

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL



LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Silvicultura, aprovechamiento e industria forestal.

TESIS

Identificación y selección de árboles semilleros de *Pinus patula* Schl. et Cham en la provincia de Chota.

AUTOR

Darío Oblitas Barboza

ASESOR

Dr. Guillermo Alejandro Chávez Santa Cruz

CHOTA – PERÚ

DICIEMBRE, 2025

Universidad Nacional Autónoma de Chota

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir "Guillermo A. Chávez Santa Cruz".

Dr. Guillermo A. Chávez Santa Cruz
Docente – CIP 28030



Universidad Nacional Autónoma de Chota



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, **Dr. Guillermo Alejandro Chávez Santa Cruz**, en calidad de asesor hace constar que la tesis de investigación titulada: “**Identificación y selección de árboles semilleros de *Pinus patula* Schl. et Cham en la provincia de Chota**”; ejecutado por la **Bach. Dario Oblitas Barboza** de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental. **asesorado por el Dr. Guillermo Alejandro Chávez Santa Cruz**; presenta un **ÍNDICE DE SIMILITUD DEL 0%**, sin incluir bibliografía; por lo tanto, cumple con el criterio de evaluación de originalidad establecido en el REGLAMENTO DE GRADOS Y TÍTULOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA aprobado mediante RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA N°770-2025-UNACH.

Se expide la presente, a petición de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

Chota, 23 de febrero del 2026.

Atentamente,



Dr. Guillermo Alejandro Chávez Santa Cruz
Asesor

Dario Oblitas Barboza

Ident selec árb semill

 Ident selec árb semill

 Identificación y selección de árboles semilleros de Pinus patula Schl. et Cham en la provincia de Chota.

 Universidad Nacional Autónoma de Chota

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3483797847

Fecha de entrega

17 feb 2026, 7:44 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

17 feb 2026, 7:52 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

Ident_selec_rb_semill.pdf

Tamaño del archivo

3.2 MB

101 páginas

25.073 palabras

126.369 caracteres




0% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado

Fuentes principales

- 0%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión




Caracteres reemplazados

37 caracteres sospechosos en N.º de páginas

Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Fuentes principales

- 0%  Fuentes de Internet
 - 0%  Publicaciones
 - 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)
-



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
VICEPRESIDENCIA ACADÉMICA
Reglamento de Grados y Títulos



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE INFORME FINAL DE TESIS

REG. N° 020-2026-FCA

El jurado evaluador designado con RESOLUCIÓN DE COORDINACIÓN DE FACULTAD N.° 418-2024-FCA/UNACH:

Nombres y apellidos	Cargo
Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza	Presidente
Mtr. Leyla Catherine Alarcón Alarcón	Secretario
M.Sc. Jim Jairo Villena Velasquez	Vocal

De la tesis titulada:

Identificación y selección de árboles semilleros de *Pinus patula* Schl. et Cham en la provincia de Chota.

Que ha sustentado el(los) Bachiller (es):

Nombres y apellidos	DNI
Dario Oblitas Barboza	47982916

Para obtener el título profesional de:

Ingeniero Forestal y Ambiental

Acuerdan por:

<input checked="" type="checkbox"/>	Unanimidad	<input type="checkbox"/>	Mayoría
-------------------------------------	------------	--------------------------	---------

<input type="checkbox"/>	Aprobar	<input type="checkbox"/>	Desaprobar
--------------------------	---------	--------------------------	------------

Otorgando la calificación de:

<input checked="" type="checkbox"/>	Aprobado
<input type="checkbox"/>	Excelente
<input checked="" type="checkbox"/>	Bueno
<input type="checkbox"/>	Regular

<input type="checkbox"/>	Desaprobado
--------------------------	-------------

Colpa Matara 02 de Febrero del 2026

Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza

Presidente

Mtr. Leyla Catherine Alarcón Alarcón

Secretario

M.Sc. Jim Jairo Villena Velasquez

Vocal

Dr. Guillermo Alejandro Chávez Santa Cruz

Asesor

Dedicatoria

A Dios, por guiarme siempre por el buen camino, darme la fortaleza necesaria para seguir adelante y no desistir en la búsqueda de mis objetivos.

A mis padres, por su amor incondicional, su apoyo constante, sus valiosos consejos y la motivación que ha sido fundamental para alcanzar mis metas y superar cada desafío. A mis hermanos, fuente de inspiración, por estar siempre a mi lado, brindándome su apoyo y alentándome a ser una mejor persona cada día.

A mi madre por su apoyo constante y motivación dándome sus consejos para seguir adelante y superar los obstáculos de la vida. Y a mi padre, por siempre estando presente con su apoyo económico y moral.

Agradecimientos

A mis padres, Gilberto Oblitas Benavidez y Celinda Barboza Regalado, por ser el pilar de mi vida. Su apoyo incondicional, amor y enseñanzas me han guiado en cada etapa de mi formación. Gracias por estar siempre a mi lado, animándome a seguir adelante y a superar cada obstáculo.

A mi Esposa e hijo, por ser parte esencial de mi vida y por el apoyo brindado durante la ejecución de mi tesis. .

A mi asesor al Dr. Guillermo Alejandro Chávez Santacruz, por brindarme las pautas y poder encaminar el desarrollo de la investigación.

A los docentes que impartieron conocimientos y motivación para forjarme como profesional, y a todas las personas que aportaron con su tiempo en el desarrollo de mi tesis para optar el título profesional de Ingeniero Forestal y Ambiental.

Índice

CAPÍTULO I	15
INTRODUCCIÓN	15
1.1 Planteamiento del problema	15
1.2 Formulación del problema	18
1.2.1 <i>Problema general</i>	18
1.3 Justificación de la investigación	18
1.4 Objetivos de la investigación.....	20
1.4.1 <i>Objetivo general</i>	20
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i>	20
CAPÍTULO II	21
MARCO TEÓRICO.....	21
2.1 Antecedentes del estudio	21
2.2 Bases teórico- científicas	24
2.2.1 <i>Estudio y selección de Árbol semillero</i>	24
2.2.2 <i>Fuentes semilleras</i>	25
2.2.3 Fuentes semilleras naturales	26
2.2.4 Fuentes semilleras mejorada	27
2.2.5 Métodos de evaluación fenotípica de los árboles semilleros	27
2.2.6 Métodos de evaluación dasométricas de los árboles semilleros	28
2.3 Definición de conceptos	29
2.3.1 <i>Pinus patula</i>	29
2.3.2 Árbol candidato	29
2.3.3 Árbol semillero	30
2.3.4 <i>Altura comercial</i>	30
2.3.5 <i>Altura total</i>	30
2.3.6 <i>DAP</i>	30
2.3.7 <i>Diámetro de copa</i>	30
2.3.8 <i>Estado fitosanitario</i>	30
2.3.9 <i>Inventario del rodal</i>	31
2.4 Hipótesis	31
2.5 Operacionalización de variables	31
CAPÍTULO III	32
MARCO METODOLÓGICO.....	32
3.1 Tipo y nivel de investigación	32
3.1.1 <i>Tipo de investigación</i>	32

3.1.2	<i>Nivel de investigación</i>	32
3.1.3	<i>Diseño de la investigación</i>	32
3.2	Métodos de investigación	32
3.2.1	<i>Localización de áreas de plantación</i>	32
3.2.2	Inventario del rodal	33
3.2.3	Toma de datos	33
3.2.4	Identificación de árboles semilleros	33
3.3	Población, muestra y muestreo	36
3.3.1	<i>Población</i>	36
3.3.2	<i>Muestra</i>	37
3.3.3	Muestreo	41
3.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	41
3.4.1	<i>Técnicas de recolección de datos</i>	41
3.4.2	<i>Instrumentos de recolección de datos</i>	41
3.5	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	42
3.6	Análisis estadísticos	43
3.7	Aspectos éticos	43
	CAPÍTULO IV	44
	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
4.1	Resultados	44
4.1.1	<i>Análisis de Anova de variables dasométricas</i>	44
4.1.2	<i>Áreas de plantaciones forestales con mayor potencial de árboles semilleros de P. patula.</i> 45	
4.1.3	Criterios dasométricas de selección para árboles semilleros de P. patula	47
4.1.4	Características cualitativas de los árboles con potencial para convertirse en semilleros de P. patula en la provincia de Chota.	49
4.1.5	Valoración de características cuantitativas y cualitativas de las fuentes semilleras de P. patula.	52
4.1.6	<i>Oferta y germinación de semillas de las fuentes semilleras de P. patula</i>	56
4.2	Contrastación de hipótesis	58
4.3	Discusión de resultados	58
	CAPÍTULO V	62
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
5.1	Conclusiones	62
5.2	Recomendaciones	62
	Referencias bibliográficas	64

Índice de tablas

Tabla 1 Matriz de operacionalización de variables	31
Tabla 2 Recolección de datos en campo.....	34
Tabla 3 Matriz para la evaluación de los parámetros fenotípicos de los árboles semilleros	35
Tabla 4 Agrupación de los árboles por clase.....	36
Tabla 5 Ubicación de los rodales muestreados.....	39
Tabla 6 Análisis de variancias dasométricas para árboles semilleros de <i>P. patula</i>	44
Tabla 7 Media armónica de variancias dasométricas para árboles semilleros de <i>P. patula</i>	44
Tabla 8 Potencial de fuentes semilleras de <i>P. patula</i>	46
Tabla 9 Criterios de selección para árboles semilleros de <i>P. patula</i>	47
Tabla 10 Individuos seleccionados como árboles semilleros de <i>P. patula</i>	48
Tabla 11 Características cualitativas de los árboles para convertirse en semilleros.....	50
Tabla 12 Valoración de características cuantitativas y cualitativas de las fuentes semilleras de <i>P. patula</i>	52
Tabla 13 <i>Valoración de los árboles semilleros de P. patula</i>	55
Tabla 14 Contratación de hipótesis	58

Índice de figuras

Figura 1	Especificaciones para la medición del DAP	34
Figura 2	Medición de la altura entre la base y el ápice del árbol	35
Figura 3	Mapa de ubicación del área de estudio	38
Figura 4	Rodales muestreados	40
Figura 5	Plantaciones forestales con mayor potencial para la identificación de árboles semilleros de <i>P. patula</i>	47
Figura 6	Oferta de semillas por árbol semillero de <i>P. patula</i>	56
Figura 7	<i>Germinación de semillas de las fuentes semilleras de P. patula</i>	57
Figura 8	<i>Medición del DAP de árboles de P. patula</i>	76
Figura 9	<i>Medición de altura de árboles de P. patula</i>	102
Figura 10	<i>Registro de datos aplicando criterios de selección de árboles de P. patula</i>	103
Figura 11	<i>Registro de datos y codificación aplicando criterios de selección de árboles de P. patula</i>	103
Figura 12	<i>Selección de semillas de árboles de P. patula</i>	104
Figura 13	<i>Germinación de semillas de árboles de P. patula</i>	104

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo identificar y seleccionar árboles semilleros de *Pinus patula* en la provincia de Chota. Para el desarrollo de la investigación se recolectaron datos de campo y bibliográficos sobre las plantaciones de *Pinua patula* en la provincia de Chota. Los datos de campo incluyeron ubicación de los árboles, edad de plantación, altura, DAP, vigor y sanidad. Se seleccionaron individuos con crecimiento, forma, ausencia de enfermedades y adaptabilidad al ambiente. La población de estudio estuvo conformada por 95 rodales plantados de *Pinus patula* (71.14 hectáreas) distribuidos en la provincia de Chota. Como resultados se identificaron 29 árboles semilleros de *Pinus patula* en la provincia de Chota, estos árboles cumplieron con las características cuantitativas y cualitativas necesarias para producir semillas de alta calidad, se caracterizaron por presentar un diámetro promedio a la altura del pecho (DAP) de 38 cm y una altura que oscila entre los 16 y 28 metros, la mayoría de estos ejemplares exhibieron un fuste recto sin bifurcaciones, con un diámetro de copa superior a 10 metros, el ángulo de inserción de las ramas se encuentra entre 60 y 90 grados, y su estado sanitario es completamente sano. Concluyendo, se identificaron 29 árboles semilleros de *Pinus patula* identificadas en la provincia de Chota, 15 poseen características excepcionales y fueron clasificadas como excelentes, mientras que los 14 restantes fueron categorizados como buenas.

Palabras clave: *Rodal, plantación, árboles semilleros, Pinus patula.*

Abstract

The objective of this research was to identify and select seed sources of *Pinus patula* in the province of Chota. For the development of the research, field and bibliographic data were collected on *Pinus patula* plantations in the province of Chota. Field data included tree location, age at planting, height, DBH, vigor and health. Individuals with growth, shape, absence of diseases and adaptability to the environment were selected. The study population consisted of 19 planted stands of *Pinus patula* (71, 14 hectares) distributed in the province of Chota. As a result, 29 seed trees of *Pinus patula* in the province of Chota, these trees met the quantitative and qualitative characteristics necessary to produce high quality seeds, they were characterized by an average diameter at breast height (DBH) of 38 cm and a height ranging between 16 and 28 meters, most of these specimens exhibited a straight shaft without bifurcations, with a crown diameter greater than 10 meters, the angle of insertion of the branches is between 60 and 90 degrees, and their health status is completely healthy. In conclusion, 29 seed trees of *Pinus patula* were identified in the province of Chota, 15 have exceptional characteristics and were classified as excellent, while the remaining 14 were categorized as good.

Keywords: Stand, plantation, seed trees, *Pinus patula*.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

La identificación y selección de Árboles semilleros constituye una actividad de trascendental importancia a escala mundial, dado su impacto en la economía, la sociedad, la adaptación al cambio climático y el avance científico y tecnológico (Basto et al., 2020). La cooperación internacional desempeña un papel crucial en este ámbito, facilitando el intercambio de recursos, conocimientos y experiencias (Onyango et al., 2024).

La identificación y selección de árboles semilleros de *P. patula* en América Latina se presenta como un desafío crítico para la silvicultura y la conservación de los recursos forestales en la región (Cervantes *et al.*, 2023). Esto se debe a la creciente demanda de madera, la fragmentación de los bosques y los efectos del cambio climático han puesto en riesgo la diversidad genética de esta especie, fundamental para su adaptación y productividad. La falta de información detallada sobre la distribución geográfica, las características fenotípicas y la variabilidad genética de las poblaciones de *P. patula* dificulta la selección de fuentes semilleras adecuadas para programas de reforestación y mejoramiento genético (Soto-Gil et al., 2022). Además, la ausencia de protocolos estandarizados y la limitada capacidad institucional en muchos países latinoamericanos obstaculizan la implementación de estrategias efectivas para la conservación y el uso sostenible de este recurso forestal (Ramírez et al., 2021).

Es fundamental establecer fuentes semilleras para garantizar la producción de semillas con calidad genética deseable (Erickson y Halford, 2020). Estas semillas son esenciales para la reforestación, ya que permiten la plantación de árboles con características deseables como resistencia a plagas y enfermedades, crecimiento rápido y buena adaptación al clima local (Pedrini et al., 2020). Las plantaciones forestales, junto con la creciente demanda de bienes y servicios derivados de su transformación, hacen del manejo adecuado de sus recursos genéticos una tarea fundamental (Li et al., 2021). Por ello, el éxito de los programas de reforestación y plantaciones forestales depende en gran medida de las fuentes semilleras, las cuales garantizan el abasto de semillas de alta calidad y procedencia adecuada (Girard et al., 2022).

Los bosques de Perú albergan una gran biodiversidad y brindan importantes servicios ambientales (Leal et al., 2021). Sin embargo, estos recursos se encuentran bajo una constante amenaza debido a diversos problemas forestales (Alfonso et al., 2020). La falta de prácticas adecuadas en el manejo de rodales semilleros, especialmente en plantaciones de *P. patula*, afecta negativamente la calidad genética del material utilizado para la reforestación (Nantongo et al., 2020). La pérdida anual de 348 000 ha de los bosques es un problema de gran magnitud que acarrea severas consecuencias tanto económicas como ambientales. Es crucial tomar medidas para combatir este flagelo, y la identificación de fuentes semilleras juega un rol fundamental en este esfuerzo (Gonçalves y Fonseca, 2022).

La escasez de investigaciones en el manejo de semilleros de especies forestales como el *P. patula* ha impactado negativamente en los proyectos de reforestación del país (Cornelius et al., 2020). La baja calidad física de las semillas, la inadecuada selección de procedencia genética y la falta de conocimiento sobre el manejo del germoplasma han sido factores determinantes en el fracaso de muchas iniciativas de reforestación (Novikova et al., 2022). Esta situación ha obligado a la compra de semillas en otros países, lo que genera una dependencia externa y limita el desarrollo de la propia capacidad nacional en el manejo de recursos forestales. Por lo tanto, se hace necesario fortalecer la investigación y el desarrollo de capacidades en el manejo de árboles semilleros de especies forestales (Fremout et al., 2022).

Ante ello, la identificación y selección de árboles semilleros es una herramienta fundamental para la conservación genética de las especies forestales (Eibl et al., 2022). La conservación in situ, basada en el comportamiento individual de los árboles, permite mantener las combinaciones genéticas específicas y generar nueva diversidad a través del flujo de genes (Brun et al., 2024). La protección de las fuentes semilleras y áreas boscosas garantiza la fuente de germoplasma para las futuras generaciones (Basto et al., 2020).

El manejo de rodales semilleros constituye una herramienta esencial para el monitoreo de poblaciones forestales. Esta práctica permite evaluar de manera rigurosa características cruciales asociadas a la producción de semillas, tales como el tamaño de los conos, el número de semillas viables y no viables por cono, así como la eficiencia productiva general de las poblaciones (Pérez et al., 2020). En los últimos años, estudios

realizados en *P. patula* han determinado una frecuencia desigual de cruces que está directamente relacionada con el tamaño efectivo de la fuente semillera. Esto significa que la diversidad genética dentro de la población juega un papel crucial en la cantidad y calidad de las semillas producidas (Geada et al., 2022).

El manejo de los árboles semilleros es una técnica utilizada en el monitoreo de poblaciones forestales, y a su vez facilita la estimación de la eficiencia productiva de las poblaciones evaluando características asociadas con la producción de semillas como tamaño del cono, número de semillas fértiles y vanas por cono (Alfaro et al., 2024). En los últimos años estudios en *P. patula* determinaron una desigual frecuencia de cruces que está determinada por el tamaño efectivo en su fuente semillera (Geada-López et al., 2021).

La identificación y selección de árboles semilleros en coníferas busca mejorar la calidad fenológica que se reflejen en la calidad del arbolado (Lopez y Barrios, 2023). Para el establecimiento de rodales semilleros resulta necesario la correcta evaluación de las potencialidades, indicadores que expresen la salud genética del mismo (Galindo et al., 2021). La conservación de los recursos forestales es mediante el manejo de árboles superiores aplicando de forma obligatoria aclareos, remoción de árboles indeseables cuyo manejo está dirigido a la producción abundante de semillas de calidad (Eibl et al., 2022). El manejo de las árboles semilleros de coníferas está orientada a la producción de plantas para los planes de reforestación que garanticen características fenológicas deseables (García y Yamel, 2022).

La magnitud de la deforestación, en contraste con las limitadas acciones de reforestación y plantaciones comerciales, resalta la crucial importancia de la producción de semillas forestales de alta calidad y la gestión permanente de fuentes semilleras (Lopez y Barrios, 2023). La calidad de las semillas abarca un conjunto de características que las hacen deseables para la siembra. Entre ellas, los atributos genéticos, fisiológicos y físicos son fundamentales, ya que impactan directamente en el vigor inicial de las plántulas y en la productividad de los cultivos forestales (Nantongo et al., 2020).

El manejo de las poblaciones forestales comienza con la mejora genética, la cual se realiza mediante el monitoreo constante de los semilleros. Este proceso requiere que los trabajadores de campo construyan tablas de vida objetivas para la producción de semillas por especie (Alfonso et al., 2020). A pesar de la importancia de estas tablas para el uso y la conservación de las plantaciones forestales, aún no se ha realizado un esfuerzo suficiente para desarrollar todo el potencial productivo forestal del país

(Galindo et al., 2021). Las tablas de producción de semillas son esenciales para determinar las fuentes semilleras que pueden generar una producción de calidad a lo largo del tiempo. Estas tablas se basan en evaluaciones y observaciones permanentes de los semilleros, lo que permite a los expertos determinar la cantidad y calidad de semillas que se pueden producir en un área determinada (Pérez et al., 2020).

Los árboles semilleros son importantes para la producción de semillas de alta calidad. La identificación y selección de las mejores individuos es un proceso continuo que se basa en la evaluación de las progenies. Las evaluaciones de progenies permiten determinar el rendimiento y otras características importantes de las plantas.

La investigación evidencia la necesidad de caracterizar y seleccionar árboles semilleros de alta calidad fenotípica de *P. patula* para programas futuros de reforestación y mejoramiento genético. Esta falta de conocimiento afecta el resultado de las plantaciones, generando rodales de baja productividad y calidad. Por lo cual, la investigación plantea desarrollar criterios técnicos y metodológicos para identificar, evaluar y certificar las mejores fuentes semilleras en el área de Chota y garantizar de esta manera el suministro de material reproductivo de calidad para la sostenibilidad forestal en el área.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Existen árboles de *P. patula* que cumplen todos los criterios para ser considerados como semilleros en la provincia de Chota?

1.3 Justificación de la investigación

La identificación y selección de árboles semilleros de *P. patula* en la provincia de Chota reviste una importancia práctica crucial para el desarrollo sostenible de la región. Al garantizar la obtención de semillas de buena calidad genética, se promueve el establecimiento de plantaciones forestales más productivas y resistentes a plagas y enfermedades. Esto, a su vez, contribuye a la conservación de los recursos naturales, la protección del suelo y la regulación hídrica. Además, la producción de madera de calidad proveniente de estas plantaciones permite impulsar el desarrollo económico local, generando empleo y valor agregado a la producción forestal.

La selección y extracción de árboles semilleros de *P. patula* es fundamental para planificar actividades de reforestación y de restauración ecológica, para la producción de madera de calidad. Teóricamente, esta especie tiene un importante nivel de variabilidad genética porque tiene gran efecto en su capacidad de adaptación a distintas condiciones ambientales, así como su respuesta a factores bióticos y abióticos.

El crecimiento demográfico, la conversión de bosques naturales a actividades agrícolas, ganaderas o de construcción, y la demanda de madera y otros productos forestales provocan una presión cada vez mayor sobre las plantaciones forestales (Ramírez et al., 2020). La deforestación tiene altos costos: erosión y pérdida de fertilidad del suelo, inundaciones, desertificación, pérdida de biodiversidad y extinción de especies o poblaciones únicas, y otros problemas asociados a la pérdida de bosques (Luque, 2021). La selección de árboles semilleros, es una estrategia que no solo reduce la presión sobre los hábitats restantes, sino que también ofrece una opción sostenible para el desarrollo rural y la satisfacción de las necesidades sociales (Basto et al., 2020).

El establecimiento de árboles semilleros, especialmente de coníferas, favorece un mayor desarrollo genético, garantizando la producción de plántulas de mejor calidad (Tekirdağ et al., 2023). Sin embargo, su creación requiere una cierta capacidad técnica y financiera y un conocimiento de la especie, que no siempre está disponible. Además, las fuentes de semillas necesitan algún tiempo para alcanzar la máxima producción (De Oliveira & Lima, 2023). Por ello, es fundamental establecer medidas alternativas para satisfacer la demanda inmediata de semillas (Telles et al., 2022)

Identificar los mejores árboles en producción de semillas es una parte importante de cualquier programa de semillas forestales, este paso es crucial, porque permite obtener material genético de alta calidad en un corto período de tiempo, mientras que los programas de mejoramiento genético pueden crear sistemas más avanzados y complejos que proporcionen semillas de mayor calidad y más productivas (De Oliveira & Lima, 2023)

El conocimiento científico sobre fuentes de semillas de buena calidad para especies forestales en la región de Cajamarca como el *P. patula* ha despertado el interés en la investigación para producir información tecnocientífica para la identificación y selección de árboles semilleros. Además, al centrarse en una especie y una región

específica, esta investigación proporciona información relevante para la toma de decisiones en la gestión forestal sostenible de *Pinus patula* en Chota, asegurando la conservación y el aprovechamiento óptimo de este recurso natural.

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo general

- ✓ Identificar árboles semilleros de *Pinus patula* en la provincia de Chota, aplicando criterios de selección.

1.4.2 Objetivos específicos

- ✓ Identificar las áreas de plantaciones forestales con mayor potencial para la identificación de árboles semilleros de *Pinus patula*.
- ✓ Establecer criterios dasométricos de selección para árboles semilleros de *Pinus patula* en la provincia de Chota.
- ✓ Evaluar las características cualitativas de los árboles con potencial para convertirse en semilleros de *Pinus patula* en la provincia de Chota.
- ✓ Valorar las características cuantitativas y cualitativas para seleccionar los árboles semilleros de *Pinus patula* en la provincia de Chota.
- ✓ Oferta de semillas de los árboles semilleros de *Pinus patula* en la provincia de Chota.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2..1 Antecedentes del estudio

Villota (2021) estudió el comportamiento de *P. patula* de cuatro procedencias diferentes: Sudáfrica, Topo, Cotopaxi y Zuleta. Se observaron diferencias significativas en altura y diámetro basal entre las procedencias. Sudáfrica presentó la mayor altura total (63,5 cm) y diámetro basal (0,90 cm), seguida por Topo (59,4 cm y 0,83 cm), Cotopaxi (57,2 cm y 0,80 cm) y Zuleta (55,1 cm y 0,77 cm). En términos de crecimiento, la procedencia Sudáfrica presentó el mejor comportamiento, sin diferencias significativas en supervivencia y estado fitosanitario con respecto a las demás procedencias.

Angaine et al. (2020) en Kenia evaluaron la producción de conos en un huerto semillero clonal de *Pinus patula*. Se obtuvo que la mayoría de los conos (67,1%) presentaran una forma curva, sin que esta característica influyera de manera significativa en el rendimiento de semillas. Sin embargo, se observó una clara relación entre la posición del cono en la copa y la cantidad de semillas producidas. Los conos recolectados de la parte superior de la copa presentaron el mayor rendimiento de semillas ($33,3 \pm 4,91\%$), mientras que los de la parte inferior produjeron significativamente menos ($14,4 \pm 2,76\%$). Concluyeron las prácticas silvícolas mejoran producción de material genético.

Basto et al. (2020) evaluaron el impacto de la tala rasa de plantaciones de *Pinus patula* en los bancos de semillas de zonas altomontanas andinas. Como resultados reportaron que la tala rasa promovió un aumento significativo en la riqueza, abundancia y número de semillas de las especies más comunes en los sitios con 2,5 y 4,5 años post-tala, en comparación con las plantaciones de pino y los bosques nativos. Estos cambios se asociaron positivamente con el aumento de la cobertura vegetal y el pH del suelo, y negativamente con la cobertura de hojarasca. Concluyeron que la tala rasa estimula la recuperación de la vegetación herbácea a través de los bancos de semillas.

Omondi et al. (2020) establecieron zonas altitudinales para el movimiento de semillas de *Pinus patula* con fines de reforestación, se seleccionaron 70 árboles superiores en ocho poblaciones que se distribuyen en un intervalo altitudinal de 1860 a 2730 m snm. Se obtuvo una correlación positiva entre la altitud y las dimensiones de conos y el ancho

de las semillas. Con base en la variación del largo y ancho del cono, así como el ancho de semillas.

Méndez et al. (2020) evaluaron la diversidad genética en dos huertos semilleros de *P. patula*, encontrando que la mayor parte de la diversidad (95,5%) se encontraba dentro de cada huerto, mientras que solo un 4,5% se encontraba entre ellos. Ambos huertos mostraron una alta diversidad genética, con valores de heterocigosidad esperada (H_e) de 0,684 en La Selva y 0,665 en Villa Cuauhtémoc. Los autores concluyeron que los huertos semilleros de *P. patula* en La Selva y Villa Cuauhtémoc conservan una alta diversidad genética.

Geada (2020) evaluó la capacidad productiva de las fuentes semilleras de *Pinus caribaea*, a través del comportamiento de los indicadores productivos durante dos años consecutivos, de 32 fuentes semilleras identificadas se tomaron 109 conos como muestra, evidenciándose altos niveles de endogamia alcanzando un promedio de 12% de semillas fértiles siendo muy productivos para su especie.

Peralta et al. (2020) realizaron un estudio sobre selección fenotípica y características productivas de *Pinus pseudostrobus*, utilizaron una muestra de 42 individuos de donde recolectaron 1058 conos, se realizó la medición de variables morfológicas para determinar la eficiencia reproductiva; determinando que los árboles evaluados registraron una edad de $51,8 \pm 8$ años, altura de $36,4 \pm 4,6$ m y diámetro normal de $54,5 \pm 8,2$ cm; y los valores obtenidos por el cono fueron 101,3 mm de longitud, 56 mm de diámetro 97,9 g de peso seco, alcanzando una eficiencia reproductiva de 13,09 mg por gramo. Concluyendo que las características evaluadas no alcanzaron diferencias significativas.

Manzanilla et al. (2019) realizó el manejo de fuentes semilleras de *P. montezumae* y *P. pseudostrobus* en México, determinando que las fuentes semilleras de las dos especies tienen implicaciones para la selección potencial de áreas productoras de semillas y conservación para cada especie. Las mayores contribuciones de las fuentes semilleras fueron las variables temperatura promedio anual (41,3%) y precipitación total anual (14,3%), mientras que el suelo (31,1%) y la altitud (29%) fueron determinantes para la producción de semillas de características genotípicas deseables.

Bustamante et al. (2012) estudiaron el potencial y eficiencia de producción de semilla en tres rodales semilleros en México, tomaron una muestra de 10 árboles por rodal con separación mínima de 50 m, se escogieron 400 semillas por área de estudio con la finalidad de cuantificar las semillas llenas, vanas y dañadas por insectos; concluyendo que el rodal Las Cumbres fue el único que alcanzó una eficiencia de semillas adecuada, el rodal El Encinal registro el más alto potencial de producción y el rodal La Florida obtuvo resultados intermedios.

Maldonado (2015) realizó su investigación en la identificación y selección de árboles semilleros, se evaluaron 47 individuos de las cuales 19 individuos califican como fuentes semilleras cumpliendo características fenotípicas excelentes, como forma, volumen y sanidad, que poseen los individuos seleccionados como árboles semilleros, los hace vulnerables al aprovechamiento, más aún cuando un 68 %, de los individuos seleccionados se concentran en la parte media y el 32 % en la parte baja de la microcuena.

Climent (2008) evaluó la genética del *P. patula* centrada en los patrones de variación geográfica, de 801 árboles evaluados, 14 son considerados como fuentes semilleras por alcanzar mayor puntaje de los criterios evaluados como rectitud del fuste, tamaño de copa y altura de la planta.

Nieves (2011) estudió la identificación, selección y aprovechamiento de árboles semilleros en México, se evaluaron 15 especies donde se identificaron 858 individuos, para la selección de los árboles semilleros se tomaron en consideración la altura, área basal, cobertura y forma de copa, de los cuales 25 individuos alcanzaron mayor puntaje estableciéndose como fuente semilleras con características fenotípicas deseables. Yaguana *et al.* (2016) estudiaron el potencial productivo y análisis de calidad de *C. officinalis*, se identificaron 47 fuentes semilleras, el promedio de frutos por ramas es de 52,35, el número de frutos por árbol es de 704,38 y el número de semillas por árbol es de 1260, determinando el promedio de pureza de 38,4 %.

Dorado (2001) identificó el comportamiento silvicultural de *Pinus elliottii*, determinando que la altura de los árboles dominantes y codominantes se ve influenciado por la calidad de sitio que se evidencian en las variables evaluadas, de la velocidad de crecimiento de diámetro y la densidad básica de la madera, además se ve influenciado por la topografía del sitio.

2..2 Bases teórico- científicas

2..2.1 Estudio y selección de Árbol semillero

El estudio y la selección de árboles semilleros constituyen un componente fundamental en los programas de manejo forestal, conservación genética y producción de material reproductivo de calidad (Aguiar et al., 2024; Haapanen, 2024). Un árbol semillero se define como aquel individuo seleccionado dentro de una población natural o plantación por presentar características fenotípicas superiores y adecuada condición sanitaria, cuya descendencia se espera conserve o mejore dichos atributos. La correcta selección se sustenta en principios de genética forestal, silvicultura y ecología, con el objetivo de garantizar semillas viables, genéticamente diversas y adaptadas a las condiciones locales.

Según Pino y Nieto (2024) árboles semilleros son cruciales para la gestión forestal sostenible, especialmente en regiones con una rica biodiversidad nativa. Estos árboles se seleccionan cuidadosamente por su capacidad de producir semillas con altas tasas de germinación, lo que permite la reproducción natural o en viveros. Por su parte, Joseau et al. (2021) mantienen colecciones de árboles de especies específicas, que pueden registrarse como áreas de producción de semillas para satisfacer las necesidades forestales. El objetivo principal es preservar la diversidad genética y apoyar las iniciativas de reforestación mediante la identificación y propagación de árboles con características reproductivas óptimas.

Desde el enfoque genético, la selección de árboles semilleros busca maximizar la ganancia genética manteniendo, al mismo tiempo, una base genética amplia que reduzca riesgos de endogamia y pérdida de variabilidad (Haapanen, 2024; EUFORGEN, 2024). En poblaciones naturales, esto implica considerar el tamaño efectivo de la población, el sistema de reproducción de la especie (alógama, autógena o mixta) y los patrones de flujo génico. La selección excesivamente restrictiva puede conducir a cuellos de botella genéticos, mientras que una selección equilibrada favorece la adaptación y resiliencia de las futuras generaciones frente a cambios ambientales.

En el ámbito silvicultural, los criterios de selección de árboles semilleros incluyen variables dasométricas y morfológicas como altura total, diámetro a la altura del pecho (DAP), forma y rectitud del fuste, desarrollo y simetría de la copa, así como la capacidad productiva de flores y frutos (Aguiar et al., 2024; EUFORGEN, 2024).

Asimismo, se priorizan individuos con buena estabilidad mecánica y arquitectura adecuada, ya que estos rasgos suelen estar asociados a mayor vigor y desempeño en campo. La edad reproductiva y la regularidad en la producción de semillas son también factores determinantes para asegurar un suministro constante de material reproductivo.

Desde el punto de vista fitosanitario y ecológico, los árboles semilleros deben encontrarse libres de plagas, enfermedades y daños mecánicos, y mostrar una adaptación comprobada al sitio donde crecen (EUFORGEN, 2024; OSINFOR, 2023). La selección en ambientes representativos del área de plantación futura permite favorecer la adaptación local, incrementando la probabilidad de supervivencia y crecimiento de la progenie. Además, se recomienda mantener una distancia mínima entre árboles semilleros seleccionados para reducir la probabilidad de parentesco cercano y favorecer la diversidad genética de las semillas recolectadas.

El estudio previo a la selección de árboles semilleros comprende evaluaciones de campo sistemáticas, inventarios forestales y, cuando es posible, el apoyo de análisis estadísticos y genéticos. Herramientas como la correlación entre caracteres, el análisis multivariado y la evaluación de variación intra e interpoblacional permiten sustentar la selección con criterios objetivos y reproducibles. En contextos de investigación aplicada, estos análisis fortalecen la validez científica del proceso y facilitan la toma de decisiones en programas de reforestación, restauración ecológica y mejoramiento genético forestal.

En síntesis, la selección de árboles semilleros no es un proceso empírico aislado, sino una práctica técnica y científica que integra genética, silvicultura y ecología (Aguiar et al., 2024; Haapanen, 2024).

2.2.2 Fuentes semilleras

La fuente semillera es un árbol o grupo de árboles de la misma especie donde predominan individuos de conformación deseable en cuanto a forma, vigor y sanidad, el cual es manejado técnicamente para aumentar y sostener la producción de semillas de calidad (Bosshard et al., 2021). Las fuentes semilleras forestales son la base para implementar programas de mejoramiento genético forestal, que garantiza tener los sitios seleccionados con características fenológicas deseables (Panigrahi, 2020).

Las fuentes semilleras engloba diversos aspectos de la conservación genética y el desarrollo de la investigación (Cubillos et al., 2019). Las regiones de procedencia son cruciales para la planificación territorial genética, centrándose en la conservación y restauración forestal (Noriega et al., 2021).

Las fuentes semilleras son rodales o arboledas que, por sus características genéticas superiores de resistencia a enfermedades y crecimiento rápido, fenotípicas deseables como porte adecuado y buena forma del tronco y sanitarias óptimas, han sido seleccionados para la producción de semillas de calidad (Suárez et al., 2023). Estas semillas permiten asegurar la reforestación con material genéticamente adaptado a las condiciones del sitio de plantación, lo que se traduce en un mayor éxito de la reforestación y mayores beneficios ambientales y económicos (Walters et al., 2022).

Las fuentes semilleras también son poblaciones de árboles de una especie determinada que se han seleccionado y manejado con el mismo objetivo: producir semillas de calidad genética y fenotípica (Cordero et al., 2023). Estas semillas se utilizan para la reforestación, la restauración forestal y la producción de madera y otros productos forestales. La utilización de semillas de fuentes semilleras es fundamental para garantizar la sostenibilidad de los bosques y la producción de madera de calidad (Staporn et al., 2022).

Hay muchas maneras de clasificar las fuentes de semillas, pero una de las más comunes lo hace clasificándolas en los siguientes tipos:

2..2.3 Fuentes semilleras naturales

✓ Rodales semilleros

Son áreas naturales donde la mayoría de los árboles presentan características fenotípicas deseables para la producción de semillas. Los estudios se han centrado en la identificación y selección de árboles semilleros en varias especies y ubicaciones.

La investigación sobre *P. patula* en México se ha centrado en el mejoramiento genético y la producción de semillas (Bautista et al., 2022). Los estudios han encontrado una variación significativa en los rasgos morfológicos a lo largo de los gradientes altitudinales, lo que sugiere la necesidad de zonas altitudinales de semillas para guiar los esfuerzos de reforestación (Cervantes et al., 2023).

✓ Áreas semilleras

Las áreas semilleras (áreas de producción de semillas) son similares a los rodales semilleros, pero implican la eliminación de árboles con características indeseables (Joseau et al., 2021). La investigación se ha centrado en identificar y establecer áreas de producción de semillas y rodales semilleros para varias especies (Alarcón et al., 2024).

2..2.4 Fuentes semilleras mejorada

✓ Huertos semilleros

Huertos semilleros son plantaciones establecidas con árboles seleccionados por sus características genéticas superiores para producir semillas de alta calidad (Chávez et al., 2022). Son áreas dedicadas al cultivo de árboles que han sido cuidadosamente seleccionados debido a sus características sobresalientes. Estas características pueden incluir una mayor producción de frutos, resistencia a plagas y enfermedades, adaptación a condiciones climáticas adversas, o cualidades particulares de la madera (Alarcón et al., 2024).

✓ Progenie de árboles seleccionados

Progenie en este contexto se refiere a la descendencia directa de un árbol particular, es decir, a los árboles que se obtienen a partir de sus semillas o esquejes (Perek et al., 2022). Al seleccionar árboles con características deseables (como mayor crecimiento, resistencia a plagas, buena calidad de madera, etc.), los forestales buscan perpetuar y mejorar estas cualidades en las siguientes generaciones (Telles, Jiménez Pérez, et al., 2022).

2..2.5 Métodos de evaluación fenotípica de los árboles semilleros

La evaluación fenotípica de árboles semilleros implica evaluar los caracteres morfológicos y la variabilidad genética de las especies forestales (Hernández et al., 2022). Estas evaluaciones generalmente implican la medición de caracteres como el volumen del tronco, el tamaño de la copa, el diámetro del tallo, las dimensiones de las hojas y la altura total (Cubillos et al., 2019) . Se evalúa la variabilidad genética y la heredabilidad de los caracteres para estimar las posibles ganancias genéticas (Chávez et al., 2022).

✓ Forma del fuste

La forma del fuste de un árbol, conocida en español como fuste, es crucial para la identificación de especies y la evaluación de la calidad de la madera. Está influenciada tanto por factores internos como externos (Medeiros et al., 2022). La

descripción del perfil del fuste es esencial para la estimación precisa del volumen de madera en los bosques (Trejo y Sánchez, 2022).

✓ **Altura de bifurcación**

En términos botánicos, la altura de bifurcación en un árbol se refiere al punto exacto en el tronco donde se produce la primera ramificación significativa (Rendón et al., 2021). Es decir, es la distancia desde la base del tronco hasta el lugar donde el tronco principal se divide en dos o más ramas principales (Cervantes et al., 2021). Este parámetro es fundamental en diversos campos de estudio, como la dendrología (estudio de los árboles), la silvicultura (cultivo y manejo de bosques) y la ingeniería forestal (Rendón et al., 2021).

✓ **Diámetro de copa**

El diámetro de copa es una variable dasométrica importante en la caracterización del arbolado urbano y el manejo forestal. Se mide considerando dos direcciones perpendiculares (Alanís et al., 2022). En el manejo forestal, el diámetro de copa es un indicador relevante de la productividad y eficiencia fotosintética, influenciado por factores como la exposición a la luz, la competencia y la densidad de árboles (N. Reyes et al., 2022).

✓ **Estado fitosanitario**

El estado fitosanitario de una planta se refiere a la condición de salud general de un organismo vegetal (Giraldo et al., 2022). Este concepto abarca una amplia gama de factores que pueden afectar el crecimiento, desarrollo y productividad de una planta. Un buen estado fitosanitario indica que la planta está libre de plagas, enfermedades y otros factores estresantes que puedan comprometer su vitalidad (Sarmiento, 2023).

2..2.6 Métodos de evaluación dasométricas de los árboles semilleros

✓ ***Altura total***

La altura total (HT), es la altura estimada de un árbol desde la superficie del suelo hasta el ápice de la planta, el instrumento más utilizado para la medición de la HT es el hipsómetro (Riveros et al., 2018).

✓ ***Altura comercial***

Es la altura estimada de un árbol desde la superficie hasta los dos tercios de la planta (HC), es la altura estimada que existe entre en suelo y las ramas de las copas del árbol o también conocida como la altura del fuste (Valladares, 2024).

✓ **DAP**

Es una medida dasométrica de los árboles, se mide a una altura del pecho y para su medición se utiliza la forcípula (Galván et al., 2022).

2..3 Definición de conceptos

2..3.1 *Pinus patula*

El *P. patula*, también conocido como pino mexicano amarillo, es una de las especies de pino más plantadas dentro y fuera de México (Sarria et al., 2021). Su popularidad se debe a su rápido crecimiento, amplia adaptabilidad, es una especie forestal de gran valor por su rápido crecimiento, adaptabilidad, calidad de la madera y bajo contenido de resinas. Su amplia distribución natural y su uso exitoso en plantaciones comerciales lo convierten en un recurso importante para la silvicultura y la industria forestal en todo el mundo. fustes rectos y libres de nudos, y bajo contenido de resinas (Gonçalves y Fonseca, 2022).

El *P. patula* tiene una amplia distribución natural en México, creciendo entre 18 a 25 °C, y ha altitudes de 1800 a 2700 metros sobre el nivel del mar (Sarria et al., 2021). Su éxito lo ha llevado a ser introducido en numerosos países, incluyendo Colombia, Brasil, Bolivia, Argentina, Kenia, Tanzania, Angola, Zimbabwe, Papúa Nueva Guinea, Australia, Ecuador, India y Hawái. En estos lugares, se utiliza principalmente en plantaciones comerciales para la producción de madera y pulpa de papel (Gonçalves y Fonseca, 2022).

El *P. patula* puede alcanzar alturas de hasta 40 metros y diámetros a la altura del pecho (DAP) de hasta 150 cm, se caracteriza por tener fuste recto y cilíndrico, su forma de copa cónica le permite aprovechar la luz solar de manera eficiente. Los frutos son duros, puntiagudos, asimétricos y curvados en los extremos y las semillas son de color marrón a negruzcas y tienen un tamaño de 3 a 5 mm (Sarria et al., 2021).

2..3.2 Árbol candidato

Un árbol ha sido identificado como candidato potencial para la producción de semillas, pero aún se requiere una evaluación más profunda para confirmar su superioridad fenotípica (Muñoz et al., 2022). Para ello, se compara este árbol candidato con otros ejemplares de características similares en las cercanías, con el objetivo de determinar si

cumple con los criterios establecidos para la identificación y selección de fuentes semilleras (Padilla, 2020)

2..3.3 Árbol semillero

Un árbol semillero se define como aquel que cumple con los requisitos establecidos para la identificación y selección de fuentes de semillas y que se encuentra en una etapa de fructificación adecuada, tanto en términos de altura como de crecimiento fisiológico (Agraria y Junín, 2020).

2..3.4 *Altura comercial*

Es la altura estimada de un árbol desde la superficie hasta los dos tercios de la planta (HC), es la altura estimada que existe entre en suelo y las ramas de las copas del árbol o también conocida como la altura del fuste (Valladares, 2024).

2..3.5 *Altura total*

La altura total (HT), es la altura estimada de un árbol desde la superficie del suelo hasta el ápice de la planta, el instrumento más utilizado para la medición de la HT es el hipsómetro (Riveros et al., 2018).

2..3.6 *DAP*

Es una medida dasométrica de los árboles, se mide a una altura del pecho y para su medición se utiliza la forcípula (Galván et al., 2022).

2..3.7 *Diámetro de copa*

Se mide en dos direcciones de norte a sur y de este a oeste, se toma como referencia la proyección de los extremos de la misma sobre el suelo; para la medición del diámetro de copa se utiliza la cinta métrica (Nasiri et al., 2021).

2..3.8 *Estado fitosanitario*

La salud de un árbol se refleja en el vigor, color y turgencia de su follaje, aspectos que pueden ser observados a simple vista. Esta condición se ve influenciada por factores físicos, antropogénicos o el ataque de agentes patógenos (Galván et al., 2022).

2.3.9 Inventario del rodal

Esta herramienta facilita la recopilación ordenada de información sobre los individuos que son objeto de estudio en un área específica. Adicionalmente, permite evaluar la situación actual y establecer los cimientos para el análisis y la planificación, elementos esenciales para el inicio de una gestión forestal efectiva (Maltamo et al., 2021).

2.4 Hipótesis

H0: No existen árboles de *P. patula* que cumplen con los criterios de selección para ser considerados como semilleros.

Ha: Existen árboles de *P. patula* que cumplen con los criterios de selección para ser considerados como semilleros.

2.5 Operacionalización de variables

Tabla 1 Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Escala de Medición	Instrumento de Medición
Identificación y Selección de Árboles Semilleros	Criterios morfométricos y de salud fitosanitaria utilizados para elegir individuos de <i>Pinus patula</i> con características deseables para la producción de semillas.	Características cuantitativas	Diámetro a la altura del pecho (DAP)	Razón (Continua)	Forcípula
			Altura comercial (HC)	Razón (Continua)	
			Altura total (HT)	Razón (Continua)	
		Características cualitativas	Forma del fuste	Ordinal (Puntaje 1, 2, 4, 6)	Ficha de evaluación visual / Escala de calificación
			Altura de bifurcación	Ordinal (Puntaje 1, 2, 4, 6)	
			Diámetro de copa	Ordinal (Puntaje 1, 3, 7)	
			Ángulo de inserción de las ramas	Ordinal (Puntaje 1, 2, 3)	
			Estado fitosanitario	Ordinal (Puntaje 2, 4, 6)	

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo y nivel de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

La investigación es descriptiva y resulta esencial para la identificación y selección de árboles semilleros de *P. patula* en la provincia de Chota debido a su enfoque práctico y claro. Este tipo de estudio permite obtener una visión general y detallada de las características de los árboles semilleros presentes en la zona, como su crecimiento, sanidad y producción de semillas descriptiva (A., & Hernández-Díaz, J. C. 2012) Al ser de nivel elemental, facilita la comprensión de los conceptos básicos de la silvicultura y la genética forestal, lo que resulta invaluable para quienes se inician en estas áreas.

3.1.2 Nivel de investigación

El estudio fue de naturaleza exploratoria ya que su objetivo principal fue identificar arboles semilleros de *Pinus patula* en la provincia de Chota. Para lograrlo, se evaluaron diversas variables dasométricas, información que permitió evaluar el crecimiento, sanidad y la productividad de los árboles.

3.1.3 Diseño de la investigación

La investigación tuvo un diseño no experimental. Se optó por este enfoque debido a que los datos se recolectaron sin manipular las variables (A., & Hernández-Díaz, J. C. 2012). El objetivo principal fue conocer las características dasométricas de *P. patula* para su posterior identificación y selección de fuentes semilleras.

3.2 Métodos de investigación

3.2.1 Localización de áreas de plantación

Para la selección de las áreas de plantación, se siguió las recomendaciones de Jara (1995). Se recopiló información de proyectos de reforestación a nivel nacional, tanto del sector público como privado. Se realizó un mapeamiento de todas las plantaciones forestales en la provincia de Chota, siendo los distritos con mayor cantidad Chalamarca, Conchán, Chota.

3.2.2 Inventario del rodal

Se inventarió el rodal, registrando exhaustivamente cada árbol candidato semillero. Con el fin de evaluar la calidad de la madera, se comparó el árbol candidato con los cinco árboles vecinos más cercano, dentro de un radio de 15 m. Para esta evaluación, se midieron variables dasométricas cruciales como el Diámetro a la Altura del Pecho (DAP), la Altura Total (HT), la Altura Comercial (HC), además de registrar la sanidad de cada individuo forestal (Bruce Zobel & John Talbert, 1992).

3.2.3 Toma de datos

Se procedió a recolectar información detallada del árbol candidato y de los cinco árboles vecinos más cercanos (Aguirre & Fassbender, 2013), se midieron y registraron variables dasométricas fundamentales como el Diámetro a la altura del pecho (DAP) en centímetros, Altura total (HT) y la Altura comercial (HC) en metros. Adicionalmente, se documentó el estado fitosanitario de cada individuo forestal, utilizando los parámetros de puntuación y simbología descritos, que incluyen la forma del fuste (recto, ligeramente torcido, torcido, muy torcido), la altura de bifurcación (no bifurcado, bifurcado en el tercio superior, medio o inferior), el diámetro de la copa (vigorosa, promedio, pequeña), el ángulo de inserción de las ramas (60-90°, 30-60°, 0-30°) y la sanidad general (totalmente sano, presencia de parásitas, atacado por insectos en hojas y tallos) (Ordóñez et al., 2001). Asimismo, de todos los individuos se registraron las coordenadas geográficas con GPS.

3.2.4 Identificación de árboles semilleros

Se realizó una codificación para los árboles identificados. Se marcó un círculo rojo con spray a la altura del DAP (Diámetro a la altura del pecho) y se colocó una placa de metal con su respectiva codificación (AS001, AS002... AS00n). El DAP se midió con forcípula de madera siguiendo las recomendaciones de Ugalde (1981) (Figura 1). Los datos de altura comercial (HC) y altura total (HT) se obtuvieron por medio del Hipsómetro (Figura 2).

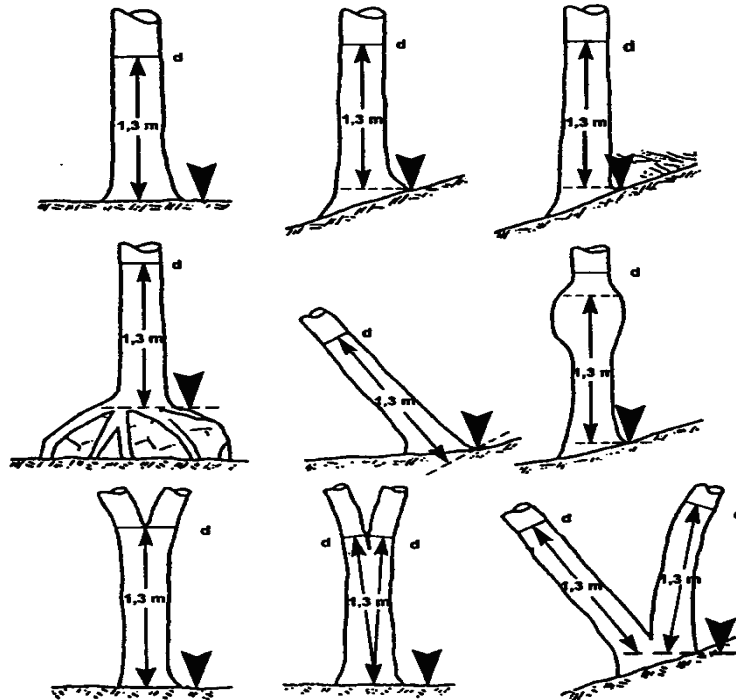
Tabla 2 *Recolección de datos en campo*

N° ind.	Código	Latitud	Longitud	DAP (cm)	HC (m)	HT (m)
Candidato	ASS1					
Vecino 1						
Vecino 2						
Vecino 3						
Vecino 4						
Vecino 5						

Nota: Datos adaptados de Aguirre y Fassbender (2013). ASS1: árbol seleccionado semillero 1, DAP: es el diámetro a la altura del pecho, HC: altura comercial. HT: es la altura total.

La medición del Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) se realizó a 1,30 metros de altura sobre el nivel del suelo, considerando lo siguiente:

Figura 1 *Especificaciones para la medición del DAP*

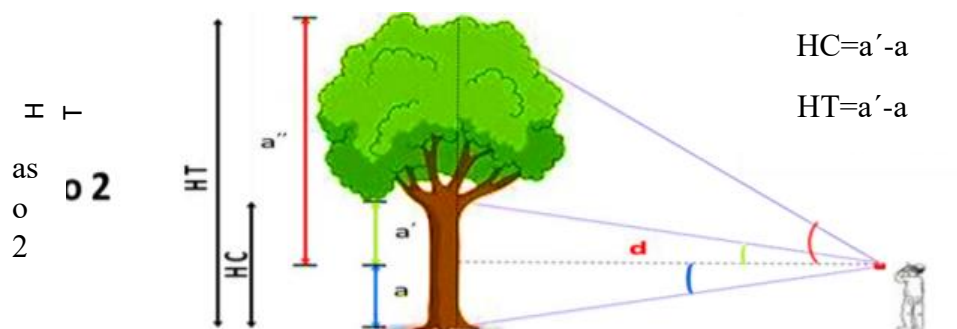


Nota: tomado de Ordóñez et al. (2001).

La altura del árbol se midió con un hipsómetro colocado en la base del mismo, apuntando desde la base hasta la copa.

Figura 2

Medición de la altura entre la base y el ápice del árbol.



Nota: tomado de Ordóñez et al. (2001).

✓ **Evaluación fenotípica de los árboles semilleros**

La evaluación fenotípica de los árboles semilleros de *P. patula* se realizó según lo propuesto por Barquero (1985), tomando los criterios de calificación como se describe en la tabla 3.

Tabla 3 *Matriz para la evaluación de los parámetros fenotípicos de los árboles semilleros*

Parámetros	Descripción	Puntaje	Simbología
Forma del fuste	Recto	6	R.
	Ligeramente torcido a lo largo de la HC	4	Lt.
	Torcido antes de la HC	2	T
	Muy torcido antes y después de la HC	1	Mt
Altura de bifurcación	No bifurcado	6	Nb.
	Bifurcado en el 1/3 superior	4	Bs.
	Bifurcado en el 1/3 medio	2	Bm.
	Bifurcado en el 1/3 inferior	1	Bi.
Diámetro de copa	Copa vigorosa > a 10 m	7	Cv.
	Copa promedio entre 10 y 5 m	3	Cm.
	Copa pequeña < de 5 m	1	Cp.
Ángulo de	60-90°	3	1

Parámetros	Descripción	Puntaje	Simbología
inserción de las ramas	30-60°	2	2
	0-30°	1	3
Estado fitosanitario	Totalmente sano	6	S.
	Presencia de plantas parásitas	4	P.
	Atacado por insectos en hojas y tallos	2	I
	Enfermo	1	E.

Nota: tomado de Ordóñez et al. (2001).

Los árboles se agruparon en tres categorías para tener la caracterización fenotípica de acuerdo a la Tabla 4.

Tabla 4 Agrupación de los árboles por clase

Clase	Puntaje	Condiciones
1	28-24	Árboles excelentes, con fustes ligeramente torcidos, sin bifurcaciones en la parte inferior, estado fitosanitario bueno, sanos y vigorosos
2	23-19	Árboles buenos, fuste ligeramente torcido, con bifurcaciones en la parte media del fuste, que presente un estado fitosanitario bueno.
3	18-14	Árboles indeseables, suprimidos, enfermos y muy torcidos, con defectos en el fuste, dichos parámetros no pueden ser considerado como árbol semillero.

Fuente: Tomado de Ordóñez et al. (2001). }

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

La población de estudio estuvo conformada por 19 rodales en los cuales se identificaron por 145 individuos de *P. patula* distribuidos en la distritos de Chalamarca, Conchan y Chota. Estos árboles fueron evaluados con el fin de identificar aquellos con potencial para ser considerados como fuentes semilleras (Figura 3).

3.3.2 Muestra

Se trabajó con una muestra de 29 árboles que cumplieron con criterios de selección tanto morfológicas como dasométricas obtenidos en 19 rodales identificados. La distribución de los rodales se realizó siguiendo el criterio del investigador. Esta estrategia permitió asegurar que la muestra incluyera rodales de diferentes zonas del área de estudio y con una variabilidad de condiciones ambientales similar a la población total. Las ubicaciones de los rodales muestreados se presentan en la siguiente Tabla 5.

Figura 3

Mapa de ubicación del área de estudio

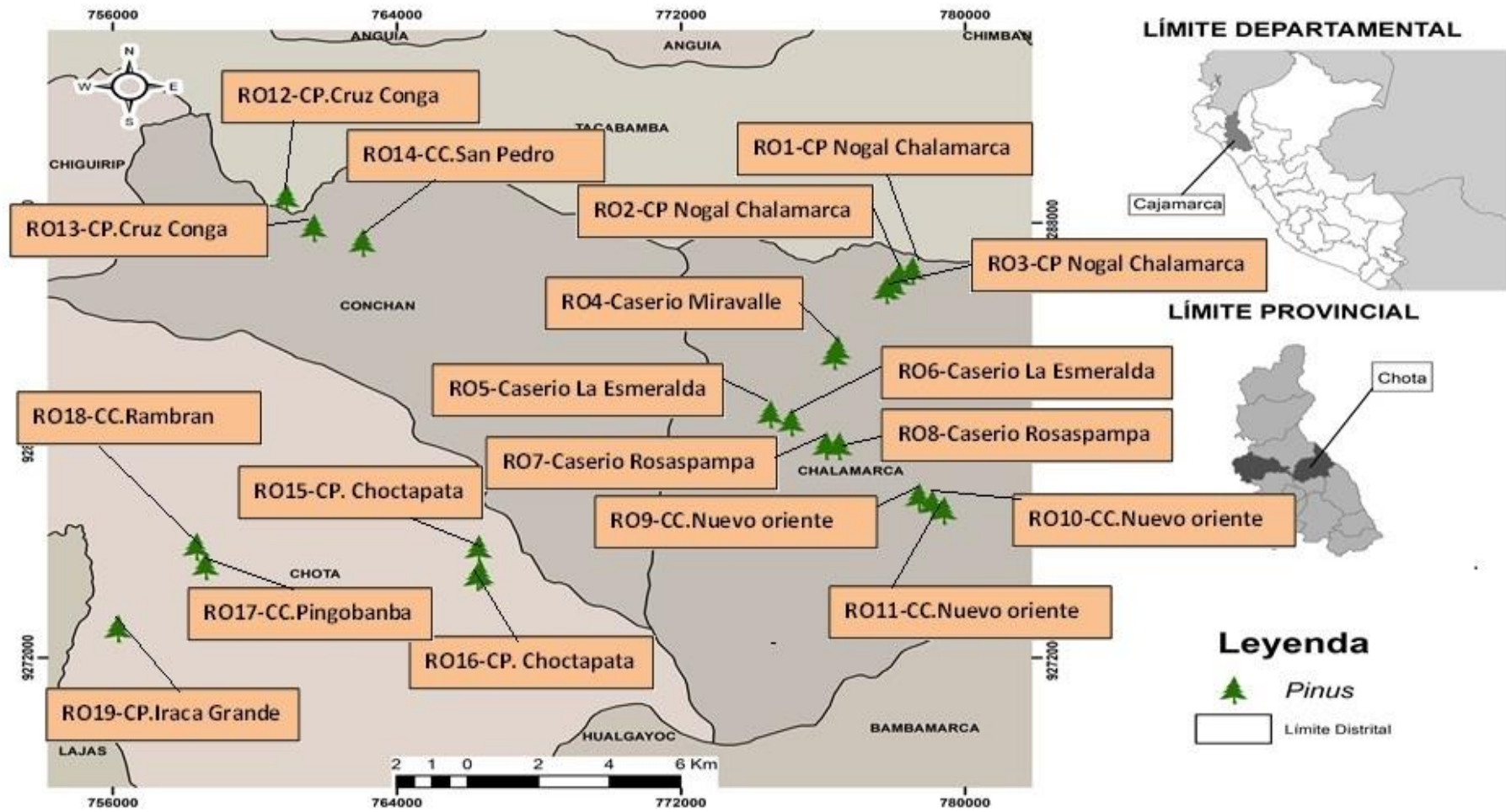
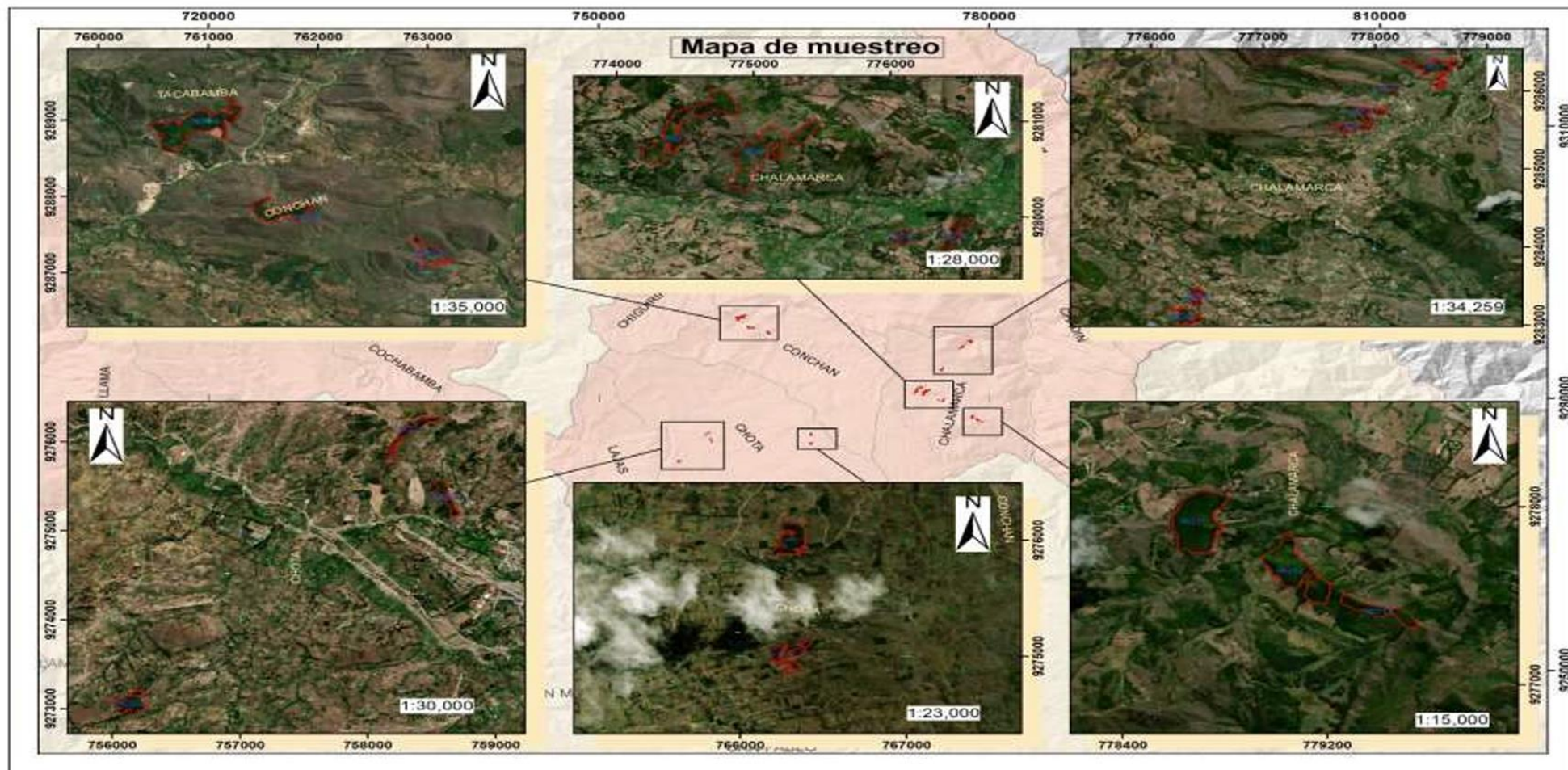


Tabla 5 *Ubicación de los rodales muestreados*

N°	Código	Árboles semilleros	Área (ha)	Coordenadas UTM	
				Norte	Este
1	RO1	3	5,59	9286248	778517
2	RO2	1	0,97	9286039	778148
3	RO3	1	1,28	9285701	777961
4	RO4	1	2,00	9285530	777786
5	RO5	2	1,36	9283347	776411
6	RO6	2	8,20	9280961	774523
7	RO7	2	9,76	9280667	775111
8	RO8	1	1,21	9279795	776090
9	RO9	2	3,10	9279791	776454
10	RO10	2	4,29	9277650	779078
11	RO11	1	1,54	9277415	779407
12	RO12	2	7,18	9288922	760885
13	RO13	1	6,46	9287821	761660
14	RO14	1	3,60	9276006	766302
15	RO15	1	0,89	9275054	766355
16	RO16	1	1,19	9274977	766264
17	RO17	1	2,65	9275373	758619
18	RO18	3	2,70	9276085	758354
19	RO19	1	4,21	9273069	756144

Figura 4

Rodales muestreados



3.3.3 Muestreo

Se optó por un muestreo por conveniencia (Reyes, 2022), dada la naturaleza descriptiva del estudio. Esta estrategia metodológica permitió acceder de manera ágil a una muestra de árboles, facilitando así la evaluación inicial de la especie en la zona. La selección de los individuos se basó en criterios como accesibilidad, estado fitosanitario y representatividad de la variabilidad genética. Los resultados obtenidos en esta primera aproximación sentaron las bases para futuras investigaciones más rigurosas, las cuales, mediante diseños muestrales probabilísticos, permitirían obtener inferencias estadísticas y generalizables.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas de recolección de datos

Se empleó la técnica de observación directa. Para registrar y medir las variables de interés, como el DAP, la altura total y comercial de los árboles de los rodales de *P. patula*, Se realizaron mediciones con instrumentos con forcípula e hipsómetro. Además, se registraron datos adicionales como forma de fuste, altura de bifurcación, diámetro de copa, ángulo de inserción de ramas, estado fitosanitario.

3.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron ficha de registro de parcelas, ficha individual de árbol y una guía de campo para identificación de *P. patula*

- ✓ Ficha de registro de rodales, utilizados para documentar la ubicación geográfica, las características generales de cada rodal y los árboles muestreados.
- ✓ Se utilizó una ficha individual de árbol para documentar minuciosamente las características de cada ejemplar seleccionado árbol semillero. Esta herramienta permitió registrar datos específicos como el número de identificación único asignado a cada árbol, las coordenadas geográficas obtenidas mediante un (GPS), el diámetro a la altura del pecho (DAP) se obtuvo mediante una Forcípula y la altura total se obtuvo usando un Hipsómetro blume.
- ✓ La guía de campo para la identificación de *P. patula* fue empleada como herramienta fundamental durante la investigación, permitiendo una precisa determinación de la especie en el campo. Mediante la observación detallada de sus principales características morfológicas, tales como hojas, conos y corteza, se logró diferenciar

de manera confiable al *P. patula* de otras especies similares presentes en la zona de estudio.

3.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se emplearon diversas técnicas de procesamiento y análisis de datos. Inicialmente, se recolectaron datos en campo sobre variables como altura, diámetro a la altura del pecho (DAP), forma de fuste, altura de bifurcación, diámetro de copa y estado fitosanitario de los árboles. Posteriormente, estos datos fueron organizados y tabulados en bases de datos digitales en una Tabla de Excel. Para analizar la información, se aplicaron estadística descriptiva, calculando promedio, porcentaje de diferenciación de volumen y sanidad. Además, se realizaron análisis frecuenciales para determinar la distribución de las variables cualitativas. Con el fin de visualizar los resultados. Finalmente, se interpretaron los datos obtenidos, relacionándolos con los objetivos de la investigación y el contexto local, para identificar los árboles semilleros más adecuados:

✓ Cálculo de frutos por árbol

Con el fin de estimar el número de frutos por árbol, se siguió el procedimiento propuesto por Jara (1996). Específicamente, se seleccionaron al azar seis ramas fructíferas por árbol y se contabilizaron los frutos en cada una de ellas. A partir de estos datos, se calculó el promedio de frutos por rama utilizando la ecuación.

$$NFp = \frac{(F1 + F2 + F3 + F4 + F5 + F6)}{6} \text{ (N. R. F)} \quad \text{Ecuación 1}$$

Dónde: NFp: número de frutos promedio por árbol, F: número de fruto en la rama, N.R.F: número de ramas con frutos.

✓ Cálculo de semillas

Para el cálculo de producción de semillas se realizó siguiendo con lo propuesto por Ordoñez (2011) Ec 2.

$$PS = Pp \times NFp \times NRF \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde PS= Producción de semilla del árbol, Pp= promedio de semillas por 5 frutos, NFp: número de frutos promedio, NRF= Número de ramas con fruto.

✓ **Estimación de la oferta de semilla**

La estimación de la oferta de semillas sobre la producción de los árboles seleccionados se realizará aplicando la Ec3.

$$\text{Oferta de semilla} = \text{kg semilla/árbol} \times \text{N}^\circ \text{ individuos} \quad \text{Ecuación 3}$$

En la fase de gabinete se llevó a cabo un análisis cuantitativo y cualitativo, basándose en las mediciones realizadas en campo y las características obtenidas de los árboles y rodales. Se aplicaron los puntajes previamente establecidos para clasificar los árboles como semilleros en la provincia de Chota. Para ello, se emplearon los formatos diseñados con anterioridad para el registro y análisis de los datos. Finalmente, se utilizaron las coordenadas de localización de los árboles semilleros para generar un mapa de distribución espacial.

3.6 Análisis estadísticos

Se ejecutó la prueba de anova a una significancia de $p < 0.05$ significancia entre las variables dasométricas HT, DAP, HC entre las parcelas evaluadas, asimismo, se aplicó la prueba de medias de Scott-Knott, para determinar cuál de las parcelas es superior entre las variables evaluadas.

3.7 Aspectos éticos

La presente investigación se llevó a cabo bajo los más estrictos principios éticos, garantizando la veracidad, transparencia e integridad en todo el proceso. El uso responsable de los recursos fue fundamental para asegurar la eficiencia y sostenibilidad del proyecto.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Análisis de Anova de variables dasométricas

El análisis de variancia (ANOVA), para las 29 parcelas de las localidades de Chalamarca, Conchan, Chota y Choctapata, si muestran diferencias estadísticas significativas entre las variables dasométricas: Diámetro a la altura de pecho (DAP), Altura total (HT), Altura comercial (HC), por lo tanto se presentan en la (Tabla 6) y (Tabla 7). Contrariamente a la germinación y número de semillas por cono no muestran diferencias significativas. Siendo los árboles semilleros que sobresalieron con diferencias significativas con mayor DAP, las parcelas: P19 (41 cm) CP. Cruz Conga, P18 (37.6cm) Caserío Nuevo Oriente, P17 (37 cm) Caserío Nuevo Oriente, P29 (36 cm) CP. Iraca Grande, A P14 (36 cm) Caserío Rosaspampa. Con la HT: P17 (26 m) Caserío Nuevo Oriente, P16 (24 m) Caserío Nuevo Oriente. Y la HC: P17 (23 m) Caserío Nuevo Oriente, P16 (22 m) Caserío Nuevo Oriente, P25 (20 m) CC. Rambrán.

Tabla 6 Análisis de variancias dasométricas para árboles semilleros de *P. patula*

Variable	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc	CV (%)
DAP	28	1071.7931	38.278325	5.754	0.0000	13.09
HT	28	1072.000	38.285714	5.687	0.0000	13.0900
HC	28	1072.000	38.285714	5.687	0.0000	15.1100
Germinación	28	182.769655	6.527488	1.00 ^{E+09}	0.0000	0.0000
A-Semillas-cono	28	182.769655	6.527488	1.00 ^{E+09}	0.0000	0.0000

Tabla 7 Prueba de medias de *Scott-Knott* para variables dasométricas para árboles semilleros de *P. patula*

Parcelas	DAP		Parcelas	HT		Parcelas	HC	
	Medias	Sign.		Medias	Sign.		Medias	Sign.
P2	23.333333	D	P2	14.833333	D	P2	12.333333	D
P3	24.166667	D	P3	15.166667	D	P23	12.833333	D
P28	24.500000	D	P23	15.166667	D	P3	13.000000	D
P13	25.000000	D	P1	17.000000	D	P1	14.000000	D
P1	25.000000	D	P28	17.166667	D	P28	14.666667	D
P21	29.833333	C	P6	18.500000	C	P5	15.833333	C
P6	30.000000	C	P4	18.500000	C	P6	16.000000	C
P4	30.166667	C	P5	18.666667	C	P9	16.166667	C
P12	30.833333	C	P9	19.000000	C	P4	16.166667	C

DAP			HT			HC		
Parcelas	Medias	Sign.	Parcelas	Medias	Sign.	Parcelas	Medias	Sign.
P7	31.333333	C	P22	19.000000	C	P10	16.500000	C
P23	31.500000	C	P19	19.000000	C	P15	16.500000	C
P8	31.666667	C	P15	19.166667	C	P19	16.666667	C
P16	31.666667	C	P10	19.166667	C	P22	16.833333	C
P27	32.333333	B	P8	19.333333	C	P8	16.833333	C
P25	33.166667	B	P29	19.833333	B	P29	17.000000	C
P9	33.500000	B	P11	19.833333	B	P11	17.166667	C
P22	34.166667	B	P13	20.000000	B	P13	17.333333	C
P15	34.333333	B	P24	20.000000	B	P24	17.500000	C
P11	34.666667	B	P20	20.333333	B	P18	18.000000	B
P5	34.833333	B	P14	20.500000	B	P20	18.000000	B
P10	35.333333	B	P21	20.833333	B	P14	18.000000	B
P24	35.666667	B	P18	21.000000	B	P26	18.166667	B
P14	36.666667	A	P26	21.000000	B	P27	18.500000	B
P29	36.666667	A	P27	21.000000	B	P21	18.666667	B
P17	37.166667	A	P12	21.666667	B	P12	19.000000	B
P26	37.666667	A	P7	21.833333	B	P7	19.666667	B
P20	38.500000	A	P25	22.833333	B	P25	20.666667	A
P18	40.333333	A	P16	24.833333	A	P16	22.166667	A
P19	41.000000	A	P17	26.166667	A	P17	23.666667	A

4.1.2 Áreas de plantaciones forestales con mayor potencial de árboles semilleros de *Pinus patula*

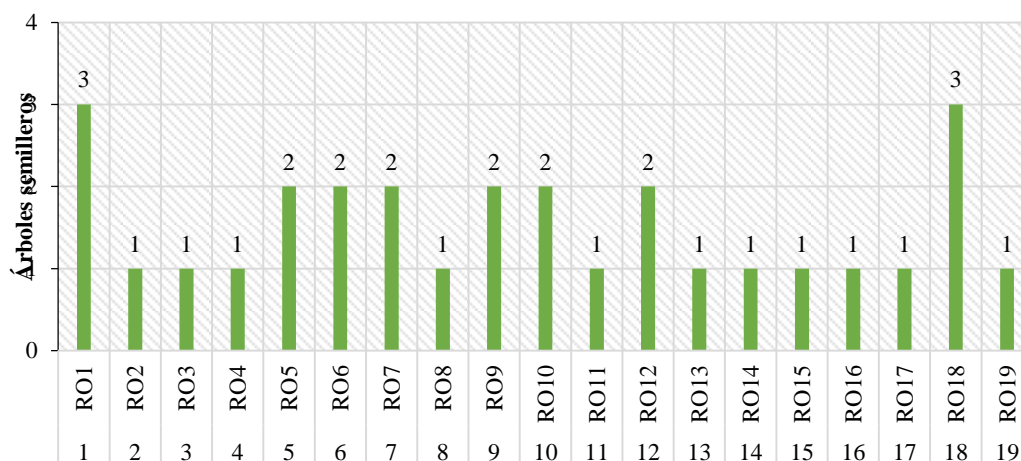
En La Tabla 8, se muestra la identificación de diecinueve plantaciones forestales (rodales) con significativo potencial para la selección de árboles semilleros de *P. patula*, abarcando una extensión total de 68,18 ha de plantaciones forestales. La distribución espacial de estas fuentes semilleras se concentra principalmente en el distrito de Chalamarca, el cual contribuye con once de los diecinueve rodales identificados, en localidades como el Centro Poblado El Nogal y los caseríos La Esmeralda y Rosaspampa. De hecho, los rodales RO6 y RO7 en La Esmeralda destacan por su extensión superficial, con 8,20 ha y 9,76 ha respectivamente, evidenciando la importancia de esta zona para la conservación y el mejoramiento genético del recurso forestal.

Tabla 8 *Potencial de fuentes semilleras de P. Patula.*

N°	Código	Árboles semilleros	Área (ha)	Localidad	Distrito	Coordenadas UTM Este Norte	
1	RO1	3	5,59	CP. El Nogal	Chalamarca	778517	9286248
2	RO2	1	0,97	CP. El Nogal	Chalamarca	778148	9286039
3	RO3	1	1,28	CP. El Nogal	Chalamarca	777882	928664
4	RO4	1	2,00	CP. El Nogal	Chalamarca	777786	9285530
5	RO5	2	1,36	Caserío Miravalle	Chalamarca	776411	9283347
6	RO6	2	8,20	Caserío La Esmeralda	Chalamarca	774523	9280961
7	RO7	2	9,76	Caserío La Esmeralda	Chalamarca	775111	9280667
8	RO8	1	1,21	Caserío Rosaspampa	Chalamarca	776090	9279795
9	RO9	2	3,10	Caserío Rosaspampa	Chalamarca	776454	9279791
10	RO10	2	4,29	Caserío Nuevo Oriente	Chalamarca	779078	9277650
11	RO11	1	1,54	Caserío Nuevo Oriente	Chalamarca	779407	9277415
12	RO12	2	7,18	CP. Cruz Conga	Conchán	760885	9288922
13	RO13	1	6,46	CP. San Pedro	Conchán	761660	9287821
14	RO14	1	3,60	Choctapata	Chota	766367	9276011
15	RO15	1	0,89	Choctapata	Chota	766355	9275054
16	RO16	1	1,19	Choctapata	Chota	766202	9275034
17	RO17	1	2,65	Rambrán	Chota	758619	9275377
18	RO18	3	2,70	Cochopampa	Chota	759122	9275998
19	RO19	1	4,21	Iraca Grande	Chota	756144	9273069

Se identificaron 19 rodales semilleros con un área total de 71,14 ha. El número de individuos por rodal osciló entre 1 y 3 individuos (Figura 5). Estos resultados indican que existe un gran potencial para la selección de fuentes semilleras de *P. patula* en la provincia de Chota. Esta variabilidad es crucial para la adaptación a diferentes condiciones ambientales y para la mejora genética a largo plazo.

Figura 5. Plantaciones forestales con mayor potencial para la identificación de árboles semilleros de *P. patula*.



4.1.3 Criterios dasométricos de selección para árboles semilleros de *P. patula*

Tabla 9 Criterios de selección para árboles semilleros de *P. patula*

Criterio dasométrico	Descripción	Detalle	Selección	Interpretación
Diámetro a la Altura del Pecho (DAP)	Medida del diámetro del tronco a 1,30 metros del suelo.	Indica el vigor y edad del árbol.	Mayor DAP generalmente indica mayor edad y producción de semillas.	Valores más altos son preferibles, pero se debe considerar la relación con la altura.
Altura total (AT)	Distancia desde la base del árbol hasta la punta de la copa.	Refleja el vigor y potencial de crecimiento.	Árboles más altos suelen tener mayor producción de semillas.	Valores más altos son preferibles, pero se debe considerar la relación con el DAP.
Forma del fuste	Rectitud del tronco.	Influye en la calidad de la madera y la facilidad de manejo.	Fustes rectos son preferibles para la producción de madera y semillas de buena calidad.	Se evalúa de forma cualitativa (recto, ligeramente curvo, curvo).
Tamaño y forma de la copa	Dimensiones y distribución de las ramas.	Relacionada con la producción de semillas y la salud del árbol.	Copas bien desarrolladas y simétricas indican buena salud y mayor producción de semillas.	Se evalúa de forma cualitativa (grande, mediana, pequeña; simétrica, asimétrica).
Vitalidad	Estado general de salud del árbol.	Indica la capacidad de producir semillas de buena calidad.	Árboles vigorosos y sin signos de enfermedad o plaga son preferibles.	Se evalúa la presencia de hojas sanas, ausencia de plagas y enfermedades, y la cantidad de brotes nuevos.
Producción de Conos	Cantidad y calidad de los conos producidos.	Indica el potencial reproductivo del árbol.	Mayor cantidad de conos y de buena calidad indican	Se cuenta el número de conos y se evalúa su tamaño y forma.

Criterio dasométrico	Descripción	Detalle	Selección	Interpretación
			mayor producción de semillas.	
Edad	Tiempo transcurrido desde la germinación de la semilla.	Influye en la producción y calidad de las semillas.	Árboles adultos suelen tener mayor producción de semillas.	Se estima a partir del DAP y otros factores.

En la Tabla 7 y Tabla 8 se presenta la evaluación de 29 árboles semilleros *P. patula* en la provincia de Chota. Los árboles fueron calificados como "Bueno" o "Excelente" en base a una evaluación general que consideró variables como el diámetro a la altura del pecho (DAP), la altura comercial (HC), la altura total (HT), la sanidad, la forma y la presencia de defectos. Se identificaron 15 árboles semilleros con calificación "Excelente" (ASS05, ASS06, ASS09, ASS10, ASS14, ASS15, ASS16, ASS20, ASS23, ASS24, ASS25, ASS26, ASS27).

Estos árboles se recomiendan como potenciales fuentes semilleras para la provincia. Los árboles con mayor DAP (ASS05, ASS06, ASS20) podrían ser priorizados como fuentes semilleras debido a su mayor cantidad de madera disponible. Los árboles con mayor HC (ASS16, ASS17, ASS20) podrían ser considerados como fuentes semilleras de mayor calidad por su mejor desarrollo. Los árboles con mayor HT (ASS05, ASS09, ASS10, ASS14, ASS16, ASS20, ASS24, ASS25, ASS26, ASS27) podrían ser priorizados por su potencial para producir madera de mayor altura y calidad.

Tabla 10 Individuos seleccionados como árboles semilleros de *P. patula*

N°	Cód	Longitud	Altitud	DAP (cm)	HT (m)	HC (m)	Puntaje	Árbol
1	ASS01	778393	9286298	28	19	16	20	Bueno
2	ASS02	778430	9286295	26	18	16	21	Bueno
3	ASS03	778457	9286261	28	18	16	22	Bueno
4	ASS04	778192	9286019	36	23	20	19	Bueno
5	ASS05	777955	9285600	40	24	21	26	Excelente
6	ASS06	777945	9285511	36	22	20	27	Excelente
7	ASS07	776434	9283306	38	25	22	28	Excelente
8	ASS08	776446	9283310	39	22	20	19	Bueno
9	ASS09	774458	9280808	38	24	21	26	Excelente
10	ASS10	774379	9280850	41	23	20	27	Excelente
11	ASS11	775181	9280560	40	24	22	21	Bueno
12	ASS12	775129	9280607	36	25	23	22	Bueno
13	ASS13	776057	9279843	30	24	21	19	Bueno
14	ASS14	776406	9279675	41	25	23	26	Excelente

N°	Cód	Longitud	Altitud	DAP (cm)	HT (m)	HC (m)	Puntaje	Árbol
15	ASS15	776465	9279840	39	23	20	27	Excelente
16	ASS16	779047	9277664	36	29	26	28	Excelente
17	ASS17	778975	9277682	42	30	28	19	Bueno
18	ASS18	779275	9277487	44	25	22	21	Bueno
19	ASS19	761132	9288914	45	23	21	22	Bueno
20	ASS20	761217	9289017	45	24	22	24	Excelente
21	ASS21	761525	9287967	36	25	23	21	Bueno
22	ASS22	766301	9276112	40	22	20	23	Bueno
23	ASS23	766374	9276099	37	18	16	24	Excelente
24	ASS24	766331	9275060	41	24	20	26	Excelente
25	ASS25	759146	9276083	39	26	24	27	Excelente
26	ASS26	759116	9276051	45	24	21	26	Excelente
27	ASS27	758663	9275237	38	25	22	24	Excelente
28	ASS28	758210	9275995	30	20	18	22	Bueno
29	ASS29	756187	9273045	44	23	20	21	Bueno

Nota: DAP: es el diámetro a la altura del pecho, HC: altura comercial. HT: es la altura total.

4.1.4 Características cualitativas de los árboles con potencial para convertirse en semilleros de *P. patula* en la provincia de Chota.

Tabla 9 muestra 29 individuos seleccionados, los que mostraron puntajes totales consistentemente superiores, oscilando entre 19 y 28 puntos, lo cual refleja una calidad sobresaliente en atributos como la forma del fuste, la altura de bifurcación, el diámetro de copa, el ángulo de inserción de ramas y el estado fitosanitario. Esta superioridad se cuantificó a través de un porcentaje diferencial de sanidad que varió desde un -12.6% hasta un notable -41.4% respecto al promedio de los árboles circundantes. Los resultados destacan la elección de individuos con características fenotípicas deseables, confirmando su idoneidad para ser establecidos como fuentes semilleras que prometen una mejora genética sustancial en futuros programas de reforestación de *P. patula* en la provincia de Chota.

Tabla 11 Características cualitativas de los árboles para convertirse en semilleros

Nº	Nº de árbol	Código	Forma del fuste	Altura de bifurcación	Diámetro de Copa	Ángulo de Inserción de Ramas	Estado fitosanitario del árbol	Puntuación total	% Diferencial de sanidad
1	Árbol semillero seleccionado	ASS1	4	6	3	3	4	20,0	
	Promedios los árboles vecinos							16,6	-17,0%
2	Árbol semillero seleccionado	ASS2	6	4	7	2	2	21,0	
	Promedios los árboles vecinos							16,2	-22,9%
3	Árbol semillero seleccionado	ASS3	6	6	3	3	4	22,0	
	Promedios los árboles vecinos							16,4	-25,5%
4	Árbol semillero seleccionado	ASS4	4	6	3	2	4	19,0	
	Promedios los árboles vecinos							15,6	-17,9%
5	Árbol semillero seleccionado	ASS5	6	4	7	3	6	26,0	
	Promedios los árboles vecinos							15,8	-39,2%
6	Árbol semillero seleccionado	ASS6	6	6	7	2	6	27,0	
	Promedios los árboles vecinos							16,6	-38,5%
7	Árbol semillero seleccionado	ASS7	6	6	7	3	6	28,0	
	Promedios los árboles vecinos							16,4	-41,4%
8	Árbol semillero seleccionado	ASS8	4	6	3	2	4	19,0	
	Promedios los árboles vecinos							16,0	-15,8%
9	Árbol semillero seleccionado	ASS9	6	4	7	3	6	26,0	
	Promedios los árboles vecinos							16,0	-38,5%
10	Árbol semillero seleccionado	ASS10	6	6	7	2	6	27,0	
	Promedios los árboles vecinos							17,0	-37,0%
11	Árbol semillero seleccionado	ASS11	6	4	7	2	2	21,0	
	Promedios los árboles vecinos							16,4	-21,9%
12	Árbol semillero seleccionado	ASS12	6	6	3	3	4	22,0	
	Promedios los árboles vecinos							15,8	-28,2%
13	Árbol semillero seleccionado	ASS13	4	6	3	2	4	19,0	
	Promedios los árboles vecinos							16,6	-12,6%
14	Árbol semillero seleccionado	ASS14	6	4	7	3	6	26,0	
	Promedios los árboles vecinos							16,6	-36,2%
15	Árbol semillero seleccionado	ASS15	6	6	7	2	6	27,0	
	Promedios los árboles vecinos							16,4	-39,3%
16	Árbol semillero seleccionado	ASS16	6	6	7	3	6	28,0	
	Promedios los árboles vecinos							16,6	-40,7%
17	Árbol semillero seleccionado	ASS17	4	6	3	2	4	19,0	
	Promedios los árboles vecinos							16,6	-12,6%
18	Árbol semillero seleccionado	ASS18	6	4	7	2	2	21,0	
	Promedios los árboles vecinos							16,0	-23,8%
19	Árbol semillero seleccionado	ASS19	6	6	3	3	4	22,0	
	Promedios los árboles vecinos							17,2	-21,8%
20	Árbol semillero seleccionado	ASS20	6	6	3	3	6	24,0	
	Promedios los árboles vecinos							16,6	-30,8%
21	Árbol semillero seleccionado	ASS21	6	4	7	2	2	21,0	
	Promedios los árboles vecinos							17,0	-19,0%
22	Árbol semillero seleccionado	ASS22	6	6	3	2	6	23,0	
	Promedios los árboles vecinos							15,6	-32,2%
23	Árbol semillero seleccionado	ASS23	6	6	3	3	6	24,0	
	Promedios los árboles vecinos							16,0	-33,3%
24	Árbol semillero seleccionado	ASS24	6	4	7	3	6	26,0	
	Promedios los árboles vecinos							16,8	-35,4%
25	Árbol semillero seleccionado	ASS25	6	6	7	2	6	27,0	
	Promedios los árboles vecinos							17,0	-37,0%
26	Árbol semillero seleccionado	ASS26	6	4	7	3	6	26,0	

N°	N° de árbol	Código	Forma del fuste	Altura de bifurcación	Diámetro de Copa	Ángulo de Inserción de Ramas	Estado fitosanitario del árbol	Puntuación total	% Diferencial de sanidad
	Promedios los árboles vecinos							16,6	-36,2%
27	Árbol semillero seleccionado	ASS27	6	6	3	3	6	24,0	
	Promedios los árboles vecinos							16,8	-30,0%
28	Árbol semillero seleccionado	ASS28	6	6	3	3	4	22,0	
	Promedios los árboles vecinos							16,6	-24,5%
29	Árbol semillero seleccionado	ASS29	6	4	7	2	2	21,0	
	Promedios los árboles vecinos							16,2	-22,9%

4.1.5 Valoración de características cuantitativas y cualitativas de las fuentes semilleras de *P. patula*.

Tabla 12 Valoración de características cuantitativas y cualitativas de las fuentes semilleras de *P. patula*

	N° de árbol	Código	DAP (cm)	HT (m)	HC (m)	% Diferencial de volumen total	% Diferencial de volumen comercial	Forma del fuste	Altura de bifurcación	Diámetro de Copa de copa	Ángulo de Inserción de Ramas	Estado fitosanitario del árbol	Puntuación total	% Diferencial de sanidad
1	Árbol semillero seleccionado	ASS1	28	19	16			4	6	3	3	4	20.0	
	Promedios los árboles vecinos		32	16.6	13.6	-33.22%	-35.04%						16.6	-17.00%
2	Árbol semillero seleccionado	ASS2	26	18	16			6	4	7	2	2	21.0	
	Promedios los árboles vecinos		22.8	14.2	14.2	-33.22%	-35.04%						16.2	-22.86%
3	Árbol semillero seleccionado	ASS3	28	18	16			6	6	3	3	4	22.0	
	Promedios los árboles vecinos		23.4	14.6	12.4	-42.62%	-45.22%						16.4	-25.45%
4	Árbol semillero seleccionado	ASS4	36	23	20			4	6	3	2	4	19.0	
	Promedios los árboles vecinos		29	17.6	15.4	-50.18%	-49.95%						15.6	-17.89%
5	Árbol semillero seleccionado	ASS5	40	24	21			6	4	7	3	6	26.0	
	Promedios los árboles vecinos		33.8	17.6	14.8	-47.23%	-49.39%						15.8	-39.23%
6	Árbol semillero seleccionado	ASS6	36	22	20			6	6	7	2	6	27.0	
	Promedios los árboles vecinos		28.8	17.8	15.2	-48.10%	-51.27%						16.6	-38.52%
7	Árbol semillero seleccionado	ASS7	38	25	22			6	6	7	3	6	28.0	
	Promedios los árboles vecinos		30	21.2	19.2	-46.38%	-44.74%						16.4	-41.43%
8	Árbol semillero seleccionado	ASS8	39	22	20			4	6	3	2	4	19.0	
	Promedios los árboles vecinos		30.20	18.8	16.2	-48.65%	-51.14%						16.0	-15.79%
9	Árbol semillero seleccionado	ASS9	38	24	21			6	4	7	3	6	26.0	
	Promedios los árboles vecinos		32.6	18	15.2	-44.13%	-45.98%						16.0	-38.46%
10	Árbol semillero seleccionado	ASS10	41	23	20			6	6	7	2	6	27.0	
	Promedios los árboles vecinos		34.2	18.4	15.8	-43.67%	-44.39%						17.0	-37.04%
11	Árbol semillero seleccionado	ASS11	40	24	22			6	4	7	2	2	21.0	
	Promedios los árboles vecinos		35.6	19	16.2	-43.48%	-47.15%						16.4	-21.90%
12	Árbol semillero seleccionado	ASS12	36	25	23			6	6	3	3	4	22.0	
	Promedios los árboles vecinos		29.80	21	18.2	-42.22%	-45.54%						15.8	-28.18%
13	Árbol semillero seleccionado	ASS13	30	24	21			4	6	3	2	4	19.0	

N° de árbol	Código	DAP (cm)	HT (m)	HC (m)	% Diferencial de volumen total	% Diferencial de volumen comercial	Forma del fuste	Altura de bifurcación	Diámetro de Copa de copa	Ángulo de Inserción de Ramas	Estado fitosanitario del árbol	Puntuación total	% Diferencial de sanidad
	Promedios los árboles vecinos	24	19.2	16.6	-48.74%	-49.22%						16.6	-12.63%
14	Árbol semillero seleccionado	ASS14	41	25	23		6	4	7	3	6	26.0	
	Promedios los árboles vecinos	35.8	19.6	17	-39.56%	-42.82%						16.6	-36.15%
15	Árbol semillero seleccionado	ASS15	39	23	20		6	6	7	2	6	27.0	
	Promedios los árboles vecinos	32.2	18.4	15.8	-40.35%	-41.02%						16.4	-39.26%
16	Árbol semillero seleccionado	ASS16	36	29	26		6	6	7	3	6	28.0	
	Promedios los árboles vecinos	30.8	30.8	21.4	-39.17%	-39.41%						16.6	-40.71%
17	Árbol semillero seleccionado	ASS17	42	30	28		4	6	3	2	4	19.0	
	Promedios los árboles vecinos	36.2	25.4	22.8	-36.72%	-39.15%						16.6	-12.63%
18	Árbol semillero seleccionado	ASS18	44	25	22		6	4	7	2	2	21.0	
	Promedios los árboles vecinos	39.6	20.2	17.2	-33.81%	-35.85%						16.0	-23.81%
19	Árbol semillero seleccionado	ASS19	45	23	21		6	6	3	3	4	22.0	
	Promedios los árboles vecinos	40.2	18.2	15.8	-36.39%	-39.40%						17.2	-21.82%
20	Árbol semillero seleccionado	ASS20	45	24	22		6	6	3	3	6	24.0	
	Promedios los árboles vecinos	37.2	19.6	17.2	-43.16%	-14.33%						16.6	-30.83%
21	Árbol semillero seleccionado	ASS21	36	25	23		6	4	7	2	2	21.0	
	Promedios los árboles vecinos	28.6	20	17.8	-48.99%	-50.71%						17.0	-19.05%
22	Árbol semillero seleccionado	ASS22	40	22	20		6	6	3	2	6	23.0	
	Promedios los árboles vecinos	33	18.4	16.2	-42.45%	-44.33%						15.6	-32.17%
23	Árbol semillero seleccionado	ASS23	37	18	16		6	6	3	3	6	24.0	
	Promedios los árboles vecinos	30.4	14.6	12.2	-44.81%	-47.83%						16.0	-33.33%
24	Árbol semillero seleccionado	ASS24	41	24	20		6	4	7	3	6	26.0	
	Promedios los árboles vecinos	34.6	19.2	17	-42.92%	-39.23%						16.8	-35.38%
25	Árbol semillero seleccionado	ASS25	39	26	24		6	6	7	2	6	27.0	
	Promedios los árboles vecinos	32	22.2	20	-41.71%	-43.11%						17.0	-37.04%
26	Árbol semillero seleccionado	ASS26	45	24	21		6	4	7	3	6	26.0	
	Promedios los árboles vecinos	32	22.2	17.6	-44.45%	-45.38%						16.6	-36.15%
27	Árbol semillero seleccionado	ASS27	38	25	22		6	6	3	3	6	24.0	
	Promedios los árboles vecinos	31.2	22.2	17.8	-44.52%	-44.46%						16.8	-30.00%
28	Árbol semillero seleccionado	ASS28	30	20	18		6	6	3	3	4	22.0	

N° de árbol	Código	DAP (cm)	HT (m)	HC (m)	% Diferencial de volumen total	% Diferencial de volumen comercial	Forma del fuste	Altura de bifurcación	Diámetro de Copa de copa	Ángulo de Inserción de Ramas	Estado fitosanitario del árbol	Puntuación total	% Diferencial de sanidad
	Promedios los árboles vecinos	23.4	16.6	14	-48.85%	-51.96%						16.6	-24.55%
29	Árbol semillero seleccionado	44	23	20			6	4	7	2	2	21.0	
	Promedios los árboles vecinos	35.2	19.2	16.4	-45.61%	-46.52%						16.2	-22.86%

Nota: DAP: es el diámetro a la altura del pecho, HC: altura comercial. HT: es la altura total

Los resultados presentados en la Tabla 12 revelan que la mayor parte de las fuentes semilleras de *P. patula* evaluadas fueron clasificadas como clase 1 y clase 2, asociadas a árboles considerados excelentes y buenos, respectivamente. Esta categorización se fundamenta en una evaluación exhaustiva de atributos cuantitativos y cualitativos tanto de las semillas como de los árboles progenitores. La predominancia de árboles clasificados como buenos indica, en general, un buen estado fitosanitario y características deseables para la producción de semillas, como un fuste relativamente recto. No obstante, se observó en algunos casos la presencia de bifurcaciones en la parte media del fuste, lo cual podría influir ligeramente en su aptitud como árboles semilleros

Tabla 13 Valoración de los árboles semilleros de *P. patula*

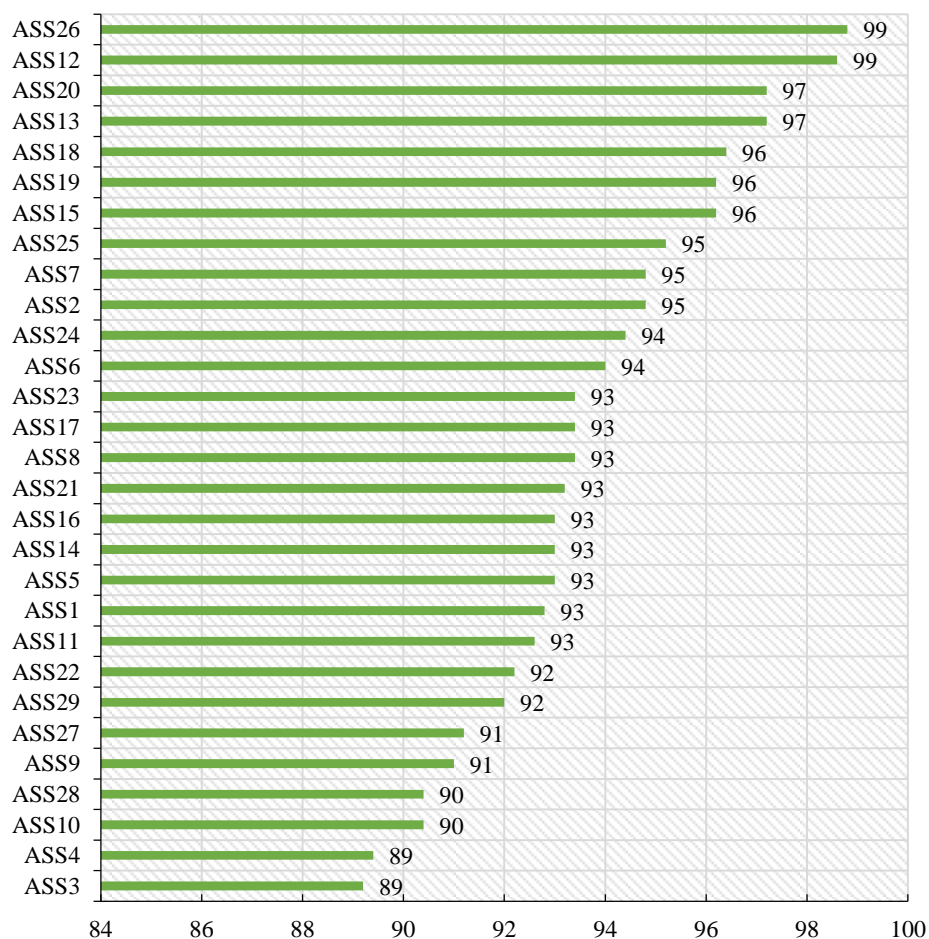
N°	Código	Puntaje	Condición	Estado
1	ASS01	20	Clase 2	Árboles buenos
2	ASS02	21	Clase 2	Árboles buenos
3	ASS03	22	Clase 2	Árboles buenos
4	ASS04	19	Clase 2	Árboles buenos
5	ASS05	26	Clase 2	Árboles buenos
6	ASS06	27	Clase 1	Árboles excelentes
7	ASS07	28	Clase 1	Árboles excelentes
8	ASS08	19	Clase 2	Árboles buenos
9	ASS09	26	Clase 1	Árboles excelentes
10	ASS10	27	Clase 1	Árboles excelentes
11	ASS11	21	Clase 2	Árboles buenos
12	ASS12	22	Clase 2	Árboles buenos
13	ASS13	19	Clase 2	Árboles buenos
14	ASS14	26	Clase 1	Árboles excelentes
15	ASS15	27	Clase 1	Árboles excelentes
16	ASS16	28	Clase 1	Árboles excelentes
17	ASS17	19	Clase 2	Árboles buenos
18	ASS18	21	Clase 2	Árboles buenos
19	ASS19	22	Clase 2	Árboles buenos
20	ASS20	24	Clase 1	Árboles excelentes
21	ASS21	21	Clase 2	Árboles buenos
22	ASS22	23	Clase 2	Árboles buenos
23	ASS23	24	Clase 1	Árboles excelentes
24	ASS24	26	Clase 1	Árboles excelentes
25	ASS25	27	Clase 1	Árboles excelentes

26	ASS26	26	Clase 1	Árboles excelentes
27	ASS27	24	Clase 1	Árboles excelentes
28	ASS28	22	Clase 2	Árboles buenos
29	ASS29	21	Clase 2	Árboles buenos

4.1.6 Oferta y germinación de semillas de las fuentes semilleras de *P. patula*

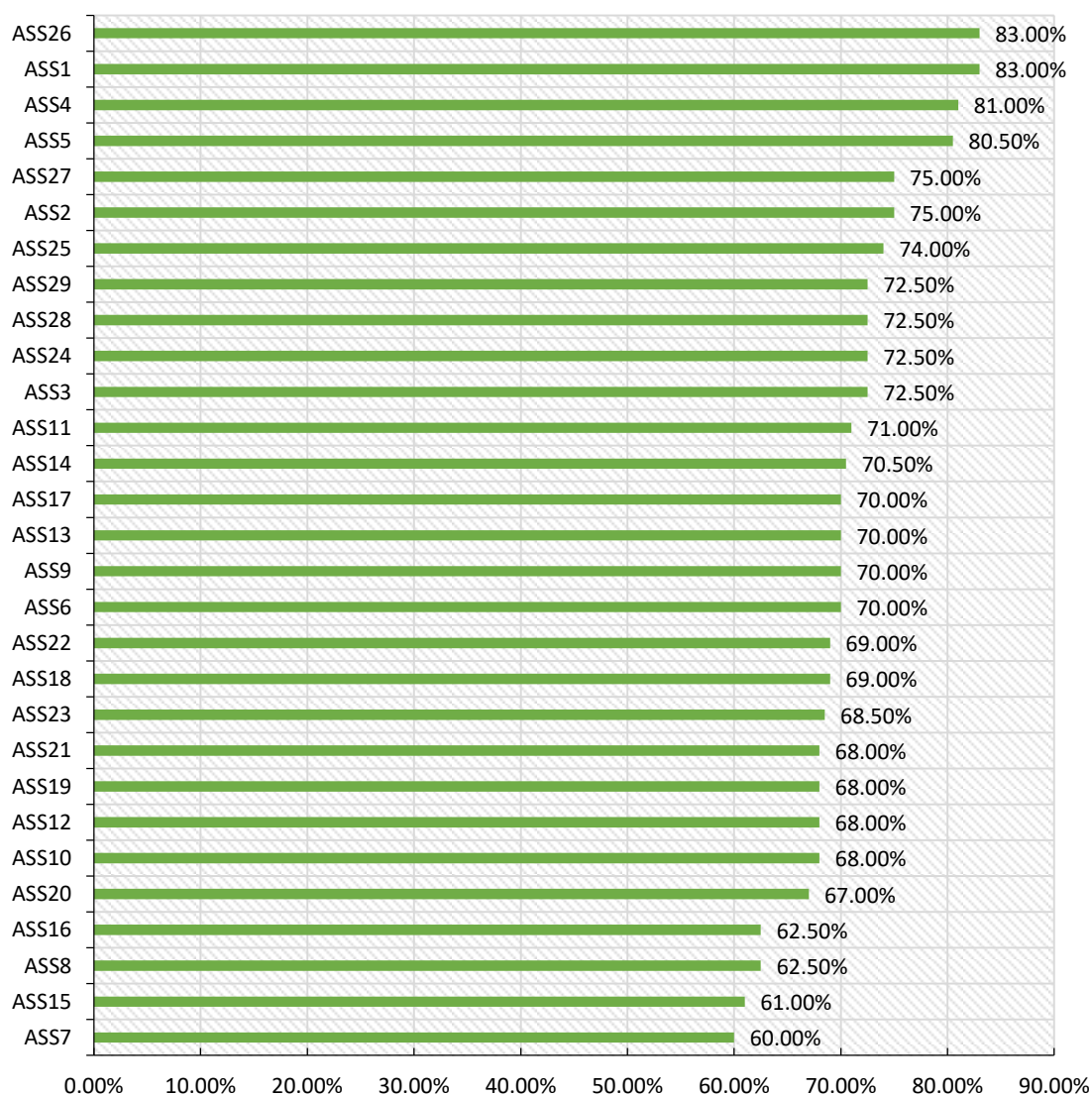
La Figura 6 revela que la fuente semillera ASS12 destaca por su rendimiento superior, alcanzando las 99 semillas por cono. Este dato la posiciona como la opción más productiva, ofreciendo una cantidad significativamente mayor de semillas en comparación con otras fuentes. Cabe destacar que el rendimiento promedio entre las fuentes oscila entre 90 y 95 semillas por cono.

Figura 6 Oferta de semillas por árbol semillero de *P. patula*



En la **Figura 7** muestra el porcentaje de germinación de semillas provenientes de diversas fuentes de *P. patula*. Se aprecia una variabilidad en el porcentaje de germinación entre las diferentes fuentes, la cual oscila entre el 60% y el 83%. Las fuentes semilleras que presentaron los mayores porcentajes de germinación fueron ASS01 (83%), ASS05 (81%) y ASS04 (81%). Por otro lado, las fuentes semilleras con los menores porcentajes de germinación fueron ASS07 (60%) y ASS15 (61%).

Figura 7 Germinación de semillas de las fuentes semilleras de *P. patula*



4.2 Contratación de hipótesis

Ho: No existen árboles de *P. patula* que cumplen con los criterios de selección para ser considerados como semilleros.

En la tabla 14 se muestra que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, es decir que, que si existe 29 individuos de *P. patula* que cumplen con las características cuantitativas y cualitativas para ser potenciales fuente semillera.

Tabla 14 *Contratación de hipótesis*

Árboles semilleros	Condición
15 <i>P. patula</i>	Árboles excelentes
14 <i>P. patula</i>	Árboles buenos

4.3 Discusión de resultados

Según el análisis de variancia (ANOVA), para las 29 sub parcelas ubicadas e identificadas en localidades de Chalamarca, Conchan, Chota si muestran diferencias estadísticas significativas entre las variables dasométricas, CV (%) de: DAP 13.09, HT 13.0900, HC 15.1100. similares resultados se encontró en Cajamarca (Soto Sanchez, 2019) quien realizó el análisis de varianza (ANOVA) en cuatro parcelas para la altura dominante por parcela, estos indican que existe significación estadística entre cada uno de ellos, dado que, el valor de significación (p-valor = 0.0017) es menor al 0.05. Esto nos hace llegar a la conclusión que la altura dominante en las cuatro parcelas instaladas en el área de estudio es estadísticamente diferente. El coeficiente de variación (CV = 9.97 %), indica la variabilidad de los resultados (altura dominante) dentro de una parcela, esta variabilidad posiblemente corresponda a factores propios de los árboles, asociados a otros factores de importancia como densidad de la plantación, exposición, luz solar, agua, nutrientes, temperatura, O₂ y CO₂

la prueba de medias de las variables dasométricas para árboles semilleros de *P. patula* tanto diámetro a la altura de pecho (DAP), altura total (HT), altura comercial (HC), muestran diferencias significativas. Siendo los árboles semilleros que sobresalieron con mayor DAP: P19 (41 cm) CP. Cruz Conga, P18 (37.6cm) Caserío Nuevo Oriente, P17 (37 cm) Caserío Nuevo Oriente, P29 (36 cm) CP. Iraca Grande, A P14 (36 cm) Caserío Rosaspampa. Con la HT: P17 (26 m) Caserío Nuevo Oriente, P16 (24 m) Caserío

Nuevo Oriente. Y la HC: P17 (23 m) Caserío Nuevo Oriente, P16 (22 m) Caserío Nuevo Oriente, P25 (20 m) CC. Rambrán. Resultados similares se encontró en chota Benavides Huamán(2025), quien realizó un inventario en 21 plantaciones distribuidas en la provincia de Chota y en cada plantación se instaló una parcela de medición, siendo inventariados un total de 1005 árboles cuyas estadísticas descriptivas se muestra en la (Tabla 4). Con resultados en coeficientes de variación dasométricas: DAP: 33.75%, H: 23.80% A partir de la aplicación de la fórmula de Sturges (F1) se determinaron 11 clases diamétricas y una amplitud de clase (F2) de 3.85 cm.

Se seleccionaron 29 árboles semilleros de *P. patula* en la provincia de Chota. Se registraron mediciones dasométricas como diámetro a la altura de pecho (DAP), con un rango entre 45 cm y 28 cm. En cuanto a la altura total, el árbol de mayor altura fue de 30 m, mientras que el más pequeño fue de 18,50 m. En un área total de 61,53 ha. Similares resultados se reportaron en Ecuador Villota (2021) quien encontró diferencias significativas en altura y diámetro basal entre las procedencias. La procedencia Sudáfrica presentó el mayor crecimiento en altura (63,5 cm) y diámetro basal (0,90 cm), seguida por Topo (59,4 cm y 0,83 cm), Cotopaxi (57,2 cm y 0,80 cm) y Zuleta (55,1 cm y 0,77 cm). Por su parte, Peralta et al (2020), evaluaron 42 árboles semilleros de *Pinos patula* de donde se recolectaron 1058 conos de estos árboles, edad promedio fue 54,58 cm y la altura promedio de 36,44 m. Climent (2008) evaluó 801 árboles, de estos, 14 fueron seleccionados como fuentes semilleras debido a que obtuvieron las puntuaciones más altas en criterios como rectitud del fuste, tamaño de copa y altura de la planta.

En cuanto a la selección, se constató que la mayor parte de las fuentes semilleras (73%) exhibían un fuste recto o con ligeras curvaturas. De igual manera, el 66% de los árboles seleccionados no presentaban bifurcaciones, mientras que el 34% restante mostraba bifurcación en el tercio superior del fuste.

Una investigación en Ecuador identificó 11 árboles de cinco especies forestales con características morfológicas deseables, los cuales pueden servir como fuentes de semillas para programas de reforestación (Ontaneda et al., 2017). En Panamá, un estudio se centró en 10 árboles semilleros maderables nativos en la región Ngäbe-Buglé, resaltando su potencial para la silvicultura sostenible y la mejora de los medios de vida locales (Ortega y Batista, 2024). La selección de árboles semilleros de *P. patula* es una práctica fundamental para el establecimiento de plantaciones forestales de alta calidad.

Estudios como el de Villota (2021) han demostrado que la selección de procedencias con mayor crecimiento en altura y diámetro basal puede generar plantaciones con mayor productividad. Por otro lado, investigaciones como la de Peralta et al. (2020) han identificado árboles semilleros con características fenotípicas deseables, como rectitud del fuste, tamaño de copa y altura, lo que permite obtener descendencia con mejores características. Estos estudios resaltan la importancia de la selección de árboles semilleros como una herramienta para mejorar la calidad genética de las plantaciones forestales de *P. patula*.

Resultados similares obtuvo Nieves (2011) quien evaluó 15 especies, donde se identificaron 858 individuos de los cuales 25 individuos alcanzaron mayor puntaje estableciéndose como fuente semilleras con características fenotípicas deseables. Por su parte, Geada (2020) identificó 32 fuentes semilleras de qué especies de donde se tomaron 109 conos como muestra y obtuvieron un promedio de 12% de semillas fértiles siendo muy productivos para su especie. Por parte, Manzanilla (2019) obtuvieron que mayores contribuciones de las fuentes semilleras de qué especie fueron las variables temperatura promedio anual (41,3%) y precipitación total anual (14,3%), mientras que el suelo (31,1%) y la altitud (29%) fueron determinantes para la producción de semillas de características genotípicas deseables. Maldonado (2015) realizó su investigación en la identificación y selección de árboles semilleros ¿?, se evaluaron 47 individuos de las cuales 19 individuos califican como fuentes semilleras cumpliendo características fenotípicas excelentes, como forma, volumen y sanidad.

Respecto a las variables dasométricas de *P. patula*, se obtuvo que los diámetros a la altura del pecho (DAP) de los árboles oscilaron entre 26 y 58 cm. La clase diamétrica con mayor frecuencia correspondió a individuos con DAP entre 38 y 42 centímetros. Por otra parte, se constató que la clase diamétrica de 24-26 metros concentró el mayor número de árboles semilleros. La investigación en México sobre *P. patula*, el diámetro a la altura del pecho (DAP) explicó el 91,9% de la variación del volumen, mientras que la productividad del sitio estuvo influenciada por la exposición topográfica (Ordaz et al., 2020). Un estudio sobre *P. radiata* en Ecuador estimó los parámetros de crecimiento, encontrando un DAP promedio de 12,93 cm y una altura total de 7,96 m, con recomendaciones de aclareo y poda para mejorar la calidad de la madera (Altamirano et al., 2024). Las investigaciones sobre *P. oocarpa* en México investigaron el control

genético de los rasgos de crecimiento y reportaron heredabilidades individuales de 0,15-0,22 para altura y diámetro, con ganancias genéticas potenciales de 3,9-5,2% para estos rasgos (Plesníková et al., 2020).

En el estudio de las variables dasométricas de *P. patula*, se observó una variabilidad en los diámetros a la altura del pecho (DAP) que osciló entre 26 y 58 centímetros, siendo la clase diamétrica de 38-42 centímetros la más frecuente. Asimismo, se identificó que los árboles semilleros se concentraron mayoritariamente en la clase diamétrica de 24-26 metros. Investigaciones previas en México sobre *P. patula* han demostrado que el DAP explica una proporción significativa de la variación del volumen (91,9%), mientras que la productividad del sitio se ve influenciada por factores topográficos (Ordaz et al., 2020). Estudios en otras especies de pino, como *P. radiata* en Ecuador, han estimado parámetros de crecimiento y recomendado prácticas silvícolas como aclareos y podas para optimizar la calidad de la madera (Altamirano et al., 2024).

Además, investigaciones en *Pinus oocarpa* en México han explorado el control genético de los rasgos de crecimiento, reportando heredabilidades moderadas para altura y diámetro, y sugiriendo un potencial para la mejora genética de estas características (Plesníková et al., 2020). Estudios recientes sobre *P. patula* resaltan su importancia en la silvicultura y revelan conocimientos sobre su diversidad genética y propagación. La investigación muestra una variación genética adaptativa intraespecífica significativa y una adaptación local en *P. patula*, con una diversidad genética estructurada entre variedades (Peláez et al., 2020). Investigaciones actuales acerca de los bosques de *Pinus patula* en México han aportado datos acerca de su gestión, rendimiento e interacciones ecológicas. El estudio ha evidenciado que se pueden emplear modelos de índice de sitio para categorizar la productividad en plantaciones comerciales de *P. patula*, en las que la exposición topográfica tiene un impacto en el crecimiento dominante en altura (Hernández et al., 2022).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se identificaron 19 Plantaciones Forestales con un área total de 71,14 ha, distribuidos en los distritos de Conchan, Chalamarca y Chota con un promedio de 1 y 3 individuos de *P. patula*. Que cumplieron con las características cuantitativas y cualitativas.

Se determinó que la altura del pecho, altura total, altura comercial, producción de conos y edad son los criterios dasométricos para seleccionar árboles semilleros de *P. patula* en la provincia de Chota.

Se determinó que características cualitativas forma de fuste, altura de bifurcación, diámetro de copa, diámetro de ramas y estado fitosanitario permiten seleccionar árboles semilleros de *P. patula* en la provincia de Chota.

En la provincia de Chota, se determinó que existen 29 árboles semilleros de *P. patula*. Con características cuantitativas y cualitativas sobresalientes. De estas fuentes, 15 poseen características excepcionales, por lo que fueron clasificadas como excelentes, mientras que los 14 restantes fueron categorizados como buenos.

Se obtuvo que los árboles semilleros de *P. patula* ofertan entre 90 y 95 semillas por cono, los mayores porcentajes de germinación fueron ASS01 (83%), ASS05 (81%) y ASS04 (81%).

5.2 Recomendaciones

Realizar investigaciones adicionales sobre la genética y la silvicultura de *P. patula* en la provincia de Chota, con la finalidad de establecer criterios de selección de árboles semilleros y para optimizar el manejo de las áreas semilleras.

Es importante involucrar a las comunidades locales en el proceso de identificación y selección de fuentes semilleras, con el propósito de contribuir a la aceptación social del proyecto y al fomento de la participación comunitaria en el manejo forestal del *P. patula*.

A la Municipalidad Provincial de Chota establecer un programa efectivo de selección de fuentes semilleras que contribuya a la producción de madera de alta calidad y al desarrollo forestal sostenible en la región.

Realizar estudios sobre la variabilidad genética de las poblaciones de *P. patula* en Chota para identificar árboles con características deseables y establecer programas de selección genética.

Es necesario fortalecer la capacidad institucional de las entidades gubernamentales encargadas del manejo forestal, a través de la capacitación de personal y la adquisición de equipos y herramienta

Implementar programas de capacitación y sensibilización para técnicos, viveristas y comunidades locales sobre la importancia de las fuentes semilleras y las buenas prácticas para su manejo.

Referencias bibliográficas

- Agraria, E. E., & Junín, P.-. (2020). Producción clonal de árboles plus de Ulcumano (*Retrophyllum rospigliosii*) a partir de individuos identificados genéticamente por su calidad de fuste e inserción de rama. *Instituto Nacional de Innovación Agraria*. <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/1708>
- Aguirre, C., & Fassbender, D. (2013). Selección de árboles plus de siete especies forestales nativas de importancia ecológica y económica en la selva central del Perú. *Documento de trabajo*, 18.
- Aguiar, D. T.-D., Costa e Silva, J., Resende, M. D. V., & Vidal, M. (2024). Progeny selection and maintenance of genetic diversity in clonal seed orchards of *Pinus taeda*. *Forests*, 15(9), 1682. <https://doi.org/10.3390/f15091682>
- Alanís, E., Olivo, A. M., Guerra, V. M. M., Gárate-Escamilla, H., & Rodríguez, J. Á. S. (2022). Caracterización del arbolado urbano del centro de Hualahuises, Nuevo León. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 13(73), Article 73. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v13i73.1271>
- Alarcón, K. N. P., Mego, L. H., Gonzales, D. G. E., & Domen, Y. S. M. (2024). Árboles semilleros de *Myrsine oligophylla* Zahlbr (Primulaceae) en los bosques naturales de Quilagán y El Guayo, distrito Querocotillo, Cutervo, Perú. *Revista Científica Pakamuros*, 12(3), Article 3. <https://doi.org/10.37787/v3wrm954>
- Alfaro, B. R., Hernández, I. U., & Peña, M. P. (2024). Composición florística y estado actual del material combustible en el huerto clonal semillero de *Pinus Caribaea* en Malas Aguas. *Revista ECOVIDA*, 13(3), Article 3.
- Alfonso, O. B., Ariza Mateos, D., Palacios Rodríguez, G., Ginhas, M. A., & Ruiz Gómez, F. J. (2020). Seed protein profile of *Pinus greggii* and *Pinus patula* through functional genomics analysis. *Bosque (Valdivia)*, 41(3), 333-344. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002020000300333>

- Altamirano, J. M. R., Calva, M. Á. G., Sevilla, H. E. C., & Vásconez, D. F. L. (2024). Estimación Dasométrica de una Plantación Forestal de *Pinus radiata* D. Don en la parroquia Palmira, provincia de Chimborazo. *Dominio de las Ciencias*, 10(4), Article 4. <https://doi.org/10.23857/dc.v10i4.4144>
- Angaine, P. M., Onyango, A. A., & Owino, J. O. (2020). Morphometrics of *Pinus patula* crown and its effect on cone characteristics and seed yield in Kenya. *Journal of Horticulture and Forestry*, 12(3), 94-100. <https://doi.org/10.5897/JHF2020.0635>
- Basto, S., Roa-Fuentes, L., Moreno, A. C., & Barrera-Cataño, J. I. (2020). Seed bank responses after clearcutting *Pinus patula* plantations in Andean high montane areas. *Universitas Scientiarum*, 25(3), Article 3. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.SC25-3.sbra>
- Bautista, G. I., Vargas-Hernández, J. J., Jiménez-Casas, M., & López-Peralta, M. C. G. (2022). Manejo de planta y aplicación de AIB en el enraizado de estacas de *Pinus patula*. *Madera y Bosques*, 28(1), Article 1. <https://doi.org/10.21829/myb.2022.2812060>
- Benavides Huamán, Flor Erlita. (2025). Estimación del volumen de árboles de *Pinus patula* en plantaciones forestales de la provincia de Chota, mediante el uso de algoritmos de inteligencia artificial. <https://repositorio.unach.edu.pe/server/api/core/bitstreams/51905df0-6d8a-4751-a14b-df6dde45939f/content>
- Bosshard, E., Jalonen, R., Kanchanarak, T., Yuskianti, V., Tolentino, E., Warriar, R. R., Krishnan, S., Dzulkifli, D., Thomas, E., Atkinson, R., & Kettle, C. J. (2021). Are Tree Seed Systems for Forest Landscape Restoration Fit for Purpose? An Analysis of Four Asian Countries. *Diversity*, 13(11), Article 11. <https://doi.org/10.3390/d13110575>
- Brun, P., de los Mozos, M., Alcántara, M. C., Perea, F., Camacho, M., & Rodríguez Navarro, D. N. (2024). Characterization of Spanish Lentil Germplasm: Seed Composition and Agronomic Performance Evaluation. *Sustainability*, 16(6), Article 6. <https://doi.org/10.3390/su16062548>
- Bruce Zobel - John Talbert, (1992). Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales

- Bustamante, V., Prieto-Ruíz, J. Á., Merlín-Bermudes, E., Álvarez-Zagoya, R., Carrillo-Parra, A., & Hernández-Díaz, J. C. (2012). Potencial y eficiencia de producción de semilla de *Pinus engelmannii* Carr., en tres rodales semilleros del estado de Durango, México. *Madera y bosques*, 18(3), 7-21.
- Cervantes, J. A. S., Martínez, J. R. P., Calleros, P. A. D., Parra, A. C., Laguna, R. R., García, M. P., Montiel, E. G., & Rivas, J. J. C. (2021). Efecto de cuatro tratamientos silvícolas en la producción maderable en un Bosque de Durango. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 12(67), Article 67. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v12i67.991>
- Cervantes, M. M., Rodríguez-Ortiz, G., Valle, J. R. E. del, & Rodríguez-Vásquez, M. E. (2023). Caracterización morfológica de semillas y eficiencia germinativa de *Pinus patula* var. *longepedunculata* y *P. pseudostrobus* var. *oaxacana*: Morphological characterization of seeds and germination efficiency of *Pinus patula* var. *longepedunculata* and *P. pseudostrobus* var. *oaxacana*. *e-CUCBA*, 20, Article 20. <https://doi.org/10.32870/ecucba.vi20.295>
- Chávez, A. S., Hernández, J., Muñoz, H. J., García, J. J., Gómez, M., & Gutiérrez, M. (2022). Plasticidad fenotípica de progenies de árboles de *Pinus pseudostrobus* Lindl. Superiores en producción de resina en vivero. *Madera y Bosques*, 28(1), Article 1. <https://doi.org/10.21829/myb.2022.2812381>
- Cordero, S., Gálvez, F., & Fontúrbel, F. E. (2023). Ecological Impacts of Exotic Species on Native Seed Dispersal Systems: A Systematic Review. *Plants*, 12(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/plants12020261>
- Cornelius, J. P., Cerrón-Macha, J. M., & Valverde-Quiroz, J. C. (2020). *Agroforestry species of Peru*.
- Cubillos, J. J. Á., Giraldo, B. C. G., Quintero, A. L., & Guzmán, D. P. (2019). Evaluación de la germinación de *Aniba perutilis* Hemsl. (Comino crespo), procedente del municipio de San Carlos (Antioquia), para el establecimiento de fuentes semilleras. *Encuentro SENNOVA del Oriente Antioqueño*, 5(1), Article 1. <https://doi.org/10.23850/26652447/5/1/2765>

- De Oliveira, R., & Lima, J. (2023). IMPORTANCE OF SEED QUALITY FOR THE FORESTRY SECTOR. *Boletim Técnico sif*, 03(05), 1-06. <https://doi.org/10.53661/2763-686020230000005>
- Dorado, M. L. (2001). *Comportamiento silvicultural de Pinus elliottii (Engelm) en el Valle de Calamuchita: Calidad de semilla y madera, su vinculación con el crecimiento*. <https://www.sidalc.net/search/Record/KOHA-OAI-AGRO:1015/Description>
- Eibl, B. I., Montagnini, F., López, L. N., Romero, H. F., Dummel, C. J., Küppers, G., López, M. A., Lavignolle, P., Cortes, J., & De La Vega, M. A. (2022). Conservation and Registration of Seed Sources in Reserve Remnants in the Province of Misiones, Argentina. En F. Montagnini (Ed.), *Biodiversity Islands: Strategies for Conservation in Human-Dominated Environments* (pp. 157-181). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-92234-4_7
- EUFORGEN. (2024). Forest genetic diversity and forest reproductive material: Practical considerations for sustainable forestry. European Forest Genetic Resources Programme. <https://www.euforgen.org>
- Erickson, V. J., & Halford, A. (2020). Seed planning, sourcing, and procurement. *Restoration Ecology*, 28(S3), S219-S227. <https://doi.org/10.1111/rec.13199>
- Fremout, T., Thomas, E., Taedoumg, H., Briers, S., Gutiérrez-Miranda, C. E., Alcázar-Caicedo, C., Lindau, A., Mounmemei Kpoumie, H., Vinceti, B., Kettle, C., Ekué, M., Atkinson, R., Jalonen, R., Gaisberger, H., Elliott, S., Brechbühler, E., Ceccarelli, V., Krishnan, S., Vacik, H., ... Muys, B. (2022). Diversity for Restoration (D4R): Guiding the selection of tree species and seed sources for climate-resilient restoration of tropical forest landscapes. *Journal of Applied Ecology*, 59(3), 664-679. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14079>
- Galindo, N., Bannister, J. R., & Laage, K. (2021). *Monitoreo a corto y largo plazo en ensayos de restauración de la conífera longeva y de lento crecimiento Pilgerodendron uviferum*. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002021000200217>

- Galván, O. F. J., Torres Neyra, D. I., Rodríguez García, L. A., & Rosado Ornet, E. A. (2022). Error de medición del diámetro del fuste de *Guazuma crinita* con forcípula, cinta métrica y cinta diamétrica, Ucayali, Amazonia Peruana. *TAYACAJA*, 5(1), 13-21. <https://doi.org/10.46908/tayacaja.v5i1.191>
- García, L., & Yamel, Z. (2022). *Crecimiento de plantaciones de Pinus caribaea var. Hondurensis (Sénéclauze) Barret y Golfari de dos procedencias establecidas en San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca*. <https://repositorio.uaaan.mx/xmlui/handle/123456789/48536>
- Gead, G., Sotolongo-Sospedra, R., & Valle, L. P. (2022). Variación anatómica foliar en poblaciones naturales de *Pinus tropicalis* en Pinar del Río, Cuba—Anatomical foliar variation on natural population of *Pinus tropicalis* in Pinar del Río, Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*, 43, 155-170.
- Gead-López, G., Sotolongo-Sospedra, R., Valle, L. P., & Ramírez-Hernández, R. (2021). Diferenciación anatómica foliar en poblaciones naturales de *Pinus caribaea* var. *Caribaea* (Pinaceae) en Pinar del Río y Artemisa, Cuba—Anatomical foliar differentiation on natural population of *Pinus caribaea* var. *Caribaea* (Pinaceae) in Pinar del Río and Artemisa, Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*, 42, 175-188.
- Giraldo, C. I., Mera Velasco, Y. A., Rivas Zúñiga, S. C., Muñoz Lara, D. G., Acosta Hílamo, L. M., Pérez Muñoz, N., Villalba Malaver, J. C., & Ordoñez Hoyos, A. E. (2022). Evaluación fitosanitaria de *Juglans neotropica* y *Quercus humboldtii* en arbolado urbano de Popayán-Cauca, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1542>
- Girard, Q., Ducousso, A., de Gramont, C. B., Louvet, J. M., Reynet, P., Musch, B., & Kremer, A. (2022). Provenance variation and seed sourcing for sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) in France. *Annals of Forest Science*, 79(1), 27. <https://doi.org/10.1186/s13595-022-01140-0>
- Gonçalves, A. C., & Fonseca, T. F. (2022). *Conifers: Recent Advances*. BoD – Books on Demand.

- Haapanen, M. (2024). Realised genetic gains from Finnish silver birch seed orchards. *Silva Fennica*, 58(1), Article 23072. <https://doi.org/10.14214/sf.23072>
- Hernández, J., Hernández, A., Ordaz, G., García-Espinoza, G. G., García-Magaña, J. J., & García-Cuevas, X. (2022). Índice de sitio para plantaciones forestales de *Pinus patula* en el Estado de México. *Madera y Bosques*, 28(2), Article 2. <https://doi.org/10.21829/myb.2022.2822308>
- Joseau, M. J., Frassoni, J., Verzino, G., Reartes, S. R., Verga, A., & Lauenstein, D. L. (2021). AVANCES EN LA CONSERVACIÓN Y OBTENCIÓN DE MATERIAL SELECTO DEL BANCO NACIONAL DE GERMOPLASMA DE *Prosopis*, CÓRDOBA, ARGENTINA. *FAVE Sección Ciencias Agrarias*, 20(1), Article 1. <https://doi.org/10.14409/fa.v20i1.10269>
- Leal, A., Waring, K. M., Sniezko, R. A., Menon, M., Hernández-Díaz, J. C., López-Sánchez, C. A., Martínez-Guerrero, J. H., Mariscal-Lucero, S. D. R., Silva-Cardoza, A., & Wehenkel, C. (2021). DIFFERENCES IN CONE AND SEED MORPHOLOGY OF *PINUS STROBIFORMIS* AND *PINUS AYACAHUITE*. *The Southwestern Naturalist*, 65(1), 9-18. <https://doi.org/10.1894/0038-4909-65.1.2>
- Li, Y., Li, X., Zhao, M.-H., Pang, Z.-Y., Wei, J.-T., Tigabu, M., Chiang, V. L., Sederoff, H., Sederoff, R., & Zhao, X.-Y. (2021). An Overview of the Practices and Management Methods for Enhancing Seed Production in Conifer Plantations for Commercial Use. *Horticulturae*, 7(8), Article 8. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7080252>
- Lopez, A. M., & Barrios, A. (2023). Variación genética de los rasgos de crecimiento y las características de la madera en razas locales de *Gmelina arborea* Roxb. En el alto Magdalena, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 47(184), 641-653.
- Luque, L. (2021). Análisis de la deforestación de la Amazonia peruana: Madre de Dios. *Revista Innova Educación*, 3(3), 198-212. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2021.03.013>

- Maldonado, D. A. (2015). *Identificación y selección de árboles semilleros de cinco especies forestales nativas de la microcuenca El Padmi, provincia de Zamora Chinchipe*.
<https://agris.fao.org/search/en/providers/124878/records/67124a7a7f591113e2a57db4>
- Maltamo, M., Packalen, P., & Kangas, A. (2021). From comprehensive field inventories to remotely sensed wall-to-wall stand attribute data—A brief history of management inventories in the Nordic countries. *Canadian Journal of Forest Research*, 51(2), 257-266. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2020-0322>
- Manzanilla, U., Valerio, P. D., Ramos, J. H., Sánchez, A. M., Magaña, J. J. G., & Granados, M. del C. R. (2019). Similaridad del nicho ecológico de *Pinus montezumae* y *P. pseudostrobus* (Pinaceae) en México: Implicaciones para la selección de áreas productoras de semillas y de conservación. *Acta botánica mexicana*, 126.
<https://www.redalyc.org/journal/574/57469756034/html/>
- Medeiros, T. D. S., Ferreira, C. D., Freire, A. L. D. O., Arriel, E. F., & Bakke, I. A. (2022). Aspectos dendrológicos de espécies arbóreas da Caatinga. *Conjecturas*, 22(2), 338-357.
<https://doi.org/10.53660/CONJ-666-703>
- Méndez, M., Ramírez-Herrera, C., Vargas-Hernández, J. J., Martínez-Trinidad, T., López-Upton, J., López, P. A., Méndez-Neri, M., Ramírez-Herrera, C., Vargas-Hernández, J. J., Martínez-Trinidad, T., López-Upton, J., & López, P. A. (2020). Diversidad genética en dos huertos semilleros de *Pinus patula* Schiede ex SchltdL. et Cham. *Revista fitotecnia mexicana*, 43(1), 113-119. <https://doi.org/10.35196/rfm.2020.1.113>
- Muñoz, H. J., Sáenz-Reyes, J. T., Barrera-Ramírez, R., Gómez-Cárdenas, M., Ramos, J. H., Muñoz Flores, H. J., Sáenz-Reyes, J. T., Barrera-Ramírez, R., Gómez-Cárdenas, M., & Ramos, J. H. (2022). Selección de árboles superiores de *Pinus pseudostrobus*, altamente productores de resina en Michoacán. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 9(3).
<https://doi.org/10.19136/era.a9n3.3334>
- Nantongo, J. S., Potts, B. M., Fitzgerald, H., Newman, J., Elms, S., Aurik, D., Dungey, H., & O'Reilly-Wapstra, J. M. (2020). Quantitative Genetic Variation in Bark Stripping of *Pinus radiata*. *Forests*, 11(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/f11121356>

- Nasiri, V., Darvishsefat, A. A., Arefi, H., Pierrot-Deseilligny, M., Namiranian, M., & Le Bris, A. (2021). Unmanned aerial vehicles (UAV)-based canopy height modeling under leaf-on and leaf-off conditions for determining tree height and crown diameter (case study: Hyrcanian mixed forest). *Canadian Journal of Forest Research*, 51(7), 962-971. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2020-0125>
- Nieves, A. L. (2011). *Identificación, selección y aprovechamiento de árboles semilleros en áreas de conservación comunitaria en el municipio de Churumuco, Michoacán, México*. <https://ru.dgb.unam.mx/items/90b60670-afc5-4978-9b6e-d0c9488f9e03>
- Noriega, C., Mulford, D., & López, A. (2021). *Recomendaciones para la producción de plántulas en zonas de altas temperatura*. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.video.2021.9>
- Novikova, T. P., Mastrangelo, C. B., Tylek, P., Evdokimova, S. A., & Novikov, A. I. (2022). How Can the Engineering Parameters of the NIR Grader Affect the Efficiency of Seed Grading? *Agriculture*, 12(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/agriculture12122125>
- Omondi, J., Murithi Angaine, P., Adongo Onyango, A., Okoth Ojunga, S., & Otuoma, J. (2020). Evaluating Variation in Seed Quality Attributes in Pinus Patula Clonal Orchards using Cone Cluster Analysis. *Journal of Forests*, 7(1), 1-8. <https://doi.org/10.18488/journal.101.2020.71.1.8>
- Ontaneda, J. V., Mejía, Á. L., & Flores, D. P. (2017). Selección de árboles semilleros en plantaciones forestales de la península de Santa Elena. Ecuador. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 4(2), Article 2. <https://doi.org/10.26423/rctu.v4i2.261>
- Onyango, A. A., Inoti, S. K., Maara, N., & Kimondo, J. M. (2024). Effect of Seed Extraction Period and Germination Temperature on Viability of Pinus patula Under Controlled Conditions. *Asian Journal of Research in Agriculture and Forestry*, 10(1), Article 1. <https://doi.org/10.9734/ajraf/2024/v10i1269>
- Ordaz, G., Ramos, J. H., García-Espinoza, G. G., Hernández-Ramos, A., Delgado-Valerio, P., & García-Magaña, J. J. (2020). Relaciones alométricas para plantaciones de Pinus patula

- Schiede ex Schltdl. Et Cham. En el Estado de México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 11(60), Article 60. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v11i60.705>
- Ordóñez, L., Aguire, N., & Hofstede, R. (2001). *Sitios de recolección de semillas forestales andinas del Ecuador*. Editorial Abya Yala. <https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=SPX4gZrSoAsC&oi=fnd&pg=PA5&dq=SITIOS+DE+RECOLECCI%C3%93N+DE+SEMILLAS+FORESTALES+ANDINAS+DEL+ECUADOR&ots=rhRdbcQfoi&sig=Aea2Ssd7SRsXUYgMzLa7mC64VUo>
- Ortega, U. U. P., & Batista, S. Z. N. (2024). Los 10 Árboles Semilleros Nativos Madereros mas Importantes para el Manejo Ambiental de la Región de Mironó en la Comarca Ngäbe-Buglé Panamá. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), Article 1. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9437
- OSINFOR. (2023). Lineamientos técnicos para la identificación y manejo de árboles semilleros en planes de manejo forestal. Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre, Perú.
- Padilla, S. D. J. (2020). *Selección y propagación de árboles plus de eucalipto (eucalyptus grandis x eucalyptus urophylla) en la reforestadora del Sinú*. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/3571>
- Panigrahi, S. (2020). *Exotic tree species in India: Problems and prospects*.
- Pedrini, S., Gibson-Roy, P., Trivedi, C., Gálvez-Ramírez, C., Hardwick, K., Shaw, N., Frischie, S., Laverack, G., & Dixon, K. (2020). Collection and production of native seeds for ecological restoration. *Restoration Ecology*, 28(S3), S228-S238. <https://doi.org/10.1111/rec.13190>
- Peláez, P., Ortiz-Martínez, A., Figueroa-Corona, L., Montes, J. R., & Gernandt, D. S. (2020). Population structure, diversifying selection, and local adaptation in *Pinus patula*. *American Journal of Botany*, 107(11), 1555-1566. <https://doi.org/10.1002/ajb2.1566>
- Peralta, R. D., Rodríguez Ortiz, G., Vargas Hernández, J. J., Enríquez del Valle, J. R., Hernández Hernández, A., Campos Ángeles, G. V., Aragón Peralta, R. D., Rodríguez Ortiz, G., Vargas Hernández, J. J., Enríquez del Valle, J. R., Hernández Hernández, A.,

- & Campos Ángeles, G. V. (2020). Selección fenotípica y características reproductivas de *Pinus pseudostrobus* var. Oaxacana (Mirov) S.G.Harrison. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 11(59), 118-140. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v11i59.700>
- Perek, M., Hodge, G., Tambarussi, E. V., Biernaski, F. A., & Acosta, J. (2022). Predicted genetic gains for growth traits and wood resistance in *Pinus maximinoi* and *Pinus tecunumanii*. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 22, e391022213. <https://doi.org/10.1590/1984-70332022v22n2a23>
- Pérez, C. M., Geada López, G., Pérez Reyes, C. M., & Geada López, G. (2020). Producción de semillas e indicadores reproductivos de *Pinus tropicalis* Morelet en un huerto semillero. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 8(1), 129-137.
- Pino, U. U., & Nieto, S. Z. (2024). Los 10 Árboles Semilleros Nativos Madereros mas Importantes para el Manejo Ambiental de la Región de Mironó en la Comarca Ngäbe-Buglé Panamá. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 532-544. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9437
- Plesníková, I., Sáenz-Romero, C., León, J. C. de, Martínez-Trujillo, M., & Vargas, N. M. S. (2020). Parámetros genéticos de caracteres de crecimiento en un ensayo de progenies de *Pinus oocarpa*. *Madera y Bosques*, 26(3), Article 3. <https://doi.org/10.21829/myb.2020.2632014>
- Ramírez, A. A. R., Díaz, A. F. H., Encinas, C. V., Garibay-Orijel, R., & Truong, C. (2021). Hongos ectomicorrízicos asociados a plantas jóvenes de *Pinus patula* y *Quercus crassifolia* en plantaciones del sistema matarrasa de la Sierra Juárez de Oaxaca, México. *Scientia Fungorum*, 51, e1289-e1289. <https://doi.org/10.33885/sf.2021.51.1289>
- Rendón, M. A., Rosa, P. H. la, Velázquez-Martínez, A., Alcántara-Carbajal, J. L., & Reyes-Hernández, V. J. (2021). Composición, diversidad y estructura de un bosque manejado del centro de México. *Madera y Bosques*, 27(1), Article 1. <https://doi.org/10.21829/myb.2021.2712127>
- Reyes, E. (2022). *Metodología de la investigación científica*. Page Publishing Inc. <https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=SmdxEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT3&>

dq=Metodolog%C3%ADa+de+la+investigaci%C3%B3n+cient%C3%ADfica:+enfoc
s,+t%C3%A9cnicas+y+aplicaciones+para+la+producci%C3%B3n+cient%C3%ADfica
+de+alto+impacto&ots=O07zBuO4k4&sig=PILjQaNvf1dJAn10EcBIYpFGdsE

- Reyes, N., Rodríguez-Ortiz, G., Valle, J. R. E.-D., Jiménez-Colmenares, C. L., & Rincón-Ramírez, J. A. (2022). FIGEMPA: Investigación y Desarrollo. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 13(1), Article 1. <https://doi.org/10.29166/revfig.v13i1.3299>
- Riveros, C. R. B., Bobadilla, S. M. M., & Graupera, X. J. G. (2018). Estimación del contenido de carbono en la biomasa y suelo del bosque nativo de Ñeembucú. *Revista sobre estudios e investigaciones del saber académico*, 16, Article 16.
- Sarmiento, A. E. (2023). CONTAMINACION FITOSANITARIA EN CONTENEDORES MARITIMOS. *LOGINN Investigación Científica y Tecnológica*, 7(1), Article 1. <https://doi.org/10.23850/25907441.5760>
- Sarria, R. A., Gallo-Corredor, J. A., & Benítez-Benítez, R. (2021). Characterization and determination of the quality of rosins and turpentine extracted from *Pinus oocarpa* and *Pinus patula* resin. *Heliyon*, 7(8), e07834. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07834>
- Soto-Gil, A. L., Velázquez-Martínez, A., Pérez-Moreno, J., Fierros-González, A. M., & Martínez-Reyes, M. (2022). Morfotipos ectomicorrícicos en retención estructural variable de *Pinus patula* Schldl et Cham. *Madera y Bosques*, 28(2), Article 2. <https://doi.org/10.21829/myb.2022.2822388>
- Staporn, D., Marod, D., Wongprom, J., & Diloksumpun, S. (2022). Drivers of Native Species Regeneration in the Process of Restoring a Dry Evergreen Forest from Exotic Tree Plantations in Northeastern Thailand. *Forests*, 13(8), Article 8. <https://doi.org/10.3390/f13081321>
- Suárez, M., Marín-Mahecha, O., Ortiz-Aguilar, J., Sánchez-Quiñones, E. P., Fuentes-Reines, J., & Suárez-Rivero, D. (2023). Establecimiento del momento óptimo de cosecha de semillas botánica de *Espeletia grandiflora* para la propagación y conservación de la especie. *Research, Society and Development*, 12(6), Article 6. <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i6.42362>

- Soto Sánchez, Sergio Ronald. (2019). influencia de la calidad e sitio en la producción maderable del *Pinus radiata* D. Don, EN EL PARQUE FORESTAL CUMBE MAYO – CAJAMARCA.
file:///C:/Users/PC/Downloads/INFLUENCIA%20DE%20LA%20CALIDAD%20DE%20SITIO%20EN%20LA%20PRODUCCI%C3%93N%20MADERABLE%20DEL%20Pinus%20radiata%20D.%20Don,%20EN%20EL%20PARQ%20(1).pdf
- Telles, R., Jiménez, J., Alanís, E., Aguirre Calderón, O. A., & Treviño Garza, E. J. (2022). Crecimiento y rendimiento de plantaciones forestales: Un análisis del estado actual de las tendencias mundiales. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 19(2).
<https://doi.org/10.22231/asyd.v19i2.987>
- Telles, R., Jiménez Pérez, J., Alanís Rodríguez, E., Aguirre Calderón, O. A., & Treviño Garza, E. J. (2022). Crecimiento y rendimiento de plantaciones forestales: Un análisis del estado actual de las tendencias mundiales. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 19(2).
<https://doi.org/10.22231/asyd.v19i2.987>
- Trejo, D. A. R., & Sánchez, D. G. (2022). Descripción del arbolado de alineación de la ciudad de Puebla por grado de marginación y vialidad. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 13(70), Article 70. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v13i70.830>
- Valladares, I. (2024). *Incrementos y variación fenotípica en árboles selectos en plantaciones de cedrela odorata L. en San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca.*
<https://repositorio.uaaan.mx/xmlui/handle/123456789/49740>
- Villota, E. J. (2021). *Comportamiento de cuatro procedencias de pinus patula schl. Et cham, en la Estación Experimental “La Favorita”, parroquia rural Alluriquín, provincia Santo Domingo de los Tsáchilas* [bachelorThesis].
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11475>
- Walters, S. J., Robinson, T. P., Byrne, M., & Nevill, P. (2022). Seed sourcing in the genomics era: Multispecies provenance delineation for current and future climates. *Restoration Ecology*, 30(S1), e13718. <https://doi.org/10.1111/rec.13718>

ANEXOS

Anexo 1 Puntaje de selección por criterios morfológicos

Características morfológicas									
N° de árbol	Código	Forma del fuste	Altura de bifurcación	Diámetro de Copa de copa	Angulo de Inserción de Ramas	Estado fitosanitario del árbol	Puntuación total	Observación	Centro Poblado
1	Árbol seleccionado	ASS	4	6	3	3	4	20	Seleccionado
1	AV-1	4	4	3	3	4	18		CP. El Nogal
2	AV-2	4	4	3	3	4	18		
3	AV-3	2	6	3	2	2	15		
4	AV-4	4	6	1	3	2	16		
5	AV-5	1	6	3	2	4	16		
2	Árbol seleccionado	ASS	6	4	7	2	2	21	Seleccionado
1	AV-1	6	4	3	2	2	17		CP. El Nogal
2	AV-2	6	4	1	3	2	16		
3	AV-3	4	4	7	1	2	18		
4	AV-4	4	4	3	2	2	15		
5	AV-5	2	2	7	3	1	15		
3	Árbol seleccionado	ASS	6	6	3	3	4	22	Seleccionado
1	AV-1	2	6	3	3	4	18		CP. El Nogal
2	AV-2	4	4	3	3	2	16		

Características morfológicas									
N° de árbol	Código	Forma del fuste	Altura de bifurcación	Diámetro de Copa de copa	Angulo de Inserción de Ramas	Estado fitosanitario del árbol	Puntuación total	Observación	Centro Poblado
3	AV-3	4	2	7	2	2	17		
4	AV-4	1	6	3	1	4	15		
5	AV-5	2	4	7	2	1	16		
4	Árbol seleccionado	ASS	4	6	3	2	4	19	Seleccionado
1	AV-1	4	6	3	2	2	17		
2	AV-2	6	2	3	3	2	16		CP. El Nogal
3	AV-3	2	6	1	2	4	15		
4	AV-4	1	4	3	2	4	14		
5	AV-5	4	1	7	3	1	16		
5	Árbol seleccionado	ASS	6	4	7	3	6	26	Seleccionado
1	AV-1	6	4	3	3	2	18		
2	AV-2	2	6	1	2	4	15		CP. El Nogal
3	AV-3	2	2	3	3	4	14		
4	AV-4	2	4	3	3	4	16		
5	AV-5	6	6	1	1	2	16		
6	Árbol seleccionado	ASS	6	6	7	2	6	27	Seleccionado
1	AV-1	6	4	3	3	2	18		CP. El Nogal
2	AV-2	4	2	3	3	4	16		
3	AV-3	4	4	3	1	2	14		

Características morfológicas									
N° de árbol	Código	Forma del fuste	Altura de bifurcación	Diámetro de Copa de copa	Angulo de Inserción de Ramas	Estado fitosanitario del árbol	Puntuación total	Observación	Centro Poblado
4	AV-4	4	6	1	3	4	18		
5	AV-5	2	2	7	2	4	17		
7	Árbol seleccionado	ASS	6	6	7	3	6	28	Seleccionado
1	AV-1	4	6	3	2	2	17		Caserío Miravalle
2	AV-2	6	6	3	1	2	18		
3	AV-3	4	2	3	3	4	16		
4	AV-4	4	4	1	3	4	16		
5	AV-5	6	2	3	2	2	15		
8	Árbol seleccionado	ASS	4	6	3	2	4	19	Seleccionado
1	AV-1	2	6	3	2	2	15		Caserío Miravalle
2	AV-2	6	4	1	2	4	17		
3	AV-3	4	4	3	2	2	15		
4	AV-4	1	6	3	1	4	15		
5	AV-5	4	4	7	1	2	18		
9	Árbol seleccionado	ASS	6	4	7	3	6	26	Seleccionado
1	AV-1	4	2	7	3	2	18		Caserío La Esmeralda
2	AV-2	2	2	3	3	4	14		
3	AV-3	2	4	3	2	4	15		
4	AV-4	1	4	7	2	2	16		

Características morfológicas									
N° de árbol	Código	Forma del fuste	Altura de bifurcación	Diámetro de Copa de copa	Angulo de Inserción de Ramas	Estado fitosanitario del árbol	Puntuación total	Observación	Centro Poblado
	5	AV-5	6	1	3	3	4	17	
10	Árbol seleccionado	ASS	6	6	7	2	6	27	Seleccionado
	1	AV-1	4	4	3	2	4	17	Caserío La Esmeralda
	2	AV-2	4	6	3	3	2	18	
	3	AV-3	1	6	7	1	2	17	
	4	AV-4	6	1	3	2	4	16	
	5	AV-5	2	4	7	2	2	17	
11	Árbol seleccionado	ASS	6	4	7	2	2	21	Seleccionado
	1	AV-1	6	4	3	3	2	18	Caserío La Esmeralda
	2	AV-2	4	1	7	2	1	15	
	3	AV-3	6	2	3	3	2	16	
	4	AV-4	1	4	7	2	2	16	
	5	AV-5	6	4	3	2	2	17	
12	Árbol seleccionado	ASS	6	6	3	3	4	22	Seleccionado
	1	AV-1	4	2	3	2	4	15	Caserío La Esmeralda
	2	AV-2	2	6	3	3	2	16	
	3	AV-3	4	4	3	2	4	17	
	4	AV-4	6	2	3	3	2	16	
	5	AV-5	2	4	3	2	4	15	
13	Árbol seleccionado	ASS	4	6	3	2	4	19	Seleccionado
									Caserío Rosaspampa

Características morfológicas										
N° de árbol	Código	Forma del fuste	Altura de bifurcación	Diámetro de Copa de copa	Angulo de Inserción de Ramas	Estado fitosanitario del árbol	Puntuación total	Observación	Centro Poblado	
1	AV-1	4	4	3	2	4	17			
2	AV-2	4	4	3	3	4	18			
3	AV-3	2	1	7	3	2	15			
4	AV-4	4	2	3	3	4	16			
5	AV-5	4	4	3	2	4	17			
14	Árbol seleccionado	ASS	6	4	7	3	6	26	Seleccionado	
1	AV-1	2	4	3	3	4	16		Caserío Rosaspampa	
2	AV-2	4	4	3	2	4	17			
3	AV-3	1	2	7	3	2	15			
4	AV-4	4	4	3	2	4	17			
5	AV-5	2	2	7	3	4	18			
15	Árbol seleccionado	ASS	6	6	7	2	6	27	Seleccionado	
1	AV-1	1	6	3	3	4	17		Caserío Rosaspampa	
2	AV-2	4	2	7	1	1	15			
3	AV-3	2	4	3	3	4	16			
4	AV-4	4	2	7	1	4	18			
5	AV-5	4	4	3	3	2	16			
16	Árbol seleccionado	ASS	6	6	7	3	6	28	Seleccionado	Caserío Nuevo Oriente
1	AV-1	6	1	7	2	1	17			

Características morfológicas									
N° de árbol	Código	Forma del fuste	Altura de bifurcación	Diámetro de Copa de copa	Angulo de Inserción de Ramas	Estado fitosanitario del árbol	Puntuación total	Observación	Centro Poblado
2	AV-2	2	6	3	1	4	16		
3	AV-3	4	4	3	3	2	16		
4	AV-4	1	6	7	1	2	17		
5	AV-5	4	4	3	2	4	17		
17	Árbol seleccionado	ASS	4	6	3	2	4	19	Seleccionado
1	AV-1	2	2	7	2	2	15		Caserío Nuevo Oriente
2	AV-2	4	4	3	3	2	16		
3	AV-3	4	4	3	2	4	17		
4	AV-4	4	4	7	1	2	18		
5	AV-5	4	6	3	2	2	17		
18	Árbol seleccionado	ASS	6	4	7	2	2	21	Seleccionado
1	AV-1	2	6	3	2	2	15		Caserío Nuevo Oriente
2	AV-2	4	4	3	2	1	14		
3	AV-3	2	4	7	3	2	18		
4	AV-4	6	2	3	3	2	16		
5	AV-5	1	6	7	2	1	17		
19	Árbol seleccionado	ASS	6	6	3	3	4	22	Seleccionado
1	AV-1	4	6	3	1	2	16		CP. Cruz Conga

Características morfológicas									
N° de árbol	Código	Forma del fuste	Altura de bifurcación	Diámetro de Copa de copa	Angulo de Inserción de Ramas	Estado fitosanitario del árbol	Puntuación total	Observación	Centro Poblado
2	AV-2	1	6	7	1	2	17		
3	AV-3	4	4	3	3	4	18		
4	AV-4	6	1	7	2	1	17		
5	AV-5	6	4	3	3	2	18		
20	Árbol seleccionado	ASS	6	6	3	3	6	24	Seleccionado
1	AV-1	4	2	3	2	4	15		CP. Cruz Conga
2	AV-2	4	4	3	3	4	18		
3	AV-3	4	4	3	1	4	16		
4	AV-4	2	4	7	2	2	17		
5	AV-5	1	4	3	3	6	17		
21	Árbol seleccionado	ASS	6	4	7	2	2	21	Seleccionado
1	AV-1	6	4	3	3	1	17		CP. San Pedro
2	AV-2	2	4	7	2	2	17		
3	AV-3	6	4	3	3	2	18		
4	AV-4	6	2	3	3	1	15		
5	AV-5	2	6	7	2	1	18		
22	Árbol seleccionado	ASS	6	6	3	2	6	23	Seleccionado
1	AV-1	4	6	3	1	4	18		CP. Choctapata
2	AV-2	1	2	7	2	2	14		

Características morfológicas									
N° de árbol	Código	Forma del fuste	Altura de bifurcación	Diámetro de Copa de copa	Angulo de Inserción de Ramas	Estado fitosanitario del árbol	Puntuación total	Observación	Centro Poblado
	3	AV-3	4	4	3	3	1	15	
	4	AV-4	2	4	3	3	4	16	
	5	AV-5	4	1	3	3	4	15	
23	Árbol seleccionado	ASS	6	6	3	3	6	24	Seleccionado
	1	AV-1	4	1	3	3	4	15	
	2	AV-2	4	6	3	2	2	17	CP.Choctapata
	3	AV-3	2	6	1	2	4	15	
	4	AV-4	6	4	3	3	1	17	
	5	AV-5	2	6	1	3	4	16	
24	Árbol seleccionado	ASS	6	4	7	3	6	26	Seleccionado
	1	AV-1	2	6	3	2	4	17	
	2	AV-2	2	6	3	2	4	17	CP.Choctapata
	3	AV-3	2	4	3	2	4	15	
	4	AV-4	2	4	7	2	2	17	
	5	AV-5	4	2	3	3	6	18	
25	Árbol seleccionado	ASS	6	6	7	2	6	27	Seleccionado
	1	AV-1	4	2	7	2	2	17	
	2	AV-2	2	2	7	2	4	17	CC. Rambrán
	3	AV-3	2	4	3	3	4	16	
	4	AV-4	6	4	3	2	2	17	

Características morfológicas									
N° de árbol	Código	Forma del fuste	Altura de bifurcación	Diámetro de Copa de copa	Angulo de Inserción de Ramas	Estado fitosanitario del árbol	Puntuación total	Observación	Centro Poblado
	5	AV-5	2	4	3	3	6	18	
26	Árbol seleccionado	ASS	6	4	7	3	6	26	Seleccionado
	1	AV-1	4	2	7	3	1	17	CC. Cochopampa
	2	AV-2	2	4	7	2	2	17	
	3	AV-3	4	4	3	2	2	15	
	4	AV-4	6	2	3	1	4	16	
	5	AV-5	1	4	7	2	4	18	
27	Árbol seleccionado	ASS	6	6	3	3	6	24	Seleccionado
	1	AV-1	4	4	3	3	4	18	CC. Cochopampa
	2	AV-2	2	4	3	3	4	16	
	3	AV-3	4	4	3	3	1	15	
	4	AV-4	2	6	1	2	6	17	
	5	AV-5	2	1	7	2	6	18	
28	Árbol seleccionado	ASS	6	6	3	3	4	22	Seleccionado
	1	AV-1	4	2	3	3	4	16	CC. Cochopampa
	2	AV-2	2	6	3	1	4	16	
	3	AV-3	4	2	7	2	2	17	
	4	AV-4	4	6	3	3	2	18	
	5	AV-5	2	4	3	3	4	16	

Características morfológicas									
N° de árbol	Código	Forma del fuste	Altura de bifurcación	Diámetro de Copa de copa	Angulo de Inserción de Ramas	Estado fitosanitario del árbol	Puntuación total	Observación	Centro Poblado
29	Árbol seleccionado	ASS	6	4	7	2	2	21	Seleccionado
	1	AV-1	4	4	3	2	2	15	CP. Iraca Grande
	2	AV-2	4	6	3	1	2	16	
	3	AV-3	4	2	7	3	1	17	
	4	AV-4	2	4	7	1	2	16	
	5	AV-5	4	2	7	3	1	17	

Anexo 2 Árboles evaluados dasométricamente y árboles seleccionados a candidato a semillero

Variables dasométricas										
	N° de árbol	Código	DAP (cm)	HT m	HC	Volumen total (cm³)	Volumen comercial (cm³)	Puntuación total	Observación	Centro poblado
1	Árbol seleccionado	ASS	28	19	16	0.514	0.433	20	Seleccionado	
	1	AV-1	25	17	14	0.367	0.302	18		
	2	AV-2	24	17	13	0.338	0.258	18		
	3	AV-3	23	15	13	0.274	0.237	15		CP. El Nogal
	4	AV-4	26	18	15	0.420	0.350	16		
	5	AV-5	24	16	13	0.318	0.258	16		
2	Árbol seleccionado	ASS	26	18	16	0.420	0.373	21	Seleccionado	
	1	AV-1	24	17	14	0.338	0.278	17		
	2	AV-2	22	14	12	0.234	0.200	16		
	3	AV-3	23	15	13	0.274	0.237	18		CP. El Nogal
	4	AV-4	21	13	10	0.198	0.152	15		
	5	AV-5	24	12	9	0.239	0.179	15		
3	Árbol seleccionado	ASS	28	18	16	0.487	0.433	22	Seleccionado	
	1	AV-1	26	14	12	0.327	0.280	18		CP. El Nogal
	2	AV-2	23	15	13	0.274	0.237	16		
	3	AV-3	25	17	14	0.367	0.302	17		
	4	AV-4	21	14	12	0.213	0.183	15		

Variables dasométricas

	N° de árbol	Código	DAP (cm)	HT m	HC	Volumen total (cm ³)	Volumen comercial (cm ³)	Puntuación total	Observación	Centro poblado
	5	AV-5	22	13	11	0.217	0.184	16		
4	Árbol seleccionado	ASS	36	23	20	1.029	0.895	19	Seleccionado	
	1	AV-1	30	16	14	0.497	0.435	17		
	2	AV-2	29	17	15	0.493	0.435	16		
	3	AV-3	27	20	18	0.503	0.453	15		
	4	AV-4	31	20	17	0.663	0.564	14		CP. El Nogal
	5	AV-5	28	15	13	0.406	0.352	16		
5	Árbol seleccionado	ASS	40	24	21	1.325	1.160	26	Seleccionado	
	1	AV-1	36	22	17	0.984	0.760	18		
	2	AV-2	35	14	12	0.592	0.507	15		CP. El Nogal
	3	AV-3	33	17	15	0.639	0.564	14		
	4	AV-4	34	18	16	0.718	0.638	16		
	5	AV-5	31	17	14	0.564	0.464	16		
6	Árbol seleccionado	ASS	36	22	20	0.984	0.895	27	Seleccionado	
	1	AV-1	30	20	17	0.621	0.528	18		
	2	AV-2	28	18	15	0.487	0.406	16		
	3	AV-3	30	15	13	0.466	0.404	14		CP. El Nogal
	4	AV-4	27	17	15	0.428	0.377	18		

Variables dasométricas

N° de árbol	Código	DAP (cm)	HT m	HC	Volumen total (cm ³)	Volumen comercial (cm ³)	Puntuación total	Observación	Centro poblado
5	AV-5	29	19	16	0.551	0.464	17		
7	Árbol seleccionado	ASS	38	25	22	1.246	1.096	28	Seleccionado
1	AV-1	34	22	20	0.878	0.798	17		
2	AV-2	29	20	19	0.580	0.551	18		
3	AV-3	32	23	21	0.813	0.742	16		Caserío Miravalle
4	AV-4	27	21	19	0.528	0.478	16		
5	AV-5	28	20	17	0.541	0.460	15		
8	Árbol seleccionado	ASS	39	22	20	1.155	1.050	19	Seleccionado
1	AV-1	31	19	17	0.630	0.564	15		
2	AV-2	30	18	16	0.559	0.497	17		
3	AV-3	28	20	16	0.541	0.433	15		Caserío Miravalle
4	AV-4	32	20	18	0.707	0.636	15		
5	AV-5	30	17	14	0.528	0.435	18		
9	Árbol seleccionado	ASS	38	24	21	1.196	1.046	26	Seleccionado
1	AV-1	35	20	18	0.846	0.761	18		
2	AV-2	34	19	16	0.758	0.638	14		
3	AV-3	31	17	15	0.564	0.497	15		Caserío La Esmeralda
4	AV-4	30	16	13	0.497	0.404	16		

Variables dasométricas

N° de árbol	Código	DAP (cm)	HT m	HC	Volumen total (cm ³)	Volumen comercial (cm ³)	Puntuación total	Observación	Centro poblado
5	AV-5	33	18	14	0.676	0.526	17		
10	Árbol seleccionado	ASS	41	23	1.334	1.160	27	Seleccionado	
1	AV-1	37	21	18	0.992	0.850	17		
2	AV-2	33	16	13	0.601	0.489	18		
3	AV-3	34	18	16	0.718	0.638	17		Caserío La Esmeralda
4	AV-4	32	17	15	0.601	0.530	16		
5	AV-5	35	20	17	0.846	0.719	17		
11	Árbol seleccionado	ASS	40	24	1.325	1.215	21	Seleccionado	
1	AV-1	37	21	19	0.992	0.898	18		
2	AV-2	35	19	17	0.803	0.719	15		Caserío La Esmeralda
3	AV-3	32	17	14	0.601	0.495	16		
4	AV-4	33	20	16	0.752	0.601	16		
5	AV-5	31	18	15	0.597	0.497	17		
12	Árbol seleccionado	ASS	36	25	1.118	1.029	22	Seleccionado	
1	AV-1	33	22	20	0.827	0.752	15		
2	AV-2	30	21	18	0.652	0.559	16		
3	AV-3	31	20	16	0.663	0.531	17		Caserío La Esmeralda
4	AV-4	29	19	17	0.551	0.493	16		
5	AV-5	26	23	20	0.537	0.467	15		

Variables dasométricas

	N° de árbol	Código	DAP (cm)	HT m	HC	Volumen total (cm³)	Volumen comercial (cm³)	Puntuación total	Observación	Centro poblado
13	Árbol seleccionado	ASS	30	24	21	0.745	0.652	19	Seleccionado	
	1	AV-1	25	19	17	0.410	0.367	17		Caserío Rosaspampa
	2	AV-2	22	22	19	0.367	0.317	18		
	3	AV-3	23	18	15	0.329	0.274	15		
	4	AV-4	26	20	18	0.467	0.420	16		
	5	AV-5	24	17	14	0.338	0.278	17		
14	Árbol seleccionado	ASS	41	25	23	1.450	1.334	26	Seleccionado	
	1	AV-1	37	21	19	0.992	0.898	16		Caserío Rosaspampa
	2	AV-2	35	18	15	0.761	0.634	17		
	3	AV-3	33	17	14	0.639	0.526	15		
	4	AV-4	38	22	20	1.096	0.997	17		
	5	AV-5	36	20	17	0.895	0.760	18		
15	Árbol seleccionado	ASS	39	23	20	1.207	1.050	27	Seleccionado	
	1	AV-1	35	20	17	0.846	0.719	17		Caserío Rosaspampa
	2	AV-2	36	21	18	0.939	0.805	15		
	3	AV-3	34	18	16	0.718	0.638	16		
	4	AV-4	30	16	13	0.497	0.404	18		
	5	AV-5	32	17	15	0.601	0.530	16		

Variables dasométricas

	N° de árbol	Código	DAP (cm)	HT m	HC	Volumen total (cm³)	Volumen comercial (cm³)	Puntuación total	Observación	Centro poblado
16	Árbol seleccionado	ASS	36	29	26	1.297	1.163	28	Seleccionado	
	1	AV-1	32	26	23	0.919	0.813	17		
	2	AV-2	33	24	22	0.902	0.827	16		
	3	AV-3	30	27	24	0.839	0.745	16		Caserío Nuevo Oriente
	4	AV-4	31	20	18	0.663	0.597	17		
	5	AV-5	28	23	20	0.622	0.541	17		
17	Árbol seleccionado	ASS	42	30	28	1.826	1.705	19	Seleccionado	
	1	AV-1	39	28	26	1.470	1.365	15		
	2	AV-2	35	25	23	1.057	0.972	16		
	3	AV-3	36	27	24	1.208	1.073	17		Caserío Nuevo Oriente
	4	AV-4	37	23	19	1.087	0.898	18		
	5	AV-5	34	24	22	0.957	0.878	17		
18	Árbol seleccionado	ASS	44	25	22	1.670	1.470	21	Seleccionado	
	1	AV-1	41	23	20	1.334	1.160	15		
	2	AV-2	42	22	19	1.339	1.157	14		
	3	AV-3	40	20	17	1.104	0.939	18		Caserío Nuevo Oriente
	4	AV-4	38	19	16	0.947	0.797	16		
	5	AV-5	37	17	14	0.803	0.661	17		

Variables dasométricas

	N° de árbol	Código	DAP (cm)	HT m	HC	Volumen total (cm ³)	Volumen comercial (cm ³)	Puntuación total	Observación	Centro poblado
19	Árbol seleccionado	ASS	45	23	21	1.607	1.468	22	Seleccionado	
	1	AV-1	42	21	19	1.278	1.157	16		
	2	AV-2	40	18	15	0.994	0.828	17		
	3	AV-3	39	17	14	0.892	0.735	18		CP. Cruz Conga
	4	AV-4	41	20	18	1.160	1.044	17		
	5	AV-5	39	15	13	0.787	0.682	18		
20	Árbol seleccionado	ASS	45	24	22	1.677	1.537	24	Seleccionado	
	1	AV-1	42	22	20	1.339	1.218	15		
	2	AV-2	39	20	17	1.050	0.892	18		
	3	AV-3	35	17	15	0.719	0.634	16		CP. Cruz Conga
	4	AV-4	37	20	18	0.945	0.850	17		
	5	AV-5	33	19	16	0.714	0.601	17		
21	Árbol seleccionado	ASS	36	25	23	1.118	1.029	21	Seleccionado	
	1	AV-1	33	23	21	0.864	0.789	17		
	2	AV-2	29	20	18	0.580	0.522	17		
	3	AV-3	30	16	13	0.497	0.404	18		
	4	AV-4	27	18	16	0.453	0.403	15		CP. San Pedro
	5	AV-5	24	23	21	0.457	0.417	18		

Variables dasométricas

N° de árbol	Código	DAP (cm)	HT m	HC	Volumen total (cm³)	Volumen comercial (cm³)	Puntuación total	Observación	Centro poblado	
22	Árbol seleccionado	ASS	40	22	20	1.215	1.104	23	Seleccionado	
	1	AV-1	37	20	18	0.945	0.850	18		
	2	AV-2	34	18	16	0.718	0.638	14		
	3	AV-3	28	20	18	0.541	0.487	15		CP.Choctapata
	4	AV-4	31	16	14	0.531	0.464	16		
	5	AV-5	35	18	15	0.761	0.634	15		
23	Árbol seleccionado	ASS	37	18	16	0.850	0.756	24	Seleccionado	
	1	AV-1	34	16	14	0.638	0.559	15		
	2	AV-2	31	14	12	0.464	0.398	17		
	3	AV-3	29	13	10	0.377	0.290	15		CP.Choctapata
	4	AV-4	31	14	12	0.464	0.398	17		
	5	AV-5	27	16	13	0.403	0.327	16		
24	Árbol seleccionado	ASS	41	24	20	1.392	1.160	26	Seleccionado	
	1	AV-1	38	22	20	1.096	0.997	17		
	2	AV-2	35	20	18	0.846	0.761	17		
	3	AV-3	38	15	13	0.747	0.648	15		CP.Choctapata
	4	AV-4	32	17	15	0.601	0.530	17		
	5	AV-5	30	22	19	0.683	0.590	18		

Variables dasométricas

N° de árbol	Código	DAP (cm)	HT m	HC	Volumen total (cm ³)	Volumen comercial (cm ³)	Puntuación total	Observación	Centro poblado
25	Árbol seleccionado	ASS	39	26	24	1.365	1.260	27	Seleccionado
1	AV-1	36	24	22	1.073	0.984	17		
2	AV-2	33	22	19	0.827	0.714	17		
3	AV-3	30	20	18	0.621	0.559	16		
4	AV-4	34	22	20	0.878	0.798	17		CC. Rambrán
5	AV-5	27	23	21	0.579	0.528	18		
26	Árbol seleccionado	ASS	45	24	21	1.677	1.468	26	Seleccionado
1	AV-1	40	22	19	1.215	1.049	17		
2	AV-2	42	20	17	1.218	1.035	17		
3	AV-3	36	17	14	0.760	0.626	15		CC. Cochopampa
4	AV-4	33	20	18	0.752	0.676	16		
5	AV-5	30	23	20	0.714	0.621	18		
27	Árbol seleccionado	ASS	38	25	22	1.246	1.096	24	Seleccionado
1	AV-1	35	23	20	0.972	0.846	18		
2	AV-2	33	21	19	0.789	0.714	16		
3	AV-3	30	17	15	0.528	0.466	15		CC. Cochopampa
4	AV-4	28	19	17	0.514	0.460	17		
5	AV-5	30	21	18	0.652	0.559	18		

Variables dasométricas

N° de árbol	Código	DAP (cm)	HT m	HC	Volumen total (cm ³)	Volumen comercial (cm ³)	Puntuación total	Observación	Centro poblado	
28	Árbol seleccionado	ASS	30	20	18	0.621	0.559	22	Seleccionado	
1	AV-1	27	18	16	0.453	0.403	16			
2	AV-2	21	16	14	0.244	0.213	16			
3	AV-3	25	14	11	0.302	0.237	17			
4	AV-4	21	16	13	0.244	0.198	18			
5	AV-5	23	19	16	0.347	0.292	16		CC. Cochopampa	
29	Árbol seleccionado	ASS	44	23	20	1.537	1.336	21	Seleccionado	
1	AV-1	41	21	18	1.218	1.044	15			
2	AV-2	37	19	16	0.898	0.756	16			
3	AV-3	30	20	17	0.621	0.528	17			
4	AV-4	35	19	17	0.803	0.719	16			
5	AV-5	33	17	14	0.639	0.526	17		CP. Iraca Grande	

DAP: es el diámetro a la altura del pecho, HC: altura comercial. HT: es la altura total.

Anexo 3 *Árboles seleccionados como semilleros, medidas dasométricas y georreferenciación.*

N°	Coordenadas UTM		Código	Variables Dasométricas			Volumen Total (cm ³)	Volumen Comercial (cm ³)	Puntaje Total	Centro Poblado
	E(m)	N(m)		DAP (cm)	HT (m)	HC (m)				
1	778393	9286298	ASS1	28	19	16	0.51	0.43	20	CP. El Nogal
2	778430	9286295	ASS2	26	18	16	0.42	0.37	21	CP. El Nogal
3	778457	9286261	ASS3	28	18	16	0.49	0.43	22	CP. El Nogal
4	778192	9286019	ASS4	36	23	20	1.03	0.89	19	CP. El Nogal
5	777955	9285600	ASS5	40	24	21	1.33	1.16	26	CP. El Nogal
6	777945	9285511	ASS6	36	22	20	0.98	0.89	27	CP. El Nogal
7	776434	9283306	ASS7	38	25	22	1.25	1.10	28	Caserío Miravalle
8	776446	9283310	ASS8	39	22	20	1.15	1.05	19	Caserío Miravalle
9	774458	9280808	ASS9	38	24	21	1.20	1.05	26	Caserío La Esmeralda
10	774379	9280850	ASS10	41	23	20	1.33	1.16	27	Caserío La Esmeralda
11	775181	9280560	ASS11	40	24	22	1.33	1.21	21	Caserío La Esmeralda
12	775129	9280607	ASS12	36	25	23	1.12	1.03	22	Caserío La Esmeralda
13	776057	9279843	ASS13	30	24	21	0.75	0.65	19	Caserío Rosaspampa
14	776406	9279675	ASS14	41	25	23	1.45	1.33	26	Caserío Rosaspampa
15	776465	9279840	ASS15	39	23	20	1.21	1.05	27	Caserío Rosaspampa
16	779047	9277664	ASS16	36	29	26	1.30	1.16	28	Caserío Nuevo Oriente
17	778975	9277682	ASS17	42	30	28	1.83	1.70	19	Caserío Nuevo Oriente
18	779275	9277487	ASS18	44	25	22	1.67	1.47	21	Caserío Nuevo Oriente

N°	Coordenadas UTM		Código	Variables Dasométricas			Volumen Total (cm ³)	Volumen Comercial (cm ³)	Puntaje Total	Centro Poblado
	E(m)	N(m)		DAP (cm)	HT (m)	HC (m)				
19	761132	9288914	ASS19	45	23	21	1.61	1.47	22	CP. Cruz Conga
20	761217	9289017	ASS20	45	24	22	1.68	1.54	24	CP. Cruz Conga
21	761525	9287967	ASS21	36	25	23	1.12	1.03	21	CP. San Pedro
22	766301	9276112	ASS22	40	22	20	1.21	1.10	23	CP. Choctapata
23	766374	9276099	ASS23	37	18	16	0.85	0.76	24	CP. Choctapata
24	766331	9275060	ASS24	41	24	20	1.39	1.16	26	CP. Choctapata
25	759146	9276083	ASS25	39	26	24	1.36	1.26	27	CC. Rambrán
26	759116	9276051	ASS26	45	24	21	1.68	1.47	26	CC. Cochopampa
27	758663	9275237	ASS27	38	25	22	1.25	1.10	24	CC. Cochopampa
28	758210	9275995	ASS28	30	20	18	0.62	0.56	22	CC. Cochopampa
29	756187	9273045	ASS29	44	23	20	1.54	1.34	21	CP. Iraca Grande
Máximo				45	30	28	1.83	1.70	28	
Mínimo				26	18	16	0.42	0.37	19	
Promedio				38	23	21	1.19	1.07	23	

DAP: es el diámetro a la altura del pecho, HC: altura comercial. HT: es la altura total.

Anexo 4 Fechas de colecta de frutos, edad y origen de los arboles semilleros de *P. patula*.

N°	Coordenadas UTM		Código	Centro Poblado	Fecha	Edad	Origen (Bosque nativo/Plantación)
	E(m)	N(m)					
1	778393	9286298	ASS1	CP. El Nogal	11/05/2024	32	Plantación
2	778430	9286295	ASS2	CP. El Nogal	11/05/2024	32	Plantación
3	778457	9286261	ASS3	CP. El Nogal	11/05/2024	32	Plantación
4	778192	9286019	ASS4	CP. El Nogal	11/05/2024	32	Plantación
5	777955	9285600	ASS5	CP. El Nogal	11/05/2024	24	Plantación
6	777945	9285511	ASS6	CP. El Nogal	11/05/2024	24	Plantación
7	776434	9283306	ASS7	Caserío Miravalle	11/05/2024	28	Plantación
8	776446	9283310	ASS8	Caserío Miravalle	11/05/2024	28	Plantación
9	774458	9280808	ASS9	Caserío La Esmeralda	12/05/2024	32	Plantación
10	774379	9280850	ASS10	Caserío La Esmeralda	12/05/2024	32	Plantación
11	775181	9280560	ASS11	Caserío La Esmeralda	12/05/2024	32	Plantación
12	775129	9280607	ASS12	Caserío La Esmeralda	12/05/2024	32	Plantación
13	776057	9279843	ASS13	Caserío Rosaspampa	12/05/2024	30	Plantación
14	776406	9279675	ASS14	Caserío Rosaspampa	12/05/2024	30	Plantación
15	776465	9279840	ASS15	Caserío Rosaspampa	12/05/2024	31	Plantación
16	779047	9277664	ASS16	Caserío Nuevo Oriente	13/05/2024	27	Plantación
17	778975	9277682	ASS17	Caserío Nuevo Oriente	13/05/2024	27	Plantación

N°	Coordenadas UTM		Código	Centro Poblado	Fecha	Edad	Origen (Bosque nativo/Plantación)
	E(m)	N(m)					
18	779275	9277487	ASS18	Caserío Nuevo Oriente	13/05/2024	27	Plantación
19	761132	9288914	ASS19	CP. Cruz Conga	14/05/2024	28	Plantación
20	761217	9289017	ASS20	CP. Cruz Conga	14/05/2024	28	Plantación
21	761525	9287967	ASS21	CP. San Pedro	14/05/2024	33	Plantación
22	766301	9276112	ASS22	CP. Choctapata	15/05/2024	30	Plantación
23	766374	9276099	ASS23	CP. Choctapata	15/05/2024	30	Plantación
24	766331	9275060	ASS24	CP. Choctapata	15/05/2024	30	Plantación
25	759146	9276083	ASS25	CC. Rambrán	16/05/2024	34	Plantación
26	759116	9276051	ASS26	CC. Cochopampa	16/05/2024	34	Plantación
27	758663	9275237	ASS27	CC. Cochopampa	16/05/2024	34	Plantación
28	758210	9275995	ASS28	CC. Cochopampa	16/05/2024	34	Plantación
29	756187	9273045	ASS29	CP. Iraca Grande	17/05/2024	26	Plantación
EDAD PROMEDIO						30	

Anexo 5 *Calculo de oferta de semillas de P. patula*

Nº	Cód.	Cono 1	Cono 2	Cono 3	Cono 4	Cono 5	Promedio de semillas/cono
1	ASS1	88	101	90	86	99	93
2	ASS2	86	99	96	88	105	95
3	ASS3	88	86	88	86	98	89
4	ASS4	86	92	89	90	90	89
5	ASS5	90	94	95	96	90	93
6	ASS6	96	95	95	88	96	94
7	ASS7	88	95	96	95	100	95
8	ASS8	89	96	90	96	96	93
9	ASS9	88	90	97	90	90	91
10	ASS10	81	97	91	86	97	90
11	ASS11	90	91	99	92	91	93
12	ASS12	96	99	105	94	99	99
13	ASS13	100	105	81	95	105	97
14	ASS14	101	98	90	90	86	93
15	ASS15	99	90	96	101	95	96
16	ASS16	86	90	100	99	90	93
17	ASS17	92	96	101	86	92	93
18	ASS18	94	100	99	95	94	96
19	ASS19	95	101	100	90	95	96
20	ASS20	95	99	101	95	96	97
21	ASS21	96	86	99	95	90	93
22	ASS22	90	92	86	96	97	92
23	ASS23	97	94	95	90	91	93
24	ASS24	91	95	90	97	99	94
25	ASS25	99	90	96	91	100	95
26	ASS26	105	96	98	99	96	99
27	ASS27	98	88	90	90	90	91
28	ASS28	90	89	90	86	97	90
29	ASS29	94	88	96	92	90	92
Promedio							94
Desviación estándar							3

Anexo 6 *Calculo del porcentaje de germinación de semillas de P. patula*

N°	Cód.	Semillas	Germinadas	% de germinación
1	ASS1	200	166	83.0%
2	ASS2	200	150	75.0%
3	ASS3	200	145	72.5%
4	ASS4	200	162	81.0%
5	ASS5	200	161	80.5%
6	ASS6	200	140	70.0%
7	ASS7	200	120	60.0%
8	ASS8	200	125	62.5%
9	ASS9	200	140	70.0%
10	ASS10	200	136	68.0%
11	ASS11	200	142	71.0%
12	ASS12	200	136	68.0%
13	ASS13	200	140	70.0%
14	ASS14	200	141	70.5%
15	ASS15	200	122	61.0%
16	ASS16	200	125	62.5%
17	ASS17	200	140	70.0%
18	ASS18	200	138	69.0%
19	ASS19	200	136	68.0%
20	ASS20	200	134	67.0%
21	ASS21	200	136	68.0%
22	ASS22	200	138	69.0%
23	ASS23	200	137	68.5%
24	ASS24	200	145	72.5%
25	ASS25	200	148	74.0%
26	ASS26	200	166	83.0%
27	ASS27	200	150	75.0%
28	ASS28	200	145	72.5%
29	ASS29	200	145	72.5%
Promedio				70.8%
Desviación estándar				5.9
Coefficiente de variación				8.3

Figura 8 *Medición del DAP de árboles de P. patula*



Figura 9 *Medición de altura de árboles de P. patula*



Figura 10 Registro de datos aplicando criterios de selección de árboles de *P. patula*



Figura 11 Registro de datos y codificación aplicando criterios de selección de árboles de *P. patula*



Figura 12 Selección de semillas de árboles de *P. patula*



Figura 13 Germinación de semillas de árboles de *P. patula*



