

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

ESCUELA DE POSGRADO

**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL**



TESIS:

**Valoración económica del pino (*Pinus radiata*) como factor de
desarrollo económico del distrito de Socos - Ayacucho**

Para optar el grado académico de:

**MAESTRO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA, MENCIÓN
GERENCIA DE PROYECTOS Y MEDIO AMBIENTE**

PRESENTADO POR:

Bach. Kennet MARTINEZ INFANTE

ASESOR:

Dr. Ing. Jaime Alberto HUAMÁN MONTES

AYACUCHO - PERÚ

2026

DEDICATORIA

A Dios por mi bendición, Kennet Smith Zohan Martínez Garamendi, quien es el motor y motivo de mi vida, que es parte importante de día a día, quien me impulsa a seguir adelante en mi vida laboral, profesional y poder culminar este trabajo tan importante de mi vida.

A mi Madre María Delia Infante Cáceres, a mi Padre Juvencio Martínez Gómez por el apoyo, la oportunidad, el trabajo duro, el cuidado, la organización de mi vida y mi educación, acompañándome en cada paso que doy, siendo mis guías y fuerza para lograr mis metas. Y objetivos que tengo en la vida profesional.

A mis hermanos Javier Rolle, Solier, Yobana, quienes, cada día, a través de su presencia, su apoyo y su amor, me alientan a seguir regocijándome de mis logros, contemplando mis éxitos con sus alegrías y bendiciones.

A la madre de mi hijo, por el apoyo y aporte en este trabajo de investigación.

A mis familiares, amigos quienes incondicionalmente me apoyaron para poder realizar y culminar con este trabajo tan importante de mi vida que es el proyecto de investigación.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga y a su Escuela de Posgrado, por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de alcanzar una nueva meta en mi formación profesional, permitiéndome formar parte de su prestigiosa historia académica.

A los docentes de la Maestría en Gerencia de Proyectos, por compartir generosamente su conocimiento, experiencia y guía fundamental en cada etapa de este proceso formativo. Su exigencia y visión han sido claves para mi desarrollo como especialista.

Al Dr. Jaime Alberto Huamán Montes, fundamental cooperante en el asesoramiento durante el curso del desarrollo del proyecto de investigación, a través de su orientación, conocimiento, instrucción y experiencia, se pudo lograr este trabajo tan importante de mi vida.

Finalmente, expreso mi sincero agradecimiento a los trabajadores y funcionarios de la Municipalidad Distrital de Socos, por su total disposición, facilidades y apoyo en la recolección de información. Su colaboración no solo hizo posible este estudio, sino que le otorgó un valor real y práctico.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN	1
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1. Descripción del problema	3
1.2. Planteamiento del problema	4
1.2.1. <i>Problema principal</i>	4
1.2.2. <i>Problemas específicos</i>	4
1.3. Objetivos	4
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	4
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	4
1.4. Justificación e importancia de la investigación.....	5
1.4.1. <i>Justificación de la investigación</i>	5
1.4.2. <i>Importancia de la investigación</i>	6
II. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Antecedentes de la investigación	8
2.1.1. <i>Antecedentes internacionales</i>	8
2.1.2. <i>Antecedentes nacionales</i>	10
2.1.3. <i>Antecedentes locales</i>	11
2.2. Bases teóricas	12
2.2.1. <i>Valoración económica</i>	12
2.2.2. <i>Madera en pie</i>	13
2.2.3. <i>Valor económico de la madera en pie</i>	13
2.2.4. <i>Técnicas para valorar una plantación</i>	14

2.2.5.	<i>Volumen de madera</i>	16
2.2.6.	<i>Variables para determinar el valor de madera en pie</i>	18
2.2.7.	<i>Pautas de evaluación</i>	20
2.2.8.	<i>Criterios de valoración</i>	20
2.2.9.	<i>Normas para calcular el número de muestras necesarias</i>	21
2.2.10.	<i>Evaluación de terrenos forestales</i>	21
2.2.11.	<i>Principales variables dasométricas</i>	22
2.2.12.	<i>Red comercial y composición de costos</i>	23
2.2.13.	<i>Pinus radiata (Pino)</i>	24
2.3.	Marco conceptual	39
2.3.1.	<i>Valoración económica</i>	39
2.3.2.	<i>Valoración económica forestal</i>	40
2.3.3.	<i>Pinus radiata</i>	40
2.3.4.	<i>Desarrollo económico</i>	41
2.3.5.	<i>Desarrollo económico local</i>	42
2.3.6.	<i>Recursos forestales</i>	43
2.3.7.	<i>Servicios ecosistémicos forestales</i>	43
III.	METODOLOGÍA	45
3.1.	Ubicación de la zona de estudio	45
3.1.1.	<i>Ubicación política</i>	45
3.1.2.	<i>Ubicación geográfica</i>	45
3.2.	Tipo y nivel de investigación	47
3.2.1.	<i>Tipo de investigación</i>	47
3.2.2.	<i>Nivel de investigación</i>	47
3.3.	Diseño de investigación	47
3.4.	Materiales y equipos	47
3.4.1.	<i>Materiales</i>	47
3.4.2.	<i>Equipos y software</i>	48
3.5.	Variables e indicadores	48
3.5.1.	<i>Variable independiente</i>	48
3.5.2.	<i>Variable dependiente</i>	48
3.6.	Operacionalización de variables	48

3.7. Diseño del experimento	48
3.8. Procedimiento metodológico de recolección de datos	49
3.8.1. <i>Fase de campo</i>	49
3.8.2. <i>Fase de gabinete</i>	54
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	59
4.1. Resultados	59
4.1.1. <i>Estimación del valor económico de madera en pie de la plantación de (Pinus radiata)</i>	59
4.1.2. <i>Cuantificación del volumen maderable de árboles en pie</i>	59
4.1.3. <i>Determinación de costos de aprovechamiento</i>	60
4.1.4. <i>Precio de pie tabla de madera aserrada en madereras de Ayacucho</i>	61
4.1.5. <i>Determinación del valor económico de madera en pie</i>	61
4.1.6. <i>Ganancias en bosque, mercado de intermediarios y establecimiento de madereras</i>	62
4.2. Discusión.....	63
V. CONCLUSIONES.....	65
RECOMENDACIONES	66
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 <i>Contenido nutricional presente en las setas frescas.</i>	34
Tabla 2 <i>Costos promedios de aprovechamiento forestal y otros.</i>	56
Tabla 3 <i>Costos de aprovechamiento y transporte.</i>	57
Tabla 4 <i>Precios de compra y venta del pie tablar de madera de pino.</i>	58
Tabla 5 <i>Cuantificación de área basal y volumen comercial.</i>	59
Tabla 6 <i>Volumen comercial del <i>P. radiata</i> con respecto a otros estudios.</i> ...	60
Tabla 7 <i>Cálculo de egresos, ingresos y valor económico de la madera en pie.</i>	61
Tabla 8 <i>Ganancias del pie tabla de madera de pino.</i>	62

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 <i>Ubicación geográfica de la zona de estudio.</i>	46
Figura 2 <i>Diseño experimental.</i>	49
Figura 3 <i>Reconocimiento del área de estudio.</i>	50
Figura 4 <i>Reconocimiento del bloque 01.</i>	51
Figura 5 <i>Reconocimiento del bloque 02.</i>	51
Figura 6 <i>Medición de altura de pecho.</i>	52
Figura 7 <i>Medición y marcado de altura de pecho.</i>	53
Figura 8 <i>Medición y marcado del diámetro de tronco aprovechable.</i>	53
Figura 9 <i>Medición de la altura total y comercial.</i>	54

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. <i>Número de árboles por parcela y por hectárea.</i>	74
Anexo 2. <i>Datos calculados, diámetro de altura de pecho, volumen comercial y volumen comercial aprovechable.</i>	75
Anexo 3. <i>Datos calculados, diámetro de altura de pecho, volumen comercial y volumen comercial aprovechable.</i>	76
Anexo 4. <i>Costo promedio de egresos de aprovechamiento, extracción y transporte obtenido mediante encuestas.</i>	77
Anexo 5. <i>Precio del pie tablar en carpinterías – Ayacucho.</i>	78
Anexo 6. <i>Cálculo de costo, ingreso y valoración de madera en pie en la plantación de (<i>Pinus radiata</i>) en las comunidades de estudio.</i>	79
Anexo 7. <i>Prueba de normalidad de la investigación.</i>	81
Anexo 8. <i>Panel fotográfico.</i>	87

RESUMEN

La investigación se realizó en el distrito de Socos del departamento de Ayacucho como el objetivo de evaluar la valoración económica del pino (*Pinus radiata*) como factor dinamizador del desarrollo económico. El estudio adoptó un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo) bajo el criterio de conversión, desarrollado en fases de campo y gabinete. La muestra se distribuyó en dos bloques (B1 y B2) con dos parcelas cada uno, evaluándose variables dasométricas (altura, diámetro y densidad por hectárea) en 10 especímenes por parcela. Los resultados dasométricos revelaron diferencias significativas entre parcelas. Las variaciones en altura se asociaron a las condiciones de cada sitio y a deficiencias en la instalación de la plantación, detectándose enrollamiento radicular que limitó el enraizamiento. Asimismo, el bloque B1 careció de manejo silvicultural, mientras que el bloque B2 recibió podas oportunas, optimizando la calidad del rodal con fines maderables. Por otra parte, el diagnóstico socioeconómico mediante encuestas determinó que los ingresos locales provienen de la agricultura tradicional (maíz, hortalizas y papas nativas), evidenciando un nulo aprovechamiento del recurso forestal. Pese a reconocer el potencial del pino para la producción maderera y de hongos simbióticos, la población señaló que la falta de capacitación técnica y talleres de sensibilización limita su explotación. Se concluye que la valoración económica del *Pinus radiata* representa una alternativa viable para diversificar los ingresos familiares, constituyendo un eje estratégico para el desarrollo económico local y la mejora de la calidad de vida en Socos.

Palabras clave: *Pinus radiata*, valoración económica, desarrollo económico, variables dasométricas y Socos.

ABSTRACT

The research was carried out in the Socos district of the department of Ayacucho with the objective of evaluating the economic valuation of pine (*Pinus radiata*) as a driving factor of economic development. The study adopted a mixed approach (qualitative and quantitative) under the conversion criterion, developed in field and office phases. The sample was distributed in two blocks (B1 and B2) with two plots each, evaluating dasometric variables (height, diameter and density per hectare) in 10 specimens per plot. The dasometric results revealed significant differences between plots. The variations in height were associated with the conditions of each site and deficiencies in the installation of the plantation, detecting root curling that limited rooting. Likewise, block B1 lacked silvicultural management, while block B2 received timely pruning, optimizing the quality of the stand for timber purposes. On the other hand, the socioeconomic diagnosis through surveys determined that local income comes from traditional agriculture (corn, vegetables and native potatoes), evidencing zero use of the forest resource. Despite recognizing the potential of pine for the production of wood and symbiotic fungi, the population pointed out that the lack of technical training and awareness workshops limits its exploitation. It is concluded that the economic valuation of *Pinus radiata* represents a viable alternative to diversify family income, constituting a strategic axis for local economic development and improving the quality of life in Socos.

Keywords: *Pinus radiata*, economic valuation, economic development, dasometric variables and Socos.

INTRODUCCIÓN

El total de áreas reforestadas acumuladas a nivel nacional hasta el año 2018 es de 1, 064 386,27 ha, siendo el Cusco la primera Región con la mayor superficie reforestada con 132, 696,31 has. Y el segundo la región Cajamarca con 124, 264,75 ha (SERFOR 2017).

Ayacucho con su territorio accidentado, cuenta con espacios para la actividad de reforestación, a nivel de sus 11 provincias que contempla la región, mediante proyectos que ejecuta el gobierno regional de Ayacucho, dirección regional de Ayacucho, PRONAMACH, AGRORURAL, PESCS, entre otras entidades, vienen realzando la forestación y reforestación en toda la región de Ayacucho.

En el distrito de Socos desde el año 2010 se viene realizando la forestación y reforestación con el apoyo de entidades y el GORE Ayacucho, para ello la Municipalidad de Socos, mediante el proyecto: Instalación de árboles forestales en las comunidades del distrito de Socos - Huamanga – Ayacucho” con la inversión de s/. 2,803,754.26 soles. Para una producción de 800 millares de plantones de pino y eucalipto, para una extensión aproximada de 80 hectáreas.

La evaluación económica de los servicios y productos forestales y de las plantaciones forestales, que ha experimentado avances conceptuales y metodológicos, sobre todo desde la década de 1990, fue el principal énfasis del estudio de Pearce & Morgan (1994). Sin embargo, se ha avanzado relativamente poco en su aplicación al mundo real. Pocas personas en todo

el mundo poseen aún las capacidades necesarias para aplicar las metodologías de valoración económica.

Barrantes (1993) sostiene que, independientemente de que el mercado los valore o no, todos los recursos forestales naturales o las plantaciones forestales pueden ser valiosos y escasos al mismo tiempo. Por lo tanto, la economía de mercado se centra en cosas que pueden producirse, valorarse y explotarse, además de beneficiar directamente a las personas. En consecuencia, sostienen que la búsqueda efectiva de un suministro a largo plazo de bienes y servicios medioambientalmente sostenibles y con demanda es el principal objetivo de la economía de los recursos naturales.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

En las zonas de reforestación de pino (*Pinus radiata*) en la región de Ayacucho, no llevó al respecto estudios sobre la valoración económica del pino en pie ni sobre los hongos que se asocian a estas plantaciones. Esta falta de estudios se debe, en gran medida, a la poca relevancia que se le asigna a la forestación y reforestación, así como a la insuficiente capacitación en temas de concienciación ambiental en nuestra región de Ayacucho.

La forestación y reforestación en Ayacucho se han llevado a cabo gracias a proyectos impulsados por instituciones públicas y privadas, alcanzando así diversas provincias y distritos. Sin embargo, las comunidades campesinas, que son propietarias de las áreas forestadas, desconocen la valoración económica de estas plantaciones. Como resultado, no realizan actividades de mantenimiento, poda, abonamiento ni riego. Este desconocimiento se refleja en la inadecuada realización de las actividades de plantación, lo que subraya la relevancia de tener en cuenta el valor económico de los hongos del pino.

Las comunidades, que son las beneficiarias directas, no cuentan con la capacidad suficiente para un aprovechamiento sostenible de esta especie. Desde la plantación realizada mediante el proyecto impulsado por la municipalidad distrital de Socos en 2012, las plantaciones han cumplido más de 15 años de edad, lo que requiere condiciones de manejo específicas para un mejor aprovechamiento.

El problema ha persistido durante muchos años y continúa siendo un desafío, dado que una cultura menos conservacionista está asociada a la gestión inadecuada de los recursos madereros. La falta de conciencia ambiental en la sociedad, junto con la preocupación exclusiva por elevar la calidad de vida actuales sin considerar el beneficio de las futuras generaciones, agrava esta situación.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Problema principal

¿De qué manera se realizaría la valoración económica del pino (*Pinus radiata*) como factor al desarrollo económico del distrito de Socos - Ayacucho?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cuál es el impacto que se tiene realizando la valoración económica del pino (*Pinus radiata*) como factor al desarrollo económico del distrito de socos - Ayacucho?
2. ¿En qué medida influye la valoración económica del pino (*Pinus radiata*) como factor al desarrollo económico del distrito de socos - Ayacucho?
3. ¿De qué manera será el aporte realizando la valoración económica del pino (*Pinus radiata*) como factor al desarrollo económico del distrito de socos - Ayacucho?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la valoración económica del pino (*Pinus radiata*) como factor al desarrollo económico del distrito de socos – Ayacucho.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Evaluar el impacto social en la valoración económica del pino (*Pinus radiata*) como factor al desarrollo económico del distrito de socos – Ayacucho.

2. Establecer la influencia que se dará al realizar la valoración económica del pino (*Pinus radiata*) como factor al desarrollo económico del distrito de socos – Ayacucho.
3. Establecer los aportes que se dará ala realizar la valoración económica del pino (*Pinus radiata*) como factor al desarrollo económico del distrito de socos – Ayacucho.

1.4. Justificación e importancia de la investigación

1.4.1. Justificación de la investigación

Actualmente, en el departamento de Ayacucho no se han reportado estudios sobre la evaluación monetaria de los recursos forestales. Según Cubbage et al. (2014), la economía forestal proporciona un tercio de la madera industrial, destacando que nuestro país cuenta con una de las mayores extensiones forestales en América Latina. Por ello, es crucial realizar este estudio, considerando la importancia y riqueza de las plantaciones forestales, tanto forestadas como reforestadas. Es esencial realizar un buen trabajo durante la época de plantación, elegir el sistema de plantación adecuado, y seleccionar los lugares ricos en materia orgánica. Además, es importante concienciar a la población beneficiaria sobre el valor económico futuro de estas plantaciones.

La investigación también destaca la baja socialización en el distrito de Socos, lo que limita las capacidades de manejo y el interés en la valoración económica de las plantaciones de pino existentes. Esta falta de aprovechamiento adecuado afecta negativamente a la economía local. Hasta ahora, no se han implementado proyectos o actividades en las zonas forestadas que promuevan el aprovechamiento sostenible y mejoren la economía familiar.

Cubbage et al. (2014) realizaron un estudio que revela que más de una tercera parte de la madera utilizada proviene de plantaciones forestales comerciales a nivel global. Brasil y Chile lideran esta expansión en América

Latina. Sin embargo, la participación de Perú en los productos forestales es inferior al 1%, y su comercio en este sector no es equilibrado. La mayoría de la madera en Perú se obtiene de bosques naturales. Recientemente, ha habido un creciente interés en la silvicultura como un sector clave.

SERFOR (2017), realizó un estudio sobre las plantaciones forestales en Perú, destacando su poca productividad. Esto podría deberse a una gestión forestal inadecuada, al uso de semillas con cualidades malas, a la escasa utilización de técnicas de mejora del suelo y a la ausencia de una normativa clara para la elección de las plantaciones. Según algunas predicciones, la tasa media de crecimiento anual de las plantaciones en la Sierra es de 5 a 7 m³/ha, mientras que en la Selva se estima un aumento de 15 a 20 m³/ha por año. Sin embargo, el uso de semillas y métodos de propagación mejorados ha demostrado que estos rendimientos pueden triplicarse, produciendo clones que, en sus primeros años de crecimiento, generan entre 30 y 45 m³/ha/año en la Selva. Las especies vegetales más comunes en la Sierra son los eucaliptos (*Eucalyptus* spp.), los pinos (*Pinus* spp.) y, en menor medida, el ciprés (*Cupressus* sp.).

En conclusión, la valoración económica en el distrito de Socos permitirá a la municipalidad distrital desarrollar proyectos sociales basados en los resultados obtenidos, especialmente en la valoración económica del pino (*Pinus radiata*). Además, se informará a otras entidades sobre la importancia del tema forestal y su aprovechamiento sostenible.

1.4.2. Importancia de la investigación

Con el aumento de plantaciones forestales, reforestadas a nivel de la región que está en aumento, y por la poca mención, capacitación, desarrollo de talleres de concientización, la investigación de este proyecto contemplará a poder tener la importancia de las comunidades en poder implementar la valoración económica en las plantaciones forestales que se realice, que se realizó.

A lo mencionado el proyecto pretende contemplar la valoración económica a la población del distrito de socos teniendo así una actividad más de las personas y puedan generar un ingreso económico para sus hogares.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Acuña et al. (2020) desarrollaron un estudio en Chile sobre la valoración del bosque en pie de *Pinus radiata* bajo el marco de la Norma Internacional IAS 41. La investigación tuvo como objetivo determinar el valor razonable de plantaciones forestales mediante métodos financieros y de mercado. Los autores concluyeron que la valoración económica de las plantaciones forestales permite optimizar la toma de decisiones empresariales y mejorar la rentabilidad del sector forestal. Asimismo, señalaron que el valor económico del bosque depende de variables como crecimiento forestal, volumen comercial y demanda de mercado, factores que repercuten directamente en el desarrollo económico local. Este antecedente resulta importante para la presente tesis porque demuestra que las plantaciones de *Pinus radiata* constituyen activos económicos capaces de dinamizar economías rurales y regionales.

Urriola, Baral y Wang (2018) realizaron una investigación orientada a analizar la contribución de las plantaciones de *Pinus radiata* al crecimiento económico local del Perú. El estudio utilizó modelos econométricos y análisis estadísticos para evaluar el aporte de la actividad forestal a los ingresos y empleo rural. Los resultados demostraron que las plantaciones forestales generan efectos positivos sobre la economía local mediante creación de empleo, comercialización de madera y fortalecimiento de cadenas productivas. Además, evidenciaron que el manejo sostenible del pino incrementa el valor agregado del sector forestal y mejora las condiciones

socioeconómicas de las comunidades. Este estudio aporta fundamentos teóricos relevantes para comprender la relación entre valoración económica del pino y desarrollo económico distrital.

Navascués y Emerson (2008) investigaron la recuperación genética y sostenibilidad de áreas reforestadas con *Pinus canariensis* en las Islas Canarias, España. La investigación determinó que las plantaciones forestales poseen capacidad de recuperación ecológica y sostenibilidad económica mediante el manejo adecuado del recurso forestal. Los autores sostienen que la conservación y aprovechamiento racional de bosques de pino permiten generar beneficios económicos permanentes y fortalecer el desarrollo territorial sostenible. Este antecedente es relevante porque relaciona el manejo forestal sostenible con beneficios económicos de largo plazo.

Carvajal et al. (2025) desarrollaron un estudio sobre crecimiento y manejo silvicultural de plantaciones forestales en Ecuador. La investigación concluyó que la adecuada gestión forestal incrementa el volumen comercial de madera y mejora la rentabilidad económica de las comunidades rurales vinculadas al sector forestal. Además, demostraron que las plantaciones forestales constituyen una alternativa económica sostenible para zonas rurales con limitadas oportunidades productivas. Este antecedente guarda relación con la presente tesis al evidenciar que la actividad forestal puede convertirse en motor del desarrollo económico local.

Palaghianu (2016) analizó los procesos de regeneración forestal desde perspectivas estadísticas y de gestión sostenible. El estudio concluyó que la regeneración y manejo técnico de bosques permiten mantener la productividad económica del recurso forestal en el largo plazo. Asimismo, se destacó que el aprovechamiento sostenible de plantaciones forestales favorece la estabilidad económica y ambiental de las comunidades rurales. Este antecedente contribuye teóricamente a la comprensión de la sostenibilidad económica del recurso forestal.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Chilón (2024) evaluó la influencia de las intervenciones silviculturales en la valoración económica de plantaciones de *Pinus patula* en Cajamarca. La investigación concluyó que las prácticas de poda y raleo incrementan significativamente el valor económico del volumen comercial de madera. Asimismo, determinó que el manejo forestal adecuado mejora la rentabilidad y sostenibilidad económica de las plantaciones. Este estudio se relaciona directamente con la presente investigación porque demuestra que la valoración económica del pino influye en el aprovechamiento eficiente del recurso forestal.

Inoñan (2014) realizó una investigación sobre valoración económica de bienes y servicios ambientales de ecosistemas de *Pinus patula* en Cutervo. El estudio evidenció que las plantaciones forestales generan ingresos económicos mediante producción de madera, leña, hongos comestibles y captura de carbono. Además, concluyó que la actividad forestal representa una alternativa económica sostenible para las poblaciones rurales. Este antecedente es relevante porque relaciona la valoración económica del bosque con beneficios económicos y ambientales.

Estela (2022) investigó la valoración económica del volumen maderable de especies forestales en sistemas agroforestales de San Martín. Los resultados demostraron que las especies forestales poseen alto potencial económico y representan fuentes importantes de ingresos para productores rurales. Asimismo, se concluyó que la valoración económica forestal contribuye a optimizar la gestión sostenible de plantaciones. Este antecedente aporta bases metodológicas para la valoración económica del *Pinus radiata*.

Arone (2019), en la investigación denominada “Modelo alométrico y la estimación de captura de carbono de las especies *Eucalyptus globulus* y *Pinus radiata*, y su valoración económica, en la zona sur de Ayacucho – Perú, 2018”, realizada en la Universidad Peruana Unión, tuvo como objetivo estimar la captura de carbono y determinar el valor económico de las especies forestales

Pinus radiata y *Eucalyptus globulus*. La metodología utilizada consistió en la aplicación de modelos alométricos para calcular biomasa forestal y captura de carbono, complementándose con métodos de valoración económica ambiental. Los resultados demostraron que el *Pinus radiata* posee alta capacidad de captura de carbono y un importante valor económico derivado de los servicios ambientales y del aprovechamiento forestal. El estudio concluyó que las plantaciones forestales representan alternativas económicamente sostenibles para las comunidades rurales de Ayacucho, debido a los beneficios ambientales y económicos que generan.

Lihua (2024) determinó el valor económico de madera en pie y del suelo forestal en plantaciones de capirona en Tingo María. Los resultados indicaron que la valoración económica permite estimar la rentabilidad forestal y optimizar el manejo sostenible de plantaciones. Además, se concluyó que la actividad forestal constituye una alternativa viable para el desarrollo económico rural. Este antecedente aporta metodología aplicable a investigaciones de valoración forestal.

2.1.3. Antecedentes locales

Velarde (2019), en su investigación titulada “Evaluación de la característica estructural del rodal de *Pinus radiata*, Centro Poblado de Putacca, Vinchos, Ayacucho, 2017”, desarrollada en la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, tuvo como objetivo determinar las características estructurales y dasométricas de las plantaciones de *Pinus radiata* para identificar su potencial productivo y económico. La metodología empleada fue de tipo descriptiva y de campo, aplicándose inventarios forestales y mediciones de diámetro, altura y densidad de árboles mediante técnicas dasométricas. Los resultados evidenciaron que las plantaciones de *Pinus radiata* presentan un adecuado crecimiento y adaptación a las condiciones climáticas de Ayacucho, mostrando un importante potencial para la producción maderera y aprovechamiento económico. El autor concluyó que el manejo forestal sostenible incrementa el valor económico del bosque y

contribuye a generar ingresos económicos y empleo rural en las comunidades altoandinas.

Urriola et. al (2018), en el estudio titulado “Local contributions of forests to economic growth of Peru: A case of *Pinus radiata* plantations”, tuvieron como objetivo analizar la contribución económica de las plantaciones forestales al crecimiento económico local en el Perú, incluyendo zonas de Ayacucho. La metodología empleada fue cuantitativa, utilizando análisis estadísticos y modelos econométricos para evaluar el impacto económico de las plantaciones forestales en comunidades rurales. Los resultados evidenciaron que las plantaciones de *Pinus radiata* generan empleo, incrementan ingresos familiares y dinamizan las actividades económicas rurales. Los autores concluyeron que el manejo sostenible de las plantaciones forestales contribuye significativamente al desarrollo económico y a la reducción de la pobreza rural.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Valoración económica

Para continuar, es importante destacar que la gestión y evaluación del capital forestal se centra en los aspectos económicos y beneficios ambientales y sociales que proporcionan los bosques. La valoración económica debe incluir consideraciones sobre la biodiversidad, la preservación del suelo, la regulación del clima y el suministro de agua, entre otros servicios ecosistémicos.

Además, la implementación de prácticas de manejo sostenible es crucial para asegurar que los recursos forestales se utilicen de manera eficiente y responsable. Esto implica la adopción de técnicas de silvicultura que promuevan la regeneración natural, el uso de especies nativas y la minimización del impacto ambiental.

La implicación activa de las comunidades locales en la administración forestal también es fundamental. Involucrar a los habitantes en la participación

de toma de decisiones y en las actividades de manejo puede mejorar la sostenibilidad de los proyectos forestales y asegurar que los beneficios económicos se distribuyan equitativamente.

Finalmente, es esencial desarrollar políticas y marcos regulatorios que apoyen la valoración y gestión sostenible de los recursos forestales. Esto incluye incentivos para la conservación, programas de certificación forestal y mecanismos de financiamiento que faciliten la inversión en proyectos de reforestación y manejo sostenible.

En resumen, la valoración económica de los recursos forestales debe ser un proceso integral que considere tanto los beneficios monetarios como los no monetarios, y que promueva prácticas de manejo sostenible y la participación comunitaria para asegurar la conservación y el uso responsable de los bosques.

2.2.2. *Madera en pie*

La madera en producción con fines maderables contempla la comercialización del producto valorizado desde la base hasta el nivel que sea netamente comercial.

Lozano (2018), menciona que este concepto se refiere al número árboles vivos en un que superan un determinado diámetro a la altura del tronco. Desde la base del árbol o tocón hasta un diámetro específico en la parte superior, el tronco se incluye en esta medición, que a menudo se expresa en metros cúbicos (m³). También pueden incluirse las ramas que excedan un diámetro mínimo.

2.2.3. *Valor económico de la madera en pie*

La estimación económica de la madera no cortada es casi nula y en ocasiones negativa. La cotización de la madera para los negociantes y el menor importe pagado por las concesiones forestales sirven de base a esta

afirmación; lo único que impide que alcance relevancia económica es el coste total de todos los gastos asociados (Navas, 2002).

Los responsables del mantenimiento de los recursos forestales, que deben asignarles un valor que beneficie a los propietarios de las plantaciones forestales, están preocupados por el declive o la inexistencia de este valor a varios niveles. Dado que la madera es una alternativa más deseable que los artículos no madereros, se trata de producir cierta cantidad y calidad de madera (Navas, 2002).

2.2.4. Técnicas para valorar una plantación

Tal como existe diferentes métodos para poder medir la cantidad de forestales por ha. Las mediciones de altura de las plantaciones, también existe también existe diferentes metodologías para la valoración económica en forestales.

Dixon et. al (1988), detallan métodos de evaluación basándose en:

- Los que emplean indicadores directos del mercado o variaciones en la productividad.
- Los que emplean precios de mercado de productos o servicios adicionales o alternativos.
- Los que aplican valores específicos bajo circunstancias hipotéticas o aleatorios.

a) Método de precios directos del mercado

Gregersen et. al (1997) afirman que el intercambio de bienes en el mercado determina los precios de mercado o de cambio. El precio fijado en el mercado cuando se utiliza una moneda para la transacción se denomina valor de mercado.

Los precios se fijan en etapas posteriores del proceso de producción y distribución, determinando así el valor de ciertos productos. La madera se valora bajo el principio de que su valor al retirarla del mercado es inferior al

valor restante después de deducir Los gastos de fabricación, traslado y entrega (Gregersen et al., 1997).

En el caso de algunos productos, el recorrido desde el punto de venta hasta el cliente final puede involucrar múltiples transacciones de mercado. Todos estos valores intermedios de mercado están estrechamente relacionados con el precio final determinado para el producto terminado y el valor del producto en cada fase podría ser una parte residual del valor de la fase siguiente. (Gregersen et al., 1997).

Para determinar los precios, es esencial considerar la utilidad que tendrá en el mercado o los fines específicos, tomando en cuenta las prioridades y necesidades del consumidor primario. Además, se deben tener en cuenta la excelencia y el acabado de la madera para establecer precios directos en el mercado pudiente.

b) Método indirecto de estimación del mercado

Para la determinación de la estimación indirecta en el mercado se toma distintos aspectos como la competencia para contemplar los precios mínimos y máximos, para ello también se mencionan los siguientes.

- Valor de las elevaciones en la producción.
- Precios remplazo
- Costo de beneficio.
- Costo de reposición o costo prevenido
- Presupuesto de traslado

c) Método, procedimiento de conversión

Ortuño et al. (2007), el factor de conversión es otro nombre para el procedimiento de conversión, el cual permite que cada fracción sea igual a la unidad. Este método consiste en multiplicar por una o varias fracciones donde el denominador y el numerador reflejan valores equivalentes en diferentes unidades de medida. Exceptuando la regla de tres, este es un método muy potente para cambiar de unidad y resolver problemas sencillos.

La conversión de una unidad en otra se conoce como conversión de unidades. En este proceso se utilizan factores de conversión y tablas de conversión muy útiles. Para obtener otra medida comparable con unidades diferentes, basta con multiplicar por una fracción (factor de conversión).

Una conversión de unidades implica expresar una determinada magnitud que se encuentra en una unidad específica, en otra que pertenezca a la misma unidad de medida o en otra. Para lograrlo, es imprescindible entender las correspondencias entre las unidades relacionadas.

2.2.5. Volumen de madera

Las mediciones dasométricas de los árboles en pie ofrecen una estimación de su producción maderera basada en la unidad de medida (pies tablares, metros cúbicos), que difiere del valor obtenido tras la tala de la plantación (Devia, 2001).

a) Determinación del volumen de madera en pie

Para conseguir los volúmenes, es crucial seleccionar adecuadamente los árboles, con el fin de recopilar información precisa para la tabla de conversión volumétrica. Con el objetivo de abarcar la mayor variabilidad posible de diámetros, alturas y formas en la región de investigación, es necesario elegir árboles de todos los tamaños y dimensiones al azar (Gregersen et al., 1997).

Se aconseja tomar muestras de un mínimo de 100 árboles de toda la región a investigar. Esta muestra, en la medida de lo posible, debería incluir árboles de las distintas clases de diámetro, basado en el diámetro de corte más pequeño. Implementar operaciones de extracción forestal legalmente permitidas (concesionarios, comunidades y propiedades) es una manera efectiva de lograr esto. Por tanto, es aconsejable decidir estadísticamente la cantidad de árboles que se deben seleccionar para el muestreo, teniendo en cuenta las condiciones particulares de cada lugar (Cailliez, 1980).

b) Funciones del volumen

Devia (2001) señala que es esencial estimar los atributos detallados de un pozo, especialmente en áreas de difícil medición, resultando imperativo realizar dichas estimaciones en pie. Por ejemplo, es común que interese evaluar el volumen útil de una sección específica o del pozo en su totalidad. Dado que medir directamente estos atributos puede ser costoso, a menudo es más rentable generar una estimación precisa. Las funciones deben considerar lo siguiente:

- La elección de los árboles para las medidas de la tabla de conversión volumétrica.
- En la medida de lo posible, incluya árboles de las distintas clases diamétricas (CD) en función del tamaño de la región a investigar.
- Para determinar estadísticamente la cantidad de árboles que hay que muestrear se tienen en cuenta las condiciones de cada país o las citas de los escritores.
- Recoger datos de cada árbol elegido para determinar su volumen real.
- Calcular la cantidad de madera en pie basándose en la altura comercial y el DAP.

c) Tipos de volumen a medir en el árbol

Para la medición de volumen existen diferentes tipos de medición según las características que presentan cada una de ellas.

Tipo de producto

- El volumen comercial total, expresado en unidades cúbicas, representa la cantidad combinada con otras porciones de árboles que pueden utilizarse para la fabricación, la cantidad de madera maciza en pie utilizada como producto maderero de diversos productos, tales como pulpa de papel y cartón.
- El volumen comercial aprovechable, que se suele expresar en metros cúbicos, es la cantidad de madera que se puede cosechar

como materia prima para un producto comercial específico a partir de madera en pie, suponiendo que haya residuos en el momento del aserrado en el lugar donde se cosechan los árboles.

2.2.6. Variables para determinar el valor de madera en pie

a) Volumen de madera en pie medido.

Siguiendo el método sugerido por Murillo et al. (2004), se determinará el volumen comercial total de madera en no talada utilizando los datos de diámetro a la altura del pecho (DAP), altura comercial y factor de forma:

$$VCT = \frac{DAP * \pi}{4 * HC * Ff}$$

Donde:

VCT = Volumen comercial Total (m3)

DAP = Diámetro a la altura del pecho (cm)

Ff = Factor de forma (0.50)

HC = Altura comercial (m)

En esta investigación se empleará un factor de forma de 0,50 de acuerdo con un trabajo de Lozano (2018) sobre el cálculo de la proporción y el factor de forma para las especies de (***Pinus radiata***) en la región Cajamarca.

b) Cantidad de madera utilizable para fines comerciales.

A partir de un índice de utilización que representa el volumen utilizable real, se determina la cantidad económicamente utilizable. El volumen comercialmente aprovechable se calcula a partir del volumen comercial global, teniendo en cuenta la pérdida de madera resultante de la tala y cubicación de los árboles en la zona de aprovechamiento.

Campos y Chuquicaja (1988), se utiliza la siguiente fórmula para determinar el volumen comercialmente utilizable:

$$VCA = VCT * CA$$

Donde:

VCA = Volumen comercial aprovechable (m³)

VCT = Volumen comercial (m³)

CA = Coeficiente de aprovechamiento para el estudio se empleará 0.285 (CORPOAMAZONIA 2009).

c) Evaluación del valor de los árboles no talados

Ortuño et al. (2007) La relación entre la oferta y la demanda establece el precio final de la madera no talada. Para determinar su valor se suele utilizar el valor residual, que es la diferencia entre el valor de los productos transformados y los gastos relacionados con la tala y la transformación. Se debe utilizar la siguiente fórmula:

$$S = V - C - M$$

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: Dado que el valor se basa en la inversión necesaria para transformar la madera en rollo o en la contribución realizada por el sector transformador, es sencillo de calcular.

C: Para calcular los costes es necesario conocer a fondo todos los intrincados procesos que intervienen en la recolección y el transporte de la mercancía hasta los puntos de venta; del mismo modo, para establecer las cantidades fijas de estos costes se utilizará información sobre el volumen comercial aprovechable computado en la plantación forestal objeto de la investigación (Ortuño et al., 2007).

M: Según Ortuño et al. (2007), el margen riesgo-beneficio para las frondosas utilizado en diversas investigaciones debería ser del 18%.

d) Estimación del valor económico total

El valor económico total de una plantación se estimará utilizando las cifras del volumen aprovechable comercialmente en metros cúbicos y el precio de mercado de la madera por especie (Murillo et al., 2004).

$$VET = V * PM$$

Donde:

VET = Valor económico total (S/.)

V = Volumen (m³)

PM = Precio de mercado

2.2.7. Pautas de evaluación

Debido a que es complicado interpretar una valoración sin conocer el propósito para el cual se ha realizado, es crucial identificar el objetivo que se pretende alcanzar, es decir, la característica económica que se busca valorar, para llevar a cabo un proceso de valoración económica (Ortuño et al., 2007).

2.2.8. Criterios de valoración

Conocer el objetivo de la valoración, es decir, el aspecto económico que se quiere valorar, es esencial para llevar a cabo un proceso de valoración económica porque establece los estándares reconocidos de valoración, que son una serie de conceptos de evaluación diversos más que una mera colección de métodos. Los más conocidos y apreciados son:

a) Valor de mercado

El objetivo de la valoración de activos es determinar el precio que resulta del valor de mercado del activo o del Balance entre la oferta y la demanda.

b) Valor del coste de producción

En la valoración de los bosques, donde es habitual evaluar solamente los gastos de fabricación (uso de la tierra, semillas, fertilizantes, mano de obra, energía, etc.), este criterio es especialmente importante porque da cuenta de los costes de creación de un producto.

c) Valor de transformación

El valor de transformación es el valor asignado a un bien que se transforma en otro mediante un proceso de transformación. Por ejemplo, si el tablón se transformara en tablones de madera para tartas el precio de mercado de la tabla menos los gastos de transformación equivaldrían al valor de la madera para tartas.

2.2.9. Normas para calcular el número de muestras necesarias

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).

2.2.10. Evaluación de terrenos forestales

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.

Petriceks (1989) 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.

2.2.11. 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 (*Pinus radiata*), 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.

a) Altura

Una de las características más importantes que se evalúa en una especie es la altura (h). La altura puede medirse cualitativa o cuantitativamente según interese. Aunque puede medir hasta ocho metros de altura, la regla telescópica es una de las herramientas más precisas. Otras herramientas mucho más precisas que pueden medir cualquier altura son el clinómetro Suunto, la pistola Haga, el nivel Abney y el hipsómetro Christen (Roman de la Vega et al. 1994).

- ✓ **Altura total:** Es la separación entre el pico y el suelo de la copa de un árbol. Se emplea para estimar la altura dominante y el índice de emplazamiento, el volumen total y el crecimiento del árbol.
- ✓ **Altura comercial:** La altura vertical, evaluación desde la base del árbol hasta el diámetro más pequeño de la copa, entre la superficie y la sección comercial final del tronco necesario para la recogida (Bown 1998). Para calcular la altura comercializable en la plantación investigada se tuvieron en cuenta los datos de la cosechadora hasta un grosor de unos cinco metros.

b) 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 cinta métrica mide el perímetro a partir del cual se puede calcular el diámetro, mientras que las pinzas miden el diámetro directamente (Gregersen et al., 1997).

2.2.12. Red comercial y composición de costos

Tanto madera procedente tanto de cultivos como de bosques naturales se ven afectadas; estas últimas están destinadas a cubrir los gastos de producción, tala y otros, pero esto sólo es práctico si los gastos de tala son inferiores a los de la madera forestal. Al principio de la comercialización, el precio de la madera sólo incluye los costes de extracción; después, el valor de la madera aumenta a medida que se añaden los costes (Devia, 2001).

2.2.13. *Pinus radiata* (Pino)

a) Descripción de la especie

El *Pinus radiata*, originario de una pequeña región aislada en la costa pacífica de norteamérica, se ha convertido en un árbol maderero valioso. Por esta razón, ahora se cultiva en áreas alejadas de su hábitat natural, incluyendo las islas mexicanas de Guadalupe y Cedros, así como en los condados de Monterey, San Luis Obispo y Santa Cruz en California.

Prefiere condiciones húmedas y cálidas o templadas, pudiendo resistir temperaturas de hasta -12 °C ocasionalmente, aunque no soporta inviernos extremadamente fríos. A pesar de tolerar hasta cuatro meses de sequía estival, la especie prefiere entre 800 y 1.700 mm de precipitaciones anuales.

Ha sido adoptado en Europa, Nueva Zelanda, Chile, Brasil, Colombia, Sudáfrica y el suroeste de Australia. Las mayores plantaciones, que representan más del 60% de toda la superficie plantada, se encuentran en Chile y Nueva Zelanda (ADEFOR, 2005).

Por su notable excelencia de la madera y su veloz desarrollo, que da beneficios en cuestión de años, es una especie esencial para la industria. Su madera es bastante versátil y puede utilizarse para fabricar madera aserrada, tableros aglomerados, pasta de papel y vajillas metálicas, entre otros usos.

b) Descripción botánica

Reino	: Plantae
División	: Pinophyta
Clase	: Pinopsida
Orden	: Pinales
Familia	: Pinaceae
Género	: Pinus
Especie	: <i>Pinus radiata</i>

Pino chino, llorón mexicano, colorado, (***Pinus radita***), ocote macho y pino xalocote son algunos de los nombres que recibe el pino (***Pinus radiata***) en Perú en su área de distribución natural. (Missouri, 2014).

Sáenz et al. (2011) afirman que (***Pinus radita***) es un imponente árbol que puede crecer hasta 40 metros de altura y 180 cm de diámetro en ejemplares que se encuentran en grandes puertos. Es cónica en gran parte de su longitud y cilíndrica en su base. La corteza es roja y escamosa, especialmente en la parte superior del tronco. Inicialmente lisa y carmesí en los árboles jóvenes, la corteza se vuelve oscura, rugosa y escamosa con el tiempo. Los brotes son de un marrón rojizo pálido y algunos son glabros. Las ramas largas y colgantes se extienden en la copa. Esta especie desarrolla un sistema radicular profundo, robusto y vital.

c) Necesidades ambientales

Clima

La (***Pinus radita***) requiere un clima frío (12-18°C) y 1.000-2.000 mm de precipitaciones anuales. Aunque la temperatura mínima puede descender hasta -10°C, la máxima debe ser de 29°C (CONIF. 1998).

Suelo

Ospina et al. (2011), prefieren suelos franco-arenosos, profundos, húmedos, fértiles y bien drenados, con un pH neutro o ácido. por encima de las franco-arcillosas.

d) Zona de vida

Se forma en elevaciones entre 1.600 y 3.200 metros sobre el nivel del mar. Su gran capacidad de adaptación en muchos países tropicales y subtropicales le ha valido un amplio reconocimiento. Crece en las formas vegetales de tierras bajas montanas muy húmedas (brnh-MB) y bosque húmedo (bh-MB) (CONIF, 1998).

e) Hongos del pino

Origen

La *Auricularia auricula* fue la primera seta cultivada en China, en el año 600 d.c.. La especie se cultivaba en troncos, y otros como *Lentinula edodes* (1000 d.C.) y *Flemmulina velutipes* (800 d.C.). Hacia 1600, sin embargo, *Auricularia auricula* se cultivó en sustratos compostados en Francia, lo que representó el avance más significativo en la producción del hongo. (Chang, 1980).

Debido al significado ritual atribuido al hongo, que es evidente en numerosas crónicas y narraciones producidas a lo largo de los siglos XVI y XVII, los españoles estaban algo interesados en documentar la ingesta del hongo cuando llegaron por primera vez a América (Dubovoy, 1968).

Las estructuras reproductivas de los hongos grandes que se cultivan comercialmente y que tanto las personas como los animales pueden comer se denominan «hongos comestibles». Se cree que un pequeño número de las más de 2000 especies de setas comestibles -de las cuales unas 25 especies están generalmente aceptadas para el consumo humano- se cultivan principalmente con fines comerciales, entre ellas *Agaricus bisporus*, *Lentinula edodes*, *Flemmulina velutipes*, *Volvariella volvacea* y *Pleurotus ostreatus* (Chang, 1980).

El cultivo de setas está ganando popularidad y se ha convertido en un cultivo agrícola de gran importancia a nivel mundial. Se estima que, en 1999, la producción global de setas comestibles alcanzó aproximadamente 7 millones de toneladas métricas.

De acuerdo con Arrúa, J. et al. (2007), China lidera la producción, exportación y consumo de setas a nivel mundial.

Descripción botánica

Reino	: Fungi
División	: Basidiomycota
Clase	: Agaricomycetes
Orden	: Boletales
Familia	: Boletaceae
Género	: Boletus
Especie	: <i>Boletus edulis</i>

Esta seta tiene una forma distintiva que recuerda a un corcho de cava. Su color es sombrío, más oscuro que el resto, con un borde notablemente más claro; empieza siendo blanca y se oscurece gradualmente. La cutícula es lisa y viscosa cuando está húmeda. Los tubos himeniales son largos, libres y fáciles de separar del sombrero. Primero son pálidos y posteriormente amarillo-oliva, sin adquirir tonalidades azules. Los poros comienzan cerrados y finos, y luego se vuelven blancos o blanco grisáceos, amarillos y finalmente verdes. La corona pasa de ser semiesférica a convexa y finalmente convexo-plana, siendo sólida y carnosa. El pie, que al principio es ventrudo, se vuelve cilíndrico con el tiempo, y es robusto, grueso, lleno y sólido, de color blanco o marrón claro, con un retículo blanco en la parte superior.

Identificado originalmente como *Boletus luteus* por Carl Linnaeus en 1753, el *Suillus luteus* (también llamado gato resbaladizo, babosillo, bolete anillado, callos y seta) se clasifica ahora en una familia aparte.

En 1796, el naturalista francés Henri François Anne de Roussel la clasificó como especie tipo del género *Suillus*.

f) Composición química

Los cuerpos fructíferos del *Boletus edulis* poseen 500 mg de ergosterol y ergotioneína por cada 100 g de hongos secos. Además de alcaloides y polifenoles como el ácido rosmarínico, también contienen ácidos orgánicos como el oxálico, cítrico, málico, succínico y fumárico.

Alrededor de 100 componentes, incluidos ácidos grasos y ésteres, se encuentran entre las sustancias químicas aromáticas que dan a las setas *B. edulis* su olor característico. El componente más común encontrado en las setas crudas en una investigación sobre compuestos aromáticos se encontró la 1-octen-3-ona, y tras el secado, las pirazinas tuvieron un mayor impacto aromático y una mayor concentración.

Aportan minerales como selenio, magnesio, zinc, potasio, yodo, calcio y fósforo, además de vitaminas C, A, ácido fólico y del complejo B; fibra que aumenta la sensación de saciedad y ayuda al tránsito intestinal; y proteínas que contienen aminoácidos vitales. No contienen grasas ni sal.

g) Habitat y distribución

Los cuerpos fructíferos de *Boletus edulis* pueden desarrollarse de forma solitaria o en pequeños grupos de dos o tres. Este hongo se encuentra principalmente en áreas con pinos (*Pinus spp.*), abetos (*Picea spp.*), cicutas (*Tsuga spp.*) y abetos (*Abies spp.*), aunque también se asocia con castaños, chinquapin hayas y *Keteleeria spp.* En California, los porcini se han recolectado en diversos tipos de bosques, entre los que se incluyen bosques mixtos de montaña de gran altitud, sabanas y robledales secos de interior y bosques costeros, 13 a 3,5 metros (11,5 pies) sobre el nivel del mar.¹⁴ Están muy extendidos en matorrales del noroeste de España dominados por las especies de rosas *Halimium lasianthum* y *Cistus ladanifer*. Son especialmente apreciados en la zona suroccidental del suroeste de Francia, donde se conocen como cèpe de Bordeaux, en honor a la ciudad de la que procede hacia el norte y el extranjero.

La distribución global del *Boletus edulis* abarca desde zonas templadas frías hasta regiones subtropicales. Está ampliamente distribuido en Norteamérica, llegando al sur hasta México, y en Europa, extendiéndose desde el norte de Escandinavia hasta los límites de Grecia e Italia. Este hongo tiene estatus de IGP y es muy conocido en el barrio de Borgotaro de Parma,

Italia. En Europa, su distribución llega al sur hasta Italia y Marruecos, y al norte hasta Escandinavia. Se encuentra en el Tíbet, la meseta de Yunnan-Guizhou y el noreste de Heilongjiang en China. En los bosques indios de Arunachal Pradesh y en el Parque Nacional Sagarmatha de Nepal, se ha observado creciendo bajo Pinus y Tsuga. También se ha documentado en los bosques del noroeste de Irán, en Asia occidental.

Aunque a menudo no se tiene en cuenta o se infravalora (FAO), la producción de setas comestibles en selvas y matorrales es uno de los principales recursos forestales no madereros. Esto demuestra que otros productos forestales, como las setas comestibles, son más valiosos que la madera, que a menudo carece de valor si se compara con los ingresos que se pueden obtener de ellos (Oria 1989, 1991).

Dada la importancia de la producción de *Suillus luteus*, la población local, regional y nacional puede beneficiarse del consumo de este producto no maderero procedente de las plantaciones de pinos debido a su alto valor nutritivo, así como exportarse a importantes mercados internacionales para mejorar el estatus socioeconómico de quienes residen en las zonas rurales de esta provincia.

h) Características de los hongos de pino

Características micológicas

Volva. Algunas setas tienen una configuración de copa en la parte inferior de sus cuerpos fructíferos que está formada por los restos del velo global, la estructura de la que deriva. Debido a su facilidad de observación, esta característica es crucial para la identificación de las setas silvestres. Dado que suele indicar siempre que el hongo es miembro de la familia Amanitaceae, también es relevante desde la perspectiva taxonómico. Dado el gran número de especies peligrosas en esta familia, esto es particularmente crucial.

Dado que la volva suele estar parcial o totalmente enterrada en el suelo, es importante buscarla para identificar el hongo. Sin saber si la volva está presente, intentar identificar el hongo después de haberlo sacado del suelo puede resultar en un error mortal.

Estipe. El píleo, también conocido como sombrero, es la parte superior del cuerpo fructífero de un hongo Basidiomycota se apoya en el pie. El tejido himenial fértil permanece bajo el pícelo, mientras que el estipe, como todos los tejidos fúngicos, está formado por tejido hifal estéril. Sin embargo, en ocasiones el himenio ocupa una parte del estípote y se extiende más allá del pícelo. Los estípite son hongos que tienen estípote.

Un mecanismo eficaz de dispersión de las esporas suele ser la ventaja evolutiva de poseer un estipe que eleva el himenio.

Las esporas de un hongo elevado se liberarán más fácilmente a los animales que pasen o a las corrientes de aire.

Numerosas características de los estipes se emplean como rasgos taxonómicos para identificar con precisión el hongo que los crea. Estos rasgos consisten en:

- La textura del estipe (duro, coriáceo, quebradizo, peludo, fibroso, etc.).
- Si el velo parcial (también conocido como volva, anulus, cortina o velo universal) es permanente o no.
- Si muchos hongos tienen estipes unidos cerca de la base.
- Sus dimensiones y su forma general.
- Si se propaga bajo tierra como rizoma o raíz.

Cuando se recolectan setas con fines culinarios, deben identificarse cuidadosamente, lo que significa que deben conservarse todas sus características. La seta debe retirarse cuidadosamente del suelo, sin cortarla nunca a ras de tierra.

Anillo. Una vez que el velo parcial se rompe para exponer las laminillas u otra superficie de esporulación, el anillo es lo que queda. Este anillo puede ser delicado como una telaraña o grueso y membranoso, siendo conocido este último tipo como cortina. Los anillos pueden ser permanentes, manteniéndose como una característica distintiva en las setas maduras, o pueden desaparecer poco después de que la seta emerge, dejando quizás un pequeño remanente llamado «zona anular» en el pie. Esta zona suele ser considerada la más sabrosa en las especies de setas comestibles.

Las distintas formas de los anillos pueden ser cruciales para determinar el tipo de hongo. A continuación, se enumeran las más notables:

- Pendular: colgante o como una falda.
- Acampanados: se extienden desde el pie hacia fuera.
- Envainado: el pie está abierto hacia arriba.

Himenio. Esta estructura consiste en tubos adnatos de color limón o amarillo pálido, que en ocasiones pueden ser ligeramente decurrentes. Los tubos pueden alcanzar una longitud de hasta 12 mm. Los pequeños poros de forma angular que se forman en los tubos se vuelven cada vez más prominentes con el tiempo. Estos poros suelen tener un color más intenso o similar al de los tubos, y eventualmente desarrollan tonalidades más oscuras, oliváceas. Esta tonalidad no se ve afectada por el roce. (Ficha Micológica de Asociación Micológica el Royo).

Lamina. Algunos hongos tienen estructuras en forma de láminas debajo de sus sombreros, que actúan como superficies himeniales en el cuerpo fructífero. En los agáricos, estas láminas son las más comunes, aunque no son exclusivas de este grupo. No todas las personas del orden Agaricales presentan láminas, pero estudios más detallados han revelado un mayor número de especies de hongos con himenóforos laminares. Se desconoce si las estructuras laminares se originaron por separado o de forma

cooperativa, o si Es un ejemplo de evolución convergente. Hay otros tipos de setas que tienen laminillas:

- El orden Russulales incluye los géneros Russula y Lactarius.
- Varios géneros del orden Boletales, como Paxillus y Gomphidius
- Chroogomphus, Tapinella atrotomentosa, Hygrophoropsis aurantiaca

Píleo. Es el término preciso para designar el sombrero de un basidiocarpo o ascocarpo (cuerpo fructífero de un hongo) que sostiene el himenio, que es la superficie que contiene las esporas. Los píceles pueden tener formas muy variadas y, a medida que el hongo se desarrolla y crece, sus formas también pueden alterarse. Las formas de píceles convexos o semiesféricos son las más frecuentes. A medida que envejecen, los píceles convexos suelen seguir expandiéndose hasta que hasta que se vuelven completamente planos.

Adoptan una forma totalmente plana. Los pílices convexos se observan en muchas especies conocidas.

i) Características anatómicas

✓ Propagación de hongos

Entre las más de 25.000 especies de basidiomicetos hay tizones, royas, amanitas y hongos. Como su nombre indica, crecen desde un basidio, el cual es una célula hifal grande y alargada, salen cuatro basidiosporas. Las basidiosporas crecen fuera del basidio, como puedes ver. Si el medio es adecuado, crean nuevos micelios después de liberarse. El micelio hifal multicelular de la planta constituye su cuerpo vegetativo. Durante todo el ciclo de vida de los basidiomicetos, no hay células móviles. (Viljee, C. 1997).

✓ Usos

A corto plazo, el cultivo de setas comestibles puede beneficiarles más económica y nutricionalmente que otros cultivos, ya que les

permite producir grandes cantidades en una superficie comparativamente pequeña, liberando recursos de tierras y maximizando el aprovechamiento de la energía y el agua. Además, disminuye la presión sobre las especies de hongos comestibles nativos de los bosques locales. El cultivo de setas es una práctica sostenible y respetuosa con el medio ambiente (Néstor Naranjo Jiménez, 2002).

✓ **Alimento**

De las 14.000 especies de hongos identificadas, aproximadamente 3.000 se consideran comestibles. Hasta ahora, solo se han cultivado 200 de forma experimental, 60 con fines comerciales y 10 para uso industrial (Chang, 1980).

En la prehistoria, la alimentación del hombre se basaba principalmente en frutas plantas silvestres, granos, tubérculos, hierbas y hongos. La explotación de las setas ha aumentado significativamente en el último siglo, coincidiendo con la expansión de los métodos de cultivo lucrativos de diversas frutas y verduras (Steineck, 2007).

En términos relativos, las setas son bajas en calorías y proporcionan una sensación de saciedad inmediata, lo que las hace muy recomendables para el estilo de vida actual. Las setas son consideradas "carne de monte" debido a su alto contenido en proteínas, notable entre las verduras y solo superado por el de las legumbres (Steineck, 2007).

✓ **Medicinal**

Tiene potentes efectos antitumorales y anticancerígenos, como la mayoría de las setas. En España se utiliza desde hace mucho tiempo para curar el lumbago y los dolores musculares.

Según los estudios, podrían ser útiles en la fabricación de medicamentos utilizados para tratar cánceres específicos. Más investigaciones sobre estos hongos ayudarán a identificar su posible uso en la prevención médica como auxiliares de una dieta sana.

✓ **Nutricional**

Dependiendo de la especie, el sustrato y el método de cultivo, el contenido proteínico de las setas puede variar entre el 20% y el 40% de su peso seco. Gracias a su alto contenido en proteínas, las setas superan a la mayoría de las frutas, verduras y hortalizas que consumimos diariamente. Dado que se necesita 21 aminoácidos esenciales en su dieta diaria para mantener un cuerpo saludable y nutrido, la excelente calidad de las proteínas de las setas se debe a su alto contenido en aminoácidos esenciales (16-21 aminoácidos), indispensables para una adecuada nutrición (López, 1992).

Estas setas no solo son deliciosas, sino también fáciles de digerir. Además, son beneficiosas para la salud, ya que contienen vitaminas como la piridoxina, riboflavina y tiamina (Moreno 1990, Calvo & Leónides, 1994). Debido a que las proteínas de las setas contienen todos los aminoácidos esenciales, actualmente se consideran un complemento alimenticio de alto valor nutritivo.

Además de su bajo contenido en grasas, estas setas son ricas en vitaminas, minerales, fibra y carbohidratos. En peso seco, contienen entre un 57% y un 61% de carbohidratos, un 26% de proteínas y un 11.9% de fibra. Entre las vitaminas presentes se encuentran la niacina, tiamina (vitamina B1), vitamina B12 y vitamina C (ácido ascórbico). También se han encontrado minerales como calcio, fósforo y potasio. En peso seco, contienen entre un 0.9% y un 1.8% de grasa (Gaitán et al., 2002).

Tabla 1

Contenido nutricional presente en las setas frescas.

Ítem	Contenido	Porcentaje
01	Agua	86 - 88
02	Proteína	2 – 5
03	Hidrato de carbono	3 – 5
04	Grasa	0,2 - 0,3
05	Minerales	0,8 – 1

Fuente: Steineck (2007)

✓ **Ecología**

Reges (2003) señala que este tipo de jardinería no convencional beneficia al medio ambiente y reduce la contaminación al convertir los residuos industriales y agrícolas en artículos orgánicos de gran valor culinario y comercial. También es uno de los métodos más eficaces para deshacerse de la basura.

✓ **Ambiental**

En primer lugar, esta investigación generará interés y dará un mayor impulso a la reforestación masiva en zonas no adecuadas para la agricultura. La instalación de plantaciones será rentable, a pesar de los costos asociados, ya que es en estas áreas donde los hongos deseados prosperan de forma natural. La actividad agrícola típica de la región, que emplea tanto personal tanto especializado como no especializado, es muy distinta de este nuevo y lucrativo negocio de aprovechamiento de setas en plantaciones de pinos.

Además, la reforestación produce diversos productos como leña y madera, así como servicios ambientales importantes, incluyendo la captura de CO₂, el embellecimiento del paisaje y el incremento de la biodiversidad. Estos beneficios actúan como catalizadores para otras iniciativas y actividades locales (Barroetaveña, 2007; Barroetaveña et al., 2008, 2010a; Solans et al., 2010).

✓ **Económico comercial**

Dado que la producción depende de las circunstancias ambientales del momento, el suministro de *Suillus luteus* es muy cambiante y difícil de medir (Sepúlveda, 1992).

Dado que su producción en 1997 fue de 200 toneladas métricas, frente a las 863.501,8 de Asia y las 12.025 toneladas de Europa, respectivamente, la participación de América Latina es increíblemente baja (Carranza, 2005).

A escala mundial, el hongo se expande a un ritmo del 4,3% anual (FAO). Así pues, hay que producir lo suficiente para aumentar las exportaciones y los ingresos.

Según la investigación, el porcentaje de personas que intentan servir comidas naturalmente más ricas en vitaminas y nutrientes aumentó del 36% al 42% entre 2009 y 2011.

j) Condiciones edafoclimáticas

La evolución vital del hongo *Suillus luteus* se divide en dos etapas: vegetativa y reproductiva. La transición del crecimiento del micelio (fase vegetativa) a la formación del cuerpo fructífero (fase reproductiva) generalmente requiere ciertos desencadenantes. Cambios abruptos en la temperatura, humedad, concentración de gases y luz son ejemplos de estos estímulos.

Clima

Sólo se producirán setas durante los meses de la estación natural de cultivo del bosque si se cultivan en un clima con temperaturas comparables a las del mundo exterior, con sus fluctuaciones estacionales y diurnas (García, 1998).

Los primeros ejemplares emergerán si la temperatura y la humedad se mantienen entre 12 y 15 días. Es crucial que la temperatura media del suelo en las semanas siguientes no supere los 20 grados. Pueden llegar a estar «vivos» hasta 25 días antes de su completa descomposición, y suelen tardar 11 días de media en alcanzar la madurez tras emerger de la tierra (Martínez-Peña, 2003).

En general, la temperatura ideal de fructificación de las setas comestibles es siempre inferior a la temperatura de crecimiento vegetativo, ya que cada especie tiene una temperatura de fructificación preferida que puede coincidir o no con la de crecimiento vegetativo (Toledo, 2008).

Mientras la temperatura se mantenga entre 4 y 25 grados (idealmente entre 9 y 20 grados), el *Suillus luteus* puede desarrollarse. Sin embargo, su caída tendrá más éxito si la diferencia de temperatura entre la máxima y la mínima es menor.

Humedad

Se refiere a la proporción entre el vapor de agua presente en el aire y la cantidad máxima que podría contener si estuviera lleno, es a la que se suele hacer referencia cuando se dan cifras de humedad ambiental (García, 1998).

El crecimiento del micelio es lento e irregular si el nivel de humedad del sustrato es inferior al 40%. Debe estar entre el 60% y el 75%. Debido a que los hongos contienen humedad del 90%, es esencial mantener el medio constantemente húmedo, sobre todo después de la cosecha inicial (Arrúa et al. 2007).

Aireación

Los niveles bajos de CO₂ deben controlarse para aumentar las concentraciones de oxígeno e influir en la evaporación de la desecación de las superficies de crecimiento de los hongos (Stamets, 2000).

Suelo

Cuando los granitos, gneises, pizarras, esquistos, arenitas de cuarzo y otros suelos in situ se meteorizan mecánica y químicamente, el hongo *Suillus luteus* crece mejor en suelos ácidos (pH <7), bien drenados y con poca materia orgánica.

Manejo cultural

Debido a su relación simbiótica con los pinos, el hongo comestible crece espontáneamente y no requiere ningún control cultural directo.

Así, las plantaciones de pinos solo necesitan una poda adecuada y programada para disponer de un ambiente apropiado, iluminación, sombra, humedad relativa, etc., y promover un crecimiento saludable (Manual Técnico de Hongos Comestibles, APROTEC - Cutervo 2016).

Aprovechamiento

Se le pueden dar diversos aprovechamientos al pino, como producción de madera y otros productos no madereros (hongos comestibles), plantaciones de protección, plantaciones de recuperación o restauración, plantaciones con cultivos o con pastizales.

La época de cosecha está en relación directa con la época de lluvias, en Cutervo las lluvias se inician afines de noviembre o a inicios de diciembre; lluvias en forma frecuente por un espacio mínimo de 3 días conducen a la emergencia de hongos diariamente y en incluso durante la estación lluviosa, las setas dejan de crecer si deja de llover durante no más de seis días, ya sean dispersas o agrupadas. Cuando las lluvias cesan en abril, la cosecha de setas, que duró entre 150 y 189 días, llega a su fin. Como esto depende de los intervalos de lluvia, es crucial recordar que no se recolecta toda la temporada húmeda.

La recolección de las setas en los 11 días siguientes a la aparición del primordium evitará que se rompan y pierdan calidad durante la deshidratación. Para evitar dañar el micelio y permitir su posterior reproducción, la incisión debe hacerse transversalmente con un cuchillo de acero inoxidable. La distancia recomendada para este corte desde el pie es de unos tres centímetros (Manual Técnico de Setas Comestibles, APROTEC - Cutervo 2016).

Comercialización

La madera suele ser lo único que viene a la mente cuando alguien menciona los productos forestales, lo que a menudo resulta contraintuitivo si se tiene en cuenta el potencial de ingresos de otros artículos como las setas comestibles (Oria, 1989 - 1991).

La producción de hongos comestibles en selvas y arbustos es uno de los recursos forestales más importantes (FAO), aunque a menudo no se reconoce ni se valora adecuadamente.

BEA International paga ahora el mayor precio (S/. 30/kg de hongo deshidratado), pero hay otras empresas que necesitan una mayor manufactura. Excluyendo la mano de obra para la cosecha y el manejo de la plantación, el precio por hectárea es de unos S/. 3600,00.

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Valoración económica

La valoración económica constituye un proceso técnico y metodológico mediante el cual se determina el valor monetario de un recurso natural, bien ambiental o servicio ecosistémico, considerando su utilidad, aprovechamiento y contribución al bienestar humano. En el ámbito forestal, la valoración económica permite estimar el aporte económico de los recursos forestales, no solo desde la perspectiva comercial de la madera, sino también desde los beneficios ambientales y sociales que generan las plantaciones forestales.

Según Pearce y Turner (1995), la valoración económica ambiental es una herramienta fundamental para medir los beneficios derivados de los recursos naturales y su contribución al desarrollo sostenible. Los autores sostienen que los ecosistemas forestales poseen valores de uso directo, indirecto y de existencia, los cuales deben ser considerados en los procesos de toma de decisiones económicas y ambientales.

Por su parte, Azqueta (2007) señala que la valoración económica ambiental consiste en asignar un valor monetario a los bienes y servicios proporcionados por los ecosistemas, permitiendo cuantificar económicamente los beneficios ambientales que normalmente no son considerados por el mercado. Asimismo, el autor menciona que esta valoración facilita el diseño de políticas públicas orientadas al manejo sostenible de los recursos naturales.

De acuerdo con Field y Field (2017), la valoración económica busca determinar la disposición a pagar de las personas por conservar o utilizar determinados recursos naturales. En ese sentido, la valoración económica de los recursos forestales permite identificar el verdadero aporte económico de las plantaciones forestales al bienestar de las poblaciones rurales.

En el caso de las plantaciones forestales de *Pinus radiata*, la valoración económica comprende el análisis del valor comercial de la madera, el

aprovechamiento de productos derivados, la captura de carbono, la protección de suelos y otros servicios ecosistémicos que contribuyen al desarrollo económico local.

2.3.2. Valoración económica forestal

La valoración económica forestal se refiere al proceso mediante el cual se estima el valor monetario de los bienes y servicios proporcionados por los ecosistemas forestales. Esta valoración incluye tanto los productos maderables como los servicios ambientales derivados de los bosques y plantaciones forestales.

FAO (2020) sostiene que los recursos forestales desempeñan un papel fundamental en el desarrollo económico y social de las poblaciones rurales, debido a que generan empleo, ingresos económicos, conservación ambiental y seguridad alimentaria. Asimismo, la organización indica que la valoración económica forestal permite evidenciar la importancia de los bosques en las economías locales y nacionales.

De acuerdo con Gregersen y Contreras (1992), la valoración forestal implica determinar el valor presente y futuro de los recursos forestales considerando variables como crecimiento forestal, volumen maderable, costos de producción y precios de mercado. Los autores destacan que la valoración forestal es esencial para la planificación y manejo sostenible de las plantaciones.

Por otro lado, Torres (2014) menciona que la valoración económica forestal constituye una herramienta importante para promover inversiones en reforestación y manejo sostenible de bosques, ya que permite estimar la rentabilidad económica de las actividades forestales.

2.3.3. *Pinus radiata*

Pinus radiata, conocido comúnmente como pino radiata o pino insigne, es una especie forestal perteneciente a la familia Pinaceae, ampliamente

utilizada en programas de reforestación y producción maderera debido a su rápido crecimiento y capacidad de adaptación a diversas condiciones climáticas.

Según Donoso (2006), *Pinus radiata* es una de las especies forestales de mayor importancia económica en América Latina debido a su alto rendimiento maderable y versatilidad industrial. El autor señala que esta especie es utilizada en la fabricación de madera aserrada, tableros, pulpa de papel y otros productos forestales.

Por su parte, Prado y Barros (2018) indican que el *Pinus radiata* presenta un crecimiento acelerado y buena adaptación en zonas altoandinas, características que lo convierten en una alternativa importante para programas de reforestación y recuperación de suelos degradados.

Asimismo, FAO (2018) sostiene que las plantaciones de *Pinus radiata* contribuyen significativamente a la conservación ambiental, protección de cuencas hidrográficas y captura de carbono, además de generar beneficios económicos mediante la comercialización de madera y subproductos forestales.

En el contexto peruano, especialmente en la región Ayacucho, las plantaciones de *Pinus radiata* representan una actividad económica importante para las comunidades rurales, debido a su potencial productivo y capacidad para generar empleo e ingresos económicos.

2.3.4. Desarrollo económico

El desarrollo económico es un proceso mediante el cual una sociedad mejora sus condiciones de vida a través del crecimiento productivo, incremento de ingresos, generación de empleo y acceso a mejores oportunidades económicas y sociales.

Según Todaro y Smith (2015), el desarrollo económico implica cambios estructurales orientados a mejorar la calidad de vida de la población mediante el crecimiento sostenido de la producción, reducción de pobreza y generación de empleo.

Por su parte, Samuelson y Nordhaus (2010) sostienen que el desarrollo económico se relaciona con la capacidad de un territorio para incrementar sus niveles de productividad y bienestar social a través del aprovechamiento eficiente de sus recursos.

Asimismo, Sen (2000) menciona que el desarrollo económico no solo debe medirse por el crecimiento del ingreso económico, sino también por las oportunidades y capacidades que poseen las personas para mejorar sus condiciones de vida.

2.3.5. Desarrollo económico local

El desarrollo económico local es un proceso de crecimiento y transformación económica que se genera dentro de un territorio específico mediante el aprovechamiento de recursos locales y la participación de actores sociales, económicos e institucionales.

Albuquerque (2004) sostiene que el desarrollo económico local consiste en potenciar las capacidades productivas de un territorio con la finalidad de mejorar las condiciones económicas y sociales de la población.

Por otro lado, Vázquez Barquero (2007) señala que el desarrollo local depende de la capacidad de las comunidades para aprovechar sus recursos naturales, humanos y productivos, generando actividades económicas sostenibles.

De acuerdo con Boisier (2005), el desarrollo económico local involucra procesos de innovación, competitividad y participación social orientados al bienestar de la población.

2.3.6. Recursos forestales

Los recursos forestales comprenden el conjunto de bienes y servicios proporcionados por los bosques y plantaciones forestales, incluyendo madera, leña, productos no maderables y servicios ambientales.

FAO (2020), los recursos forestales son esenciales para la sostenibilidad ambiental y el desarrollo económico de las poblaciones rurales, debido a que proporcionan materias primas, empleo y servicios ecosistémicos

Asimismo, Louman, Quirós y Nilsson (2001) sostienen que los recursos forestales desempeñan un papel importante en la conservación de biodiversidad, regulación climática y protección de suelos.

Por su parte, Lamprecht (1990) señala que los recursos forestales constituyen activos económicos de largo plazo que requieren manejo sostenible para garantizar su permanencia y aprovechamiento futuro.

2.3.7. Servicios ecosistémicos forestales

Los servicios ecosistémicos forestales son los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas forestales, incluyendo servicios de provisión, regulación, soporte y culturales.

Según el Millennium Ecosystem Assessment (2005), los ecosistemas forestales proporcionan servicios esenciales como captura de carbono, regulación hídrica, conservación de suelos y provisión de recursos naturales.

Por otro lado, Costanza et al. (1997) indican que los servicios ecosistémicos poseen un elevado valor económico debido a su contribución al bienestar humano y sostenibilidad ambiental.

Asimismo, Daily (1997) sostiene que los servicios ecosistémicos forestales son fundamentales para mantener el equilibrio ambiental y garantizar el desarrollo sostenible.

En el caso de *Pinus radiata*, los servicios ecosistémicos incluyen captura de carbono, protección de cuencas, control de erosión y conservación ambiental, aspectos que generan beneficios económicos indirectos para las comunidades rurales.

III. METODOLOGÍA

3.1. Ubicación de la zona de estudio

La investigación se desarrolló en las plantaciones forestales de pino (*Pinus radiata*) localizadas en el distrito de Socos, perteneciente a la provincia de Huamanga, en el departamento de Ayacucho. La elección de este espacio geográfico respondió a la importancia que tuvo el cultivo de *Pinus radiata* en la dinámica económica local, debido a que genera oportunidades de empleo, comercialización de productos derivados, producción maderera y contribuyendo de manera significativa al desarrollo económico de la población del distrito de Socos.

3.1.1. Ubicación política

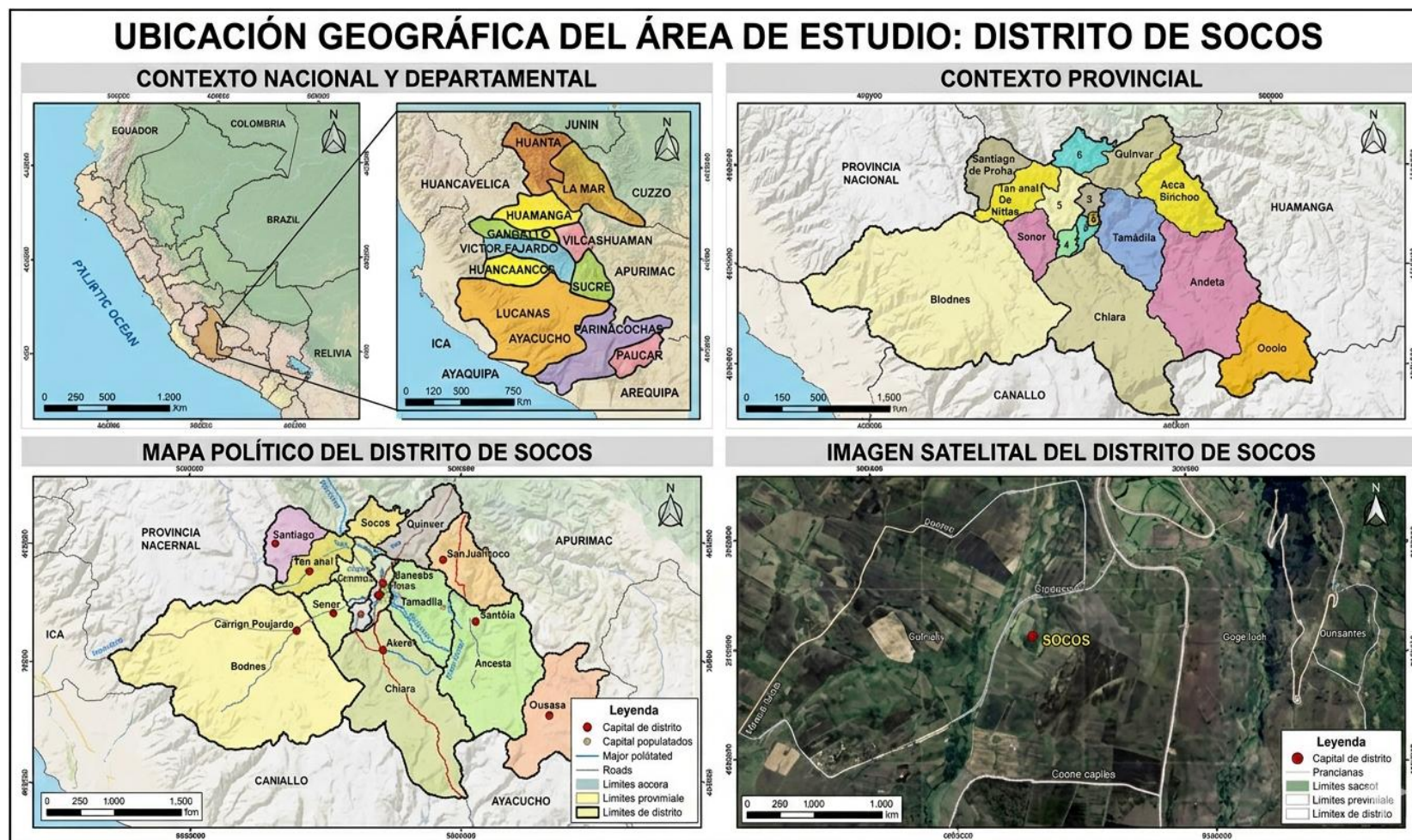
Departamento	: Ayacucho
Provincia	: Huamanga
Distrito	: Socos
Comunidades	: Multicomunidades

3.1.2. Ubicación geográfica

Altitud	: 3 394 m s.n.m
Latitud Sur	: 13° 12' 39".
Longitud Oeste	: 74° 17' 15".

Figura 1

Ubicación geográfica de la zona de estudio.



3.2. Tipo y nivel de investigación

3.2.1. Tipo de investigación

Es de tipo aplicada, ya que busca resolver un problema práctico determinando cómo un recurso forestal específico impacta en la economía local. (Arias, 2012) Posee un enfoque cuantitativo, basándose en la recolección de datos numéricos y análisis estadístico-financiero. (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018)

3.2.2. Nivel de investigación

Es descriptivo-correlacional. Descriptivo porque detallará los costos, ingresos y volumen de producción del pino; y correlacional porque busca establecer la relación de dependencia entre la valoración económica del pino (variable independiente) y el desarrollo económico local (variable dependiente) (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

3.3. Diseño de investigación

No experimental, de corte transversal, debido a que las variables no serán manipuladas deliberadamente y la información se recopilará en un solo momento del tiempo (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

3.4. Materiales y equipos

Para la ejecución del trabajo de campo y gabinete se contó con los siguientes recursos:

3.4.1. Materiales

- | | |
|----------------------|--------------------|
| • Pintura | • Cinta métrica |
| • Brocha | • Tijeras de podar |
| • Wincha | • Cordel |
| • Brújula | • Memoria USB |
| • Wincha de Bolsillo | • Libreta de campo |
| • Vernier | • Movilidad |

3.4.2. Equipos y software

- Computadora portatil
- Cámara fotográfica
- Clinómetro
- GPS
- Microsoft excel
- SPSS
- ArcGIS

3.5. Variables e indicadores

3.5.1. Variable independiente

- Valoración económica del pino.

3.5.2. Variable dependiente

- Factor al desarrollo económico.

3.6. Operacionalización de variables

	VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	FUENTES
Dependiente	% de factor del valor económico	Calidad y cantidad de los plantones de pino, como factor económico	Flexómetro Regla	Muestras de plantones en campo definitivo, suelo
Independiente	Valor económico	Elevar el nivel percapita de la comunidad	Encuesta	

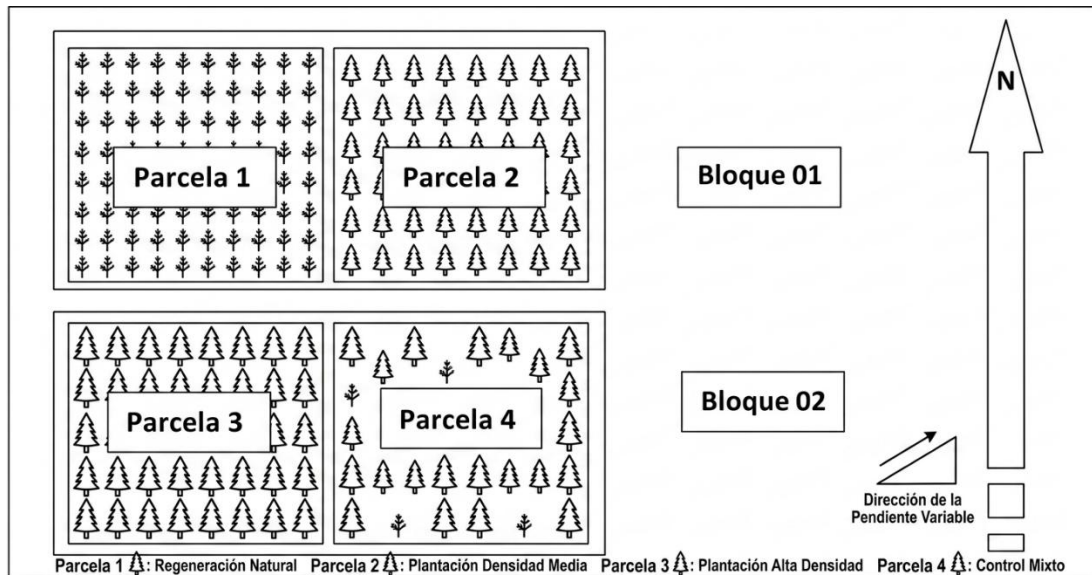
3.7. Diseño del experimento

El experimento se llevó a cabo en un terreno de secano que presentaba una pendiente variable. Debido a esta heterogeneidad topográfica, las parcelas se agruparon en dos bloques, lo que permitió asociar y controlar las diferencias en las respuestas de las plantas causadas por la inclinación del terreno. El diseño experimental empleado correspondió a un diseño de bloques completos al azar (DBCA), constituido por dos bloques y dos parcelas

por bloque, unidades donde se desarrollaron las evaluaciones de la investigación. La distribución espacial de las parcelas experimentales en el campo se detalló en la figura 2.

Figura 2

Diseño experimental.



3.8. Procedimiento metodológico de recolección de datos

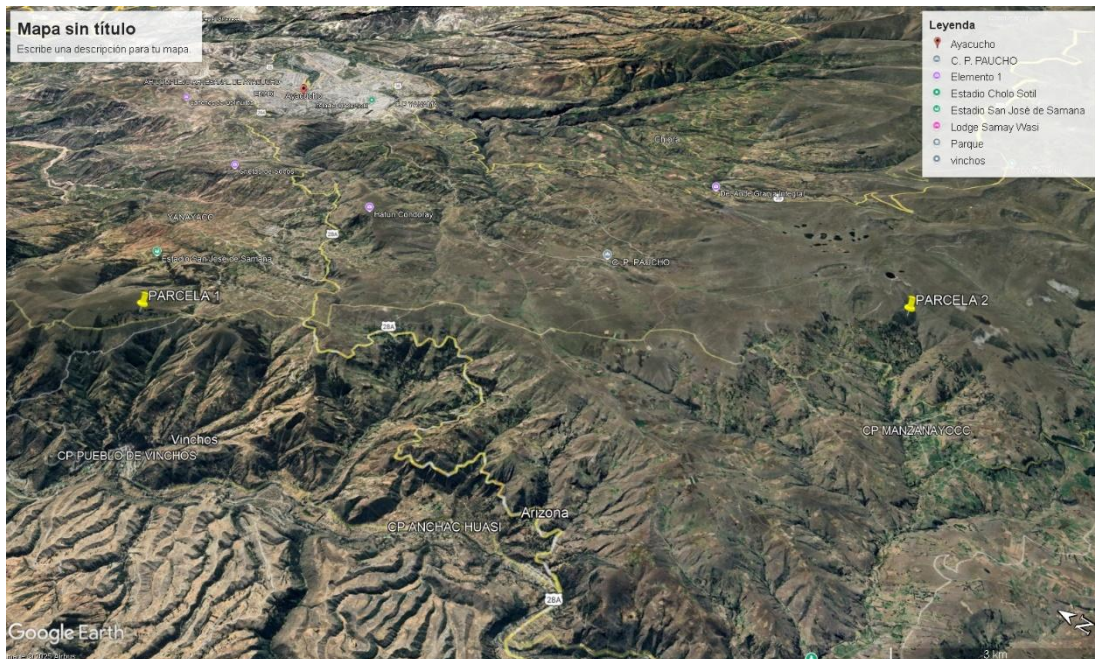
3.8.1. Fase de campo

a) Reconocimiento del área de estudio

Debido a que la zona seleccionada presentó características representativas y condiciones homogéneas para la masa forestal, se efectuó un reconocimiento técnico integral de la superficie ocupada por la plantación de pino (*Pinus radiata*). Esta prospección preliminar permitió diagnosticar el estado silvicultural actual de la masa y, consecuentemente, delimitar las parcelas experimentales de estudio. Posteriormente, se evaluó la accesibilidad del terreno con el fin de garantizar la viabilidad operativa durante las fases de inventario y toma de datos de la presente investigación.

Figura 3

Reconocimiento del área de estudio.



Fuente: Google Earth 2023.

b) Establecimiento de parcelas

Para la valoración económica de *Pinus radiata*, se establecieron dos bloques que agruparon un total de cuatro parcelas experimentales, cada una con una superficie de 10,000 m². En cada unidad muestral se seleccionaron aleatoriamente 20 individuos, los cuales fueron codificados y marcados numéricamente para su posterior seguimiento. Las parcelas se localizaron en los sectores de Qatun Qasa y Manzanayocc, áreas seleccionadas debido a la ausencia de explotación forestal o interferencia antrópica. Asimismo, la determinación del número, dimensiones y distribución de las parcelas, así como la cantidad de árboles evaluados, se basó en criterios dendrométricos específicos, tales como la altura de las plantas, la edad estructural y la cronología de la plantación.

Figura 4

Reconocimiento del bloque 01.



Figura 5

Reconocimiento del bloque 02.



c) Medición de variables dasométricas

En cada parcela se procedió con la evaluación de los individuos seleccionados. La primera variable registrada fue el diámetro a la altura del pecho (DAP), medido a 1.30 metros del suelo mediante el uso de una cinta diamétrica. Posteriormente, se estimó la altura total de los árboles empleando el método indirecto de la proporcionalidad de las sombras, relacionando la proyección de la sombra del espécimen con la de un objeto de longitud conocida. Bajo este mismo procedimiento, se determinó el diámetro y la longitud del fuste comercial o aprovechable.

Figura 6

Medición de altura de pecho.



Figura 7

Medición y marcado de altura de pecho.



Figura 8

Medición y marcado del diámetro de tronco aprovechable.



Figura 9

Medición de la altura total y comercial.



d) Recopilación de la información con el uso de cuestionarios

Para caracterizar el componente socioeconómico, se encuestó a la población del distrito de Socos en las diferentes zonas de muestreo, recopilando información sobre la economía familiar orientada al sustento alimentario, los ingresos mensuales y las principales fuentes de empleo o producción. Complementariamente, se efectuó un estudio de mercado mediante visitas técnicas a dos empresas de transformación primaria (carpinterías) en la ciudad de Ayacucho; esto permitió determinar el precio comercial de la madera aserrada de pino (*Pinus radiata*), variable fundamental para estimar los ingresos potenciales derivados de la actividad forestal.

3.8.2. Fase de gabinete

En esta fase se procesaron los datos de la investigación conforme a los criterios preestablecidos.

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 realizó el cálculo del número total de plantas por hectárea utilizando datos de densidad de la plantación encontrada en cada parcela de estudio.

b) Calcular el volumen de los árboles en pie

Se utilizó el método sugerido por Murillo et al. (2004), se utilizaron datos de campo, incluyendo el DAP, la altura comercial y el factor de forma, para calcular el volumen de árboles en pie:

$$VCT = DAP * \frac{\pi}{4} * HC * FF$$

Donde:

- VCT = Volumen comercial total (m³)
- DAP = diámetro a la altura del pecho (m)
- FF = Factor de forma (0.50)
- HC = Altura comercial (m)

A partir de la información del volumen comercial global y de un coeficiente de explotación que muestra el volumen real que puede extraerse, se determinó entonces el volumen comercial aprovechable.

c) Valoración de costos de explotación

Para determinar los costos de aprovechamiento de cada una de las actividades detalladas en la Tabla 2, se empleó el método de conversión. El procedimiento consistió en homogeneizar los datos promedio obtenidos mediante las encuestas a una unidad de medida común (S/ por m³). Para ello, se dividieron los costos promedio reportados en los cuestionarios entre el volumen comercial aprovechable total que fue estimado en el inventario

forestal. Este procedimiento metodológico se ejecutó sobre la base de los lineamientos establecidos 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 2.

Tabla 2

Costos promedios de aprovechamiento forestal y otros.

Actividad	Costos S/ por m³
Costo de explotación	70,00
Costo de conversión de troncos a tablonés con motosierra	85,00
Gastos de conservación	10,08
Costo de cultivo	8,19
Costos de gestión y seguridad	4,40
Gastos de licenciamiento	6,45
Edificación de vías	41,12
Edificación de áreas de almacenamiento	29,03
Obtención y marcado de madera	22,95
Embarque al camión	25,00
Envío del bosque al mercado	70,00
Margen de ganancia y riesgo	18%
Tipo de interés	6%

d) Valoración económica 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.

Ortuño et al. (2007), se realizó una encuesta a los establecimientos madereros para conocer el valor de los ingresos. El precio promedio de mercado fue de S/. 2,10 por pt, el cual fue posteriormente convertido a la equivalencia correspondiente ($220 \text{ por pt} = 0,002357 \text{m}^3$) y multiplicado por el factor de conversión (0,55). Por último, se dedujeron el margen de beneficio y los ingresos netos menos los gastos de tala para calcular el valor de la madera en pie. Para más información, véase el anexo 6.

e) Evaluación de costos en pie de la madera

Para determinar las ganancias se procedió a calcular los costos de aprovechamiento y transporte por pie tablar (ver Tabla 3), 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 3

Costos de aprovechamiento y transporte.

Costo de aprovechamiento en bosque	Costo S/ por pt
Inversión de plantación por hectárea	0,03
Gastos de gestión	0,02
Gastos de manutención	0,04
Gastos de obtención de licencias	0,02
Apertura de rutas para extracción de madera	0,18
Manejo forestal	0,31
Construcción de áreas de almacenamiento	0,13
Sub total	0,73
Costos de logística y extracción	
Extracción y marcado	0,10
Embarque al camión	0,11
Transporte terrestre	0,31
Sub total	0,52
Total	1,25

Tabla 4

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

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Estimación del valor económico de madera en pie de la plantación de (*Pinus radiata*)

Para determinar el valor económico de la madera en pie, utilizamos la información sobre el volumen derivada del inventario forestal, incluido el volumen aprovechable comercial, los datos medios de las encuestas a las carpinterías, el precio de mercado de las tablas de madera aserrada y el margen de beneficio y de riesgo.

4.1.2. Cuantificación del volumen maderable de árboles en pie

A partir del inventario se determinó un volumen comercial de 496.25 m³ por hectárea (véase la tabla 5); este volumen equivale al número medio de árboles por hectárea (752 árboles/ha).

Tabla 5

Cuantificación de área basal y volumen comercial.

Bloque	Parcelas	Área basal (m ²)	Volumen comercial (m ³ /planta)	Volumen comercial (m ³ /ha)
B 01	P1	0,89	0,67	503,93
	P2	0,97	0,71	533,77
B 02	P1	0,97	0,60	451,14
	P2	1,00	0,66	496,15
Total		6,848	28,43	1 984,98
Promedio/ha				496,25

A los 20 años, el volumen comercial medio obtenido en la plantación de (*Pinus radiata*) del distrito de Socos fue de 496,25 m³ por hectárea, que forma parte de la zona de vida del bosque muy húmedo Montano Tropical (mbh-MT). Una pendiente pronunciada, un drenaje excesivo, una fertilidad moderada, la presencia de algunas piedras, un pH bastante ácido y una escasa profundidad efectiva son características de los suelos de andosol de páramo de la plantación. En la plantación se han registrado temperaturas tan bajas como 5 °C y tan altas como 18 °C. Las precipitaciones medias oscilan entre 711,1 y 1.280 mm anuales.

Tabla 6

Volumen comercial del P. radiata con respecto a otros estudios.

Estudio	Volumen comercial	Edad	Referencias
Colombia	542 m ³ por ha	12	Restrepo <i>et al.</i> (2012)
Finca porcón –Cajamarca	472.39 m ³ por ha	21	Mendo (2008)
Finca porcón – Cajamarca	427 m ³ por ha	22	Merino (2015)
Finca – Cajamarca	448 m ³ por ha	22	Resultado del estudio

La cantidad de volumen comercial encontrado en la investigación realizada En el distrito de socos (496,25 m³ por ha) se asemejan al estudio de Granja Porcón-Cajamarca realizado por Merino (2015). La mínima diferencia puede deberse al tipo de zona que presentan ambos estudios, que también incluye suelos derivados de rocas volcánicas, areniscas y calizas, con muy alta materia orgánica, profundidad superficial efectiva y pH ácido, con temperaturas similares que oscilan entre 3°C y 5°C y 18°C. La siembra se realizó utilizando plántulas que se obtuvieron de viveros que producen semillas certificadas de México, California, con garantía en su crecimiento y desarrollo.

4.1.3. Determinación de costos de aprovechamiento

Como se indica en la tabla 2, para calcular los gastos asociados a la tala, la extracción y el transporte se utilizó la media de los resultados de las cinco encuestas realizadas a empresas dedicadas a la tala de madera

procedente de plantaciones forestales. Estas cifras se obtuvieron para cada operación de tala. Esto se realizó debido a la falta de datos sobre *P. radiata* en todo el territorio nacional y en la región Cajamarca. Se realizó una encuesta a pequeñas empresas extractoras de madera; los resultados se detallan en el Anexo 4. Las actividades consideradas incluyeron los costos de cosecha forestal, extracción y transporte, construcción de patios de acopio y caminos forestales, costos de mantenimiento y administración, costos de plantación, entre otros.

4.1.4. Precio de pie tabla de madera aserrada en madereras de Ayacucho

El precio medio por pie tablar de la madera aserrada de «pino» en el mercado fue de 2,10 S/ pct, que se utilizó para calcular los ingresos de la plantación y reunir la información necesaria para calcular el valor económico de la madera en pie en la plantación de *P. radiata* (véase la tabla 4).

4.1.5. Determinación del valor económico de madera en pie

El precio por pie tablar se convirtió primero a metros cúbicos por su equivalencia, y el resultado se multiplicó por el factor de conversión (0,55) para obtener unos ingresos de 489,62 S/ por m³. Los gastos se calcularon sumando todos los costes asociados a la explotación forestal y otras actividades, a los que se añadió un 18% como margen de beneficio y riesgo, lo que arrojó un total de 338,92 S/ por m³. Por último, se dedujeron los ingresos de los gastos para determinar el valor de la madera en pie, que resultó ser de 151 S/ por m³ (véase la tabla 7).

Tabla 7

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	150,70

Una plantación antigua con grandes volúmenes de madera y de buena calidad, pero poco accesible y alejada de la ciudad o de los mercados, puede ser menos valiosa económicamente que una plantación más joven con condiciones de acceso ideales. Esto podría deberse a que los costes de tala y transporte aumentarían y el valor económico de la plantación disminuiría.

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

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

El beneficio se calculó utilizando la información de las tablas 3 y 4:

Deduciendo el coste del pie tablar de los costes de recolección, el extractor pudo ganar 0,40 céntimos por pie tablar en el bosque.

Una vez deducidos los gastos de cosecha y transporte, los intermediarios venden a S/. 1,40 el pie tablar, obteniendo una ganancia de 0,15 céntimos por pie tablar (véanse las tablas 4 y 8).

El precio promedio al que las empresas madereras de Cajamarca venden en el mercado es de S/. 2,10 por pie tablar. Los propietarios fijan estos precios en función de las compras que realizan a los madereros y, deduciendo los costos de transformación, obtienen S/. 0,28 céntimos por pie tablar (ver Tabla 4 y 8).

Tabla 8

Ganancias del pie tabla de madera de pino.

Ganancias	S/ por pt
Bosque	0,40
Intermediarios	0,15
Madereras	0,28

4.2. Discusión

Al evaluar el rendimiento forestal de la plantación de *Pinus radiata* en el distrito de Socos (Ayacucho), los resultados de la presente investigación determinaron un promedio estimado de 496.25 m³/ha de volumen comercial (tabla 5). Este valor constituye la base biofísica fundamental para estimar el potencial maderable disponible y, consecuentemente, su valorización económica real como motor de desarrollo local en la zona altoandina de Socos. Al contrastar esta productividad volumétrica con la literatura científica, surgen importantes puntos de análisis sobre el comportamiento dasométrico de la especie bajo diferentes escenarios geográficos y de manejo.

En el contexto internacional, el rendimiento promedio hallado en Socos resulta inferior al reportado por Restrepo et al. (2012) en Colombia, quienes registraron un volumen comercial de 542 m³/ha. Una diferencia crítica radica en la temporalidad, ya que dicho volumen fue alcanzado a una edad de apenas 12 años, frente a los 22 años cronológicos evaluados en este estudio. Desde una perspectiva silvicultural, esto demuestra que las condiciones edafoclimáticas de las zonas bajas o tropicales de Colombia aceleran marcadamente el Incremento Medio Anual (IMA) del género *Pinus*. No obstante, para los fines de una valoración económica orientada al desarrollo local en Socos, el turno biológico de 22 años alcanzado en la sierra ayacuchana sigue siendo altamente competitivo, pues asegura una densidad y calidad de madera apta para procesos de transformación que generan mayor valor agregado en los mercados regionales.

A nivel nacional, al comparar los resultados obtenidos con experiencias previas documentadas en la Finca Porcón (Cajamarca), la productividad de Socos muestra un desempeño sobresaliente. El promedio de 496.25 m³/ha supera el volumen comercial reportado por Mendo (2008), quien halló un rendimiento de 472.39 m³/ha a la edad de 21 años. Asimismo, el resultado de esta investigación se posiciona notablemente por encima de los hallazgos de

Merino (2015), quien registró un volumen de 427 m³/ha en plantaciones de la misma edad cronológica de 22 años en Porcón.

Estas discrepancias positivas a favor del distrito de Socos a pesar de compartir edades de rotación análogas con los antecedentes del norte del país sugieren la presencia de factores eco-geográficos favorables en Ayacucho, tales como regímenes de radiación solar óptimos y una adecuada profundidad efectiva de los suelos en las parcelas muestreadas. Lo anterior queda refrendado en la homogeneidad observada entre bloques en la tabla de resultados, donde el área basal por parcela se mantuvo en rangos altos entre 0.89 m² y 1.00 m², propiciando la acumulación maderable. En términos de desarrollo económico local, un volumen comercial que supera los estándares de Cajamarca (zona forestal por excelencia en el Perú) demuestra que el *Pinus radiata* en Socos posee una alta viabilidad financiera y un rendimiento físico capaz de sustentar la creación de cadenas de valor locales, la generación de empleo rural y la capitalización de los comuneros a través del aprovechamiento forestal sostenible.

V. CONCLUSIONES

1. Al realizar la valoración económica de madera en pie, en una plantación de (*Pinus radiata*) de 15 años de edad en las comunidades de Qatun Qasa y Manzanayocc, se obtuvo un volumen comercial aprovechable de 496.25 m³ por ha y un valor de 150,70 S/. por m³ de la madera en pie.
2. Al realizar la valoración económica se observa que existe una gran diferencia, entre las ganancias en bosque, intermediario, carpintería, lo cual la ganancia considerable está en el bosque, esto con las condiciones que se le brinda.
3. Al realizar la valoración económica de la madera en pie se observa que una Ha de bosque de (*Pinus radiata*) cuesta 74 785,07 soles /ha. Lo cual esto refleja. Que dando condiciones desde la plantación se puede obtener veneficios para los pobladores.

RECOMENDACIONES

- Es conveniente continuar este tipo de estudio en otras especies forestales que existen en el departamento de Ayacucho, 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.
- Es de necesidad que los gobiernos locales y provinciales de nuestra región de Ayacucho, tenga de conocimiento sobre la valoración económica del (*Pinus radiata*), esto con fines de generar proyectos forestales que beneficien a los pobladores.
- Es de importancia que los pobladores de las comunidades de Qatun Qasa y Manzanayocc, conozcan la valoración económica del (*Pinus radiata*), con el objetivo de que las plantaciones se realicen adecuadamente, se realice podas y mantenimiento adecuado de los bosques.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, E., Pinto, A., Cancino, J., & Sandoval, S. (2020). *Fair value of standing timber in the context of IAS 41 implementation: A case study with Pinus radiata*. *Ciência Florestal*, 30(1), 1-15.
<https://doi.org/10.5902/1980509824460>
- ADEFOR. (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*. Asociación Civil para la Investigación y el Desarrollo Forestal.
- Albuquerque, F. (2004). *Desarrollo económico local y descentralización en América Latina*. CEPAL.
- Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica* (6ª ed.). Episteme.
- Arone Quispe, O. (2019). *Modelo alométrico y la estimación de captura de carbono de las especies Eucalyptus globulus y Pinus radiata, y su valoración económica, en la zona sur de Ayacucho - Perú, 2018* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Unión]. Repositorio UPeU.
<https://repositorio.upeu.edu.pe/items/c32cbb1e-b6c1-4276-9f32-8d90b5bad0d9>
- Azqueta, D. (2007). *Introducción a la economía ambiental* (2.a ed.). Madrid, España: McGraw-Hill Interamericana.
- Boisier, S. (2005). *¿Hay espacio para el desarrollo local en la globalización?* *Revista de la CEPAL*, 86, 47-62.
- Bown, H. (1998). *Selección y evaluación técnico-financiera de regímenes silviculturales para Pinus patula* (Documento Técnico N.º 122). Instituto Forestal.
- Cailliez, F. (1980). *Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento, con referencia especial a los trópicos. Volumen 1: Estimación del volumen*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

- Campos, A., & Chuquicaja, C. (1988). *Estructura de los costos de extracción y transporte de madera rolliza en selva baja*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Carvajal Benavides, J. G., Paredes Rodríguez, H. O., Rosales Enríquez, O. A., Chagna Avila, E. J., Valencia Valenzuela, X. G., & Varela Jácome, G. D. (2025). *Predictive analysis of Gmelina arborea growth in plantations of Esmeraldas: A perspective for silvicultural management in tropical Ecuador*. <https://arxiv.org/abs/2506.23022>
- Chang, S. J. (1980). Determinación de la rotación óptima de plantaciones de pino en México. *Agrociencia*, 8, 137–147.
- Chilón Quispe, R. E. (2024). *Valoración económica de plantaciones de Pinus patula Schiede Schltdl. & Cham con y sin manejo forestal en la Cooperativa Agraria Atahualpa - Jerusalén de trabajadores Ltda. – Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio UNC. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/6418>
- Chuquicaja, C. (2012). *Apuntes y material del curso Valoración Forestal* [Material de curso no publicado]. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- CONIF. (2013). *Estudio de costos de las especies forestales beneficiarias del CIF: Informe final*. Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., & van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630), 253-260. <https://doi.org/10.1038/387253a0>
- Cubbage, F., Salazar, M., & Chuquicaja, C. (2014). Global timber investments and trends 2005–2011. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 44(Suppl. 1), 57.

- Daily, G. C. (1997). *Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems*. Island Press.
- Devia, C. (2001). *Valoración de la madera en pie: Una alternativa para el manejo adecuado de los recursos forestales*.
- Donoso, C. (2006). *Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina: Autoecología*. Valdivia, Chile: Marisa Cuneo Ediciones.
- Estela Delgado, S. V. (2022). *Valoración económica del volumen maderable de tres especies forestales en una plantación agroforestal de siete años de edad, Soritor – San Martín* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/2313>
- Field, B. C., & Field, M. K. (2017). *Environmental economics: An introduction* (7th ed.). New York, NY: McGraw-Hill Education.
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2018). *Bosques y desarrollo sostenible*. FAO.
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2020). *El estado de los bosques del mundo 2020: Los bosques, la biodiversidad y las personas*. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2020). *Evaluación de los recursos forestales mundiales*. FAO.
- Gregersen, H., & Contreras, A. (1992). *Economía forestal*. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Gregersen, H., Arnold, J., Lundgren, A., Contreras, A., & Hermosilla, A. (1997). *Valoración de los bosques: Contexto, problemas y directrices*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.

- Inoñan Palacios, O. (2014). *Valoración de los bienes económicos y servicios ambientales de los ecosistemas de Pinus patula establecidos en el distrito de Cutervo* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio UNC. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1861>
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los trópicos*. GTZ.
- Llihua Quispe, D. L. (2024). *Valoración económica de la madera en pie y del suelo de la plantación de Calycophyllum spruceanum (Capirona) en Tulumayo, Tingo María – 2023* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/2852>
- Louman, B., Quirós, D., & Nilsson, M. (2001). *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central*. CATIE.
- Lozano, A. (2018). *Determinación del cociente y factor de forma para Pinus patula en la zona de Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Mendo, M. H. (2008). *Valoración económica de los bienes y servicios ambientales del bosque Granja Porcón, Cajamarca-Perú, 2007–2008* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Merino, G. (2015). Identificación de las causas que alteran el rendimiento de las plantaciones forestales y rendimiento de la madera. *Bioagro*, 7(2), 15–23.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. Island Press.
- Missouri Botanical Garden. (2014). *Tropicos: Herbario virtual*. <http://www.tropicos.org>
- Murillo, O., Meza, A., & Cabrera, J. (2004). Estimación del valor real y del valor de mercado en pie de la plantación forestal. *Agronomía Costarricense*. <http://www.una.ac.cr/inis/docs/refor/murilloetal.pdf>
- Navas, Y. (2002). Valoración económica. *Colombia Forestal*, 11.

- Navascués, M., & Emerson, B. (2008). *Natural recovery of genetic diversity by gene flow in reforested areas of the endemic Canary Island pine, Pinus canariensis*. <https://arxiv.org/abs/0810.5676>
- ORPOAMAZONIA. (2009). *Diseños experimentales con SAS* (1.^a ed.). ORPOAMAZONIA.
- Ortuño, S., Madrigal, A., & González, I. (2007). *Apuntes de valoración agraria y forestal*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Ospina, A., Gómez, H., & Guzmán, J. (2011). *Economía de los recursos forestales y ecosistemas nacionales y su necesidad de valoración económica*. Ciencia y Sociedad.
- Palaghianu, C. (2016). *Analiza regenerarii padurii: perspective statistice si informatice*. <https://arxiv.org/abs/1601.06191>
- Pearce, D., & Moran, D. (1994). *The economic value of biodiversity*. International Union for Conservation of Nature (IUCN).
- Pearce, D., & Turner, R. K. (1995). *Economía de los recursos naturales y del medio ambiente*. Madrid, España: Celeste Ediciones.
- Petriceks, J. (1989). *Apuntes de economía y valoración forestal*. Universidad de los Andes.
- Prado, J. A., & Barros, S. (2018). *Plantaciones forestales y manejo sostenible del pino radiata*. Editorial Universitaria.
- Prieto, A., Díaz, L., & Hernando, A. (1998). Valoración de montes arbolados. *Catastro*, 33, 65–82.
- Restrepo, I. H., Alonso, S. A., & Sánchez, M. I. (2012). Rendimiento, turno óptimo forestal y rentabilidad de plantaciones forestales de *Pinus patula* en Colombia. *Interciencia*, 37(1), 14–29.
- Sáenz, J., Muñoz, H., & Rueda, A. (2011). *Especies promisorias de clima templado para plantaciones forestales comerciales en Michoacán* (Libro Técnico N.º 10). SAGARPA–INIFAP–CIRPAC.
- Salazar, M. (2008). *Propuesta de procedimientos para el establecimiento y seguimiento de parcelas permanentes de medición forestal en plantaciones beneficiadas del PINFOR*. Instituto Nacional de Bosques (INAB).

- Samuelson, P. A., & Nordhaus, W. D. (2010). *Economía* (19.a ed.). Madrid, España: McGraw-Hill Interamericana.
- Sen, A. (2000). *Desarrollo y libertad*. Barcelona, España: Editorial Planeta.
- SERFOR. (2017). *Anuario forestal y de fauna silvestre 2017*. Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre.
- Todaro, M. P., & Smith, S. C. (2015). *Economic development* (12th ed.). Boston, MA: Pearson Education.
- Torres, J. (2014). *Valoración económica de recursos forestales*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.
- Urriola Canchari, N. N., Baral, P., & Wang, L. (2018). Local contributions of forests to economic growth of Peru: A case of *Pinus radiata* plantations. *Economics*, 6(1), 17-31. <https://doi.org/10.2478/eoik-2018-0001>
- Vásquez, V. (2014). *Diseños experimentales con SAS*. Cajamarca.
- Vázquez Barquero, A. (2007). *Desarrollo endógeno: Teorías y políticas de desarrollo territorial*. Investigaciones Regionales, 11, 183-210.
- Velarde Arce, W. (2019). *Evaluación de la característica estructural del rodal de Pinus radiata, Centro Poblado de Putacca, Vinchos, Ayacucho, 2017* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio UNSCH. <https://repositorio.unsch.edu.pe/items/a1c9b97d-9a93-493d-889f-9014c33652a2>

ANEXOS

Anexo 1. Número de árboles por parcela y por hectárea.

	Parcela	Arboles /parcela	N° de arboles / HA
BLOQUE 1	P1	10	752
	P2	10	753
BLOQUE 2	P1	10	751
	P2	10	752
TOTAL			3 008
PROMEDIO			752

Anexo 2. *Datos calculados, diámetro de altura de pecho, volumen comercial y volumen comercial aprovechable.*

BLOQUE 01 PARCELA 01

Ítem	Altura total	Altura comercial	Diámetro de altura de pecho
1	9,90	5,45	1,20
2	10,05	5,53	1,10
3	9,60	5,28	1,05
4	9,2 5	5,09	0,95
5	9,18	5,05	0,92
6	9,70	5,34	1,30
7	9,93	5,46	1,15
8	10,20	5,61	1,10
9	10,05	5,53	1,12
10	10,53	5,79	1,20
TOTAL	98,38	54,11	11,09
PROM.	9,84	5,41	1,11

BLOQUE 01 PARCELA 02

Ítem	Altura total	Altura comercial	Diámetro de altura de pecho
1	10,25	5,88	1,15
2	9,30	5,33	1,20
3	10,35	5,93	1,20
4	9,95	5,70	1,08
5	10,75	6,16	1,02
6	10.60	6,08	1,12
7	9,75	5,59	1,11
8	9,85	5,65	1,05
9	9,30	5,33	1,06
10	9,95	5,70	1,09
TOTAL	100,05	57,36	11,08
PROM.	10,01	5,74	1,11

Anexo 3. Datos calculados, diámetro de altura de pecho, volumen comercial y volumen comercial aprovechable.

BLOQUE 02 PARCELA 01

Ítem	Altura total	Altura comercial	Diámetro de altura de pecho
1	9,55	4,93	0,98
2	9,70	5,01	1,11
3	9,50	4,91	1,06
4	9,10	4,70	1,13
5	9,25	4,78	1,18
6	9,05	4,68	1,21
7	9,15	4,73	1,13
8	9,55	4,93	1,14
9	9,20	4,75	1,10
10	9,45	4,88	1,08
TOTAL	93,50	48,31	11,12
PROM.	9,35	4,83	1,11

BLOQUE 02 PARCELA 02

Ítem	Altura total	Altura comercial	Diámetro de altura de pecho
1	9,90	5,28	1,19
2	10,05	5,36	1,03
3	9,60	5,12	1,15
4	9,25	4,93	1,13
5	9,18	4,89	1,08
6	9,70	5,17	1,11
7	9,93	5,29	1,15
8	10,20	5,44	1,21
9	10,05	5,36	1,12
10	10,53	5,61	1,09
TOTAL	98,38	52,47	11,26
PROM.	9,84	5,25	1,13

Anexo 4. *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)	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
Costos para obtener licencia y permisos	S/. /ha	6 500	6,45
Construcción de caminos (6 km)	S/. /km	10 200	41,12
Construcción de patios de acopio	S/.	7 200	29,03
Extracción y marcado de troza y tablones	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 5. Precio del pie tablar en carpinterías – Ayacucho.

CARPINTERIA	PRECIO DE VENTA S/. Pt.
Carpintería Ramos y Esposa Ayacucho	2,40
Carpintería el Pino	2,00
Carpintería y mueblería Antony	2,20
Carpintería GUTI GUTI	1,90
maderera los MOROCHUCOS	2,00

Anexo 6. Cálculo de costo, ingreso y valoración de madera en pie en la plantación de (*Pinus radiata*) en las comunidades de estudio.

a) Cálculo 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

b) Determinación del precio del pie tablar de madera aserrada en las carpinterías de Ayacucho

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

c) 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/m ³

Margen de beneficio y riesgo (18%) = $287,22 * 0,18 = 51,70$

d) Cálculo de ingreso neto

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

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

Precio de un pie tablar de madera aserrada = S/. 2,10

Aplicando regla de tres simple

$$0.002359 \text{ m}^3 \text{ ----- S/.2,1}$$

$$1\text{m}^3 \text{ ----- X}$$

$$\mathbf{X = S/ 890,21/m^3}$$

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

$$890.21 * 0,55 = \text{S/ } 489,62/\text{m}^3$$

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

$$S = V - C - M$$

$$S = 489,62 \text{ S/. m}^3 / \text{ha} - 287,22 \text{ S/. m}^3 - 51,70$$

$$S = \text{S/ } 150,7\text{m}^3/\text{ha} \quad S = \text{S/ } 151\text{m}^3/\text{ha}$$

Determinación del valor de la madera en pie por hectárea

$$V = 445,10 * 248 = 121\,425,76 \quad S = 121\,425,76 - 71\,230,56 - 12\,821,6$$

$$C = 287,22 * 248 = 71\,230,56 \quad S = \text{S/ } 37\,373,6/\text{ha}$$

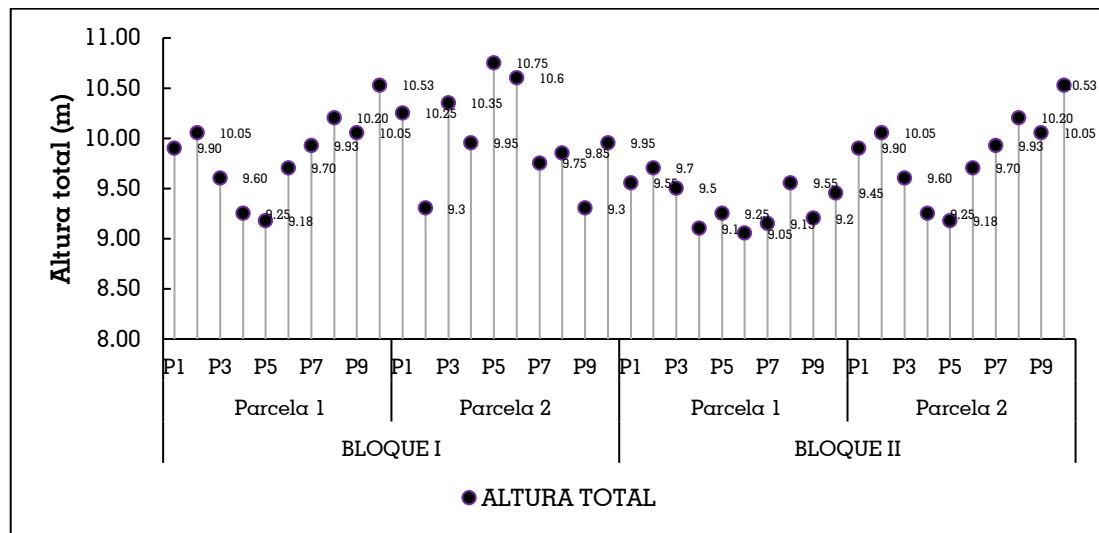
$$M = 51,70 * 248 = 12\,821,6$$

Anexo 7. Prueba de normalidad de la investigación.

Cuadro 01: Obtención de datos en campo

Bloque	Parcela	Puntos	Altura total	Altura comercial	Diámetro de altura de pecho
BLOQUE I	Parcela 1	P1	9.90	5.45	1.2
		P2	10.05	5.53	1.1
		P3	9.60	5.28	1.05
		P4	9.25	5.09	0.95
		P5	9.18	5.05	0.92
		P6	9.70	5.34	1.3
		P7	9.93	5.46	1.15
		P8	10.20	5.61	1.1
		P9	10.05	5.53	1.12
		P10	10.53	5.79	1.2
	Parcela 2	P1	10.25	5.88	1.15
		P2	9.3	5.33	1.2
		P3	10.35	5.93	1.2
		P4	9.95	5.70	1.08
		P5	10.75	6.16	1.02
		P6	10.6	6.08	1.12
		P7	9.75	5.59	1.11
		P8	9.85	5.65	1.05
		P9	9.3	5.33	1.06
		P10	9.95	5.70	1.09
BLOQUE II	Parcela 1	P1	9.55	4.93	0.98
		P2	9.7	5.01	1.11
		P3	9.5	4.91	1.06
		P4	9.1	4.70	1.13
		P5	9.25	4.78	1.18
		P6	9.05	4.68	1.21
		P7	9.15	4.73	1.13
		P8	9.55	4.93	1.14
		P9	9.2	4.75	1.1
		P10	9.45	4.88	1.08
	Parcela 2	P1	9.90	5.28	1.19
		P2	10.05	5.36	1.03
		P3	9.60	5.12	1.15
		P4	9.25	4.93	1.13
		P5	9.18	4.89	1.08
		P6	9.70	5.17	1.11
		P7	9.93	5.29	1.15
		P8	10.20	5.44	1.21
		P9	10.05	5.36	1.12
		P10	10.53	5.61	1.09

1. NORMALIDAD DE DATOS PARA LA VARIABLE ALTURA TOTAL



1.1. Estadísticos descriptivos

Indicador	Resultado
Número de datos	40
Media	9.76
Mediana	9.73
Desviación estándar	0.46
Valor mínimo	9.05
Valor máximo	10.75

1.2. Prueba de normalidad

Como tenemos **40 datos**, corresponde aplicar la prueba de **Shapiro-Wilk**, recomendada para muestras menores a 50 datos.

1.3. Hipótesis

H_0 : Los datos de altura total presentan distribución normal.

H_1 : Los datos de altura total no presentan distribución normal.

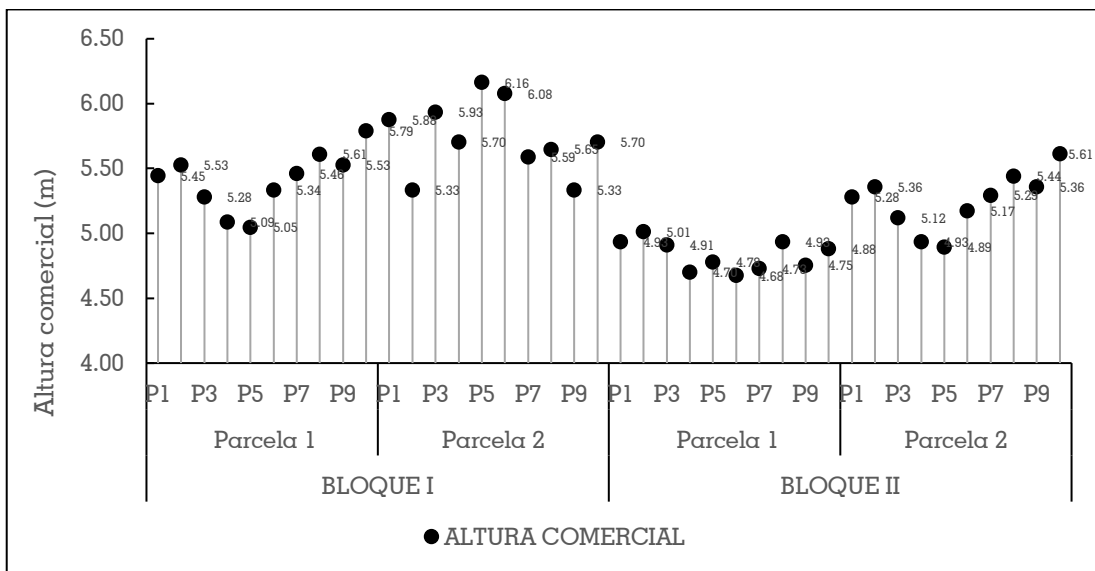
1.4. Resultado de Shapiro-Wilk

Prueba	Estadístico W	p-valor
Shapiro-Wilk	0.959	0.153

1.5. Interpretación

Para la variable altura total, se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, debido a que la muestra estuvo conformada por 40 observaciones. El resultado mostró un estadístico $W = 0.959$ y un $p\text{-valor} = 0.153$. Dado que el $p\text{-valor}$ fue mayor al nivel de significancia de 0.05, no se rechaza la hipótesis nula, concluyéndose que los datos de altura total presentan una distribución normal. Por tanto, esta variable puede ser analizada mediante pruebas estadísticas paramétricas.

2. NORMALIDAD DE DATOS PARA LA VARIABLE ALTURA COMERCIAL



2.1. Estadísticos descriptivos

Indicador	Resultado
Número de datos	40
Media	5.31
Mediana	5.33
Desviación estándar	0.39
Valor mínimo	4.68
Valor máximo	

2.2. Prueba de normalidad

Como la muestra tiene 40 datos, se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk.

2.3. Hipótesis

H_0 : Los datos de altura comercial presentan distribución normal.

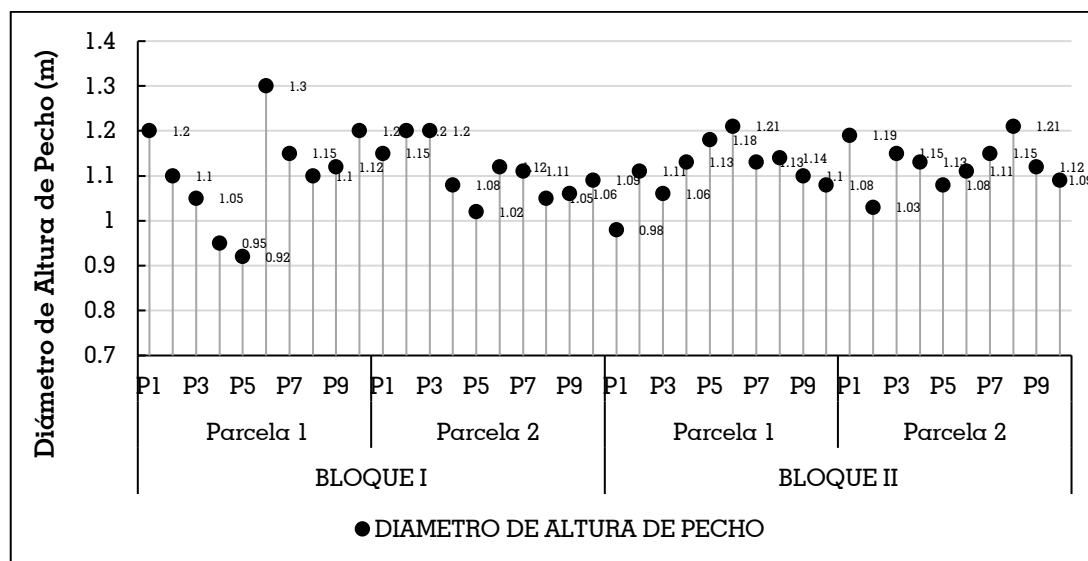
H_1 : Los datos de altura comercial no presentan distribución normal.

Prueba	Estadístico W	p-valor
Shapiro-Wilk	0.97	0.349

2.4. Interpretación

Para la variable altura comercial, se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, considerando una muestra de 40 observaciones. Los resultados mostraron un estadístico $W = 0.970$ y un $p\text{-valor} = 0.349$. Debido a que el $p\text{-valor}$ fue mayor al nivel de significancia de 0.05, no se rechaza la hipótesis nula, concluyéndose que los datos de altura comercial presentan una distribución normal. En consecuencia, esta variable puede ser analizada mediante pruebas estadísticas paramétricas.

3. NORMALIDAD DE DATOS PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DE ALTURA DE PECHO



3.1. Estadísticos descriptivos

Indicador	Resultado
Número de datos	40
Media	1.11
Mediana	1.12
Desviación estándar	0.07
Valor mínimo	0.92
Valor máximo	1.3

3.2. Prueba de normalidad

Como la muestra tiene **40 datos**, se aplicó la prueba de **Shapiro-Wilk**.

3.3. Hipótesis

H_0 : Los datos del diámetro de altura de pecho presentan distribución normal.

H_1 : Los datos del diámetro de altura de pecho no presentan distribución normal.

Prueba	Estadístico W	p-valor
Shapiro-Wilk	0.972	0.406

3.4. Interpretación

Para la variable diámetro de altura de pecho, se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, considerando una muestra de 40 observaciones. Los resultados mostraron un estadístico $W = 0.972$ y un $p\text{-valor} = 0.406$. Debido a que el $p\text{-valor}$ fue mayor al nivel de significancia de 0.05, no se rechaza la hipótesis nula, concluyéndose que los datos del diámetro de altura de pecho presentan una distribución normal. En consecuencia, esta variable puede ser analizada mediante pruebas estadísticas paramétricas.

Anexo 8. Panel fotográfico.



Foto 1. Medición de altura de pecho



Foto 2. Medición de altura total del pecho



Foto 3. Medición del diámetro de altura de pecho



Foto 4. Medición de altura comercial



Foto 5. Especie forestal: *Pinus radiata* (pino) del distrito de Socos

Artículo científico

Valoración económica del pino (*Pinus radiata*) como factor al desarrollo económico del distrito de Socos - Ayacucho

Economic valuation of the pine tree (*Pinus radiata*) as a factor in the economic development of the Socos district, Ayacucho

Autor: Kennet Martinez Infante

Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga
kennet.martinez.29@unsch.edu.pe

Resumen

La investigación se realizó en el distrito de Socos, departamento de Ayacucho tuvo como el objetivo de evaluar la valoración económica del pino (*Pinus radiata*) como factor dinamizador del desarrollo económico. El estudio adoptó un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo) bajo el criterio de conversión, desarrollado en fases de campo y gabinete. La muestra se distribuyó en dos bloques (B1 y B2) con dos parcelas cada uno, evaluándose variables dasométricas (altura, diámetro y densidad por hectárea) en 10 especímenes por parcela. Los resultados dasométricos revelaron diferencias significativas entre parcelas. Las variaciones en altura se asociaron a las condiciones de cada sitio y a deficiencias en la instalación de la plantación, detectándose enrollamiento radicular que limitó el enraizamiento. Asimismo, el bloque B1 careció de manejo silvicultural, mientras que el bloque B2 recibió podas oportunas, optimizando la calidad del rodal con fines maderables. Pese a reconocer el potencial del pino para la producción maderera y de hongos simbióticos, la población señaló que la falta de capacitación técnica y talleres

de sensibilización limita su explotación. Se concluye que la valoración económica del *Pinus radiata* representa una alternativa viable para diversificar los ingresos familiares, constituyendo un eje estratégico para el desarrollo económico local y la mejora de la calidad de vida en Socos.

Palabras clave: *Pinus radiata*, valoración económica, desarrollo económico, variables dasométricas.

Abstract

This research was conducted in the Socos district, Ayacucho department, with the objective of assessing the economic value of pine (*Pinus radiata*) as a driver of economic development. The study employed a mixed-methods approach (qualitative and quantitative) involving both field and office-based phases. The sample was distributed across two blocks (B1 and B2), each containing two plots; dasometric variables (height, diameter, and density per hectare) were evaluated for 10 specimens per plot. The dasometric results revealed significant differences between plots. Variations in height were linked to site-specific conditions and deficiencies during plantation establishment, specifically root coiling that hindered proper rooting. Furthermore, Block B1 lacked silvicultural management, whereas Block B2 underwent timely pruning, thereby optimizing stand quality for timber production. Although the local population recognized the potential of pine for timber and symbiotic mushroom production, they noted that a lack of technical training and awareness-raising workshops limits its exploitation. The study concludes that the economic valuation of *Pinus radiata* represents a viable alternative for diversifying

household income, serving as a strategic element for local economic development and improving the quality of life in Socos.

Keywords: *Pinus radiata*, economic valuation, economic development, dasometric variables.

I. Introducción

Los recursos forestales constituyen uno de los principales patrimonios naturales para el desarrollo sostenible de los países, debido a su contribución en la provisión de bienes y servicios ambientales, así como por su impacto en la economía, la conservación de la biodiversidad y el bienestar de las poblaciones rurales. En las últimas décadas, el manejo sostenible de los bosques y las plantaciones forestales ha adquirido mayor relevancia como estrategia para promover el crecimiento económico, reducir la pobreza rural y enfrentar los efectos del cambio climático. En este contexto, las especies forestales de rápido crecimiento, como *Pinus radiata*, representan una alternativa importante para el aprovechamiento económico y la recuperación de áreas degradadas, además de constituir una fuente permanente de ingresos mediante la producción de madera y otros servicios ecosistémicos (FAO, 2020).

A nivel mundial, las plantaciones forestales cumplen un papel estratégico en el abastecimiento de materia prima para las industrias maderera, papelera, de la construcción y de transformación, contribuyendo significativamente al producto interno bruto y a la generación de empleo. Los bosques cubren aproximadamente el 31 % de la superficie terrestre y

desempeñan funciones esenciales relacionadas con la seguridad alimentaria, la regulación climática, la conservación de los recursos hídricos y el desarrollo socioeconómico de millones de personas (FAO, 2020)

En América Latina, el establecimiento de plantaciones forestales con especies del género *Pinus* ha favorecido el desarrollo de economías regionales mediante la generación de empleo, el incremento de la productividad forestal y el fortalecimiento de cadenas de valor vinculadas a la producción y comercialización de madera. Países como Chile, Brasil y Argentina han demostrado que la gestión eficiente de plantaciones forestales contribuye significativamente al crecimiento económico y al desarrollo territorial, además de generar importantes beneficios ambientales, como la captura de carbono, la protección del suelo y la conservación de las cuencas hidrográficas (Donoso, 2006; FAO, 2018).

En el Perú, la actividad forestal representa un sector con amplio potencial para impulsar el desarrollo económico sostenible, especialmente en las regiones andinas y amazónicas. Las plantaciones forestales constituyen una alternativa productiva para recuperar terrenos degradados, incrementar la cobertura vegetal y generar oportunidades económicas para las comunidades rurales. Sin embargo, el aprovechamiento de estos recursos aún enfrenta limitaciones relacionadas con la escasa inversión, el manejo técnico insuficiente y la limitada valoración económica de los bienes y servicios que ofrecen los ecosistemas forestales (Gregersen & Contreras, 1992).

La región Ayacucho posee extensas áreas reforestadas con *Pinus radiata*, especie introducida que ha demostrado una adecuada adaptación a las condiciones ecológicas de la sierra peruana. Estas plantaciones constituyen una fuente importante de madera para diferentes usos, además de aportar beneficios ambientales como la protección de suelos, la regulación hídrica y la captura de carbono. En diversos distritos de la región, la actividad forestal representa una oportunidad para diversificar la economía rural y fortalecer los medios de vida de la población. No obstante, aún existe escasa información científica sobre la valoración económica integral de estas plantaciones y su influencia en el desarrollo económico de los territorios donde se encuentran establecidas.

El distrito de Socos, ubicado en la provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, presenta condiciones agroecológicas favorables para el desarrollo de plantaciones de *Pinus radiata*. La actividad forestal constituye una alternativa de aprovechamiento económico para numerosas familias dedicadas a la producción y comercialización de madera; sin embargo, el potencial económico de esta especie no ha sido plenamente cuantificado ni relacionado con indicadores de desarrollo económico local. Esta situación limita la formulación de estrategias orientadas al manejo sostenible del recurso forestal y a la promoción de inversiones que permitan incrementar su productividad y rentabilidad.

En este contexto, la presente tesis tiene como propósito analizar la valoración económica del *Pinus radiata* y determinar su influencia como factor del desarrollo económico en el distrito de Socos, Ayacucho. Para ello, se

evaluó los principales componentes económicos asociados al aprovechamiento de esta especie forestal y su relación con indicadores de desarrollo local, generando información científica que contribuya al fortalecimiento de la gestión forestal sostenible y al diseño de políticas orientadas al aprovechamiento responsable de los recursos naturales.

II. Metodología

2.1. Ubicación de la zona de estudio

La investigación se desarrolló en las plantaciones forestales de pino (*Pinus radiata*) localizadas en el distrito de Socos, perteneciente a la provincia de Huamanga, en el departamento de Ayacucho. La elección de este espacio geográfico respondió a la importancia que tuvo el cultivo de *Pinus radiata* en la dinámica económica local, debido a que genera oportunidades de empleo, comercialización de productos derivados, producción maderera y contribuyendo significativa al desarrollo económico de la población de Socos.

2.2. Tipo de investigación

Es de tipo aplicada, ya que busca resolver un problema práctico determinando cómo un recurso forestal específico impacta en la economía local. (Arias, 2012) Posee un enfoque cuantitativo, basándose en la recolección de datos numéricos y análisis estadístico-financiero. (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018)

2.3. Nivel de investigación

Es descriptivo-correlacional. Descriptivo porque detallará los costos, ingresos y volumen de producción del pino; y correlacional porque busca

establecer la relación de dependencia entre la valoración económica del pino (variable independiente) y el desarrollo económico local (variable dependiente) (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

2.4. Diseño de investigación

No experimental, de corte transversal, debido a que las variables no serán manipuladas deliberadamente y la información se recopilará en un solo momento del tiempo (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

2.5. Diseño del experimento

El experimento se llevó a cabo en un terreno de secano que presentaba una pendiente variable. Debido a esta heterogeneidad topográfica, las parcelas se agruparon en dos bloques, lo que permitió asociar y controlar las diferencias en las respuestas de las plantas causadas por la inclinación del terreno. El diseño experimental empleado correspondió a un diseño de bloques completos al azar (DBCA), constituido por dos bloques y dos parcelas por bloque, unidades donde se desarrollaron las evaluaciones de la investigación.

2.6. Procedimiento metodológico de recolección de datos

2.6.1. Fase de campo

a) Reconocimiento del área de estudio

Debido a que la zona seleccionada presentó características representativas y condiciones homogéneas para la masa forestal, se efectuó un reconocimiento técnico integral de la superficie ocupada por la plantación de pino (*Pinus radiata*). Esta prospección preliminar permitió diagnosticar el estado silvicultural actual de la masa y, consecuentemente, delimitar las

parcelas experimentales de estudio. Posteriormente, se evaluó la accesibilidad del terreno con el fin de garantizar la viabilidad operativa durante las fases de inventario y toma de datos de la presente investigación.

b) Establecimiento de parcelas

Para la valoración económica de *Pinus radiata*, se establecieron dos bloques que agruparon un total de cuatro parcelas experimentales, cada una con una superficie de 10,000 m². En cada unidad muestral se seleccionaron aleatoriamente 20 individuos, los cuales fueron codificados y marcados numéricamente para su posterior seguimiento. Las parcelas se localizaron en los sectores de Qatun Qasa y Manzanayocc, áreas seleccionadas debido a la ausencia de explotación forestal o interferencia antrópica. Asimismo, la determinación del número, dimensiones y distribución de las parcelas, así como la cantidad de árboles evaluados, se basó en criterios dendrométricos específicos, tales como la altura de las plantas, la edad estructural y la cronología de la plantación.

c) Medición de variables dasométricas

En cada parcela se procedió con la evaluación de los individuos seleccionados. La primera variable registrada fue el diámetro a la altura del pecho (DAP), medido a 1.30 metros del suelo mediante el uso de una cinta diamétrica. Posteriormente, se estimó la altura total de los árboles empleando el método indirecto de la proporcionalidad de las sombras, relacionando la proyección de la sombra del espécimen con la de un objeto de longitud conocida. Bajo este mismo procedimiento, se determinó el diámetro y la longitud del fuste comercial o aprovechable.

d) Recopilación de la información con el uso de cuestionarios

Para caracterizar el componente socioeconómico, se encuestó a la población del distrito de Socos en las diferentes zonas de muestreo, recopilando información sobre la economía familiar orientada al sustento alimentario, los ingresos mensuales y las principales fuentes de empleo o producción. Complementariamente, se efectuó un estudio de mercado mediante visitas técnicas a dos empresas de transformación primaria (carpinterías) en la ciudad de Ayacucho; esto permitió determinar el precio comercial de la madera aserrada de pino (*Pinus radiata*), variable fundamental para estimar los ingresos potenciales derivados de la actividad forestal.

2.6.2. 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 realizó el cálculo del número total de plantas por hectárea utilizando datos de densidad de la plantación encontrada en cada parcela de estudio.

b) Calcular el volumen de los árboles en pie

Se utilizó el método sugerido por Murillo et al. (2004), se utilizaron datos de campo, incluyendo el DAP, la altura comercial y el factor de forma, para calcular el volumen de árboles en pie:

$$VCT = DAP * \frac{\pi}{4} * HC * FF$$

Donde:

VCT = Volumen comercial total (m³)

DAP = diámetro a la altura del pecho (m)

FF = Factor de forma (0.50)

HC = Altura comercial (m)

A partir de la información del volumen comercial global y de un coeficiente de explotación que muestra el volumen real que puede extraerse, se determinó entonces el volumen comercial aprovechable.

c) Valoración de costos de explotación

Para determinar los costos de aprovechamiento de cada una de las actividades se empleó el método de conversión. El procedimiento consistió en homogeneizar los datos promedio obtenidos mediante las encuestas a una unidad de medida común (S/ por m³). Para ello, se dividieron los costos promedio reportados en los cuestionarios entre el volumen comercial aprovechable total que fue estimado en el inventario forestal. Este procedimiento metodológico se ejecutó sobre la base de los lineamientos establecidos 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.

d) Valoración económica 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.

Ortuño et al. (2007), se realizó una encuesta a los establecimientos madereros para conocer el valor de los ingresos. El precio promedio de mercado fue de S/. 2,10 por pt, el cual fue convertido a la equivalencia correspondiente (220 por pt = 0,002357m³) y multiplicado por el factor de conversión (0,55). Por último, se dedujeron el margen de beneficio e ingresos netos menos los gastos de tala para calcular el valor de la madera en pie.

e) Evaluación de costos en pie de la madera

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

III. Resultados y discusión

3.1. Resultados

3.1.1. Estimación del valor económico de madera en pie de la plantación de (*Pinus radiata*)

Para determinar el valor económico de la madera en pie, utilizamos la información sobre el volumen derivada del inventario forestal, incluido el volumen aprovechable comercial, los datos medios de las encuestas a las carpinterías, el precio de mercado de las tablas de madera aserrada y el margen de beneficio y de riesgo.

3.1.2. Cuantificación del volumen maderable de árboles en pie

A partir del inventario se determinó un volumen comercial de 496.25 m³/ha; este volumen equivale al número medio de árboles/ha (752 árboles/ha)

Tabla 1

Cuantificación de área basal y volumen comercial.

Bloque	Parcelas	Área basal (m ²)	Volumen comercial (m ³ /planta)	Volumen comercial (m ³ /ha)
B 01	P1	0,89	0,67	503,93
	P2	0,97	0,71	533,77
B 02	P1	0,97	0,60	451,14
	P2	1,00	0,66	496,15
Total		6,848	28,43	1 984,98
Promedio/ha				496,25

A los 20 años, el volumen comercial medio obtenido en la plantación de (*Pinus radiata*) del distrito de Socos fue de 496,25 m³ por hectárea, que forma parte de la zona de vida del bosque muy húmedo Montano Tropical (mbh-MT). Una pendiente pronunciada, un drenaje excesivo, una fertilidad moderada, la presencia de algunas piedras, un pH bastante ácido y una escasa profundidad efectiva son características de los suelos de andosol de páramo de la plantación. En la plantación se han registrado temperaturas tan bajas como 5 °C y tan altas como 18 °C. Las precipitaciones medias oscilan entre 711,1 y 1.280 mm anuales.

Tabla 2

Volumen comercial del P. radiata con respecto a otros estudios.

Estudio	Volumen comercial	Edad	Referencias
Colombia	542 m ³ por ha	12	Restrepo <i>et al.</i> (2012)
Finca porcón –Cajamarca	472.39 m ³ por ha	21	Mendo (2008)
Finca porcón – Cajamarca	427 m ³ por ha	22	Merino (2015)
Finca – Cajamarca	448 m ³ por ha	22	Resultado del estudio

La cantidad de volumen comercial encontrado en la investigación realizada En el distrito de socos (496,25 m³ por ha) se asemejan al estudio de

Granja Porcón-Cajamarca realizado por Merino (2015). La mínima diferencia puede deberse al tipo de zona que presentan ambos estudios, que también incluye suelos derivados de rocas volcánicas, areniscas y calizas, con muy alta materia orgánica, profundidad superficial efectiva y pH ácido, con temperaturas similares que oscilan entre 3°C y 5°C y 18°C. La siembra se realizó utilizando plántulas que se obtuvieron de viveros que producen semillas certificadas de México, California, con garantía en su crecimiento y desarrollo.

3.1.3. Determinación de costos de aprovechamiento

Como se indica en la tabla 2, para calcular los gastos asociados a la tala, la extracción y el transporte se utilizó la media de los resultados de las cinco encuestas realizadas a empresas dedicadas a la tala de madera procedente de plantaciones forestales. Estas cifras se obtuvieron para cada operación de tala. Esto se realizó debido a la falta de datos sobre *P. radiata* en todo el territorio nacional y en la región Cajamarca. Se realizó una encuesta a pequeñas empresas extractoras de madera; los resultados se detallan en el Anexo 4. Las actividades consideradas incluyeron los costos de cosecha forestal, extracción y transporte, construcción de patios de acopio y caminos forestales, costos de mantenimiento y administración, costos de plantación, entre otros.

3.1.4. Precio de pie tabla de madera aserrada en madereras de Ayacucho

El precio medio por pie tablar de la madera aserrada de «pino» en el mercado fue de 2,10 S/ pct, que se utilizó para calcular los ingresos de la

plantación y reunir la información necesaria para calcular el valor económico de la madera en pie en la plantación de *P. radiata*.

3.1.5. Determinación del valor económico de madera en pie

El precio por pie tablar se convirtió primero a metros cúbicos por su equivalencia, y el resultado se multiplicó por el factor de conversión (0,55) para obtener unos ingresos de 489,62 S/ por m³. Los gastos se calcularon sumando todos los costes asociados a la explotación forestal y otras actividades, a los que se añadió un 18% como margen de beneficio y riesgo, lo que arrojó un total de 338,92 S/ por m³. Por último, se dedujeron los ingresos de los gastos para determinar el valor de la madera en pie, que resultó ser de 151 S/ por m³.

Tabla 3

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	150,70

Una plantación antigua con grandes volúmenes de madera y de buena calidad, pero poco accesible y alejada de la ciudad o de los mercados, puede ser menos valiosa económicamente que una plantación más joven con condiciones de acceso ideales. Esto podría deberse a que los costes de tala y transporte aumentarían y el valor económico de la plantación disminuiría.

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

Deduciendo el coste del pie tablar de los costes de recolección, el extractor pudo ganar 0,40 céntimos por pie tablar en el bosque.

Una vez deducidos los gastos de cosecha y transporte, los intermediarios venden a S/. 1,40 el pie tablar, obteniendo una ganancia de 0,15 céntimos por pie tablar.

El precio promedio al que las empresas madereras de Cajamarca venden en el mercado es de S/. 2,10 por pie tablar. Los propietarios fijan estos precios en función de las compras que realizan a los madereros y, deduciendo los costos de transformación, obtienen S/. 0,28 céntimos por pie tablar.

Tabla 4

Ganancias del pie tabla de madera de pino.

Ganancias	S/ por pt
Bosque	0,40
Intermediarios	0,15
Madereras	0,28

3.2. Discusión

Al evaluar el rendimiento forestal de la plantación de *Pinus radiata* en el distrito de Socos (Ayacucho), los resultados de la presente investigación determinaron un promedio estimado de 496.25 m³/ha de volumen comercial (tabla 1). Este valor constituye la base biofísica fundamental para estimar el potencial maderable disponible y, consecuentemente, su valorización económica real como motor de desarrollo local en la zona altoandina de Socos. Al contrastar esta productividad volumétrica con la literatura científica,

surgen importantes puntos de análisis sobre el comportamiento dasométrico de la especie bajo diferentes escenarios geográficos y de manejo.

En el contexto internacional, el rendimiento promedio hallado en Socos resulta inferior al reportado por Restrepo et al. (2012) en Colombia, quienes registraron un volumen comercial de 542 m³/ha. Una diferencia crítica radica en la temporalidad, ya que dicho volumen fue alcanzado a una edad de apenas 12 años, frente a los 22 años cronológicos evaluados en este estudio. Desde una perspectiva silvicultural, esto demuestra que las condiciones edafoclimáticas de las zonas bajas o tropicales de Colombia aceleran marcadamente el Incremento Medio Anual (IMA) del género *Pinus*. No obstante, para los fines de una valoración económica orientada al desarrollo local en Socos, el turno biológico de 22 años alcanzado en la sierra ayacuchana sigue siendo altamente competitivo, pues asegura una densidad y calidad de madera apta para procesos de transformación que generan mayor valor agregado en los mercados regionales.

A nivel nacional, al comparar los resultados obtenidos con experiencias previas documentadas en la Finca Porcón (Cajamarca), la productividad de Socos muestra un desempeño sobresaliente. El promedio de 496.25 m³/ha supera el volumen comercial reportado por Mendo (2008), quien halló un rendimiento de 472.39 m³/ha a la edad de 21 años. Asimismo, el resultado de esta investigación se posiciona notablemente por encima de los hallazgos de Merino (2015), quien registró un volumen de 427 m³/ha en plantaciones de la misma edad cronológica de 22 años en Porcón.

Estas discrepancias positivas a favor del distrito de Socos a pesar de compartir edades de rotación análogas con los antecedentes del norte del país sugieren la presencia de factores eco-geográficos favorables en Ayacucho, tales como regímenes de radiación solar óptimos y una adecuada profundidad efectiva de los suelos en las parcelas muestreadas. Lo anterior queda refrendado en la homogeneidad observada entre bloques en la tabla de resultados, donde el área basal por parcela se mantuvo en rangos altos entre 0.89 m² y 1.00 m², propiciando la acumulación maderable. En términos de desarrollo económico local, un volumen comercial que supera los estándares de Cajamarca (zona forestal por excelencia en el Perú) demuestra que el *Pinus radiata* en Socos posee una alta viabilidad financiera y un rendimiento físico capaz de sustentar la creación de cadenas de valor locales, la generación de empleo rural y la capitalización de los comuneros a través del aprovechamiento forestal sostenible.

Conclusiones

1. Al realizar la valoración económica de madera en pie, en una plantación de (*Pinus radiata*) de 15 años de edad en las comunidades de Qatun Qasa y Manzanayocc, se obtuvo un volumen comercial aprovechable de 496.25 m³ por ha y un valor de 150,70 S/. por m³ de la madera en pie.
2. Al realizar la valoración económica se observa que existe una gran diferencia, entre las ganancias en bosque, intermediario, carpintería, lo cual la ganancia considerable está en el bosque, esto con las condiciones que se le brinda.

3. Al realizar la valoración económica de la madera en pie se observa que una Ha de bosque de (*Pinus radiata*) cuesta 74 785,07 soles /ha. Lo cual esto refleja. Que dando condiciones desde la plantación se puede obtener veneficios para los pobladores.

Referencias bibliográficas

- Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica* (6ª ed.). Episteme.
- Donoso, C. (2006). *Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina: Autoecología*. Marisa Cuneo Ediciones.
- Food and Agriculture Organization. (2018). *Bosques y desarrollo sostenible*. FAO. <https://www.fao.org>
- Food and Agriculture Organization. (2020). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020*. FAO. <https://doi.org/10.4060/ca9825es>
- Food and Agriculture Organization. FAO (2020). *El estado de los bosques del mundo 2020: Los bosques, la biodiversidad y las personas*. FAO. <https://doi.org/10.4060/ca8642es>
- Gregersen, H. M., & Contreras-Hermosilla, A. (1992). *Economía forestal*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.

- Mendo, M. H. (2008). *Valoración económica de los bienes y servicios ambientales del bosque Granja Porcón, Cajamarca-Perú, 2007–2008* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Merino, G. (2015). Identificación de las causas que alteran el rendimiento de las plantaciones forestales y rendimiento de la madera. *Bioagro*, 7(2), 15–23.
- Ortuño, S., Madrigal, A., & González, I. (2007). *Apuntes de valoración agraria y forestal*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Restrepo, I. H., Alonso, S. A., & Sánchez, M. I. (2012). Rendimiento, turno óptimo forestal y rentabilidad de plantaciones forestales de *Pinus patula* en Colombia. *Interciencia*, 37(1), 14–29.

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD N°0076-2026-UNSCH-EPG/KBA

El que suscribe; responsable verificador de originalidad de trabajo de tesis de Posgrado en segunda instancia para la **Escuela de Posgrado – UNSCH**; en cumplimiento a la Resolución Directoral N°002-2026-UNSCH-EPG/D, Reglamento de Originalidad de trabajos de Investigación de la UNSCH, otorga lo siguiente:

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

AUTOR	Bach. KENNET MARTINEZ INFANTE
DENOMINACIÓN DEL PROGRAMA DE ESTUDIOS	MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
GRADO ACADÉMICO QUE OTORGA	MAESTRO
DENOMINACIÓN DEL GRADO ACADÉMICO	MAESTRO(A) EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA, MENCIÓN GERENCIA DE PROYECTOS Y MEDIO AMBIENTE
TÍTULO DE TESIS	Valoración económica del pino (<i>Pinus radiata</i>) como factor de desarrollo económico del distrito de socos - Ayacucho
EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD	18% de similitud
N° DE TRABAJO	3002220662
FECHA	23 de julio de 2026

Por tanto, según los artículos 12, 13 y 17 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación, es procedente otorgar la constancia de originalidad con depósito.

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para los fines que crea conveniente.

23 de julio de 2026.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
ESCUELA DE POSGRADO
Mg. Kelvis BERROCAL ARGUMEDO
Sub Director de Investigación

CC.
Archivo
KBA/

Valoración económica del pino (*Pinus radiata*) como factor de desarrollo económico del distrito de Socos - Ayacucho

por Kennet MARTINEZ INFANTE

Valoración económica del pino (Pinus radiata) como factor de desarrollo económico del distrito de Socos - Ayacucho

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unc.edu.pe	12%
	Fuente de Internet	
2	hdl.handle.net	1%
	Fuente de Internet	
3	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	1%
	Trabajo del estudiante	
4	es.wikipedia.org	1%
	Fuente de Internet	
5	repositorio.udh.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
6	repositorio.unsch.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
7	repositorio.unaj.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
8	Submitted to Universidad Nacional de Cajamarca	<1%
	Trabajo del estudiante	
9	repositorio.unapiquitos.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
10	Challco Luque, Yanet Julia. "Factores que afectan la produccion y productividad agropecuaria del distrito de Santa Ana, en la gestion del desarrollo economico local de la municipalidad provincial de la convencion- Cusco 2011-2013.", Pontificia Universidad Catolica del Peru - CENTRUM Catolica (Peru), 2021	<1%
	Publicación	
11	repositorio.unas.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
12	vsip.info	<1%
	Fuente de Internet	
13	repositorio.uncp.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	

Excluir citas
Excluir bibliografía

Activo
Activo

Excluir coincidencias

< 30 words

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR
EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO(A) EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA, MENCIÓN GERENCIA DE
PROYECTOS Y MEDIO AMBIENTE
RESOLUCIÓN DIRECTORAL N°00148-2026-UNSCH-EPG/D.

Siendo las 11:00 a.m. del 04 de mayo de 2026 se reunieron en el auditorium de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, el Jurado Examinador y Calificador de Tesis, presidido por el **MG. KELVIS BERROCAL ARGUMEDO** Director (e) de la Escuela de Posgrado, el **Mg. EDMUNDO CANCHARI GUTIERREZ** Director de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil, e integrado por los siguientes miembros: **Mtro. EDMUNDO CAMPOS ARZAPALO** y el **Mtro. CARLOS AUBERTO PRADO PRADO**; para la sustentación oral y pública de la tesis titulada: **VALORACIÓN ECONÓMICA DEL PINO (PINUS RADIATA) COMO FACTOR DE DESARROLLO ECONÓMICO DEL DISTRITO DE SOCOS - AYACUCHO**, presentado por el **Bach. KENNET MARTINEZ INFANTE**. Teniendo como asesor al **Dr. JAIME ALBERTO HUAMAN MONTES**.

Acto seguido se procedió a la exposición de la tesis, con el fin de optar el Grado Académico de **MAESTRO(A) EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA, MENCIÓN GERENCIA DE PROYECTOS Y MEDIO AMBIENTE**. Formuladas las preguntas, éstas fueron absueltas por el graduando.

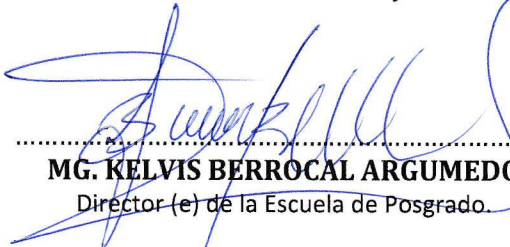
A continuación, el Jurado Examinador y Calificador de Tesis procedió a la votación, la que dio como resultado el siguiente calificativo: QUINCE (15).

CALIFICACION (x)	
Aprobado(a) por Unanimidad.	<u>X</u>
Aprobado(a) por Mayoría.	
Desaprobado(a) por Unanimidad.	
Desaprobado(a) por Mayoría.	

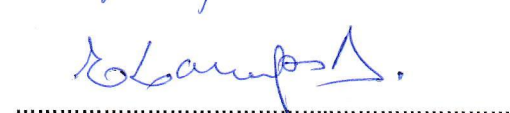
Marcar con un aspa (x).

Luego, el presidente del Jurado recomienda que la Escuela de Posgrado proponga que se le otorgue al **Bach. KENNET MARTINEZ INFANTE**, el Grado Académico de **MAESTRO(A) EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA, MENCIÓN GERENCIA DE PROYECTOS Y MEDIO AMBIENTE**. Siendo las 1:05 p.m. hrs. se levanta la sesión.

Se extiende el acta en la ciudad de Ayacucho, a las 1:10 p.m. hrs. del 04 de mayo de 2026.


.....
MG. KELVIS BERROCAL ARGUMEDO
Director (e) de la Escuela de Posgrado.


.....
Mg. EDMUNDO CANCHARI GUTIERREZ
Director de la UPG-FIMGC.


.....
Mtro. EDMUNDO CAMPOS ARZAPALO
Miembro.


.....
Mtro. CARLOS AUBERTO PRADO PRADO
Miembro.


.....
Dr. ENRIQUE JAVIER AGUILAR FELICES
Secretario Docente.

Observaciones: