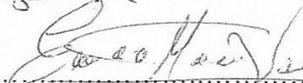
Encuestador: Roxana Elizabeth, Sánchez Laguna	Fecha :	N° de encuesta : 05
Nombre de la empresa y/o cooperativa: Cooperativa Agraria de Trabajadores Fronja Porcán L.D.T.A	02-05-19	Responsable: Elmer Mendoza Valdivia
¿Cuál es el precio de compra por Ha de la plantación de pino en edad de aprovechamiento?		\$/60 m ³ madera en pie
¿Cuál es el costo de aprovechamiento de la madera rolliza en una Ha pino? <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tala ▪ Trozado ▪ Derrame 		Todos los actividades un costo aproximado de \$72 m ³ / \$80 m ³
¿Cuánto cuesta el aserrado con motosierra el pie tablar, en lonja o cuadrada?		\$/ 85 m ³
¿En una jornada de trabajo cuantos pies tablares asierran con motosierra?		300 - 400 p ² /día
Costo de mantenimiento (podas, raleos, replante, administración, ect)		\$/2800/ha.
Costos de administración		\$/150 mensual
Costo de plantación por hectárea		\$/2700/ha.
¿A dónde vende la madera (rolliza y tablar) y qué precio?		Cajamarca - Fouyetto, Lomo
¿Cuál es el costo de transporte de la madera hasta los lugares de venta? <ul style="list-style-type: none"> ▪ Costo de transporte desde el patio de acopio hasta Cajamarca ▪ Distancia promedio del bosque hasta el aserradero. 		\$/ 65. la tonelada de madera en una distancia aproximada de 75 km
Carguío al camión o tráiler		\$/2500 m ³
¿Cuál es el precio del pie tablar de la madera aserrada en? <ul style="list-style-type: none"> ▪ En el bosque ▪ En el mercado 		Bosque - \$/1.10 Mercado - \$/1.20 - \$/1.40
Construcción de caminos		\$/11000 Km.
Construcción de patios de acopio		\$/8000
Extracción y marcado		\$/6400
Tasa de interés con la que trabajan		7%

* costo leonarios

- Transporte en Camión - Cajamarca

\$/ 9000.

\$/ 7000



Firma del responsable

DNI 27189204

Anexo C.1.

Tabla 9: Costo promedio de egresos de aprovechamiento, extracción y transporte obtenido mediante encuestas

Actividad	Unidad	Costos promedios	Costos S/. /m³
Costo de aprovechamiento	S/. /m ³	70.00	70.00
Costo de la madera aserrada con motosierra en el bosque (tablón)	S/. /m ³	85.00	85.00
Costo de mantenimiento (podas, raleos, replante, etc)	S/. /ha	2 500	10.08
Costo de plantación por hectárea	S/. /ha	2 030	8.19
Costo de administración y guardianía	S/. /ha	1 090	4.40
Costo para obtener licencia y permisos	S/. /ha	6 500	6.45
Construcción de caminos (6km)	S/. /km	10 200	41.12
Construcción de patios de acopio	S/.	7 200	29.03
Extracción y marcado de troza y tablonés	S/.	5 700	22.95
Carguío al camión	S/. /m ³	25.00	25.00
Transporte en camión del bosque –Cajamarca	S/. /m ³	70.00	70.00
Margen de beneficio y riesgo		18%	
Tasa de interés		6%	

Anexo C.2.

Tabla 10. Precio del pie tablar en madereras – Cajamarca

Nombre de empresa	Ubicación	Precio de venta (S/ /pt)
Maderera Cabanillas & Servicios Generales S.R.L	Jr. Chanchamayo Nro. 1545	2.40
Maderera Cajamarca Servicios Generales S.R.L	Av. vía de Evitamiento norte Nro. 1785	2.00
Madera San Martín	Jr. Beato Masías Nro. 619	2.20
Aserradero de ADEFOR	Fundo Tartar S/N (carretera Cajamarca – Otuzco)	1.90
Maderera Ramos	Jr. Cajamarca Nro. 990	2.00
Promedio de precio (S/ /pt)		2.10

Anexo D. Cálculo de costo, ingreso y valoración de madera en pie y del suelo forestal en la plantación de *P. patula* en la comunidad campesina de Cumbico.

D.1. Calculo de datos promedios de encuestas en S/ /m³

- ✓ Costo de aprovechamiento = S/ 70.00 /m³
- ✓ Costo de la madera aserrada con motosierra = S/ 85.00 /m³
- ✓ Costo de mantenimiento (podas, raleos, replante) = S/ 2 500/ha /248 m³/ha
= S/ 10.08/m³
- ✓ Costo de plantación por hectárea = S/ 2 030/ha/248 m³/ha
= S/ 8.19/m³
- ✓ Costo de administración y guardianía = S/ 1 090/ha/248 m³/ha
= S/ 4.40/m³
- ✓ Costo para obtener licencia y permisos = S/ 6 500 /ha/248 m³/ha
= S/ 6.45/m³
- ✓ Construcción de caminos (6km) = S/1 700*6km/248 m³/ha
= 41.12 m³
- ✓ Construcción de patios de acopio = S/ 7 200/248 m³/ha
= S/ 29.03/m³
- ✓ Extracción y marcado de troza y tablones = S/ 5700/ha/248 m³/ha
= S/ 22.95/m³
- ✓ Carguío al camión = S/ 25.00/m³
- ✓ Transporte en camión del bosque –Cajamarca = S/ 70.00/m³

D.2. Determinación del precio del pie tablar de madera aserrada en las madereras de Cajamarca

Luego de obtener los datos del sondeo de precios en distintas madereras se procedió a realizar los siguientes cálculos:

$$2.40 + 2.00 + 2.20 + 1.90 + 2.00 = 10.5 \quad 10.5/5 = 2.1$$

Se obtuvo un valor promedio de S/ 2.1/pt de madera aserrada

D.3. Determinación de ingresos, egresos de aprovechamiento y el valor de la madera en pie

Determinación de los egresos: se procedió a realizar

Costo de plantación por hectárea	8.19
Costo de administración	4.40
Costo de mantenimiento	10.08
Costo para obtener licencia y permisos	6.45
Construcción de caminos para extracción de madera	41.12
Construcción de patios de acopio	29.03
Aprovechamiento forestal	70.00
Extracción y marcado	22.95
Carguío al camión	25.00
Transporte en camión	70.00

	S/ 287.22/m³

Margen de beneficio y riesgo (18%) = $287.22 * 0.18 = 51.70$

D. 4. Calculo de ingreso neto

Para determinar los ingresos de una plantación se procedió a realizar los cálculos:

$$1\text{m}^3 = 220\text{pt} \qquad 1\text{pt} = 0.002359 \text{ m}^3$$

Precio de un pie tablar de madera aserrada = S/. 2.10

Aplicando regla de tres simple

$$\begin{array}{ccc} 0.002359 \text{ m}^3 & \text{-----} & \text{S/}2.1 \\ 1\text{m}^3 & \text{-----} & \text{X} \end{array}$$

$$\mathbf{X = S/ 890.21/m^3}$$

Para determinar el ingreso neto se multiplica el resultado obtenido aplicando regla de tres simple por el factor de conversión

$$890.21 * 0.55 = \mathbf{S/ 489.62/m^3}$$

Determinación del valor de la madera en pie empleando la siguiente formula

$$\mathbf{S = V - C - M}$$

$$S = 489.62.62 \text{ S/. } m^3 / \text{ ha} - 287.22 \text{ S/. } m^3 - 51.70$$

$$S = S/ 150.7m^3/\text{ha}$$

$$S = S/ 151m^3/\text{ha}$$

Determinación del valor de la madera en pie por hectárea

$$V = 445.10 * 248 = 121\ 425.76$$

$$S = 121\ 425.76 - 71\ 230.56 - 12\ 821.6$$

$$C = 287.22 * 248 = 71230.56$$

$$S = S/ 37\ 373.6/\text{ha}$$

$$M = 51.70 * 248 = 12821.6$$

D.5. Para determinar el valor económico del suelo se realizó los siguientes cálculos, utilizando la formula correspondiente:

Se utilizó datos obtenidos por hectárea, considerando la edad de la plantación y la tasa de interés

$$\mathbf{SP = \frac{IN}{[(1+i)^n - 1]}}$$

$$SP = \frac{37\ 373.6 \text{ S/. } / \text{ha}}{2.60}$$

$$SP = S/ 14\ 374.46/\text{ha}$$

Anexo E. Panel fotográfico del área de estudio



Fig. 8. Plantación de *Pinus patula* área de estudio



Fig. 9. Registro de coordenadas del área de en la plantación de *P. patula*



Fig. 10. Delimitación y señalización de las parcelas.

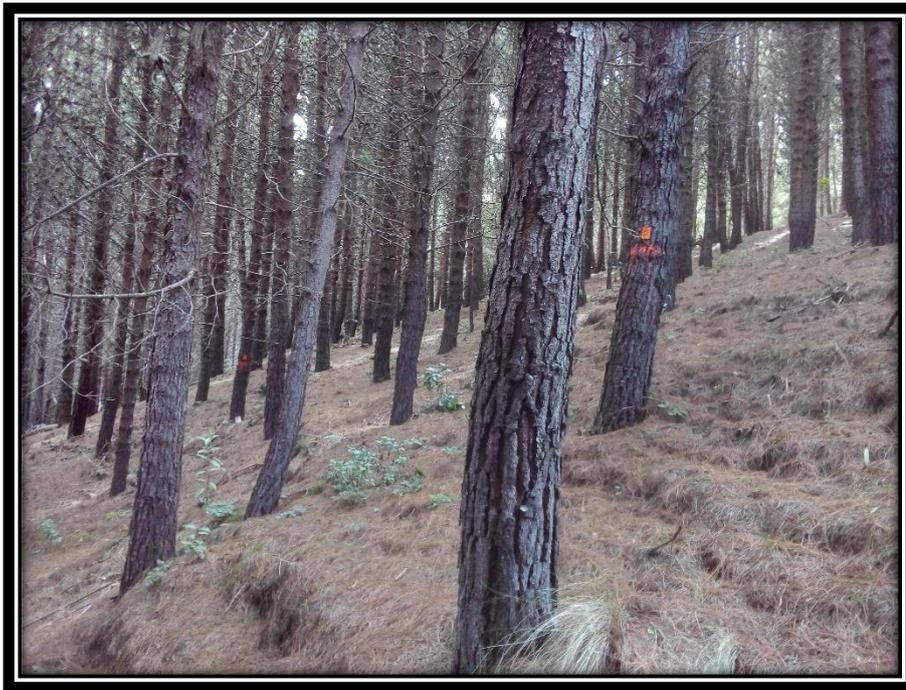


Fig. 11. Marcado de los 27 árboles que serán medidos en cada parcela, con esmalte de color naranja

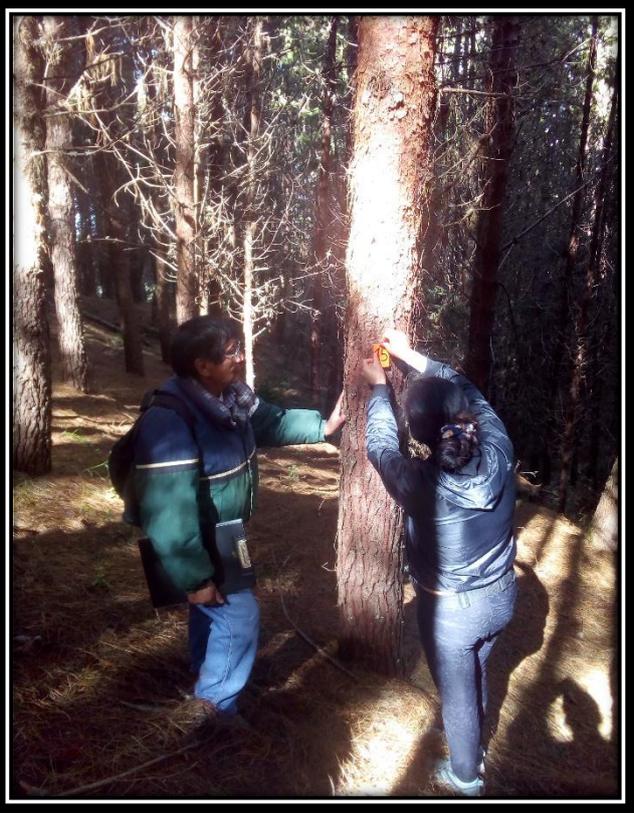


Fig. 12. Enumeración con etiquetas a los árboles seleccionados al azar.

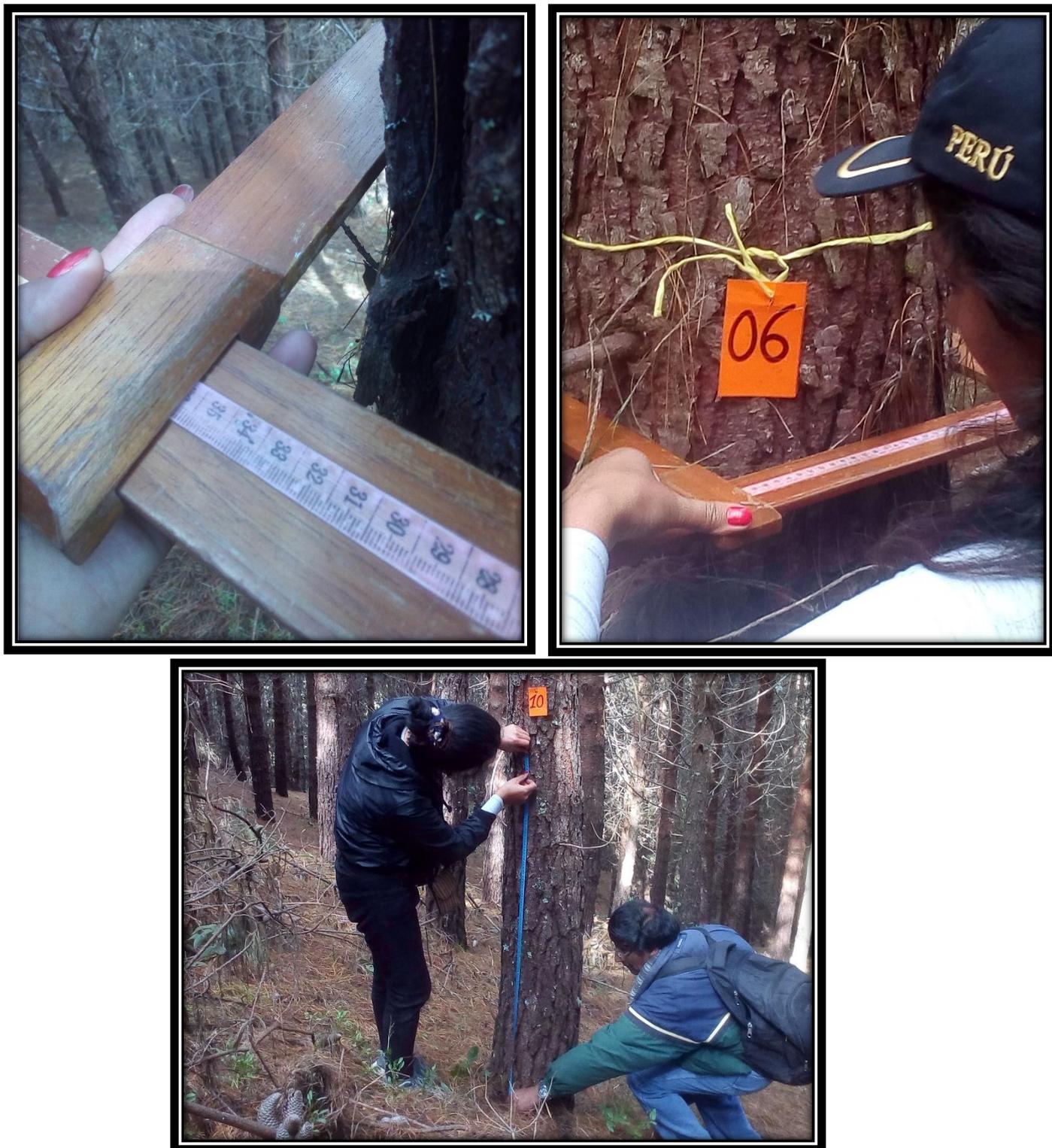


Fig.13. Medición del diámetro con la forcípula y una cinta métrica



Fig. 14. Medición de la altura comercial de los árboles seleccionados de *P. patula*