

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS:

**EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE 10 FAMILIAS DE *Pinus patula*
SCHIEDE EX SCHLTDL. ET CHAM PROCEDENTES DE ZIMBABWE
(ÁFRICA), ESTABLECIDAS EN LA GRANJA PORCÓN – CAJAMARCA**

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL

Presentada por:

Bachiller: JULIO VILCA AQUINO

Asesor:

Dr. VÍCTOR VÁSQUEZ ARCE

Cajamarca – Perú

2022

COPYRIGHT 2022 © by
JULIO VILCA AQUINO
Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS APROBADA:

EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE 10 FAMILIAS DE *Pinus patula* SCHIEDE EX SCHLTDL. ET CHAM PROCEDENTES DE ZIMBABWE (ÁFRICA), ESTABLECIDAS EN LA GRANJA PORCÓN – CAJAMARCA

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL

Presentada por:

Bachiller: JULIO VILCA AQUINO

JURADO EVALUADOR

Dr. Víctor Vásquez Arce
Asesor

Dr. Edin Edgardo Alva Plasencia
Jurado Evaluador

Dr. Marcial Hidelso Mendo Velásquez
Jurado Evaluador

Dr. Juan Francisco Seminario Cunya
Jurado Evaluador

Cajamarca – Perú

2022



Universidad Nacional de Cajamarca
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDUCD
Escuela de Posgrado
CAJAMARCA - PERU



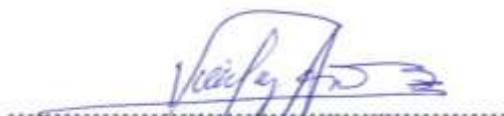
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

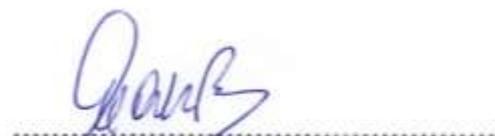
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 4.10 p.m. del día 18 de marzo de dos mil veintidos, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **Dr. EDIN EDGARDO ALVA PLASENCIA**, **Dr. MARCIAL HIDELSO MENDO VELÁSQUEZ**, **Dr. JUAN FRANCISCO SEMINARIO CUNYA**, y en calidad de Asesor el **Dr. VÍCTOR VÁSQUEZ ARCE**. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca y la Directiva para la Sustentación de Proyectos de Tesis, Seminarios de Tesis, Sustentación de Tesis y Actualización de Marco Teórico de los Programas de Maestría y Doctorado, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada: "EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE 10 FAMILIAS DE *Pinus patula* SCHIEDE EX SCHLTDL. ET CHAM PROCEDENTES DE ZIMBABWE (ÁFRICA), ESTABLECIDAS EN LA GRANJA PORCÓN - CAJAMARCA", presentada por el **Bachiller en Agronomía JULIO VILCA AQUINO**.

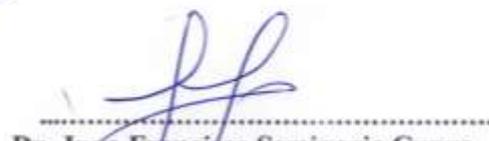
Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó APROBAR..... por Unanimidad con la calificación de ..DIECISIETE..(17)..... la mencionada Tesis; en tal virtud, el **Bachiller en Agronomía JULIO VILCA AQUINO**, está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias, con Mención en **GESTIÓN AMBIENTAL**.

Siendo las 5.50 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.


.....
Dr. Víctor Vásquez Arce
Asesor


.....
Dr. Edin Edgardo Alva Plasencia
Jurado Evaluador


.....
Dr. Marcial Hidelso Mendo Velásquez
Jurado Evaluador


.....
Dr. Juan Francisco Seminario Cunya
Jurado Evaluador

DEDICATORIA

- A la memoria de mis inolvidables padres: Rodolfo Vilca y Juana Aquino, que desde el cielo me brindan luz y fuerzas para seguir adelante.
- A mi esposa Amely Mariela Quiroz de Vilca, por su apoyo y ánimo que me brinda día con día para alcanzar nuevas metas, tanto profesionales como personales.
- A mis hijas: Erika Tatiana, Karla Daniela y Milagros Gissele, por ser parte fundamental en mi vida.
- A mis hermanos: Reinerio, Rosa, Matilde, Segundo, Ysabel y Leonardo, por estar siempre conmigo, desde sus respectivas familias me apoyan con su cariño y respeto.
- A mis nietos: Adriano y Samara, por brindarme momentos de alegría y bienestar en mi vida.

JULIO

AGRADECIMIENTO

Mis más sincero, profundo y personal agradecimiento a:

- A Dios, quien me ha guiado y me ha dado la fortaleza de seguir adelante.
- A la Universidad Nacional de Cajamarca, Escuela de Post Grado, Maestría en Ciencias, Mención Gestión Ambiental, quién me brindó la oportunidad de realizar mis estudios de Maestría.
- Al Dr. Víctor Vásquez Arce, asesor de la presente Tesis, por su gran calidad humana, las asesorías, conocimientos científicos, aportaciones y críticas constructivas brindadas.
- Finalmente, a todas aquellas personas, colegas y amigos, quienes brindaron su apoyo, tiempo e información para el logro de la presente investigación.

“Hay una fuerza motriz más poderosa que el vapor, la electricidad y la energía atómica”

La voluntad

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO.....	vi
CONTENIDO	viii
LISTA DE TABLAS.....	x
LISTA DE ANEXOS.....	xiii
LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS	xiv
RESUMEN	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Antecedentes de la investigación	5
2.2. Bases teóricas	16
2.3. Definición de términos básicos	26
CAPÍTULO III	31
MATERIALES Y MÉTODOS	31
3.1. Ubicación geográfica de la investigación.....	31
3.2. Equipos y materiales	33
3.3. Material experimental	34
3.5. Metodología	34
3.6. Técnicas e instrumentos	38
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de los datos.....	41

CAPÍTULO IV.....	42
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	42
4.1. Volumen de madera rolliza (m³ha⁻¹) de las 10 familias de <i>Pinus patula</i> Schiede ex Schlttdl. et Cham procedentes de Zimbabwe (África), establecidas en la Granja Porcón – Cajamarca.....	42
4.2. Incremento medio anual (IMA) de volumen madera rolliza (m³ha⁻¹año⁻¹) de las 10 familias de <i>Pinus patula</i> Schiede ex Schlttdl. et Cham procedentes de Zimbabwe (África), establecidas en la Granja Porcón – Cajamarca.	48
CAPÍTULO V.....	52
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	52
CAPÍTULO VI.....	53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
CAPÍTULO VII.....	61
ANEXOS.....	61

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Promedios de crecimiento de las 14 procedencias de <i>Pinus patula</i> a los 14 años de edad en Callo – Cotopaxi.....	5
Tabla 2. 10 familias que presentaron los mejores valores para cada uno se de los sitios (X).....	7
Tabla 3. Incremento Medio Anual (IMA) para <i>Pinus radiata</i>	8
Tabla 4. Promedios de rendimiento de volumen (m^3ha^{-1}) de 10 familias de <i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. Et Cham procedentes de Zimbawe (África), a los 12 años de establecimiento en la Collpa – Namora – Cajamarca.....	11
Tabla 5. Promedios de rendimiento de volumen (m^3ha^{-1}) de 26 familias de <i>Pinus elliottii</i> procedentes de Zimbawe (África), a los 11 años de establecimiento en la Collpa – Namora – Cajamarca.	13
Tabla 6. Área, Incremento Medio Anual (IMA) y volumen comercial por especie forestal Granja Porcón.....	15
Tabla 7. Valores del factor de forma según la forma del fuste.....	23
Tabla 8. Tratamientos (Familias) en estudio	35
Tabla 9. Análisis de varianza para volumen de madera rolliza (m^3).....	41
Tabla 10. Evaluación del volumen total, comercial y dominante de madera rolliza (m^3ha^{-1}) de las 10 familias de <i>Pinus patula</i>	42
Tabla 11. Cuadrados medios de los análisis de variancia de volumen total, comercial y dominante de madera rolliza (m^3ha^{-1}) de 10 failias de <i>Pinus patula</i>	43
Tabla 12. Prueba de comparación múltiple de las medias Duncan ($\alpha = 0,05$) para volumen total, comercial, dominante de madera rolliza (m^3ha^{-1}) de las 10 familias de <i>Pinus patula</i>	44

Tabla 13. Evaluación del Incremento medio anual (IMA) para volumen total, comercial y dominante de madera rolliza ($\text{m}^3\text{ha}^{-1}\text{año}^{-1}$) de las 10 familias de <i>Pinus patula</i>	48
Tabla 14. Cuadrados medios de los análisis de variancia del Incremento medio anual (IMA) total, comercial y dominante de madera rolliza ($\text{m}^3\text{ha}^{-1}\text{año}^{-1}$) de 10 familias de <i>Pinus patula</i>	48
Tabla 15. Prueba de comparación múltiple de las medias Duncan ($\alpha = 0,05$) para Incremento medio anual (IMA) total, comercial, dominante de madera rolliza ($\text{m}^3\text{ha}^{-1}\text{año}^{-1}$) de las 10 familias de <i>Pinus patula</i>	49

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa de ubicación del área experimental.....	31
Figura 2. Croquis y distribución de tratamientos en el campo experimental	36
Figura 3. Esquema de la instalación de las parcelas rectangulares.	39
Figura 4. Volumen total, comercial, dominante de madera rolliza (m^3ha^{-1}) de las 10 familias de <i>Pinus patula</i>	45
Figura 5. IMA para volumen total, comercial y dominante de madera rolliza ($\text{m}^3\text{ha}^{-1}\text{año}^{-1}$) de las 10 familias de <i>Pinus patula</i>	50

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1: Evaluación Dasométrica de 10 familias de <i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. Et Cham procedentes de Zimbabwe (áfrica), establecidas en la Granja Porcón – Cajamarca.....	61
Anexo 2: Cálculos de cubicación de madera rolliza	87
Anexo 3: Panel Fotográfico	89

LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

A	= Ambiente (en inglés E Environment)
ANVA	= Análisis de la varianza
CMh	= Circunferencia a media altura
CAP	= Circunferencia altura del pecho (1.30 m)
CM	= Cuadrado medio (en inglés MS Mean square)
DBCA	= Diseño de bloques completamente al azar
CV	= Coeficiente de Variación
DAP	= Diámetro altura del pecho (1.30 m)
ff	= Factor de forma
F	= Fenotipo
Fam	= Familia
G	= Genotipo
G x A	= Interacción genotipo por ambiente (en inglés: GGE)
GML	= Modelo lineal general (del inglés General Linear Model)
h	= Altura
HSS	= Huerto semillero sexual
HSA	= Huerto semillero asexual
SAS	= Sistema de Análisis Estadístico (en inglés Statistical Analysis System)
ha ⁻¹	= Hectárea
V	= Volumen

RESUMEN

El presente estudio se realizó en el campo experimental de Granja Porcón, ubicado a una altitud de 3318 msnm, distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca y Departamento de Cajamarca, con el objetivo de evaluar 10 familias de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham procedentes de Zimbabwe (África). Se utilizó el diseño experimental bloques completos al azar con 10 tratamientos y tres repeticiones. La metodología consistió en hacer un inventario de los árboles en pie, en treinta parcelas de 450 m² cada una, se midió la circunferencia a la altura del pecho (CAP), circunferencia a media altura (CMh), con una cinta métrica, la altura (h) total, la altura comercial y la altura dominante con un Clinómetro Suunto. Se calculó el volumen total, volumen comercial y volumen dominante de madera rolliza (m³ha⁻¹) por parcela, empleando la fórmula: $Vol = 0796*(CAP)^2*h*ff$, con los datos obtenidos se realizó el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de comparación múltiple de medias de Duncan al 5% de probabilidades, mediante el paquete estadístico SAS, así se determinaron las mejores familias: 464, 20, 133, 450, 466, 209 y 17 con respecto al rendimiento de los volúmenes total, comercial y dominante, rendimientos variaron de 1343,76 m³ha⁻¹ a 952,54 m³ha⁻¹. Para el incremento medio anual (IMA), de volumen total, comercial y dominante de madera rolliza, al realizar el análisis de variancia (ANVA) hubo significación estadística para tratamientos, y al realizar la prueba de comparación múltiple de Duncan al 5% de probabilidad, también se obtuvo las mejores familias 464, 20, 133, 450, 466, 209 y 17, sus rendimientos variaron de 31,51 a 23,57 m³ha⁻¹año⁻¹.

Palabras clave: Familia, procedencia, inventario forestal, huerto semillero sexual.

ABSTRACT

The present study was carried out in the experimental field of Granja Porcón, located at an altitude of 3318 masl, district of Cajamarca, province of Cajamarca and Department of Cajamarca, with the objective of evaluating 10 families of *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham from Zimbabwe (Africa). The experimental design was completely randomized blocks with 10 treatments and three repetitions. The methodology consisted of making an inventory of the standing trees, in thirty plots of 450 m² each, measuring the circumference at chest height (CAP), circumference at mid-height (CMh), with a tape measure, height (h) total, commercial height and dominant height with a Suunto Clinometer. The total volume, commercial volume and dominant volume of roundwood (m³ha⁻¹) per plot were calculated, using the formula: $Vol = 0.796 \cdot (CAP)^2 \cdot h \cdot ff$, with the data obtained the analysis of variance was performed (ANVA) and Duncan's multiple comparison test of means at 5% probability, using the SAS statistical package, thus determining the best families: 464, 20, 133, 450, 466, 209 and 17 with respect to the performance of the total, commercial and dominant volumes, the yields varied from 1343.76 m³ha⁻¹ to 952.54 m³ha⁻¹. For the average annual increase (MAI), of total, commercial and dominant roundwood volume, when performing the analysis of variance (ANVA) there was statistical significance for treatments, and when performing Duncan's multiple comparison test at 5% probability, the best families 464, 20, 133, 450, 466, 209 and 17 were also obtained, their yields varied from 31.51 to 23.57 m³ha⁻¹year⁻¹.

Keywords: Family, provenance, forest inventory, sexual seed orchard.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El *Pinus patula* es una especie conífera nativa de regiones subtropicales de México, se distribuye en la Sierra Madre Oriental, Eje Neovolcánico y Sierra Madre de Oaxaca, desde el norte del estado de Hidalgo hasta Cofre de Perote, en latitudes entre 16°N a 24°N, en altitudes entre 1500 a 3100 m, precipitaciones anuales de 600 a 2500 mm, puede crecer en masas puras o asociado con otras especies como *Pinus teocote* como especie exótica y por su rápido crecimiento ha sido extensamente utilizado en países como Sudáfrica, India y Australia, en Sudamérica se han establecido plantaciones experimentales de la especie en Argentina, Brasil, Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú alcanzando importancia económica por su madera y material genético (Ospina, 2011).

Uno de los principales problemas en el campo de la reforestación que enfrenta actualmente el Perú, es la baja calidad de sus plantaciones forestales, debido a diversas causas; entre ellas, la escasa tecnología de plantación, la inadecuada selección de calidad de sitios, la ausencia de planes de manejo forestal y principalmente el uso de semillas de calidad desconocida.

A nivel mundial, las plantaciones forestales comerciales han aumentado en área de manera acelerada en las últimas décadas en promedio unos 3,6 millones ha⁻¹/año desde 1990 y representan aproximadamente el 10 % de la superficie forestal mundial (estimada en 4 mil millones de hectáreas). Se estima además que, también a nivel mundial, las plantaciones forestales comerciales proveen un poco más de un tercio de la madera rolliza destinada al uso industrial (Guariguata et. al, 2017).

En América Latina, Brasil y Chile son los países que más han contribuido a esta expansión. Pese a que Perú tiene la segunda mayor extensión forestal en América Latina, su participación en el mercado mundial de productos forestales es muy baja (menos del 1 %) además de una balanza comercial deficitaria en este rubro. Vale resaltar que la producción forestal maderable del Perú proviene fundamentalmente de bosques naturales.

Entre los años 1997 y 2013, en la sierra del Perú se han plantado 110,000 hectáreas, la mayor cantidad de hectáreas es con la especie *Pinus patula*, que se adapta desde los 2700 a 3600 msnm, los incrementos medios anuales de plantaciones varían entre 5 y 7 m³ha⁻¹año⁻¹ en Sierra y 15 y 20 m³ ha⁻¹año⁻¹ en Selva. No obstante, el uso de semillas mejoradas y técnicas modernas de propagación han demostrado que es posible hasta triplicar dichos rendimientos, llegando a obtenerse clones (genotipos) que producen, en sus primeros años de crecimiento, entre 30 a 45 m³ha⁻¹año⁻¹ en Selva, pero muchas familias difieren unas de otras en su rendimiento de madera rolliza y modificaciones en sus características morfológicas: altura de planta, número de ramas por planta, diámetro del tallo principal (fuste), número de frutos (conos) por planta, resistencia a enfermedades y plagas debido a su carga genética (Guariguata et. al, 2017).

La investigación forestal de la especie *Pinus patula* en Cajamarca, se inicia en el año de 1976 con el programa de introducción de especies forestales por la Cooperación Técnica de Bélgica en convenio con el Centro de Investigación y Capacitación Forestal (CICAFOR), desarrollados por la Línea de Silvicultura que conducía a más de 100 experimentos de mejora genética instalando plantaciones desde el piso bajo (< 2500) hasta el piso alto (> 3500) msnm. Las plantaciones forestales constituyen la variabilidad genética intra e inter específica, que puede ser utilizada por los fitomejoradores para la generación de nuevas especies.

En tal sentido, queda demostrado la necesidad de realizar una evaluación dasométrica de las 10 familias procedentes de Zimbabwe, la familia o las familias que sobresalgan en rendimiento de volumen de madera rolliza, servirán para cosechar semilla para iniciar la producción masal de plántones forestales a nivel de vivero, dichos plántones producidos servirán para la instalación de plantaciones de mejores rendimientos así preservando las características fenotípicas y genéticas de las familias seleccionadas.

En este contexto desde el punto de vista genético, se formula las siguientes preguntas de investigación:

Pregunta general:

- a) ¿Cuáles son las características dasométricas de 10 familias de *Pinus Patula* Schiede ex Schltdl. et Cham procedentes de Zimbabwe (África), establecidas en la Granja Porcón - Cajamarca?

Preguntas específicas:

- b) ¿Cuál es el volumen de madera rolliza (m^3) de 10 familias de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham procedentes de Zimbabwe (África), establecidas en la Granja Porcón – Cajamarca?.
- c) ¿Cuál es el incremento medio anual (IMA) de volumen de madera rolliza ($m^3ha^{-1}año^{-1}$) de las 10 familias de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham procedentes de Zimbabwe (África), establecidas en la Granja Porcón – Cajamarca?.

Objetivo general:

Determinar las características dasométricas de 10 familias de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham procedentes de Zimbabwe (África), establecidas en la Granja Porcón – Cajamarca.

Objetivos específicos:

Determinar el volumen de madera rolliza (m^3) de las 10 familias de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham procedentes de Zimbabwe (África), establecidas en la Granja Porcón – Cajamarca.

Determinar el Incremento medio anual (IMA) de volumen madera rolliza ($m^3ha^{-1}año^{-1}$) de las 10 familias de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham procedentes de Zimbabwe (África), establecidas en la Granja Porcón – Cajamarca.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 Antecedentes internacionales

En el mes de noviembre del año 1984, el programa Nacional de plantaciones forestales instaló un ensayo de 14 procedencias de *Pinus patula*, la mayor parte de origen mexicano, Sudáfrica y Ecuador, ubicado en San Agustín de Callo, Cotopaxi – Ecuador, en la siguiente tabla se presenta con detalle los promedios de crecimiento de DAP y altura y la producción de madera.

Tabla 1

Promedios de crecimiento de las 14 procedencias de Pinus patula a los 14 años de edad en Callo – Cotopaxi.

PROCEDENCIA	HT m	DAP cm	HC m	VT/ARB (m ³)	VC/ARB (m ³)	VT/Ha (m ³)	VC/Ha (m ³)	% AR	ARB/Ha
1-214	15,84	27,62	13,24	0,33	0,28	104,48	87,16	44,57	224
2-402	15,43	26,40	12,79	0,29	0,24	96,80	80,31	49,03	224
3-641	15,37	27,90	12,68	0,33	0,27	102,32	84,31	51,67	185
4-764	14,56	28,36	11,97	0,32	0,26	69,38	57,23	60,55	162
5464	15,09	26,64	12,33	0,29	0,24	89,97	73,48	61,99	216
6-644	17,34	32,19	14,68	0,50	0,42	114,05	96,30	45,21	185
7-645	15,37	27,22	12,65	0,31	0,26	103,41	85,71	43,12	231
8-1-15.5 ^a	15,53	26,30	13,08	0,29	0,25	110,12	92,62	60,92	231
9.771	15,68	27,31	12,97	0,32	0,26	105,98	87,91	44,34	224
10-767	15,64	27,56	13,39	0,33	0,30	105,06	94,65	51,51	255
11-769	15,48	28,66	12,78	0,35	0,29	104,51	86,28	61,94	201
12-770	15,75	27,16	13,02	0,32	0,26	105,47	87,44	67,91	224
13-5AE-E	15,77	26,80	13,05	0,30	0,26	99,03	84,68	71,29	231
14-ECU	14,32	24,99	11,43	0,24	0,20	54,48	43,08	63,33	131
Promedio	15,50	27,50	12,90	0,32	0,27	97,50	81,50	55,53	208

HT = Altura total; DAP = Diámetro a 1.3 m de la altura árbol; HC = Altura Comercial (hasta 7 cm del diámetro menor del fuste); VT/ARB = Volumen total por árbol; VC/ARB = Volumen Comercial por árbol; VT/Ha = Volumen total por hectárea; VC/Ha = Volumen comercial por hectárea.

Las procedencias 6 - 644 (La Joya Veracruz, México), es aquella que cuenta con un mejor crecimiento y mayor producción de madera. Esta supera en más del 100 % en volumen por árbol a la procedencia testigo 14 - ECU (Conocoto - Ecuador) y en 43 % a la procedencia 11 - 769 (Tlaixtlipa, Puebla, México) que ocupa el segundo lugar en el ranking. La procedencia 14 - ECU, es la que registra los promedios más bajos en todas las variables evaluadas. En un segundo puesto se ubica en producción de volumen/ha la procedencia 8 - HS - SA (Sudáfrica) aunque esto depende mucho de la intensidad de raleo que se ha dado, la altitud del lugar de origen de las procedencias no influyó en el desarrollo de la especie, así como también la latitud, excepto en el volumen total por hectárea (PROFAFOR, 2000).

Según Guzmán (2014), al realizar una evaluación dasométrica del ensayo de 22 progenies de polinización abierta de *Pinus patula* Schlect. Et Cham en tres sitios (Caldas a 1960, San Antonio de Prado a 2350 y Yarumal a 2945 msnm) en el departamento de Antioquia – Colombia, bajo un diseño experimental de Bloques Completos al Azar, con 4 repeticiones por ensayo en cada lugar, evaluándose a los 8 años de crecimiento de las plantaciones, supervivencia de cada progenie y el grado de heredabilidad en sentido estrico (h^2_i) para 8 variables (DAP, Altura (H), volumen (V), rectitud (R), diámetro ramas (DR), ángulo ramas (AR) y diámetro de copa (DC). La supervivencia del ensayo a nivel de progenie alcanzó valores de 85% y a nivel de sitio del 90%; y se encontraron diferencias entre sitios con respecto a la heredabilidad para las 7 variables evaluadas, donde en el corregimiento de San Antonio de Prado se observó un mayor de grado de heredabilidad superior a 0,22 en la variables DAP, H, V, DR y AR; en el municipio de Caldas DR y V se destacaron, pero los

h^2_i fueron menores a 0,11 ; y en el municipio de Yarumal fue superior el DC con un h^2_i de 0,21; en cuanto a Volumen en el sitio de Caldas se obtuvo 249 m^3ha^{-1} superior estadísticamente al volumen del sitio de Prado con 208 m^3ha^{-1} y al sitio de Yarumal con 160 m^3ha^{-1} ; y además en la tabla 2 se registran las mejores familias que demostraron superioridad genética en los cuales se debe concentrar la recolección de semilla para abastecimiento propio y para el comercio.

Tabla 2
10 familias que presentaron los mejores valores para cada uno de los sitios (X).

Orden	Familias	Procedencia	Caldas	Prado	Yarumal
1	20	pAv020	X		X
2	17	pAm017	X	X	X
3	27	pCt027	X	X	X
4	18	pAv018	X	X	
5	19	pAb019	X	X	X
6	12	pQf012	X	X	X
7	46	pAv046	X		X
8	48	pAr048	X		X
9	50	pAr050	X		X
10	15	pAr015	X	X	

En la procedencia la letra mayúscula corresponde al departamento siendo así:
A: Antioquia C: Cauca Q: Quindío

Paguanquiza (2012), al realizar una elaboración de línea base para determinar el crecimiento y desarrollo de las plantaciones de *Pinus radiata* y *Pinus patula* en la hacienda San Joaquín de Aglomerados Cotopaxi S. A. (ACOSA), Riobamba – Ecuador, al evaluar el incremento medio anual (IMA) para *Pinus radiata* de 4 a 20 años de crecimiento existe variabilidad en el incremento entre subrodales de la misma edad y edades distintas, como se

observa en la tabla 3, que la mayor parte de los subrodales de las plantaciones mayores de 4 años hasta 8 años en las que no se han realizado raleos y podas, presentan bajos IMAs en altura, diámetro y volumen comparados con los IMAs de las plantaciones mayores de 10 años de edad. Uno de los factores que posiblemente influyen en el incremento en altura y diámetro son las densidades que presentan las plantaciones, la altura es una de las variables que está influenciada por la densidad.

Tabla 3
Incremento Medio Anual (IMA) para Pinus radiata.

Edad (años)	Altitud (m.s.n.m)	Sub rodal	Densidad	IMA-Alt (m)	IMA-DAP (cm)	IMA-Vol (m ³ ha ⁻¹ /año)
4	3200	0238 A2	1633	0,67	-	-
	3300	0221 A2	1355	0,41	-	-
	3400	0213 A2	1467	0,33	-	-
5	3200	0203 A2	1773	0,66	0,85	5,60
		0219 A2	1707	0,50	0,51	1,35
	3150	0235 A2	1627	0,79	1,03	5,24
6	3200	0234 A2	1767	0,52	0,68	3,17
	3300	0207 A2	1460	0,73	0,90	5,16
		0217 A2	1260	0,61	0,83	4,05
	3400	0216 A2	1415	0,68	0,90	5,47
		0222 A2	1107	0,29	0,24	0,81
		0224 A2	1560	0,31	0,24	0,72
8	3150	0237 B1	980	1,53	2,04	15,53
10	3300	0208 A2	620	1,20	2,01	11,29
		0204 A2	720	1,28	1,88	16,19
12	3300	0205 A2	660	1,28	1,71	12,79
		0215 A2	1120	1,04	1,15	10,85
13	3200	0201 D2	513	1,19	1,49	8,43
	3300	0202 A2	553	1,18	1,60	10,31
		0200 B2	727	1,01	1,43	10,25
15	3300	0232 A2	600	1,21	1,60	14,54
16	3400	0227 A2	973	0,83	1,23	12,31
19	3200	0202 B1	427	1,13	1,69	16,50
20	3400	0200 A1	607	0,98	1,55	19,66
		0210 B2	553	0,97	1,40	14,26

Fuente: Registro de resultados de evaluaciones.

El comportamiento que presenta el incremento en diámetro se debe a los mismos factores que afecta a la altura según KLEPAC, 1983, nos indica que a mayor densidad menor es el incremento en diámetro, como se puede observar con la plantación de 13 años subrodal 0202 A2 con un número reducido de árboles (553 árboles ha⁻¹) el cual posee un IMA en diámetro 1.60 cm/año comparado con el subrodal 0200 B2 que presenta un número superior de árboles (727 árboles ha⁻¹) y un IMA en diámetro inferior al anterior subrodal de 1.43 cm año⁻¹, esto debido probablemente que el número de árboles vivos del primer subrodal es mucho menor, lo que explica de mejor manera que existe mayor disponibilidad de nutrientes, espacio radicular, agua y luz para el crecimiento adecuado de la especie.

El incremento en volumen también está influenciado por la densidad de los árboles, es decir a mayor densidad menor es el volumen de los árboles, mientras que a menor densidad mayor es el volumen de los árboles, lo que se observa con el comportamiento que manifiesta la plantación de 16 años de edad donde existe una mayor densidad de 973 árboles vivos por hectárea y un IMA en volumen de 12.31 m³ha⁻¹año⁻¹, con respecto a la plantación de 15 años donde la densidad es menor, 600 árboles vivos por hectárea pero concentra un mayor volumen 14.54 m³ha⁻¹/año, este fenómeno es confirmado por (KLEPAC, 1983) que menciona que dicha característica especialmente de la posición y el espacio ocupado por el árbol en la masa. Es decir que árboles que crecen bajo condiciones de alta densidad no puede desarrollar de una manera satisfactoria, tanto su sistema radicular como su copa por lo que su incremento disminuye.

Otro factor importante que podría influir en el incremento en altura, diámetro y volumen es el rango altitudinal en el que se encuentran las plantaciones, esto se puede observar en la plantación de 8 años que se encuentra a 3150 m.s.n.m. que presenta un IMA en altura de 1.53 m año^{-1} , IMA en diámetro de 2.04 cm/año y un IMA en volumen de $15,53 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{año}^{-1}$, con relación a la plantación de 16 años que se encuentra a 3400 m.s.n.m. donde existe un menor IMA en altura de 0.83 m/año , IMA en diámetro de 1.23 cm año^{-1} y un IMA en volumen de $12.31 \text{ m}^3\text{año}^{-1}$, ambas edades con igual densidad, lo que nos indica que la especie de *Pinus radiata* no se plantará a más de 4,000 msnm., similar caso ocurre con las evaluaciones con el *Pinus patula*, con la diferencia que se adapta a mayor altura, sin influir en el crecimiento y desarrollo de la plantación.

2.1.2 Antecedentes nacionales

En el Centro de Investigación y Capacitación Forestal – CICAFOR, en el año 1988 se instaló el experimento de 10 familias de *Pinus patula* procedentes de Zimbabwe – África, en la localidad de La Collpa – Namora, bajo un diseño experimental de Bloques completos al azar, con tres repeticiones, 10 tratamientos por bloque, haciendo un total de 30 parcelas, de 50 plantas por parcela, plantados a una distancia de 3 x 3 m, con el objetivo de estudiar el comportamiento de las diferentes familias de *Pinus patula* en desarrollo y en volumen de madera rolliza (m^3ha^{-1}), para luego seleccionar las mejores familias y dentro de las familias para la producción de semillas, a los 12 años de evaluación se tuvo los siguientes resultados:

Tabla 4

Promedios de rendimiento de volumen ($m^3 ha^{-1}$) de 10 familias de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham procedentes de Zimbabwe (África), a los 12 años de establecimiento en la Collpa – Namora – Cajamarca.

Tratamiento N°	Familia	Vol. Prom/ árbol (m^3)	Vol. Prom/ha-1 (m^3)	Significación (Duncan 5%)
T8	20	0,133	146,30	A
T4	450	0,125	137,50	A B
T9	236	0,115	126,50	A B C
T3	133	0,113	124,30	A B C
T7	17	0,113	124,30	A B C
T5	32	0,098	107,80	B C D
T10	225	0,085	93,50	C D
T6	209	0,082	90,20	C D
T1	464	0,069	75,90	D
T2	466	0,068	74,80	D

Fuente: Registro de resultados de evaluación.

Según la tabla 4, de acuerdo a la prueba estadística de Duncan al 5% de probabilidades, se observa que las mejores familias que se comportaron en volumen de madera rolliza a los 12 años de crecimiento son las familias 20, 450, 236, 133 y 17 con rendimientos promedios de 146,30; 137,50; 126,50; 124,30; y 124,30 $m^3 ha^{-1}$ respectivamente e iguales estadísticamente, pero superiores a las demás familias en estudio (32, 225, 209, 464 y 466), cabe mencionar que esta evaluación se realizó a mitad de su período vegetativo del ensayo (Asociación Civil para la Investigación y Desarrollo Forestal - ADEFOR, 2016).

En el Centro de Investigación y Capacitación Forestal – CICAFOR, en el año 1989 instaló el experimento de progenie de 26 familias de *Pinus elliottii* procedentes de Zimbabwe – África, en la localidad de la Collpa – Namora, bajo un Diseño experimental de Bloques completos al azar, con 4 repeticiones, 26 tratamientos por bloque, haciendo un total de 104 parcelas, de 50 plantas por

parcela, con un total de 5,200 plantas, plantados a una distancia de 3 x 3 m, con el objetivo de estudiar el comportamiento de las diferentes familias de *Pinus elliottii* en desarrollo y en volumen de madera rolliza ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$), para luego el ensayo convertirlo en un fuente semillera, seleccionando las mejores familias y dentro de las familias para la producción de semillas para la localidad y para el comercio, al cabo de 11 años de evaluación se tuvo los siguientes resultados:

Tabla 5

Promedios de rendimiento de volumen (m^3ha^{-1}) de 26 familias de Pinus elliottii procedentes de Zimbabwe (África), a los 11 años de establecimiento en la Collpa – Namora – Cajamarca.

Tratamiento Nº	Familia	Vol. Prom/ árbol (m^3)	Vol. Prom/ ha^{-1} (m^3)	Significación (Duncan 5%)
T20	388	0,091	100,10	A
T8	88-13	0,087	95,70	A B
T15	28	0,071	78,10	A B C
T21	200	0,067	73,70	A B C D
T17	76	0,065	71,50	A B C D
T26	178	0,064	70,40	A B C D
T9	88-16	0,064	70,40	A B C D
T5	9	0,063	69,30	A B C D
T3	825	0,054	59,40	B C D
T13	405	0,053	58,30	B C D
T24	416-B	0,052	57,20	B C D
T11	411	0,051	56,10	C D
T2	409	0,051	56,10	C D
T1	406	0,050	55,00	C D
T23	137	0,049	53,90	C D
T19	132	0,048	52,80	C D
T16	49	0,047	51,70	C D
T22	125	0,045	49,50	C D
T6	402	0,042	46,20	C D
T10	416-A	0,042	46,20	C D
T25	174	0,041	45,10	C D
T14	22	0,039	42,90	C D
T18	87	0,036	39,60	C D
T12	176	0,035	38,50	C D
T4	906	0,035	38,50	C D
T7	58	0,034	37,40	D

Fuente: Registro de resultados de evaluación.

De acuerdo a la tabla 5, según la prueba estadística de Duncan al 5% de probabilidades, se observa que las mejores familias que se comportaron en volumen de madera rolliza a los 11 años de crecimiento son las familias 388, 88-13, 28, 200, 76, 178, 88-16 y 9, con rendimientos promedios iguales estadísticamente a 100,10; 95,70; 78,10; 73,70; 71,50; 70,40; 70,40; y 69,30 m³ ha⁻¹ respectivamente, pero superiores a las demás familias en estudio, las familias que obtuvieron los rendimientos mas bajos fueron la 176, 906 y la 58 con rendimientos de 38,50; 38,50 y 37,40 m³ ha⁻¹, con 61,54 y 62,64% menos en rendimiento en comparación con la familia 388 (T1), cabe mencionar que esta evaluación se realizó a mitad del ciclo de la plantación (ADEFOR, 2016).

Según Mendo (2008), al realizar la valoración económica de los bienes y servicios ambientales del bosque Granja Porcón, Cajamarca – Perú, determinó que hay 6 especies forestales que conforman 8736 hectáreas el bosque Granja Porcón con: *Pinus patula*, *P. radiata*, *P. pseudostrobus*, *P. montezumae*, *P. gregui* y *P. muricata*, mayor porcentaje es de *Pinus patula* (51.30%), semillas procedentes de Nueva Zelandia, Mexico, California, guatemala y Zimbabwe, presentan diferente grado de adaptación, atribuyendo a la calidad de sitio donde han sido plantadas, como se observa en la tabla 6.

Tabla 6
Área, Incremento Medio Anual (IMA) y volumen comercial por especie forestal Granja Porcón.

Especie	Altitud (m.s.n.m)	Campaña	Edad (años)	Area total (ha)	IMA (m ³ ha ⁻¹ año ⁻¹)	Volumen comercial (m ³ ha ⁻¹)
<i>Pinus greggii</i>	3350	1986-1987	21	53	14,52	281,36
<i>Pinus montezumae</i>	3200	1986-1987	21	363,50	18,37	290,40
<i>Pinus muricata</i>	3450	1986-1987	21	393	14,08	291,50
<i>Pinus pseudostrobus</i>	3350	1986-1987	21	376	20,38	302,74
	3300	1995-1996	13	400	8,10	51,28
	3400	1990-1991	17	1072	10,74	143,08
<i>Pinus patula</i>	3425	1988-1989	19	1200	15,21	206,67
	3450	1988-1989	19	1300	18,73	291,46
	3,200	1986-1987	21	509,50	16,57	272,36
	3250	1995-1996	13	200	7,57	76,65
	3400	1988-1989	19	1916	16,75	189,84
<i>Pinus radiata</i>	3600	1988-1989	19	95	17,76	268,02
	3375	1986-1987	21	109	10,34	257,65
	3400	1985-1986	21	100	9,46	270,30
	3300	1981-1982	26	649	9,79	282,54
Total				8736		

Fuente: Mendo (2008).

Se observa que el Incremento Medio Anual (IMA), para la especie *Pinus patula* con 18,73 m³ha⁻¹año⁻¹ a los 19 años, la especie *Pinus radiata* con 17,76 m³ha⁻¹año⁻¹ a los 19 años, *Pinus muricata* 14,08 m³ha⁻¹año⁻¹ a 21 años, *Pinus greggii* 14,52 m³ha⁻¹año⁻¹ a 21 años, *Pinus pseudostrobus* con 20,83 m³ha⁻¹año⁻¹ a los 21 años, y *Pinus montezumae* de 18,37 m³ha⁻¹año⁻¹ a los 21 años, estas dos últimas especies forestales, fueron plantadas para la extracción de resinas. Por lo tanto el mismo autor concluye que, las 6 especies forestales han demostrado su adaptación por el incremento medio anual (8,10 a 20,38 m³ha⁻¹año⁻¹), que

requieren la ejecución de un plan de manejo oportuno orientado a obtener madera de calidad e incrementar la demanda a precios competitivos.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Procedencia

Existe una gran cantidad de términos relacionados con procedencia, se define como el área geográfica y ambiental donde crecieron los árboles progenitores, dentro de la cual, se formó su constitución genética por selección natural o artificial. La población de progenitores debe tener una base genética amplia y puede ser nativa o introducida (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO 2003).

El término (procedencia) denota la fuente geográfica de la semilla o material vegetal o las plantas procedentes de tal fuente. En general cabe afirmar que las especies forestales de distribución geográfica amplia presentan considerables variaciones en cuanto a anatomía, morfología y fisiología (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO 2003).

2.2.2. Metodología de los ensayos de procedencia de especies forestales

Para proceder en tal sentido, un determinado país ha de ensayar primero toda una gama de especies potenciales y sus respectivas procedencias. Algunos países tropicales han iniciado ya extensos programas de selección y luego plantaciones piloto, pero esto no se aplica a otros. El presente documento se propone servir de guía básica de los tópicos que deben tenerse presentes para el escogimiento, a través de ensayos de procedencias. Los estudios gen ecológicos de las especies forestales aportan información sobre la estructura y amplitud de la variación fenotípica y genotípica. La variabilidad puede guardar relación con la

distribución de factores ambientales continuos o discontinuos, como tipo de suelo y altitud, exposición o latitud, con los factores conexos de precipitación, temperatura y fotoperiodo. La aportación relativa de la genética y el ambiente a la variación (lo mismo en caracteres taxonómicos clásicos que en características fisiológicas estudiadas más recientemente, como la fotorreacción o la reacción termo periódica) puede evaluarse criando plantitas de distintas fuentes de semilla en condiciones relativamente uniformes, como en cámaras de crecimiento, invernaderos, viveros o en ensayos de campo (FAO, 2003).

2.2.3. Tipos de ensayos de procedencia

Para localizar la mejor o mejores procedencias de una especie para un determinado lugar, país o región pueden ser necesarios varios tipos y etapas o fases de ensayo de procedencia. La selección depende de la información con que se cuente, del grado de variación natural en la especie y de la variación entre las posibles estaciones de plantación. En la elección influirán también los objetivos de la serie de ensayos, los recursos de que se disponga y la importancia de la especie en el programa nacional. Quizá resulte posible reducir a una sola varias de las fases o bien combinar el ensayo de procedencias de varias especies similares o efectuar paralelamente varias de las fases. Adicionalmente, en precedentes ensayos de especies, pueden compararse dos o más procedencias de algunas especies. Tratándose de una especie de distribución amplia es improbable que un solo experimento permita indicar la mejor procedencia ni siquiera para un solo tipo de estación. Por tanto, cabe recurrir a las siguientes etapas para cada uno de los tipos principales de estación: 1. fase de muestreo de amplitud de toda la gama; 2. fase de muestreo restringido; 3. fase de prueba (fase de comportamiento el cultivo) (FAO, 2003).

2.2.4. Objetivos de las pruebas de procedencia y/o progenie

Los objetivos principales de las pruebas de procedencias implican las siguientes actividades: identificar las procedencias más sobresalientes en términos de volumen, forma y calidad de material producido y adaptación fisiológica al sitio; determinar si existen interacciones genotipo-ambiente; si las interacciones son importantes, identificar las mejores procedencias para cada sitio; identificar las procedencias con mayor potencial para mejoramiento más avanzado y producir material de selección para construir la población de mejoramiento; y conocer los patrones de variación genética entre poblaciones de la especie (Flores et. al, 2014).

2.2.5. Huerto semillero

Los huertos semilleros son poblaciones de producción más comúnmente utilizadas. Estos son esenciales para la producción de semilla de alta calidad genética a partir de árboles superiores, seleccionados ya sea de poblaciones naturales, plantaciones o ensayos genéticos de programas de mejoramiento de generaciones avanzadas. Un huerto es una plantación de árboles genéticamente superiores, aislado para reducir la polinización de fuentes de polen exterior y genéticamente inferior. Los huertos son intensamente manejados para producir cosechas frecuentes, abundantes y de fácil colecta (Flores et. al, 2014).

2.2.6. Tipos de huertos semilleros

Existen dos tipos de huertos semilleros: sexuales (HSS) y asexuales (HSA). El HSS se establece mediante la siembra de plántulas procedentes de árboles superiores previamente seleccionados, que posteriormente se depura, dejando solo los mejores individuos de las mejores familias para la producción de semilla. Los HSA se establecen por medio de técnicas de propagación vegetativa mediante injerto, enraizado de estacas y cultivo de tejidos (Flores et. al, 2014).

2.2.7. Inventario forestal

Es un procedimiento útil para obtener información necesaria para la toma de decisiones sobre el manejo y aprovechamiento forestal. En el manejo de bosques naturales y plantaciones, un administrador forestal normalmente debe tener a mano información confiable que le permita manejar su bosque, para que este produzca en forma sostenible la máxima cantidad de productos, de la mejor calidad, en el menor tiempo y al costo más bajo posible (Orozco y Brumér, 2002).

El inventario es una actividad de inversión económica necesaria y debe estar articulado a un programa de aprovechamiento en el corto o mediano plazo para abastecer industrias que pueden ser básicas o estar integradas (Meléndez et. al, s.f).

2.2.8. Muestreo forestal

La medición de todos los árboles de la población es una práctica difícil de realizar, el procedimiento de medir cada individuo presenta dificultades insuperables, ya que se requeriría de una numerosa mano de obra, mucho tiempo y un costo excesivo, especialmente cuando se trata de grandes superficies (Carrillo, 2008).

El muestreo forestal es la aplicación de los principios estadísticos en la recolección y análisis de la información obtenida a través de un inventario forestal. Desde el punto de vista estadístico, la muestra es una parte representativa de un agregado mayor, con lo cual, puede hacerse inferencias correctas acerca de los valores de la población (ADEFOR, 2015).

2.2.9. Muestreo sistemático

Es la medición de las condiciones del bosque en una fracción predeterminada del área total, en que las unidades de muestreo son distribuidas de acuerdo a un patrón regular (Torres y Magaña, 2001).

Malleux (1982), señala que, la muestra sea representativa de la población, es decir, que la muestra debe tener la suficiente capacidad de captar con la mayor precisión posible las características de la población; y entre estas características, la principal es la variabilidad. Captar toda la variabilidad de la población significa que, toda la población estará representada en la muestra y, por lo tanto, esta última será altamente precisa. Una expresión práctica de la variabilidad de la población es el coeficiente de variación (CV).

2.2.10. Forma de las parcelas

Existe una gran variación de formas geométricas que se han utilizado en diversos países para recabar información de las condiciones de zonas arboladas, siendo las más comunes: rectangulares, cuadradas, circulares, hexagonales y triangulares. Las formas más utilizadas en inventarios forestales son las circulares, ya que las parcelas son más fáciles de delimitar en área con pendiente, Ríos, et. al, 2000, citado por (Velasco, 2012).

Las parcelas circulares presentan ventajas con respecto a otras formas, la simetría radial del círculo hace que no tenga direcciones privilegiadas y por lo tanto es una forma muy objetiva Madrigal 1979, citado por (Huaripata, 2013).

2.2.11. Tamaño de las parcelas

Ferreira (1990), indica que el tamaño de la parcela más usada para bosque es 500 m² (0,05 ha). En general, para bosques jóvenes y densos, es más conveniente usar

parcelas más pequeñas; y para bosques más longevos y ralos, usar parcelas más grandes. En áreas pequeñas, por ejemplo, de 1 ha, ocurre que una única parcela de muestreo de 500 m² ya significa un 5% del área plantada, valor muy superior al 3% usualmente recomendado para muestreo en estudios de evaluación y valoración de plantaciones (Murillo y Badilla, 2004).

2.2.12. Estimación de volúmenes para árboles en pie.

Método Clásico.

Éste método asume que la forma del fuste del árbol, ya sea como un todo o por secciones, es semejante a sólidos geométricos básicos (cilindro, paraboloides, cono o neiloide) o troncos de estos sólidos. El volumen de esos sólidos se obtiene mediante fórmulas específicas, las que a su vez se utilizan para la cubicación de árboles y trozas (Cancino, s.f).

El mismo autor sostiene que la precisión de las fórmulas obtenidas por éste método depende del grado de cercanía entre la forma real de la sección del árbol y la ideal asumida por el sólido de referencia. Así, la precisión depende, por un lado, de la sección del árbol donde se utilice una fórmula determinada y, por otro, de la distancia entre las mediciones de diámetro realizadas en el fuste. Mientras mayor es la distancia, menor es la precisión de las fórmulas. El volumen que se obtiene en un inventario forestal de árboles en pie se calcula en base al DAP, la altura y la forma de los árboles (Ammour et. al, 2012).

La fórmula típicamente utilizada en la estimación del volumen de árboles es la siguiente:

$$V = AB *h *f$$

Donde:

V = Volumen del árbol en m³.

AB = Área basal en m².

h= Altura comercial del árbol en m.

f = Factor de forma.

✓ **Área basal**

Con la medición del DAP se logra determinar la variable área basal, la cual es la superficie de la sección transversal de un árbol a la altura del pecho, expresada generalmente en metros o centímetros cuadrados. Esta medición se obtiene con la fórmula correspondiente al círculo (Ammour et. al, 2012).

$$AB = (\pi/4) * DAP^2$$

Donde:

AB = Área basal en m².

DAP = Diámetro a la altura del pecho en metros.

✓ **Factor de forma**

Según Imaña (1998), indica que en un bosque natural o en una plantación se observa que existe naturalmente una variación grande de las formas de los troncos, variación que está en función a sus diámetros, de la base al ápice del árbol. Esta disminución de diámetros es la razón fundamental en la variación del volumen del árbol que varía principalmente de acuerdo con la especie, edad y condiciones de sitio.

Para Ammour et. al, (2012), consideran que el coeficiente de forma es un factor de reducción debido a que el árbol no tiene la forma de un cilindro; de hecho, su volumen siempre será menor que el de un cilindro. Para obtener el

factor de reducción se toma el volumen real del árbol y se divide entre el volumen de un cilindro con el diámetro medido en el árbol a la altura del pecho. Cada especie tiene su propio factor de forma, el cual varía con el tiempo de crecimiento. La fórmula para calcular el factor de forma es la siguiente:

$$f = Vr/Vc$$

Donde:

f = Factor de forma.

Vr = Volumen real del árbol determinado al trocear el árbol físicamente.

Vc = Volumen cilíndrico del árbol a partir de su área basal a 1,3 m de altura.

A continuación, se detalla los valores del factor de forma según la forma del fuste.

Tabla 7
Valores del factor de forma según la forma del fuste

Tipo de fuste	Rango
Cilíndrico	$\geq 0,75$
Paraboloide	0,4 - 0,74
Cono	0,27 - 0,39
Neiloide	$< 0,38$

Fuente: Rojas (1977), citado por Gutiérrez et. al, (2013).

2.2.13. Ambiente

Es el conjunto de todos los factores externos, de origen no genético, que afectan el crecimiento y desarrollo de las plantas, tales como las condiciones edafoclimáticas, asociadas a prácticas culturales, ocurrencia de patógenos e insectos y otras variables (Vallejo et. al, 2008).

Incluye factores ambientales predecibles, tales como algunas características de clima (radiación solar y fotoperiodo), tipo y fertilidad de suelos, toxicidad por aluminio, fecha, densidad y método de siembra; y, factores ambientales impredecibles, como cantidad y distribución de lluvias; temperatura atmosférica y del suelo; humedad relativa y presiones repentinas de plagas o enfermedades (Vallejo et. al, 2008).

En general, ambiente se puede definir en forma amplia y de acuerdo con los factores bióticos y abióticos, como el conjunto de las condiciones del suelo, clima, manejo agronómico y administración (oportunidad de las prácticas de manejo) los cuales tendrán un efecto marcado sobre la expresión del rendimiento en el genotipo de las plantas (Cubero y Flores, 2003).

2.2.14. Interacción Genotipo x Ambiente (IGA)

La IGA se considera de tipo cuantitativo si el orden de los genotipos no cambia al pasar de un ambiente a otro, esto es, si la respuesta diferencial de un genotipo comparado con otro es la misma independientemente del ambiente en estudio. Para los mejoradores este tipo de interacción cuantitativa es menos importante que la de tipo cualitativo, en la cual los genotipos cambian sus ordenaciones relativas en los distintos ambientes. Esta interacción complica el proceso de selección y recomendación de los buenos genotipos (Cubero y Florez 2003, Borém et. al, 2008).

La Interacción Genotipo Ambiente (IGA), puede ocurrir debido a factores bióticos y abióticos, tales como condiciones de nutrientes y micro flora del suelo, la temperatura, incidencia de lluvias y sequía, pH, subsuelo y los factores socio-económicos que dan lugar a la aplicación de diferentes actividades de manejo en el cultivo (Bánziger et. al, 2006).

La magnitud relativa de la IGA proporciona información con respecto a la zona probable de adaptación de un genotipo dado. También es útil en la determinación de métodos eficientes del uso de tiempo y recursos en un programa de mejora (Ceccarelli, 1989; Kang, 1989 Borém et. al, 2008).

La Interacción Genotipo Ambiente (IGA), de mayor y especial interés para los programas de fitomejoramiento, es aquella que se refiere al cambio en el orden de las variedades al pasar de un ambiente a otro (interacción cruzada, llamada también interacción cualitativa), de modo que la mejor variedad en un ambiente es posible que no sea la mejor en otro ambiente (Kang, 2002; Crossa y Comelius, 2002; Borém et. al, 2008).

Para ambientes específicos, la identificación de cultivares con mayor rendimiento, en la base de genotipo (G) e interacción genotipo x ambiente (GA) son útiles a mejoradores y agricultores, desde que las estimaciones de rendimiento en base solo al genotipo (G) y los efectos ambientales (A) son insuficientes (Samonte et. al, 2005).

2.2.15. Adaptación

Cuando un grupo de genotipos es evaluado en distintas condiciones ambientales, (años, localidades, y/o épocas de siembra), puede presentar dos tipos de adaptación, general o específica. un cultivar tienen adaptación general cuando muestra un mejor comportamiento relativo en la mayoría de los ambientes en los que es evaluado. Por el contrario, un cultivar presenta adaptación específica cuando muestra un mejor comportamiento en determinado ambiente en donde fue evaluado. Por otro lado, la adaptación se define como es el comportamiento relativo diferencial de un cultivar

en distintos ambientes de evaluación esta dado por la presencia de IGA (Fox et. al, 1997), que es la respuesta diferencial de un genotipo en cada uno de los ambientes a los cuales es sometido (Vargas et. al, 1999).

Se puede hablar de "adaptación" en el contexto de variación espacial de la expresión de un genotipo, y de "estabilidad" para la variación en un lugar dado, a través de años o bajo distintas prácticas de cultivo. En cualquier caso, podemos referirnos a las dos dimensiones, espacial y temporal, de forma conjunta por ser expresiones del mismo fenómeno (Romagosa y Fox, 1993; Borém et. al, 2008; Quemé et. al, 2010).

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

2.3.1. Tratamiento: Es el conjunto de circunstancias creados para el experimento, en respuesta a la hipótesis de investigación y son el centro de la misma. Entre los ejemplos de tratamientos se encuentran marca de fertilizantes, dosis de un fertilizante, dietas de animales, rendimiento de cultivares, temperaturas, tipo de suelos, etc. (Vásquez, 1990, 2014).

2.3.2. Unidad experimental: Llamada parcel experimental, es la unidad de material experimental o sujeto que recibe la aplicación de un simple tratamiento, en el que se mide y se analiza la variable que se investiga. La unidad experimental de laboartorio sera una placa petri, un tubo de ensayo, etc.; en el invernadero será una bandeja, una maceta, etc.; en un experimento forestal será un árbol, cinco árboles, una rama, una flor, etc.; en el campo la unidad experimental es la parcela (Vásquez, 2014).

2.3.3. Repetición: es la asignación del mismo tratamiento a más unidades experimentales, o sea, hace referencia al número de unidades experimentales de

cada tratamiento, no al número de observaciones. El propósito de la réplica es proveer una estimación del error experimental (Melo et. al, 2020).

2.3.4. Análisis de variancia: Es la descomposición de la variabilidad total de una variable respuesta en porciones atribuibles a los diferentes factores o componentes de una población. El análisis de variancia (ANVA) tiene por finalidad determinar la importancia de cada factor y verificar las interacciones que ocurren entre ellos y que afectan a los resultados experimentales (Melo et. al, 2020).

2.3.5. Fenotipo: Apariencia o aspecto externo de un individuo. Las cualidades físicas observables de un organismo, incluyendo su morfología, fisiología y conducta en todos los niveles de descripción, es decir lo que se puede ver en el individuo, lo que se puede medir o evaluar (Yan y Kang, 2003).

El fenotipo de un individuo de diferentes caracteres cuantitativos está determinado por tres componentes básicos: el genotipo o constitución genética del individuo (G), el ambiente específico en el cual el individuo se desarrolla (A) y por la Interacción Genotipo Ambiente - IGA (Borém et al. 2008). El modelo básico que incluye la IGA es: $F=G+A+GA$ (Yan y Kang, 2003).

El fenotipo se observa, cuantifica y analiza, mientras que el genotipo no es observable, pero es deducible a partir del fenotipo por diferentes métodos de análisis genético. Como reacción al ambiente un genotipo es capaz de producir varios fenotipos como resultado de la IGA. En otras palabras, individuos con el mismo genotipo pueden mostrar distintos fenotipos dependiendo del ambiente (Puertas, 1992; Balzarini et. al, 2005).

2.3.6. Genotipo: Es la constitución hereditaria completa (expresada o latente) de un organismo. Comprende todos los genes localizados en los cromosomas y los factores de herencia citoplasmática (Vallejo-Cabrera y Estrada-Salazar, 2002).

2.3.7. Ambiente: Es el conjunto de todos los factores externos, de origen no genético, que afectan el crecimiento y desarrollo de las plantas, tales como las condiciones edafoclimáticas, asociadas a prácticas culturales, ocurrencia de patógenos e insectos y otras variables (Vallejo-Cabrera y Estrada-Salazar, 2002; Borém et. al, 2008).

2.3.8. IGA: Es el comportamiento relativo diferencial que muestran los genotipos cuando se los siembra en diferentes ambientes. En otras palabras, es la incapacidad de un genotipo para responder similarmente cuando se le siembra en varios ambientes. La IGA reduce la asociación entre los valores genotípicos y fenotípicos y obliga a los fitomejoradores considerar la estabilidad o adaptabilidad de los materiales (Vallejo Cabrera y Estrada-Salazar, 2002; Borém e.t al, 2008).

2.3.9. Familia: Conjunto de individuos originados a partir de germoplasma proveniente de uno o más progenitores comunes (Flores et. al, 2014).

2.3.10. Procedencia. Es un término útil que significa simplemente el lugar donde un lote de semilla ha sido colectado. O también como la fuente geográfica original de semillas, de polen o de propágulos. En sí, es una simple “ubicación geográfica” sin implicación biológica. También es descrito como el lugar geográfico dentro de la distribución natural de una especie que representa el sitio de origen del germoplasma (Flores et. al, 2014).

2.3.11. Taxonomía del *Pinus patula*:

División : Espermatofita
Sub-división : Gimnosperma
Clase : Coniferae
Familia : Pinaceae
Sub-familia : Abietáneas
Género : *Pinus*
Especie : *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham
(Catpo, 2004).

2.3.12. Descripción botánica: El *Pinus patula* es un árbol de 20 a 30 metros de altura, con tronco recto, cilíndrico, de corteza áspera de color rojizo. Tiene copa en forma piramidal y follaje verde claro, sus hojas son parecidas a agujas. De flores amarillas, sus frutos son pardos en forma de cono. Sus ramas, que son gruesas y nudosas, forman una curva hacia abajo. En el primer año de crecimiento éstas son de color verde blanquesino, para tornarse más oscuro en el segundo año (Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal -CONIF 2005).

2.3.13. Requerimientos ambientales del *Pinus patula*: Suelo. Su mayor desarrollo se obtiene en terrenos de hondonadas y en lugares donde el suelo es profundo, húmedo, neutro o ácido y bien drenado. La característica común de los sitios en Sudáfrica donde se encuentra el *Pinus patula*, son los suelos ácidos con buena humedad. La profundidad del mismo lo favorece, aún cuando haya períodos de sequía.

En Colombia, crece bien en suelos ácidos, profundos, areno-arcillosos, bien drenados, lo mismo que en los de tipo volcánico. La fertilidad del suelo no parece, ser limitante pero sí las deficiencias de boro y fósforo.

Clima. Las exigencias climáticas en su hábitad natural son: rango altitudinal entre 1400 y 3200 msnm, precipitación media anual de 750 a 2000 milímetros, temperatura media anual de 12° a 18° C. (CONIF, 2005).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se llevó a cabo en campo experimental de la unidad de manejo cuartel VII ubicado a una altitud de 3318 msnm, latitud 7°01'01'S, longitud 78°39'09 W, distrito de Cajamarca, provincia y Departamento de Cajamarca, en la Cooperativa Agraria de trabajadores “Atahualpa - Jerusalén” (CAT.AJ), Granja Porcón.

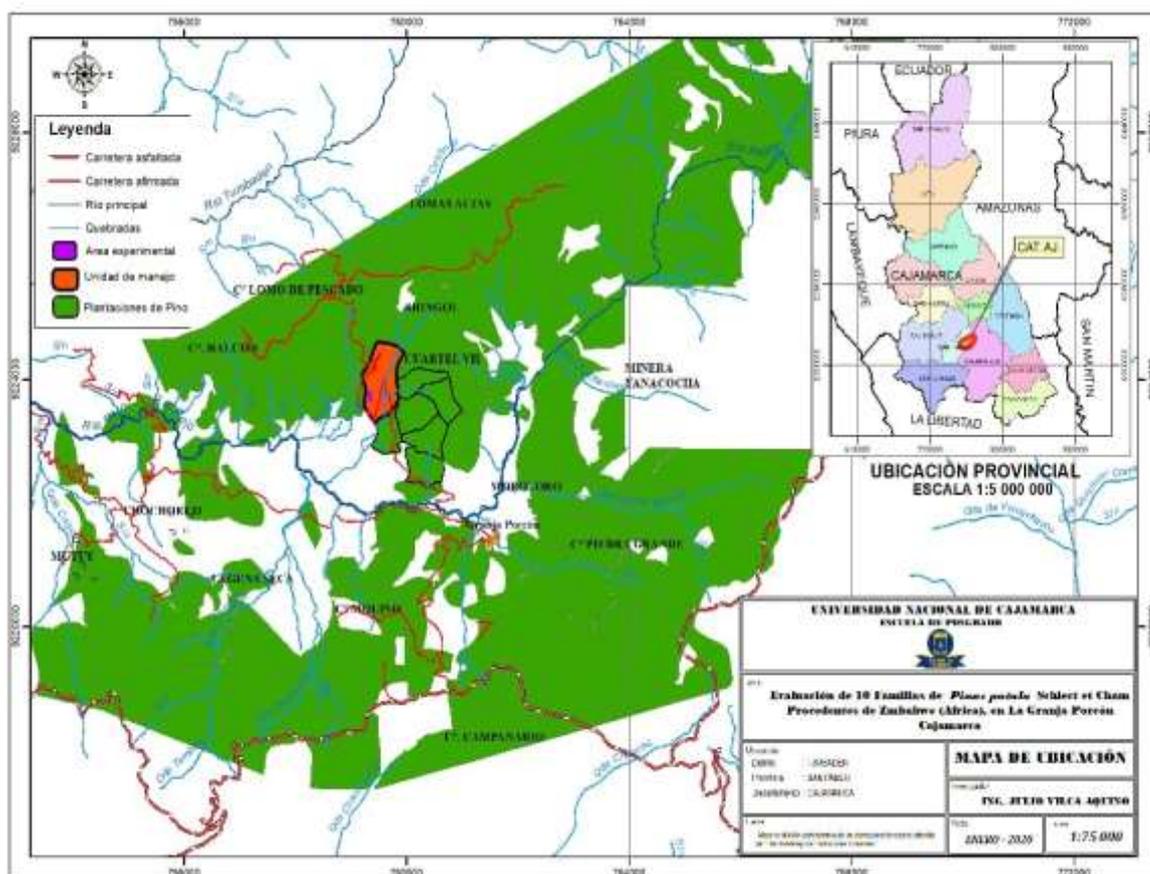


Figura 1. Mapa de ubicación del área experimental.

3.1.1. Clima: Para Granja Porcón, reporta una temperatura promedio anual 10.64°C, humedad relativa media anual 83.26% y una precipitación media anual de 1015.80 mm., en los meses de lluvia también se presentan granizadas esporádicamente, de poca duración, afectando a los cultivos como a la papa principalmente (SENAMHI, 2020).

3.1.2. Ecología y geología: De acuerdo con el sistema de clasificación de Holdridge, la zona de vida dominante en las plantaciones de Granja Porcón corresponde a la formación de Bosque muy húmedo – Monatano Tropical (Bmh – MT) (Catpo, 2004).

Según el mapa geológico y minero de la sierra norte desarrollado por ONERN en 1997, la zona de Granja Porcón se deriva de las formaciones geológicas del Terciario inferior (volcán San Pablo conformada por andesita porfíricas, derrames de construcción dacítica y riolita de variados colores).

3.1.3. Edafología: Los suelos de Porcón, son derivados de rocas volcánicas (61%), areniscas (31%) y calizas, lutitas y material aluvial (4%) y la cantidad de materia orgánica es elevada debido a la gran cantidad de hojarasca y a su baja temperatura.

3.1.4. Topografía: En esta área es muy accidentada, debido a la presencia de cerros muy altos (Muruhuisha, con 3,850 msnm, Negro y Cristal, con 3,800 msnm) y cerros de menor altura (Canario, Hualgayoc, con 3,700 msnm, y Tahuaconga, con 3,500 msnm).

3.1.5. Recursos hídricos: En Granja Porcón, la principal fuente hídrica es el río Rejo y las quebradas la Tranca, Lazareto, Pululo o Piedra grande, Balconcillo y Tambillo que tiene su origen en el río Rejo y discurren formando una red natural de drenaje, que desembocan en el río Jequetepeque y este en el océano Pacífico (Catpo 2004).

3.1.6. Vegetación forestal: El bosque de Porcón está conformado por 6 especies forestales, sumando un área total de plantaciones de 8736 hectáreas, predominando la especie *Pinus patula* con el 51.30% (4481,5 ha), seguido el *Pinus radiata* con 35,13% (3069 ha), *Pinus muricata* con 4,50% (393 ha), *Pinus pseudostrobus* 4,30% (376 ha), *Pinus monstezumae* 4,16% (363 ha) y finalmente el *Pinus greguii* con 0,61% (53 ha) (Mendo, 2008).

3.1.7. Actividades económicas: Las principales actividades económicas son la actividad forestal, pecuaria (vacunos, ovinos y auquénidos) y turismo, además la venta de productos lácteos: leche, yogurt, mantequilla, manjar blanco, venta de madera y muebles entre otros (Mendo, 2008).

3.2. EQUIPOS Y MATERIALES

Equipos: Clinómetro (marca Suunto), GPS (Magellan), Laptop computador (marca hp), cámara fotográfica (marca Canon), calculadora (marca Casio), camioneta rural (marca Toyota), Altimetro (marca TFA).

Insumos: Pintura de color amarillo, gasolina 84 oct., algodón, Benlate, agua destilada.

Materiales: Formato de evaluación, wincha de 50 m., cinta métrica de 1.50 m., mapa de ubicación del campo experimental, machetes, tijeras de podar, arco de sierra N° 21, rafia, cordel, libreta de campo, tablero de campo, regla graduada, poncho impermeable, sacos de polietileno y otros.

3.3. MATERIAL EXPERIMENTAL

Huerto semillero sexual (HSS) de 1500 plantas de *Pinus patula*, compuesto por 10 familias, 30 parcelas instaladas en la Cooperativa Agraria de trabajadores “Atahualpa - Jerusalén”, Granja Porcón, en la unidad de manejo cuartel VII.

Las semillas (familias) fueron procedentes de la república de Zimbabwe, es un país situado en el sudeste de África, las familias identificadas con un número (clave) representando el material genético más avanzado dentro del programa de mejoramiento genético, las semillas fueron almacigadas en el vivero forestal el Tinte de Granja Porcón, para producir plantones y estos fueron instalados en abril de 1988 en el campo experimental, el huerto semillero sexual en la actualidad tienen 32 años.

3.5. METODOLOGÍA

Se empleó el método científico experimental con análisis cuantitativo.

El método consistió en distribuir al azar 10 familias de *Pinus patula* en 30 parcelas (unidades experimentales) en el campo experimental, en un diseño en Bloques completos randomizados. El método de análisis utilizado para conocer la variable dependiente (volumen de madera rolliza en m³) por familia, fue el análisis de la variancia y la prueba de rango múltiple de Duncan.

3.5.1. Tratamientos en estudio.

Tabla 8

Tratamientos (Familias) en estudio, Procedencia de Zimbabwe, continente de África.

Nº Trat.	Familia
1	Fam. – 464
2	Fam. – 466
3	Fam. – 133
4	Fam. – 450
5	Fam. – 32
6	Fam. – 209
7	Fam. – 17
8	Fam. – 20
9	Fam. – 236
10	Fam. - 225

3.5.2. Diseño experimental

Diseño de Bloques completos al azar (DBCA), con 10 tratamientos (familias) y tres repeticiones por tratamiento, disponiendo 50 plantas por cada unidad experimental para cada tratamiento.

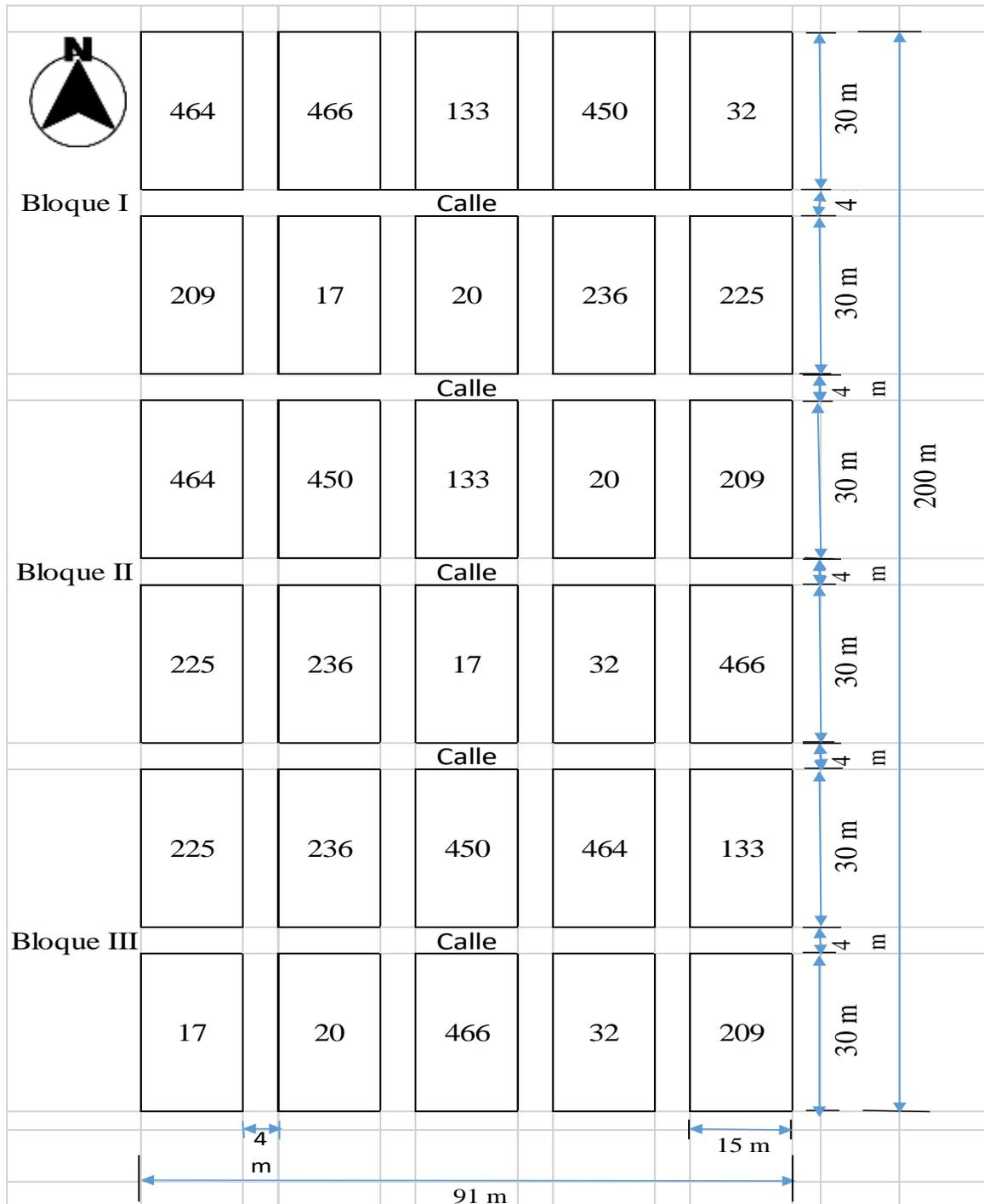


Figura 2. Croquis y distribución de tratamientos en el campo experimental

Características del campo experimental

Número total de plantas	:	1500
Número de unidades experimentales	:	30
Número de plantas por unidad experimental:		50
Numero de Tratamientos	:	10
Numero de repeticiones	:	3

Bloques

Número	:	3
Ancho	:	30 m
Largo	:	190 m
Área	:	5700 m ²

Parcela

Numero de parcelas por bloque	:	10
Numero de filas plantas por parcela	:	5
Largo de parcela	:	30 m
Ancho de parcela	:	15 m
Número de plantas por parcela	:	50
Distanciamiento entre plantas	:	3 m
Distanciamiento entre filas	:	3 m
Área de parcela	:	450 m ²
Numero de filas entrales a evaluar	:	3
Área neta del experimento por parcela	:	450 m ²

Calles

Número de calles	:	4
------------------	---	---

Ancho de calle	:	4 m
Largo de calle	:	190 m
Distanciamiento del bloque al borde	:	1.5 m
Área neta total del experimento	:	13500 m ²
Área total	:	18200 m ²

3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Las técnicas empleadas son el experimento y la observación.

3.6.1. Descripción del huerto semillero sexual (HSS)

El HSS, fue plantado el 05 de abril de 1988, por la Línea de Mejoramiento Genético Forestal de la Asociación Civil para la Investigación y el Desarrollo Forestal (ADEFOR), en la unidad de manejo cuartel VII de Granja Porcón, este huerto está conformado por 3 bloques cada bloque por 10 parcelas, cada parcela con un área de 450 m², conteniendo 50 árboles (familia), cada parcela identificada por un hito de cemento con el número de la familia (clave).

3.6.2. Población y muestra de parcela

La población (N) del huerto semillero sexual es de 1500 plantas de *Pinus patula*, compuesto por 10 familias, 30 parcelas instaladas en el campo experimental.

La muestra (n) de cada parcela es de 18 plantas de *Pinus patula*, provenientes de las tres filas centrales de cada unidad experimental.

3.6.3. Ubicación de parcelas y selección de los árboles a evaluar

La ubicación de las parcelas se encuentran dentro cada bloque, haciendo un total de 10 parcelas por bloque, cada parcela contiene 50 árboles (familia), la

selección de los árboles a evaluar fueron 18 plantas (36%), se delimitaron mediante con rafia de plástico de 1 cm de ancho de color amarillo, a quienes se les evaluaron las características dasométricas (ht, hc, hd, CAP, CMh y ff), según las especificaciones indicadas en el formato 1.

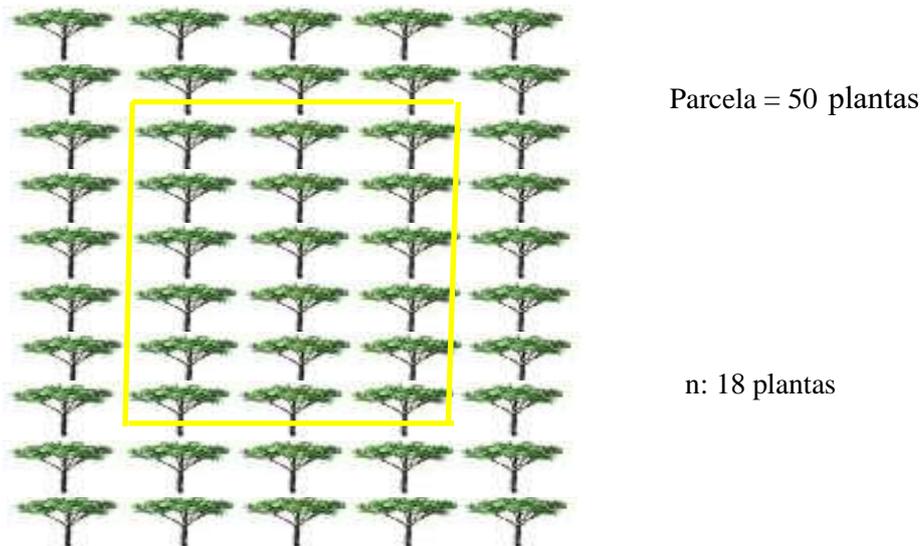


Figura 3. Esquema de la instalación de las parcelas rectangulares.

3.6.4. Evaluaciones del huerto semillero sexual (HSS)

a) Altura total de planta (ht)

La altura total de planta, se obtuvo midiendo desde la base de la planta hasta la yema terminal, apoyándonos de un Clinómetro Suunto y el resultado fue expresado en metros, la evaluación se realizó de 3 plantas en forma al azar de las 18 plantas de la parcela y por familia.

b) Altura comercial de planta (hc)

La altura comercial de planta, se obtuvo midiendo desde la base del árbol hasta hasta 7 cm de diámetro del fuste, apoyados de un Clinómetro Sunnto y reglas graduadas, la medición expresados en metros, también se realizó de 3 plantas en forma al azar de las 18 plantas de la parcela y por tratamiento.

c) Altura dominante de planta (hd)

Para la altura dominante se midió a 5 árboles desde la base hasta el ápice del árbol, de los árboles que tuvieron mayor circunferencia a la altura del pecho (1.30 m) (CAP), el criterio técnico que se mide a 5 árboles y no a 3 árboles es por ser fácil de medir dentro de parcela.

d) Circunferencia a la altura del pecho (CAP)

Se midió la circunferencia a la altura pecho (1.30 m), al 100% de los árboles que están delimitados dentro de cada parcela, con ayuda de una cinta métrica.

e) Circunferencia a media altura total de planta (CMh)

Se midió la circunferencia a media altura total de planta con una cinta métrica, para luego calcular el factor de forma (ff) de cada árbol con la siguiente fórmula: $ff = (CMh / CAP)^2$, se tomó la medida de 2 árboles de los 18 árboles de la parcela y por tratamiento.

f) Volumen de madera rolliza (m³)

Para determinar el volumen de madera rolliza se empleó la fórmula del

Método clásico:

$$V=0,0796*(CAP)^2 *h*ff$$

Dónde: V: volumen (m³)

CAP: Circunferencia a la altura del pecho (1.30 m)

h: Altura total

ff: factor de forma

3.7. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

Los datos de campo fueron registrados en formatos de evaluación, y transcritos a una base de datos en el programa excel para calcular el volumen total, volumen comercial y volumen dominante por tratamiento (familia), luego fueron ordenados por tratamiento y repeticiones en tablas, para luego ser procesados y analizados con el software Sistemas de Análisis Estadístico (SAS) versión 9.4, obteniéndose los ANVAS y pruebas de rango múltiple de Duncan, finalmente los resultados son presentados en tablas y figuras e interpretados y discutidos a la luz de las teorías más pertinentes.

a) Análisis de varianza

Tabla 9
Análisis de varianza para volumen total, comercial y dominante de madera rolliza (m³).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F cal	F tabular		Pr > F
					0.05	0.01	
Bloques	r-1	SCB	SCB/(r-1)	CMB/CME			
Familias	f-1	SCF	SCF/(f-1)	CMF/CME			
Error	(r-1)(f-1)	SCE	SCE/(r-1)(f-1)				
Total	rf-1	SCT					

Modelo estadístico lineal: $Y_{ij} = \mu + R_j + T_i + e_{ij}$

dónde: Y_{ij} = efecto del tratamiento i en la repetición j

μ = media general

R_j = efecto de la repetición j , $j = 1, 2, \dots, r$ (repeticiones)

T_i = efecto del tratamiento i , $i = 1, 2, \dots, t$ (tratamientos)

e_{ij} = error experimental

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Volumen de madera rolliza (m^3ha^{-1}) de las 10 familias de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham procedentes de Zimbabwe (África), establecidas en la Granja Porcón – Cajamarca.

Tabla 10

Evaluación del volumen total, comercial y dominante de madera rolliza (m^3ha^{-1}) de las 10 familias de *Pinus patula*.

Trat	Familia	Volumen total (m^3ha^{-1})			Promedio	Volumen comercial (m^3ha^{-1})			Promedio	Volumen dominante (m^3ha^{-1})			Promedio
		Repeticiones				Repeticiones				Repeticiones			
		I	II	III		I	II	III		I	II	III	
T1	464	1270,67	1401,74	1100,79	1257,73	1055,34	1142,05	921,91	1039,77	1295,71	1531,58	1203,99	1343,76
T2	466	1177,06	1039,84	1116,19	1111,03	976,66	840,45	930,95	916,02	1231,39	1106,31	1204,06	1180,58
T3	133	1037,66	1095,77	1296,48	1143,30	856,14	881,49	1040,10	925,91	1090,11	1190,74	1346,01	1208,95
T4	450	978,07		1298,79	1138,43	782,46		1076,14	929,30	1045,78		1382,99	1214,39
T5	32	681,13	1165,67	837,15	894,65	541,54	960,51	661,75	721,27	705,85	1202,97	898,44	935,75
T6	209	1036,76	962,99	953,47	984,40	860,98	770,39	753,02	794,80	1048,33	1002,44	857,21	969,33
T7	17	948,21	1013,45	895,97	952,54	766,82	815,03	751,88	777,91	1004,90	1075,32	975,41	1018,54
T8	20	1175,40	1116,40	1163,70	1151,83	957,64	921,32	974,60	951,19	1232,31	1191,60	1220,07	1214,66
T9	236	960,75		603,88	782,32	782,76		490,82	636,79	1025,48		620,59	823,03
T10	225	724,65	1195,14	892,47	937,42	558,46	989,74	719,86	756,02	788,41	1243,18	943,86	991,82
TOTAL		9990,36	8990,99	10158,89	1040,72	8138,80	7320,97	8321,02	849,31	10468,28	9544,14	10652,62	1095,18

Tabla 11

Cuadrados medios de los análisis de variancia de volumen total, comercial y dominante de madera rolliza (m^3ha^{-1}) de 10 familias de *Pinus patula*.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio		
		Volumen total (m^3)	Volumen comercial (m^3)	Volumen dominante (m^3)
Bloques	2	39428,698 ns	25081,646 ns	54453,905 ns
Tratamientos	9	56246,787 *	41504,612 *	70989,471 *
Error	16	23576,202	18005,433	24217,936
Total	27			
CV		14,75%	15,80%	14,21%

En la tabla 11, nos muestra el análisis de variancia (cuadrados medios) para el volumen total, comercial, dominante, de las 10 familias establecidas en Granja Porcón. No se encontró significación estadística para bloques, lo cual nos indica que existe homogeneidad entre bloques, es decir que las familias están siendo investigadas en iguales condiciones de factores ambientales. Se encontró significación estadística al 5% de probabilidades para la fuente de variación tratamientos (familias), lo cual nos indica que existen diferencias reales entre los promedios del volumen total, comercial y dominante de madera rolliza evaluados a los 33 años de instalados el huerto semillero sexual. Los coeficientes de variabilidad (CV) de 14,75%, 15,80% y 14,21%, respaldan la confiabilidad de los datos y grado de precisión que ha alcanzado el experimento (Vásquez, 2014).

Tabla 12

Prueba de comparación múltiple de Duncan ($\alpha = 0,05$) para volumen total, comercial, dominante de madera rolliza (m^3ha^{-1}) de las 10 familias de *Pinus patula*.

Tratam.	Familia	Volumen total prom. (m^3ha^{-1})	Volumen comercial prom. (m^3ha^{-1})	Volumen dominante prom. (m^3ha^{-1})
T1	464	1257,73 a	1039,77 a	1343,76 a
T2	466	1111,03 a b	916,02 a b	1180,59 a b
T3	133	1143,30 a b	925,91 a b	1208,95 a b
T4	450	1138,43 a b	929,30 a b	1214,39 a b
T5	32	894,65 b c	721,27 b c	935,75 b c
T6	209	984,40 a b c	794,80 a b c	969,33 b c
T7	17	952,54 a b c	777,91 a b c	1018,54 b c
T8	20	1151,83 a b	951,19 a b	1214,66 a b
T9	236	782,32 c	636,79 c	823,03 c
T10	225	937,42 b c	756,02 b c	991,82 b c

¹ Cifras con la misma letra son estadísticamente iguales (Duncan, $\alpha = 0,05$).

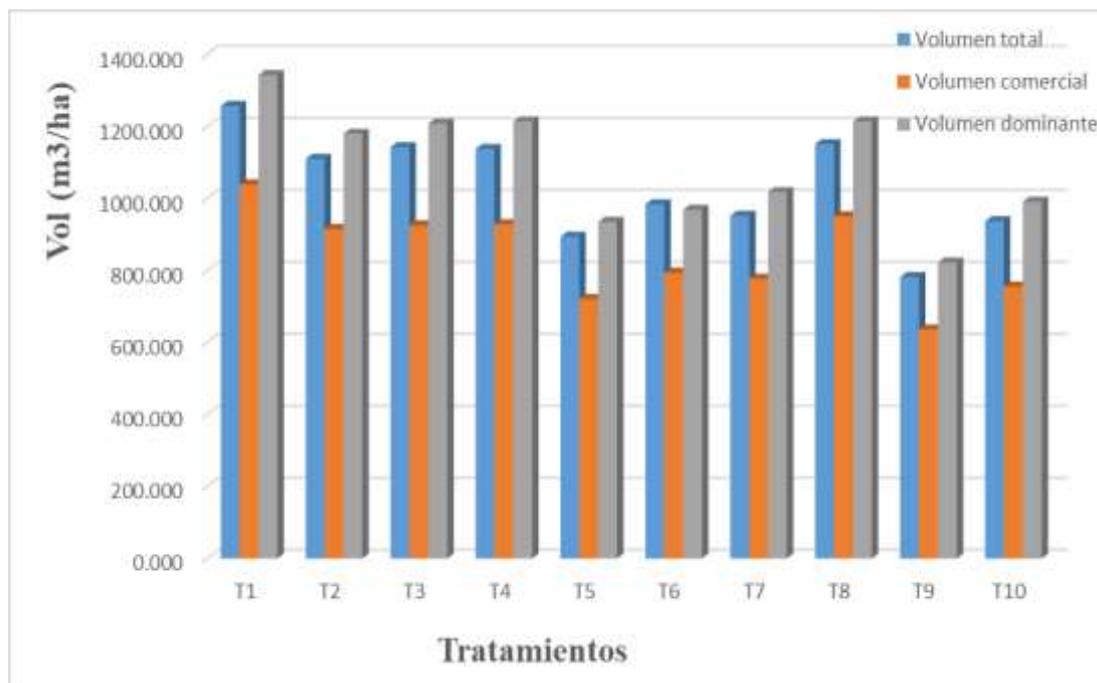


Figura 4. Volumen total, comercial, dominante de madera rolliza (m^3ha^{-1}) de las 10 familias de *Pinus patula*.

La prueba de comparación múltiple de Duncan al 5% de probabilidad, para las familias en estudio (Tabla 12 y figura 4), para volumen total, indica que no existen diferencias significativas entre las familias 464, 20, 133, 450, 466, 209 y 17, los cuales alcanzaron rendimientos de 1257,73, 1151,83, 1143,30, 1138,43, 1111,03, 984,40, y 952,54 m^3ha^{-1} de madera rolliza, respectivamente, pero la familia 464 superó a las familias 225, 32 y 236. La familia 20 al comparar con las demás familias observamos que es igual estadísticamente a las familias 133, 450, 466, 209, 17, 225 y 32, pero superior a la familia 236. Finalmente las familias 209, 17, 225, 32, y 236 son iguales estadísticamente en promedios de madera rolliza.

Con respecto al volumen comercial, se tiene la misma tendencia que para volumen total, no existen diferencias significativas entre las familias 464, 20, 133, 450, 466, 209 y 17, con rendimientos que van de 1039,77 a 777,91 m^3ha^{-1} de madera rolliza, pero la familia 464 es superior 225, 32 y 236. La familia 20 al comparar con las demás familias

observamos que es igual estadísticamente a las familias 133, 450, 466, 209, 17, 225 y 32, pero superior a la familia 236. Finalmente, las familias 209, 17, 225, 32, y 236 son iguales estadísticamente en promedios de madera rolliza.

Estos resultados son concordantes con lo de Pajares (2019) quien evaluó rendimiento por clon en volumen total m^3ha^{-1} a los 19 años de las mismas familias en el huerto semillero instalados en Santa Rosa de Chumbil provincia de San Pablo, sobresaliendo las familias 464 y 20 con rendimientos de $468,68 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ y $431,05 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ respectivamente. Por su parte Mendo (2008), corrobora nuestras observaciones al realizar la evaluación para la especie *Pinus patula* obtiene $191,46 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ a los 19 años de plantación con semilla común, en Granja Porcón a una altitud de 3450 msnm.

En la misma tabla 12, se evidencia también que las familias que destacan en volumen dominante de madera rolliza son 464, 20, 450, 133, 466, y la 17 con rendimientos de $1343,76 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$, $1214,66 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$, $1214,39 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$, $1208,95 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$, $1180,59 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ y $1018,54 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$, respectivamente, siendo iguales estadísticamente, pero superiores a las familias 17, 225, 209, 32 y 236, con rendimientos que van de $1018,54$ hasta $823,03 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$. Al comparar la familia 20 con las demás familias se observa que son iguales estadísticamente con las familias 450, 133, 466, 17, 225, 209 y 32, con rendimientos que van desde $1214,66 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ a $935,75 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$. Finalmente, se muestra que las familias 17, 225, 209, 32 y 236 con rendimientos $1018,54 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$, $991,82 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$, $969,33 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$, $935,75 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ y $823,03 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$, son iguales estadísticamente en promedio de rendimiento de volumen dominante.

Por lo tanto esta prueba estadística de comparación múltiple de Duncan y la figura 4, nos permiten afirmar que tanto para volumen total, comercial y dominante, evaluados en el huerto semillero sexual en Porcón a los 33 años de haber instalados, se obtiene altos

rendimientos con las mejores familias 464 (T1), 20 (T8), 450 (T4), 133 (T3) y 466 (T2) procedentes de Simbabwe, esto se atribuye a la calidad de sitio que es bueno en la zona, calidad genética de las semillas y a la edad de la especie.

4.2. Incremento medio anual (IMA) de volumen madera rolliza ($m^3ha^{-1}año^{-1}$) de las 10 familias de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham procedentes de Zimbabwe (África), establecidas en la Granja Porcón – Cajamarca.

Tabla 13

Evaluación del Incremento medio anual (IMA) para volumen total, comercial y dominante de madera rolliza ($m^3ha^{-1}año^{-1}$) de las 10 familias de *Pinus patula*.

Trat.	Familia	IMA Volumen total			Promedio	IMA Volumen comercial			Promedio	IMA Volumen dominante			Promedio
		$(m^3ha^{-1}año^{-1})$				$(m^3ha^{-1}año^{-1})$				$(m^3ha^{-1}año^{-1})$			
		Repeticiones				Repeticiones				Repeticiones			
		I	II	III		I	II	III		I	II	III	
T1	464	38,51	42,48	33,36	38,11	31,98	34,61	27,94	31,51	39,26	46,41	36,48	40,72
T2	466	35,67	31,51	33,82	33,67	29,60	25,47	28,21	27,76	37,31	33,52	36,49	35,78
T3	133	31,44	33,21	39,29	34,65	25,94	26,71	31,52	28,06	33,03	36,08	40,79	36,63
T4	450	29,64	.	39,36	34,50	23,71	.	32,61	28,16	31,69	.	41,91	36,80
T5	32	20,64	35,32	25,37	27,11	16,41	29,11	20,05	21,86	21,39	36,45	27,23	28,36
T6	209	31,42	29,18	28,89	29,83	26,09	23,35	22,82	24,08	31,77	30,38	25,98	29,37
T7	17	28,73	30,71	27,15	28,86	23,24	24,70	22,78	23,57	30,45	32,59	29,56	30,86
T8	20	35,62	33,83	35,26	34,90	29,02	27,92	29,53	28,82	37,34	36,11	36,97	36,81
T9	236	29,11	.	18,30	23,71	23,72	.	14,87	19,30	31,08	.	18,81	24,94
T10	225	21,96	36,22	27,04	28,41	16,92	29,99	21,81	22,91	23,89	37,67	28,60	30,06
TOTAL		302,74	272,45	307,85	31,54	246,63	221,85	252,15	25,74	317,22	289,22	322,81	33,19

Tabla 14

Cuadrados medios de los análisis de variancia del Incremento medio anual (IMA) total, comercial y dominante de madera rolliza ($m^3ha^{-1}año^{-1}$) de 10 familias de *Pinus patula*.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio		
		IMA Volumen total ($m^3ha^{-1}año^{-1}$)	IMA Volumen comercial ($m^3ha^{-1}año^{-1}$)	IMA Volumen dominante ($m^3ha^{-1}año^{-1}$)
Bloques	2	36,202 ns	23,033 ns	50,004 ns
Tratamientos	9	51,648 *	38,115 *	65,186 *
Error	16	21,650	16,533	22,240
Total	27			
CV		14,75%	15,80%	14,21%

En la tabla 14, observamos que no existe significación estadística para bloques, indicando que hay homogeneidad entre bloques, es decir el terreno donde ha establecido el experimento presentan propiedades químicas y físicas similares. Se muestra que existe significación estadística para la fuente de tratamientos (familias) tanto para IMA de volumen total, comercial y dominante, de madera rolliza en $\text{m}^3/\text{ha}^{-1}/\text{año}$, significando que hay diferencias reales entre los promedios de IMA de volumen de las familias en estudio. Los CV de 14,75%, 15,80%, y 14,21%, señalan que hay confianza en los datos evaluados y el grado de precisión que ha alcanzado el experimento (Vásquez, 2014).

Tabla 15

*Prueba de comparación múltiple de Duncan ($\alpha = 0,05$) para Incremento medio anual (IMA) total, comercial, dominante de madera rolliza ($\text{m}^3\text{ha}^{-1}\text{año}^{-1}$) de las 10 familias de *Pinus patula*.*

Trat.	Familia	IMA Volumen total ($\text{m}^3\text{ha}^{-1}\text{año}^{-1}$)	IMA Volumen comercial ($\text{m}^3\text{ha}^{-1}\text{año}^{-1}$)	IMA Volumen dominante ($\text{m}^3\text{ha}^{-1}\text{año}^{-1}$)
1	464	38,11 a	31,51 a	40,72 a
2	466	33,67 a b	27,76 a b	35,78 a b
3	133	34,65 a b	28,06 a b	36,64 a b
4	450	34,50 a b	28,16 a b	36,80 a b
5	32	27,11 b c	21,86 b c	28,36 b c
6	209	29,83 a b c	24,09 a b c	29,37 b c
7	17	28,87 a b c	23,57 a b c	30,87 b c
8	20	34,90 a b	28,82 a b	36,08 ab
9	236	23,71 c	19,30 c	24,94 c
10	225	28,41 b c	22,91 b c	30,06 b c

¹Cifras con la misma letra son estadísticamente iguales (Duncan, $\alpha = 0,05$).

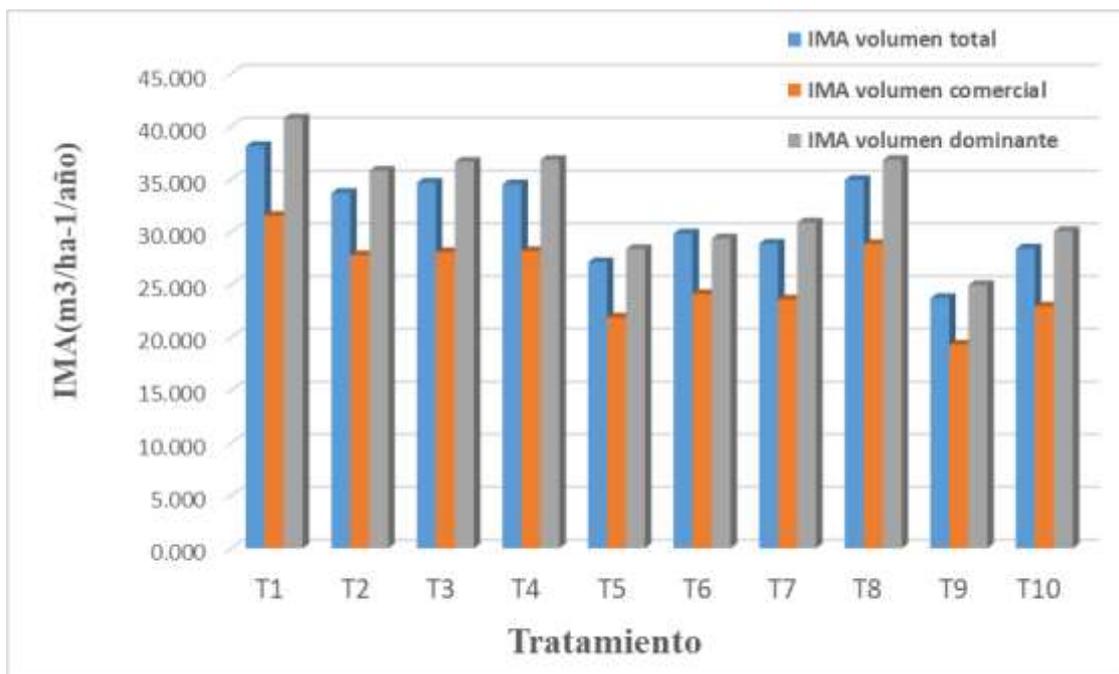


Figura 5. IMA para volumen total, comercial y dominante de madera rolliza ($m^3ha^{-1}año^{-1}$) de las 10 familias de *Pinus patula*.

Como se observa en la tabla 15 y la figura 5, se deduce para Incremento medio anual volumen total y comercial, que la familia 464 (T1) al comparar con las demás familias, se muestra que es igual estadísticamente a la familias 20, 133, 450, 466, 209 y 17, con rendimientos promedios de $38,11 m^3ha^{-1}año^{-1}$ a $23,57 m^3ha^{-1}año^{-1}$, pero superior a las familias 225, 32 y 236. La familia 20 (T8) al comparar con las familias 133, 450, 466, 209, 17, 225 y 32, son iguales estadísticamente en rendimiento promedio que van de $34,90 m^3ha^{-1}año^{-1}$ a $27,11 m^3ha^{-1}año^{-1}$, pero superior a las familia 236 con $23,71 m^3ha^{-1}año^{-1}$. La familia 209 al realizar la comparación con las demás familias 17, 225, 32 y 236, son iguales estadísticamente con rendimientos de $29,83 m^3ha^{-1}año^{-1}$ a $23,71 m^3ha^{-1}año^{-1}$. Al respecto Mendo (2008), afirma nuestros resultados, al evaluar el Incremento medio anual (IMA) de una plantación de 19 años sin manejo forestal en Granja Porcón, de la especie *Pinus patula*, obtiene $18,73 m^3ha^{-1}año^{-1}$, a una altitud de 3450 msnm.

De acuerdo en la tabla 15 y la figura 5, para el Incremento medio anual (IMA) volumen dominante, apreciamos que la familia 464 al comparar con las demás familias 20, 450, 133, 466, y 17, son iguales estadísticamente en rendimiento promedio que van desde $40,72 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{año}^{-1}$ hasta $30,87 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{año}^{-1}$. La familia 20 al comparar con las familias 20, 450, 133, 466, 17, 225, 209 y 32 son iguales estadísticamente en rendimiento promedio de $36,08 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{año}^{-1}$ a $28,36 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{año}^{-1}$. Finalmente, la familia 17, al comparar con las familias 225, 209, 32 y 236, tienen el mismo rendimiento promedio estadísticamente en IMA volumen dominante desde $30,87 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{año}^{-1}$ a $24,94 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{año}^{-1}$.

Por lo tanto esta prueba estadística de comparación múltiple de Duncan al 5% de probabilidades y la figura 5, se puede afirmar que las familias que tienen mayor rendimiento en Incremento medio anual (IMA) volumen total, comercial y dominante, evaluados en el experimento al cabo de 33 años, son las familias 464, 20, 450, 133, 466, y 17 con rendimientos de $40,72$ a $30,87 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{año}^{-1}$, esto se atribuye a la calidad de sitio que son buenos terrenos en la zona, calidad genética de las semillas y a la edad de la especie.

Al respecto Pajares (2019), al evaluar un experimento de 13 familias, reporta que las familias que obtuvieron mayores rendimientos en IMA volumen total son 14, 464, 466, 20, con $29,63 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{año}^{-1}$, $24,67 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{año}^{-1}$, $21,79 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{año}^{-1}$, $22,69 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{año}^{-1}$, respectivamente, al cabo de 19 años de instalado el experimento en Santa Rosa de Chumbil San Pablo Cajamarca.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las mejores familias en rendimiento en volumen total, de madera rolliza fueron 464 (T1), 20 (T8), 133 (T3), 450 (T4), 466 (T2), 209 (T6) y 17 (T7), con 1257,73 m³ha⁻¹; 1151,83 m³ha⁻¹; 1143,30 m³ha⁻¹; 1138,43 m³ha⁻¹; 1111,03 m³ha⁻¹; 984,40 m³ha⁻¹; y 952,54 m³ha⁻¹ respectivamente. Las mejores familias en volumen comercial, de madera rolliza también lo obtuvo las familias 464 (T1), 20 (T8), 450 (T4), 133 (T3), 466 (T2), 209 (T6) y 17 (T7), con 1039,77 m³ha⁻¹; 951,19 m³ha⁻¹; 929,30 m³ha⁻¹; 925,91 m³ha⁻¹; 916,02 m³ha⁻¹; 794,80 m³ha⁻¹; y 777,91 m³ha⁻¹, respectivamente. Para volumen dominante, de madera rolliza del mismo modo también lo obtuvieron las familias 464 (T1), 20 (T8), 450 (T4), 133 (T3), 466 (T2), con 1343,76 m³ha⁻¹; 1214,66 m³ha⁻¹, 1214,39 m³ha⁻¹; 1208,95 m³ha⁻¹; y 1180,59 m³ha⁻¹, respectivamente.
- Las familias 464, 20, 133, 450, 466, 209 y 17 que obtuvieron mejores rendimientos para el Incremento medio anual (IMA), de volumen total y comercial de madera rolliza, promedios que van desde 38,11 m³ha⁻¹año⁻¹ a 28,87 m³ha⁻¹año⁻¹. Para el IMA de volumen dominante, los mejores rendimientos lo obtuvieron también las familias, 464, 20, 450, 133, 466 y 17, con rendimientos entre 40,72 m³ha⁻¹año⁻¹ a 30,87 m³ha⁻¹año⁻¹.
- **Se recomienda** depurar las familias con menor rendimiento en volumen de madera rolliza y dejar las mejores familias (464, 20, 133, 450, 466, 209 y 17) para producción de semillas de calidad genética, así como realizar una propagación clonal masal, para los programas de reforestación en la región Cajamarca.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abbott, L. & Pistorale, s., (2011). Análisis de la estabilidad y adaptabilidad de caracteres de interés agronómico en genotipos selectos de cebadilla criolla (*Bromus catharticus*). Agriscienta. Universidad Nacional de Luján. Buenos Aires, Argentina,28(2).

Ammour, T., Andrade, H., Beer, J., Detlefsen, G., Ibrahim, M., Kent, J., López, A., Ordoñez, Y., Orozco, L., Pezo, D., Quirós, D., Salgado, J., Scheelje, M., Schlönvoigt, A., Somarriba, E., Venegas, G. y Zapata, P. (2012). Producción de madera en sistemas agroforestales de Centroamérica (en línea). Turrialba, Costa Rica. pp 247. Consultado 01 abr. 2018. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/281235377>.

Asociación Civil para la Investigación y Desarrollo Forestal (ADEFOR). (1998). Boletín de datos meteorológicos. Cajamarca - Perú.

Asociación Civil para la Investigación y Desarrollo Forestal (ADEFOR). (2014). Curso Nacional. Memoria: Identificación, selección y manejo de fuentes semilleras. Cajamarca - Perú.

Asociación Civil para la Investigación y Desarrollo Forestal (ADEFOR). (2016). Registro de evaluación y resultados de los experimentos de mejoramiento genético forestal. Cajamarca - Perú.

Asociación Civil para la Investigación y Desarrollo Forestal (ADEFOR). (2015). Curso. Manejo forestal. Cajamarca - Perú.

- Aguirre & Estévez. (1993). Diagnóstico de la investigación en el Ecuador, Quito, Ecuador. 153 p.
- Balzarini, M., Bruno, C. & Arroyo, A., 2005. Análisis de ensayos agrícolas multiambientales. Ejemplos en Info-Gen. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Estadística y Biometría. Primera. Ed., p. 141.
- Bänzinger, M., Setimela, P.S., Hodson, D. & Vivek, B., 2006. Breeding for improved abiotic stress tolerance in maize adapted to southern Africa. *Agricultural Water Managment*, Volumen 80, pp. 212-224.
- Borém, A., Condori, M. & Miranda, G. V., 2008. Mejoramiento de plantas. Primera ed. Viosa (MG, Brasil): Editora UFV.
- Cabrera, H. (2019). Parámetros de estabilidad genético del rendimiento de ocho genotipos de papa (*solanum tuberosum l.*), evaluados en seis localidades de la sierra norte del Perú. Tesis Dr. Ciencias, UNC. Cajamarca – Perú. 147 p.
- Cancino, J. s.f. Dendrometría básica (en línea). Chile. pp 171. Consultado 21 de dic. 2018. Disponible en <http://repositorio.udec.cl/handle/11594/407>.
- Carrillo, E. (2008). Casos prácticos para muestreo e inventarios forestales. División de ciencias forestales. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 172 p.
- Catpo, J. (2004). Determinación de la ecuación alométrica de *Pinus patula* y estimación del contenido de carbono en su biomasa arbórea en Porcón, Cajamarca, Perú. Tesis Ing. Forestal. UNALM. Lima – Perú. 65 p.
- Ceccarelli, S. (1989). Wide adaptation: How Wide. *Euphitica*, Volumen 40, pp. 197-205.

- Corporacion Nacional de Investigación y Fomento Forestal (CONIF). (2005). Coníferas. Santa Fé de Bogota – Colombia. 40 p.
- Cooper, M. & Byth, D. E. (1996). Understanding plant adaptation to achieve systematic applied crop improvement: A fundamental challenge, In: M. Cooper and G.L Hammer (Eds.). Plant adaptation and Crop Improvement. CAB International and IRRI, UK., pp. 5-23.
- Cubero, J., & Flores, F. (2003). Métodos estadísticos para el estudio de la estabilidad varietal en ensayos agrícolas. 2da ed. Sevilla: Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca.
- Crossa, J., (1990). Statistical analysis of multilocation trials. Advances in Agronomy, Volumen 44, pp. 55-85.
- Dvorak, W., and J. K. Donahue. (1992). CAMCORE Cooperative Research Review. 1980-1992. College of Forest Resources, North Carolina State University, Raleigh, NC. USA. 93 p.
- Ferreira, O. (1990). Manual de inventarios forestales. Escuela Nacional de Ciencias. Siguatepeque, Honduras. 98 p.
- Flores, C; López, J; Valencia, S. (2014). Manual Técnico para el establecimiento de ensayos de procedencias y progenies. Comisión Nacional Forestal – CONAFOR. Primera Edición. Jalisco – México. 152 p.
- Guariguata, M., Arce, J., Ammourt, T. y Capella, J. (2017). Las plantaciones forestales en el Perú: Reflexiones, estatutus actual y perspectivas a futuro. Documento ocacional 169. Bogor, Indonecia.

- Gutiérrez, P. (2008). Diseño y análisis de experimentos. 2da edición. Editorial Interamericana S.A. Guanajuato – México. 537 p.
- Guzmán, M. (2014). Evaluación de ensayo de progenies de polinización abierta de *Pinus patula* schl. et cham en tres sitios en el departamento de antioquia. Tesis Ing. Agroforestal. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Medellín – Colombia. 51 p.
- Hallauder, A., Rusell, W., & Lamkey, R. (1988). Corn breeding. In; G.F.Sprague and J.W. Dudley (eds.). Corn and corn improvement. 3rd ed. Agronomy Monograph No.18. ASA, CSSA, and SSS, PP.463-564.
- Huaripata, D. (2013). Estudio de la calidad de sitio para *Pinus radiata* D. Don. en las plantaciones de Granja Porcón Cajamarca. Tesis Ing. For. Cajamarca, Perú, UNC. 97 p.
- Imaña, J. (1998). Dasometría práctica (en línea). Brasilia, Brasil. 125 p. Consultado 01 abr. 2018. Disponible en http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/10017/1/LIVRO_DasometriaPractica.pdf.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias – INIAP. (1995). Ensayos de procedencias de *Pinus patula*. Quito, Ecuador. 20 p.
- Jara, L. (1994). Selección y Manejo de rodales semilleros. Manual Técnico N° 11. Turrialva, Costa Rica. 174 p.

- Jumbo, L. (1998). Proyecto mejoramiento genético forestal de la región interandina del Ecuador fase II. Informe de avance periodo abril 1998-septiembre 1998, Quito, Ecuador. 6 p.
- Malleux, J. (1982). Inventarios forestales en bosques tropicales. Lima Perú. 414 p.
- Mendo, M. (2008) “Valoración económica de los bienes y servicios ambientales del bosque Granja Porcón, Cajamarca – Perú”. Tesis Dr. Ciencias Ambientales. UNT. Trujillo – Perú. 86 p.
- Meléndez, N; Gatica, B; Motta, E. s.f. Guía práctica de inventarios forestales al 100% para concesiones maderables: manejo sostenible de los recursos forestales en la provincia de Tahuamanu, Madre de Dios, Perú (en línea). Lima Perú. 31 p. Consultado 18 jul. 2017. Disponible en <http://docplayer.es/5995775-Guia-practica-de-inventarios-forestales-al-100-para-concesiones-maderables.html>.
- Melo, O; López, L; Melo, S. (2020). Diseño de experimentos métodos y aplicaciones. Segunda edición. Universidad Nacional de Colombia. Bogota – Colombia. 675 p.
- Montgomery, C. (2005). Diseño y análisis de experimentos. 2da edición. Editorial Limusa Wiley, S.A. Distrito Federal – Mexico. 692 p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO. (2003). Departamento de Montes. Taller Regional sobre Recursos genéticos forestales de Centroamérica, Cuba y Mexico. CATIE, Turrialva, Costa Rica. 38 p.

- Orozco, L; y Brumér, C. (2002). Inventarios forestales para bosques latifoliadas en América Central (en línea). Turrialba, Costa Rica. pp. 278. Informe técnico n° 50. Consultado 14 jul. 2017. Disponible http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/2600/Inventariosforestales_para_bosques_latifoliados.pdf;jsessionid=692E45C153B759E52DA8AD63003BABBE?sequence=1.
- Orrillo, E. (2019). Compración de tres métodos de estimación de volumen con la medición de trozas de *Pinus patula* Schl. Et Cham en el casrío La Apalina - La Encañada – Cajamarca. Tesis Ing. Forestal. UNC. Cajamarca – Perú. 66 p.
- Ospina, P. C. (2011). Guías silviculturales para el manejo de especies forestales con miras a la producción de madera en la zona andina colombiana: El *Pinus patula* Schl et Cham. FNC-Cenicafé. Colombia.
- Paguanquiza, E. (2012) Elaboración de una línea base para determinar el crecimiento y desarrollo de las plantaciones de *Pinus patula* y *Pinus radita* en la hacienda de San Joaquín de Aglomerados Cotopaxi S.A. (ACOSA). Tesis Ing. Forestal. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba – Ecuador. 111 p.
- Puertas, M. (1992). Genética fundamentos y perspectivas. Primera ed. España. pp. 741: Interamericana- McGraw Hill.
- Programa Face de Forestación – PROFAFOR. (2000). Análisis de 14 procedencias de *Pinus patula* plantadas en Cotopaxi, Ecuador. 8 p.
- Prodan, M; Peters, R; Cox, F y Real, P. (1997). Mensura forestal. Proyecto II CA/GTZ sobre agricultura, recursos naturales y desarrollo sostenible. Costa Rica. pp. 572.

- Pajares, U. (2019). “Informe de Evaluación de clones de *Pinus patula* en el Huerto semillero de Santa Rosa de Chumbil”. Cajamarca – Perú. 35 p.
- Quemé, J.L., Orozco, H. & Melgar, M. (2010). GGE biplot analysis used to evaluate cane yield of sugarcane (*Saccharum spp*) cultivars across sisters and crop cycles. Proceedings Intenational svcoiety of sugar Cane Technologists, volumen 27, pp. 1-7.
- Romagosa, I. & Fox. P. N. (1993). Genotype x Environment interaction and adaptation. In: M.D. Hayward, N. O. Basemark and I. Ramagosa (Eds.). Plant breeding: Principles and prospects, pp.373-390.
- Samonte, S.O., Wilson, L. T., McClung, A.M. & Medley, J.C. (2005). Target in cultivars onto rice growing environments using AMMI and SREG GGE biplot analyses. Crop Science, Volumen 45, pp. 2414-2424.
- Tirado, C. (1998). Usos en el Análisis Estadísticos de Datos Experimentales – SAS. Universidad Nacional de Cajamarca. Primera Edición. Cajamarca – Perú. 162 p.
- Torres, JM y Magaña, OS. (2001). Evaluación de plantaciones forestales. Editorial Limusa. México. 472 p.
- Valenzuela, D. (2009). Evaluación del comportamiento de procedenciasm de *Pinus patula* Schlect. et Cham en dos sitios en las provincias de Imbabura y Pichincha. Tesis Ing. Forestal. Escuela de Ingeniería Forestal. Ibarra – Ecuador. 79 p.
- Vallejo- Cabrera, F.A & Estrada – Salazar, E.I. (2002). Mejoramiento genético de plantas Primera Ed. Palmira (Palmira): Universidad Nacional Colombia.

- Vargas, M. y otros. (1999). Ussing AMMI, factorial regression, partial least squares regression models for interpreting genotypes x environment interaction. *Crop Science*, volume 39, pp. 955-967.
- Vásquez, V. (1990). *Experimentación Agrícola*. Primera edición. Editorial Amaru. Cajamarca – Perú. 278 p.
- Vásquez, V. (2014). *Diseños Experimentales con SAS*. Primera edición. Editorial CONCYTEC FONDECYT, Cajamarca – Perú. 704 p.
- Velasco, F. (2012). *Comparación de dos métodos de muestreo para la estimación de existencias maderables de un inventario forestal en Analco, Ixtlán, Oaxaca*. México. 75 p.
- Yan, W. & Kang, M. S. (2003). *GGE biplot analysis: A graphical tool for breeders geneticists and agronomists*. s.l.: CRC Press, Boca Ratón, Florida. USA. pp 272.
- Zobel, B., y Talbert, J. (1988). *Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales*. Trad. Manuel Guzmán Ortiz. Editorial Limusa. México, D.F. 545 p.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo I.

Evaluación Dasométrica de 10 familias de Pinus Patula Schiede ex Schltl. et Cham procedentes de Zimbabwe (áfrica), establecidas en la Granja Porcón – Cajamarca.

"EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE 10 FAMILIAS DE <i>Pinus patula</i> SCHIEDE EX SCHLTL. ET CHAM PROCEDENTES DE ZIMBABWE (ÁFRICA), ESTABLECIDAS EN LA GRANJA PORCÓN - CAJAMARCA"											
CUARTEL : VII		BLOQUE: I		PARCELA: 464		ÁREA: 1,76 ha					
FECHA DE PLANTACION: 5 abril 1988				ESPECIE: <i>Pinus patula</i>							
ÁREA DE PARCELA DE EVALUACION: 450 m2				EDAD: 33 años		FECHA EVALUACIÓN: septiembre 2021					
EVALUADOR: Julio Vilca Aquino											
Nº planta	CAP a 1,30 m	Vol. Real (m3)	Vol. Apar. (m3)	Factor forma (f f)	Alturas			Volumen total (m3)	Volumen comerc.(m3)	Volumen domin.(m3)	
					Total	Comerc.	Domin.				
1	136	1,68	4,98	0,337			35,00	1,76	1,46	1,79	
2	81	0,71	1,77	0,404				0,62	0,52	0,64	
3	133	1,62	4,76	0,340			33,00	1,68	1,40	1,71	
4	111	1,19	3,32	0,359				1,17	0,97	1,19	
5	110	1,17	3,26	0,360			34,00	1,15	0,96	1,17	
6	115	1,26	3,56	0,355				1,26	1,04	1,28	
7	133	1,62	4,76	0,340				1,68	1,40	1,71	
8	89	0,83	2,13	0,389	31,00	25,40		0,75	0,63	0,77	
9	129	1,53	4,48	0,343				1,58	1,31	1,61	
10	100	1,00	2,69	0,372				0,95	0,79	0,97	
11	149	1,97	5,98	0,329	34,50	28,90	34,50	2,11	1,75	2,15	
12	127	1,49	4,34	0,344				1,53	1,27	1,56	
13	180	2,75	8,72	0,315	36,00	30,00	36,00	3,08	2,56	3,14	
14	115	1,26	3,56	0,355				1,26	1,04	1,28	
15	Promedio:				0,353	33,83	28,10	34,50			
16	Volumen/parcela:							20,58	17,10	20,99	
17	Volumen/ha:							1270,67	1055,34	1295,71	
18	IMA m3/ha/año:							38,51	31,98	39,26	
19	Nº árboles/ha:							864			
20	% de supervivencia:							77,79			
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											
32											
33											
34											
35											
36											
37											
38											
39											
40											
41											
42											
43											
44											
45											
46											
47											
48											
49											
50											
51											
52											
53											
54											
55											

CAP: circunferencia altura del pecho Vol.: volumen Apar. : aparente IMA: incremento medio anual

"EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE 10 FAMILIAS DE *Pinus patula* SCHIEDE EX SCHLTDL. ET CHAM PROCEDENTES DE ZIMBABWE (ÁFRICA), ESTABLECIDAS EN LA GRANJA PORCÓN - CAJAMARCA"

CUARTEL : VII BLOQUE: I PARCELA: 466 ÁREA: 1,76 ha
 FECHA DE PLANTACION: 5 abril 1988 ESPECIE: *Pinus patula*
 ÁREA DE PARCELA DE EVALUACION: 450 m2 EDAD: 33 años FECHA EVALUACIÓN: septiembre 2021
 EVALUADOR: Julio Vilca Aquino

Nº planta	CAP a 1,30 m	Vol. Real (m3)	Vol. Apar. (m3)	Factor forma (f f)	Alturas			Volumen total (m3)	Volumen comerc.(m3)	Volumen domin.(m3)
					Total	Comerc.	Domin.			
1	124	1,43	4,14	0,347				1,45	1,20	1,51
2	122	1,40	4,01	0,348				1,40	1,16	1,47
3	125	1,45	4,21	0,346	33,00	27,50	33,00	1,47	1,22	1,54
4	136	1,68	4,98	0,337	33,50	28,00	33,50	1,74	1,44	1,82
5	150	1,99	6,06	0,329			35,50	2,12	1,76	2,22
6	141	1,79	5,35	0,334			34,00	1,87	1,55	1,96
7	121	1,38	3,94	0,349				1,38	1,14	1,44
8	98	0,97	2,59	0,375				0,90	0,75	0,95
9	123	1,42	4,07	0,347				1,42	1,18	1,49
10	89	0,83	2,13	0,389				0,75	0,62	0,78
11	82	0,73	1,81	0,402				0,63	0,53	0,66
12	136	1,68	4,98	0,337			34,00	1,74	1,44	1,82
13	106	1,10	3,03	0,364	31,00	25,40		1,06	0,88	1,11
14	66	0,52	1,17	0,444				0,41	0,34	0,43
15	88	0,81	2,08	0,391				0,73	0,60	0,76
16	Promedio:			0,364	32,50	26,97	34,00			
17	Volumen/parcela:							19,07	15,82	19,95
18	Volumen/ha:							1177,06	976,66	1231,39
19	IMA m3/ha/año:							35,67	29,60	37,31
20	Nº árboles/ha:						926			
21	% de supervivencia:						83,34			
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										

CAP: circunferencia altura del pecho Vol.: volumen Apar. : aparente IMA: incremento medio anual

"EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE 10 FAMILIAS DE *Pinus patula* SCHIEDE EX SCHLTDL. ET CHAM PROCEDENTES DE ZIMBABWE (ÁFRICA), ESTABLECIDAS EN LA GRANJA PORCÓN - CAJAMARCA"

CUARTEL : VII BLOQUE: I PARCELA: 133 ÁREA: 1,76 ha
 FECHA DE PLANTACION: 5 abril 1988 ESPECIE: *Pinus patula*
 ÁREA DE PARCELA DE EVALUACION: 450 m2 EDAD: 33 años FECHA EVALUACIÓN: septiembre 2021
 EVALUADOR: Julio Vilca Aquino

Nº planta	CAP a 1,30 m	Vol. Real (m3)	Vol. Apar. (m3)	Factor forma (f f)	Alturas			Volumen total (m3)	Volumen comerc.(m3)	Volumen domin.(m3)		
					Total	Comerc.	Domin.					
1	85	0,77	1,95	0,396				0,67	0,55	0,70		
2	140	1,77	5,28	0,335					34,10	1,81	1,50	1,90
3	93	0,89	2,33	0,382				0,80	0,66	0,84		
4	115	1,26	3,56	0,355				1,22	1,01	1,29		
5	128	1,51	4,41	0,343					33,55	1,52	1,25	1,59
6	94	0,91	2,38	0,381				0,82	0,67	0,86		
7	96	0,94	2,48	0,378				0,85	0,70	0,90		
8	76	0,65	1,56	0,416				0,53	0,44	0,56		
9	98	0,97	2,59	0,375	30,00	24,40		0,89	0,73	0,93		
10	172	2,53	7,97	0,318					34,25	2,74	2,26	2,87
11	110	1,17	3,26	0,360				1,12	0,92	1,18		
12	124	1,43	4,14	0,347	33,50	28,00	33,50	1,42	1,17	1,49		
13	105	1,09	2,97	0,366				1,02	0,84	1,07		
14	123	1,42	4,07	0,347	32,25	26,60	32,25	1,40	1,15	1,47		
15	Promedio:			0,364	31,92	26,33	33,53					
16	Volumen/parcela:							16,81	13,87	17,66		
17	Volumen/ha:							1037,66	856,14	1090,11		
18	IMA m3/ha/año:							31,44	25,94	33,03		
19	Nº árboles/ha:							864				
20	% de supervivencia:							77,79				
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												
37												
38												
39												
40												
41												
42												
43												
44												
45												
46												
47												
48												
49												
50												
51												
52												
53												
54												
55												

CAP: circunferencia altura del pecho Vol.: volumen Apar. : aparente IMA: incremento medio anual

"EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE 10 FAMILIAS DE *Pinus patula* SCHIEDE EX SCHLTDL. ET CHAM PROCEDENTES DE ZIMBABWE (ÁFRICA), ESTABLECIDAS EN LA GRANJA PORCÓN - CAJAMARCA"

CUARTEL : VII BLOQUE: I PARCELA: 450 ÁREA: 1,76 ha
 FECHA DE PLANTACION: 5 abril 1988 ESPECIE: *Pinus patula*
 ÁREA DE PARCELA DE EVALUACION: 450 m2 EDAD: 33 años FECHA EVALUACIÓN: septiembre 2021
 EVALUADOR: Julio Vilca Aquino

Nº planta	CAP a 1,30 m	Vol. Real (m3)	Vol. Apar. (m3)	Factor forma (f f)	Alturas			Volumen total (m3)	Volumen comerc.(m3)	Volumen domin.(m3)
					Total	Comerc.	Domin.			
1	169	2,46	7,69	0,319	28,00	23,50	29,00	2,07	1,66	2,21
2	130	1,55	4,55	0,342	26,00	20,50	26,00	1,23	0,98	1,31
3	98	0,97	2,59	0,375	24,00	18,40		0,70	0,56	0,74
4	114	1,24	3,50	0,356				0,94	0,75	1,01
5	90	0,84	2,18	0,387				0,59	0,47	0,63
6	132	1,60	4,69	0,340			27,00	1,26	1,01	1,35
7	180	2,75	8,72	0,315			30,00	2,35	1,88	2,51
8	140	1,77	5,28	0,335				1,42	1,14	1,52
9	136	1,68	4,98	0,337				1,34	1,07	1,43
10	139	1,74	5,20	0,335			27,00	1,40	1,12	1,50
11	129	1,53	4,48	0,343				1,21	0,97	1,29
12	112	1,21	3,38	0,358				0,91	0,73	0,97
13	77	0,66	1,60	0,413				0,43	0,34	0,46
14	Promedio:			0,35	26,00	20,80	27,80			
15	Volumen/parcela:							15,84	12,68	16,94
16	Volumen/ha:							978,07	782,46	1045,78
17	IMA m3/ha/año:							29,64	23,71	31,69
18	Nº árboles/ha:								802	
19	% de supervivencia:								72,23	
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										

CAP: circunferencia altura del pecho Vol.: volumen Apar. : aparente IMA: incremento medio anual

"EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE 10 FAMILIAS DE *Pinus patula* SCHIEDE EX SCHLTDL. ET CHAM PROCEDENTES DE ZIMBABWE (ÁFRICA), ESTABLECIDAS EN LA GRANJA PORCÓN - CAJAMARCA"

CUARTEL : VII BLOQUE: I PARCELA: 32 ÁREA: 1,76 ha
 FECHA DE PLANTACION: 5 abril 1988 ESPECIE: *Pinus patula*
 ÁREA DE PARCELA DE EVALUACION: 450 m2 EDAD: 33 años FECHA EVALUACIÓN: septiembre 2021
 EVALUADOR: Julio Vilca Aquino

Nº planta	CAP a 1,30 m	Vol. Real (m3)	Vol. Apar. (m3)	Factor forma (f f)	Alturas			Volumen total (m3)	Volumen comerc.(m3)	Volumen domin.(m3)
					Total	Comerc.	Domin.			
1	99	0,99	2,64	0,373	25,00	19,40		0,81	0,65	0,84
2	138	1,72	5,13	0,336			29,00	1,58	1,26	1,64
3	79	0,69	1,68	0,409				0,52	0,41	0,54
4	118	1,32	3,75	0,352			27,50	1,16	0,92	1,20
5	60	0,45	0,97	0,467				0,30	0,24	0,31
6	97	0,95	2,53	0,376				0,78	0,62	0,81
7	107	1,12	3,08	0,363				0,95	0,76	0,99
8	122	1,40	4,01	0,348			27,40	1,24	0,98	1,28
9	114	1,24	3,50	0,356	27,00	22,00	27,00	1,08	0,86	1,12
10	53	0,38	0,76	0,501				0,23	0,19	0,24
11	117	1,30	3,69	0,353	29,00	23,00	29,00	1,14	0,90	1,18
12	95	0,92	2,43	0,379				0,75	0,60	0,78
13	77	0,66	1,60	0,413				0,49	0,39	0,51
14	Promedio:			0,387	27,00	21,47	27,98			
15	Volumen/parcela:							11,03	8,77	11,43
16	Volumen/ha:							681,13	541,54	705,85
17	IMA m3/ha/año:							20,64	16,41	21,39
18	Nº árboles/ha:								802	
19	% de supervivencia:								72,23	
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										

CAP: circunferencia altura del pecho Vol.: volumen Apar. : aparente IMA: incremento medio anual

"EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE 10 FAMILIAS DE *Pinus patula* SCHIEDE EX SCHLTDL. ET CHAM PROCEDENTES DE ZIMBABWE (ÁFRICA), ESTABLECIDAS EN LA GRANJA PORCÓN - CAJAMARCA"

CUARTEL : VII BLOQUE: I PARCELA: 209 ÁREA: 1,76 ha
 FECHA DE PLANTACION: 5 abril 1988 ESPECIE: *Pinus patula*
 ÁREA DE PARCELA DE EVALUACION: 450 m2 EDAD: 33 años FECHA EVALUACIÓN: septiembre 2021
 EVALUADOR: Julio Vilca Aquino

Nº planta	CAP a 1,30 m	Vol. Real (m3)	Vol. Apar. (m3)	Factor forma (f f)	Alturas			Volumen total (m3)	Volumen comerc.(m3)	Volumen domin.(m3)
					Total	Comerc.	Domin.			
1	113	1,23	3,44	0,357			1,20	1,00	1,22	
2	137	1,70	5,05	0,337	34,50	29,00	1,77	1,47	1,79	
3	66	0,52	1,17	0,444			0,41	0,34	0,41	
4	99	0,99	2,64	0,373			0,92	0,77	0,93	
5	97	0,95	2,53	0,376	32,00	26,40	0,89	0,74	0,90	
6	117	1,30	3,69	0,353			1,29	1,07	1,30	
7	112	1,21	3,38	0,358			1,18	0,98	1,19	
8	126	1,47	4,27	0,345			1,49	1,24	1,51	
9	144	1,85	5,58	0,332			1,95	1,62	1,97	
10	128	1,51	4,41	0,343			1,54	1,28	1,56	
11	149	1,97	5,98	0,329			2,09	1,74	2,11	
12	98	0,97	2,59	0,375			0,90	0,75	0,91	
13	111	1,19	3,32	0,359	32,00	26,40	1,16	0,96	1,17	
14	Promedio:			0,360	32,83	27,27	33,20			
15	Volumen/parcela:						16,80	13,95	16,98	
16	Volumen/ha:						1036,76	860,98	1048,33	
17	IMA m3/ha/año:						31,42	26,09	31,77	
18	Nº árboles/ha:								802	
19	% de supervivencia:								72,23	
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										

CAP: circunferencia altura del pecho Vol.: volumen Apar. : aparente IMA: incremento medio anual

"EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE 10 FAMILIAS DE *Pinus patula* SCHIEDE EX SCHLTDL. ET CHAM PROCEDENTES DE ZIMBABWE (ÁFRICA), ESTABLECIDAS EN LA GRANJA PORCÓN - CAJAMARCA"

CUARTEL : VII BLOQUE: I PARCELA: 17 ÁREA: 1,76 ha
 FECHA DE PLANTACION: 5 abril 1988 ESPECIE: *Pinus patula*
 ÁREA DE PARCELA DE EVALUACION: 450 m2 EDAD: 33 años FECHA EVALUACIÓN: septiembre 2021
 EVALUADOR: Julio Vilca Aquino

Nº planta	CAP a 1,30 m	Vol. Real (m3)	Vol. Apar. (m3)	Factor forma (f f)	Alturas			Volumen total (m3)	Volumen comerc.(m3)	Volumen domin.(m3)
					Total	Comerc.	Domin.			
1	109	1,15	3,20	0,361			31,50	1,06	0,86	1,12
2	97	0,95	2,53	0,376				0,84	0,68	0,89
3	90	0,84	2,18	0,387				0,72	0,59	0,77
4	95	0,92	2,43	0,379				0,81	0,65	0,85
5	128	1,51	4,41	0,343			33,50	1,46	1,18	1,55
6	108	1,14	3,14	0,362				1,04	0,84	1,10
7	89	0,83	2,13	0,389				0,71	0,57	0,75
8	126	1,47	4,27	0,345			33,50	1,42	1,15	1,50
9	91	0,86	2,23	0,385	28,00	22,40		0,74	0,60	0,78
10	104	1,07	2,91	0,367				0,97	0,78	1,02
11	114	1,24	3,50	0,356	31,00	25,00	31,00	1,16	0,94	1,23
12	103	1,05	2,86	0,368				0,95	0,77	1,00
13	126	1,47	4,27	0,345	33,00	27,00	33,00	1,42	1,15	1,50
14	109	1,15	3,20	0,361				1,06	0,86	1,12
15	106	1,10	3,03	0,364				1,00	0,81	1,06
16	Promedio:			0,366	30,67	24,80	32,50			
17	Volumen/parcela:							15,36	12,42	16,28
18	Volumen/ha:							948,21	766,82	1004,90
19	IMA m3/ha/año:							28,73	23,24	30,45
20	Nº árboles/ha:						926			
21	% de supervivencia:						83,34			
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										

CAP: circunferencia altura del pecho Vol.: volumen Apar. : aparente IMA: incremento medio anual

"EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE 10 FAMILIAS DE *Pinus patula* SCHIEDE EX SCHLTDL. ET CHAM PROCEDENTES DE ZIMBABWE (ÁFRICA), ESTABLECIDAS EN LA GRANJA PORCÓN - CAJAMARCA"

CUARTEL : VII BLOQUE: I PARCELA: 20 ÁREA: 1,76 ha
 FECHA DE PLANTACION: 5 abril 1988 ESPECIE: *Pinus patula*
 ÁREA DE PARCELA DE EVALUACION: 450 m2 EDAD: 33 años FECHA EVALUACIÓN: septiembre 2021
 EVALUADOR: Julio Vilca Aquino

Nº planta	CAP a 1,30 m	Vol. Real (m3)	Vol. Apar. (m3)	Factor forma (f f)	Alturas			Volumen total (m3)	Volumen comerc.(m3)	Volumen domin.(m3)
					Total	Comerc.	Domin.			
1	98	0,97	2,59	0,375	28,00	22,40		0,88	0,72	0,93
2	122	1,40	4,01	0,348			32,00	1,37	1,11	1,43
3	158	2,18	6,72	0,324			35,00	2,29	1,87	2,40
4	82	0,73	1,81	0,402				0,62	0,50	0,65
5	105	1,09	2,97	0,366				1,01	0,83	1,06
6	119	1,34	3,81	0,351			32,00	1,30	1,06	1,36
7	94	0,91	2,38	0,381				0,81	0,66	0,85
8	101	1,02	2,75	0,371				0,94	0,76	0,98
9	108	1,14	3,14	0,362				1,07	0,87	1,12
10	93	0,89	2,33	0,382				0,79	0,65	0,83
11	124	1,43	4,14	0,347	33,00	27,00	33,00	1,41	1,15	1,48
12	108	1,14	3,14	0,362				1,07	0,87	1,12
13	109	1,15	3,20	0,361				1,09	0,89	1,14
14	116	1,28	3,62	0,354				1,24	1,01	1,30
15	107	1,12	3,08	0,363				1,05	0,86	1,10
16	81	0,71	1,77	0,404				0,60	0,49	0,63
17	127	1,49	4,34	0,344	34,00	28,00	34,00	1,48	1,21	1,55
18	Promedio:			0,365	31,67	25,80	33,20			
19	Volumen/parcela:							19,04	15,51	19,96
20	Volumen/ha:							1175,40	957,64	1232,31
21	IMA m3/ha/año:							35,62	29,02	37,34
22	Nº árboles/ha:						1,049			
23	% de supervivencia:						94,45			
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										

CAP: circunferencia altura del pecho Vol.: volumen Apar. : aparente IMA: incremento medio anual

"EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE 10 FAMILIAS DE *Pinus patula* SCHIEDE EX SCHLTDL. ET CHAM PROCEDENTES DE ZIMBABWE (ÁFRICA), ESTABLECIDAS EN LA GRANJA PORCÓN - CAJAMARCA"

CUARTEL : VII BLOQUE: I PARCELA: 236 ÁREA: 1,76 ha
 FECHA DE PLANTACION: 5 abril 1988 ESPECIE: *Pinus patula*
 ÁREA DE PARCELA DE EVALUACION: 450 m2 EDAD: 33 años FECHA EVALUACIÓN: septiembre 2021
 EVALUADOR: Julio Vilca Aquino

Nº planta	CAP a 1,30 m	Vol. Real (m3)	Vol. Apar. (m3)	Factor forma (f f)	Alturas			Volumen total (m3)	Volumen comerc.(m3)	Volumen domin.(m3)
					Total	Comerc.	Domin.			
1	112	1,21	3,38	0,358				1,08	0,88	1,15
2	122	1,40	4,01	0,348				1,28	1,04	1,37
3	192	3,08	9,93	0,311			34,00	3,17	2,58	3,38
4	132	1,60	4,69	0,340			33,00	1,50	1,22	1,60
5	193	3,11	10,03	0,310			35,00	3,20	2,61	3,42
6	131	1,58	4,62	0,341				1,48	1,20	1,58
7	139	1,74	5,20	0,335	33,00	27,00	33,00	1,66	1,35	1,77
8	90	0,84	2,18	0,387	28,00	22,40		0,70	0,57	0,74
9	132	1,60	4,69	0,340	34,00	28,00	34,00	1,50	1,22	1,60
10	Promedio:			0,341	31,67	25,80	33,80			
11	Volumen/parcela:							15,56	12,68	16,61
12	Volumen/ha:							960,75	782,76	1025,48
13	IMA m3/ha/año:							29,11	23,72	31,08
14	Nº árboles/ha:						556			
15	% de supervivencia:						50,01			
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										

CAP: circunferencia altura del pecho Vol.: volumen Apar. : aparente IMA: incremento medio anual

"EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE 10 FAMILIAS DE *Pinus patula* SCHIEDE EX SCHLTDL. ET CHAM PROCEDENTES DE ZIMBABWE (ÁFRICA), ESTABLECIDAS EN LA GRANJA PORCÓN - CAJAMARCA"

CUARTEL : VII BLOQUE: I PARCELA: 225 ÁREA: 1,76 ha
 FECHA DE PLANTACION: 5 abril 1988 ESPECIE: *Pinus patula*
 ÁREA DE PARCELA DE EVALUACION: 450 m2 EDAD: 33 años FECHA EVALUACIÓN: septiembre 2021
 EVALUADOR: Julio Vilca Aquino

Nº planta	CAP a 1,30 m	Vol. Real (m3)	Vol. Apar. (m3)	Factor forma (f f)	Alturas			Volumen total (m3)	Volumen comerc.(m3)	Volumen domin.(m3)
					Total	Comerc.	Domin.			
1	100	1,00	2,69	0,372				0,76	0,58	0,82
2	110	1,17	3,26	0,360			27,00	0,91	0,71	1,00
3	77	0,66	1,60	0,413	24,00	18,40		0,45	0,35	0,49
4	101	1,02	2,75	0,371				0,77	0,59	0,84
5	82	0,73	1,81	0,402				0,51	0,39	0,55
6	71	0,58	1,36	0,429				0,38	0,29	0,41
7	102	1,03	2,80	0,369				0,79	0,61	0,86
8	107	1,12	3,08	0,363			28,00	0,87	0,67	0,94
9	70	0,57	1,32	0,432				0,37	0,29	0,40
10	94	0,91	2,38	0,381	25,00	19,40		0,67	0,51	0,73
11	105	1,09	2,97	0,366				0,83	0,64	0,91
12	109	1,15	3,20	0,361	26,00	20,00	26,00	0,90	0,69	0,98
13	129	1,53	4,48	0,343			28,00	1,26	0,97	1,37
14	100	1,00	2,69	0,372				0,76	0,58	0,82
15	92	0,87	2,28	0,384				0,64	0,49	0,70
16	108	1,14	3,14	0,362			27,00	0,88	0,68	0,96
17	Promedio:			0,380	25,00	19,27	27,20			
18	Volumen/parcela:							11,74	9,05	12,77
19	Volumen/ha:							724,65	558,46	788,41
20	IMA m3/ha/año:							21,96	16,92	23,89
21	Nº árboles/ha:						988			
22	% de supervivencia:						88,90			
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										

CAP: circunferencia altura del pecho Vol.; volumen Apar. : aparente IMA: incremento medio anual

"EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE 10 FAMILIAS DE *Pinus patula* SCHIEDE EX SCHLTDL. ET CHAM PROCEDENTES DE ZIMBABWE (ÁFRICA), ESTABLECIDAS EN LA GRANJA PORCÓN - CAJAMARCA"

CUARTEL : VII BLOQUE: II PARCELA: 464 ÁREA: 1,76 ha
 FECHA DE PLANTACION: 5 abril 1988 ESPECIE: *Pinus patula*
 ÁREA DE PARCELA DE EVALUACION: 450 m2 EDAD: 33 años FECHA EVALUACIÓN: septiembre 2021
 EVALUADOR: Julio Vilca Aquino

Nº planta	CAP a 1,30 m	Vol. Real (m3)	Vol. Apar. (m3)	Factor forma (f f)	Alturas			Volumen total (m3)	Volumen comerc.(m3)	Volumen domin.(m3)
					Total	Comerc.	Domin.			
1	111	1,19	3,32	0,359				1,08	0,88	1,18
2	143	1,83	5,51	0,333			34,00	1,79	1,46	1,95
3	136	1,68	4,98	0,337				1,62	1,32	1,77
4	145	1,88	5,66	0,332			35,00	1,84	1,50	2,01
5	192	3,08	9,93	0,311			35,00	3,22	2,63	3,52
6	92	0,87	2,28	0,384	26,00	20,40		0,74	0,60	0,81
7	118	1,32	3,75	0,352				1,22	0,99	1,33
8	150	1,99	6,06	0,329	34,00	28,00	34,00	1,97	1,60	2,15
9	123	1,42	4,07	0,347				1,32	1,08	1,45
10	133	1,62	4,76	0,340				1,55	1,26	1,69
11	111	1,19	3,32	0,359				1,08	0,88	1,18
12	108	1,14	3,14	0,362				1,02	0,83	1,11
13	92	0,87	2,28	0,384				0,74	0,60	0,81
14	113	1,23	3,44	0,357				1,12	0,91	1,22
15	166	2,38	7,42	0,321	35,00	29,00	35,00	2,41	1,96	2,63
16	Promedio:			0,347	31,67	25,80	34,60			
17	Volumen/parcela:							22,71	18,50	24,81
18	Volumen/ha:							1401,74	1142,05	1531,58
19	IMA m3/ha/año:							42,48	34,61	46,41
20	Nº árboles/ha:							926		
21	% de supervivencia:							83,34		
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										

CAP: circunferencia altura del pecho Vol.: volumen Apar. : aparente IMA: incremento medio anual

"EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE 10 FAMILIAS DE *Pinus patula* SCHIEDE EX SCHLTDL. ET CHAM PROCEDENTES DE ZIMBABWE (ÁFRICA), ESTABLECIDAS EN LA GRANJA PORCÓN - CAJAMARCA"

CUARTEL : VII BLOQUE: II PARCELA: 450 ÁREA: 1,76 ha
 FECHA DE PLANTACION: 5 abril 1988 ESPECIE: *Pinus patula*
 ÁREA DE PARCELA DE EVALUACION: 450 m2 EDAD: 33 años FECHA EVALUACIÓN: septiembre 2021
 EVALUADOR: Julio Vilca Aquino

Nº planta	CAP a 1,30 m	Vol. Real (m3)	Vol. Apar. (m3)	Factor forma (f f)	Alturas			Volumen total (m3)	Volumen comerc.(m3)	Volumen domin.(m3)
					Total	Comerc.	Domin.			
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										

CAP: circunferencia altura del pecho Vol.: volumen Apar. : aparente IMA: incremento medio anual

"EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE 10 FAMILIAS DE *Pinus patula* SCHIEDE EX SCHLTDL. ET CHAM PROCEDENTES DE ZIMBABWE (ÁFRICA), ESTABLECIDAS EN LA GRANJA PORCÓN - CAJAMARCA"

CUARTEL : VII BLOQUE: II PARCELA: 133 ÁREA: 1,76 ha
 FECHA DE PLANTACION: 5 abril 1988 ESPECIE: *Pinus patula*
 ÁREA DE PARCELA DE EVALUACION: 450 m2 EDAD: 33 años FECHA EVALUACIÓN: septiembre 2021
 EVALUADOR: Julio Vilca Aquino

Nº planta	CAP a 1,30 m	Vol. Real (m3)	Vol. Apar. (m3)	Factor forma (f f)	Alturas			Volumen total (m3)	Volumen comerc.(m3)	Volumen domin.(m3)
					Total	Comerc.	Domin.			
1	155	2,11	6,47	0,326			35,00	2,08	1,67	2,26
2	108	1,14	3,14	0,362				1,01	0,81	1,10
3	153	2,06	6,30	0,327			31,00	2,03	1,63	2,20
4	95	0,92	2,43	0,379				0,78	0,63	0,85
5	121	1,38	3,94	0,349				1,27	1,02	1,38
6	84	0,76	1,90	0,398	25,00	19,40		0,61	0,49	0,66
7	109	1,15	3,20	0,361				1,03	0,83	1,12
8	133	1,62	4,76	0,340			32,00	1,53	1,23	1,66
9	159	2,20	6,81	0,324	33,00	27,00	33,00	2,19	1,76	2,38
10	100	1,00	2,69	0,372				0,87	0,70	0,94
11	103	1,05	2,86	0,368				0,92	0,74	1,00
12	82	0,73	1,81	0,402				0,58	0,47	0,63
13	75	0,63	1,51	0,418				0,49	0,39	0,53
14	127	1,49	4,34	0,344	32,00	26,00	32,00	1,40	1,12	1,52
15	107	1,12	3,08	0,363				0,99	0,80	1,08
16	Promedio:			0,362	30,00	24,13	32,60			
17	Volumen/parcela:							17,75	14,28	19,29
18	Volumen/ha:							1095,77	881,49	1190,74
19	IMA m3/ha/año:							33,21	26,71	36,08
20	Nº árboles/ha:							926		
21	% de supervivencia:							83,34		
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										

CAP: circunferencia altura del pecho Vol.: volumen Apar. : aparente IMA: incremento medio anual

"EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE 10 FAMILIAS DE *Pinus patula* SCHIEDE EX SCHLTDL. ET CHAM PROCEDENTES DE ZIMBABWE (ÁFRICA), ESTABLECIDAS EN LA GRANJA PORCÓN - CAJAMARCA"

CUARTEL : VII BLOQUE: II PARCELA: 20 ÁREA: 1,76 ha
 FECHA DE PLANTACION: 5 abril 1988 ESPECIE: *Pinus patula*
 ÁREA DE PARCELA DE EVALUACION: 450 m2 EDAD: 33 años FECHA EVALUACIÓN: septiembre 2021
 EVALUADOR: Julio Vilca Aquino

Nº planta	CAP a 1,30 m	Vol. Real (m3)	Vol. Apar. (m3)	Factor forma (f f)	Alturas			Volumen total (m3)	Volumen comerc.(m3)	Volumen domin.(m3)
					Total	Comerc.	Domin.			
1	133	1,62	4,76	0,340	34,00	29,00	34,00	1,58	1,30	1,69
2	128	1,51	4,41	0,343				1,46	1,21	1,56
3	139	1,74	5,20	0,335			35,00	1,73	1,42	1,84
4	116	1,28	3,62	0,354				1,20	0,99	1,28
5	95	0,92	2,43	0,379	26,00	20,40		0,81	0,67	0,86
6	118	1,32	3,75	0,352				1,24	1,03	1,33
7	137	1,70	5,05	0,337			34,00	1,68	1,38	1,79
8	103	1,05	2,86	0,368				0,95	0,78	1,01
9	91	0,86	2,23	0,385				0,74	0,61	0,79
10	101	1,02	2,75	0,371				0,91	0,75	0,97
11	109	1,15	3,20	0,361				1,06	0,88	1,13
12	102	1,03	2,80	0,369				0,93	0,77	0,99
13	166	2,38	7,42	0,321	35,00	29,00	35,00	2,46	2,03	2,63
14	122	1,40	4,01	0,348			31,00	1,33	1,10	1,42
15	Promedio:			0,355	31,67	26,13	33,80			
16	Volumen/parcela:							18,09	14,93	19,30
17	Volumen/ha:							1116,40	921,32	1191,60
18	IMA m3/ha/año:							33,83	27,92	36,11
19	Nº árboles/ha:						864			
20	% de supervivencia:						77,79			
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										

CAP: circunferencia altura del pecho Vol.: volumen Apar. : aparente IMA: incremento medio anual

"EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE 10 FAMILIAS DE *Pinus patula* SCHIEDE EX SCHLTDL. ET CHAM PROCEDENTES DE ZIMBABWE (ÁFRICA), ESTABLECIDAS EN LA GRANJA PORCÓN - CAJAMARCA"

CUARTEL : VII BLOQUE: II PARCELA: 209 ÁREA: 1,76 ha
 FECHA DE PLANTACION: 5 abril 1988 ESPECIE: *Pinus patula*
 ÁREA DE PARCELA DE EVALUACION: 450 m2 EDAD: 33 años FECHA EVALUACIÓN: septiembre 2021
 EVALUADOR: Julio Vilca Aquino

Nº planta	CAP a 1,30 m	Vol. Real (m3)	Vol. Apar. (m3)	Factor forma (f f)	Alturas			Volumen total (m3)	Volumen comerc.(m3)	Volumen domin.(m3)
					Total	Comerc.	Domin.			
1	98	0,97	2,59	0,375				0,80	0,64	0,83
2	106	1,10	3,03	0,364				0,94	0,75	0,98
3	64	0,50	1,10	0,451				0,34	0,27	0,36
4	72	0,59	1,40	0,426				0,43	0,35	0,45
5	108	1,14	3,14	0,362				0,97	0,78	1,01
6	101	1,02	2,75	0,371				0,85	0,68	0,89
7	125	1,45	4,21	0,346	32,00	26,00	32,00	1,30	1,04	1,36
8	108	1,14	3,14	0,362				0,97	0,78	1,01
9	112	1,21	3,38	0,358	27,00	22,00	27,00	1,05	0,84	1,09
10	73	0,61	1,43	0,423				0,44	0,36	0,46
11	86	0,78	1,99	0,394	24,00	18,40		0,62	0,49	0,64
12	89	0,83	2,13	0,389				0,66	0,53	0,69
13	105	1,09	2,97	0,366				0,92	0,74	0,96
14	111	1,19	3,32	0,359			27,00	1,03	0,82	1,07
15	123	1,42	4,07	0,347			27,00	1,26	1,01	1,31
16	144	1,85	5,58	0,332			31,00	1,73	1,38	1,80
17	72	0,59	1,40	0,426				0,43	0,35	0,45
18	100	1,00	2,69	0,372				0,83	0,67	0,87
19	Promedio:			0,379	27,67	22,13	28,80			
20	Volumen/parcela:							15,60	12,48	16,24
21	Volumen/ha:							962,99	770,39	1002,44
22	IMA m3/ha/año:							29,18	23,35	30,38
23	Nº árboles/ha:						1,111			
24	% de supervivencia:						100,01			
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										

CAP: circunferencia altura del pecho Vol.: volumen Apar. : aparente IMA: incremento medio anual

"EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE 10 FAMILIAS DE *Pinus patula* SCHIEDE EX SCHLTDL. ET CHAM PROCEDENTES DE ZIMBABWE (ÁFRICA), ESTABLECIDAS EN LA GRANJA PORCÓN - CAJAMARCA"

CUARTEL : VII BLOQUE: II PARCELA: 225 ÁREA: 1,76 ha
 FECHA DE PLANTACION: 5 abril 1988 ESPECIE: *Pinus patula*
 ÁREA DE PARCELA DE EVALUACION: 450 m2 EDAD: 33 años FECHA EVALUACIÓN: septiembre 2021
 EVALUADOR: Julio Vilca Aquino

Nº planta	CAP a 1,30 m	Vol. Real (m3)	Vol. Apar. (m3)	Factor forma (f f)	Alturas			Volumen total (m3)	Volumen comerc.(m3)	Volumen domin.(m3)
					Total	Comerc.	Domin.			
1	140	1,77	5,28	0,335	35,50	30,00	35,50	1,88	1,56	1,95
2	103	1,05	2,86	0,368				1,02	0,84	1,06
3	102	1,03	2,80	0,369				1,00	0,83	1,04
4	89	0,83	2,13	0,389				0,76	0,63	0,79
5	99	0,99	2,64	0,373				0,94	0,78	0,98
6	133	1,62	4,76	0,340	35,00	29,00	35,00	1,69	1,40	1,76
7	101	1,02	2,75	0,371				0,98	0,81	1,02
8	98	0,97	2,59	0,375				0,92	0,76	0,96
9	77	0,66	1,60	0,413				0,57	0,47	0,59
10	135	1,66	4,91	0,338			35,00	1,75	1,45	1,82
11	132	1,60	4,69	0,340			34,00	1,67	1,38	1,74
12	123	1,42	4,07	0,347				1,45	1,20	1,51
13	95	0,92	2,43	0,379	29,00	23,40		0,86	0,72	0,90
14	110	1,17	3,26	0,360				1,16	0,96	1,21
15	101	1,02	2,75	0,371				0,98	0,81	1,02
16	135	1,66	4,91	0,338			33,00	1,75	1,45	1,82
17	Promedio:			0,363	33,17	27,47	34,50			
18	Volumen/parcela:							19,36	16,03	20,14
19	Volumen/ha:							1195,14	989,74	1243,18
20	IMA m3/ha/año:							36,22	29,99	37,67
21	Nº árboles/ha:						988			
22	% de supervivencia:						88,90			
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										

CAP: circunferencia altura del pecho Vol.: volumen Apar. : aparente IMA: incremento medio anual

"EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE 10 FAMILIAS DE *Pinus patula* SCHIEDE EX SCHLTDL. ET CHAM PROCEDENTES DE ZIMBABWE (ÁFRICA), ESTABLECIDAS EN LA GRANJA PORCÓN - CAJAMARCA"

CUARTEL : VII BLOQUE: II PARCELA: 236 ÁREA: 1,76 ha
 FECHA DE PLANTACION: 5 abril 1988 ESPECIE: *Pinus patula*
 ÁREA DE PARCELA DE EVALUACION: 450 m2 EDAD: 33 años FECHA EVALUACIÓN: septiembre 2021
 EVALUADOR: Julio Vilca Aquino

Nº planta	CAP a 1,30 m	Vol. Real (m3)	Vol. Apar. (m3)	Factor forma (f f)	Alturas			Volumen total (m3)	Volumen comerc.(m3)	Volumen domin.(m3)
					Total	Comerc.	Domin.			
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										

CAP: circunferencia altura del pecho Vol.: volumen Apar. : aparente IMA: incremento medio anual

"EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE 10 FAMILIAS DE *Pinus patula* SCHIEDE EX SCHLTDL. ET CHAM PROCEDENTES DE ZIMBABWE (ÁFRICA), ESTABLECIDAS EN LA GRANJA PORCÓN - CAJAMARCA"

CUARTEL : VII BLOQUE: II PARCELA: 17 ÁREA: 1,76 ha
 FECHA DE PLANTACION: 5 abril 1988 ESPECIE: *Pinus patula*
 ÁREA DE PARCELA DE EVALUACION: 450 m2 EDAD: 33 años FECHA EVALUACIÓN: septiembre 2021
 EVALUADOR: Julio Vilca Aquino

Nº planta	CAP a 1,30 m	Vol. Real (m3)	Vol. Apar. (m3)	Factor forma (f f)	Alturas			Volumen total (m3)	Volumen comerc.(m3)	Volumen domin.(m3)
					Total	Comerc.	Domin.			
1	105	1,09	2,97	0,366				1,03	0,83	1,09
2	115	1,26	3,56	0,355	34,00	28,00	34,00	1,23	0,99	1,31
3	102	1,03	2,80	0,369				0,97	0,78	1,03
4	109	1,15	3,20	0,361				1,11	0,89	1,17
5	90	0,84	2,18	0,387				0,75	0,61	0,80
6	131	1,58	4,62	0,341			35,00	1,60	1,28	1,69
7	120	1,36	3,88	0,350			33,00	1,34	1,08	1,42
8	80	0,70	1,72	0,406	29,00	22,40		0,60	0,48	0,63
9	105	1,09	2,97	0,366				1,03	0,83	1,09
10	90	0,84	2,18	0,387				0,75	0,61	0,80
11	120	1,36	3,88	0,350			34,00	1,34	1,08	1,42
12	105	1,09	2,97	0,366				1,03	0,83	1,09
13	112	1,21	3,38	0,358	32,00	26,00	32,00	1,17	0,94	1,24
14	88	0,81	2,08	0,391				0,72	0,58	0,76
15	106	1,10	3,03	0,364				1,05	0,84	1,11
16	88	0,81	2,08	0,391				0,72	0,58	0,76
17	Promedio:			0,369	31,67	25,47	33,60			
18	Volumen/parcela:							16,42	13,20	17,42
19	Volumen/ha:							1013,45	815,03	1075,32
20	IMA m3/ha/año:							30,71	24,70	32,59
21	Nº árboles/ha:						988			
22	% de supervivencia:						88,90			
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										

CAP: circunferencia altura del pecho Vol.: volumen Apar. : aparente IMA: incremento medio anual

"EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE 10 FAMILIAS DE *Pinus patula* SCHIEDE EX SCHLTDL. ET CHAM PROCEDENTES DE ZIMBABWE (ÁFRICA), ESTABLECIDAS EN LA GRANJA PORCÓN - CAJAMARCA"

CUARTEL : VII BLOQUE: II PARCELA: 32 ÁREA: 1,76 ha
 FECHA DE PLANTACION: 5 abril 1988 ESPECIE: *Pinus patula*
 ÁREA DE PARCELA DE EVALUACION: 450 m2 EDAD: 33 años FECHA EVALUACIÓN: septiembre 2021
 EVALUADOR: Julio Vilca Aquino

Nº planta	CAP a 1,30 m	Vol. Real (m3)	Vol. Apar. (m3)	Factor forma (f f)	Alturas			Volumen total (m3)	Volumen comerc.(m3)	Volumen domin.(m3)
					Total	Comerc.	Domin.			
1	127	1,49	4,34	0,344			34,00	1,57	1,30	1,63
2	124	1,43	4,14	0,347			34,00	1,50	1,24	1,55
3	117	1,30	3,69	0,353				1,34	1,10	1,38
4	106	1,10	3,03	0,364				1,10	0,90	1,13
5	96	0,94	2,48	0,378	30,00	24,40		0,90	0,74	0,93
6	116	1,28	3,62	0,354				1,31	1,08	1,36
7	95	0,92	2,43	0,379				0,88	0,73	0,91
8	130	1,55	4,55	0,342	35,00	29,00	35,00	1,65	1,36	1,70
9	130	1,55	4,55	0,342	35,00	29,00	35,00	1,65	1,36	1,70
10	92	0,87	2,28	0,384				0,83	0,68	0,85
11	62	0,47	1,03	0,459				0,38	0,31	0,39
12	78	0,67	1,64	0,411				0,59	0,49	0,61
13	127	1,49	4,34	0,344			34,00	1,57	1,30	1,63
14	119	1,34	3,81	0,351				1,38	1,14	1,43
15	89	0,83	2,13	0,389				0,77	0,64	0,80
16	122	1,40	4,01	0,348				1,45	1,20	1,50
17	Promedio:			0,368	33,33	27,47	34,40			
18	Volumen/parcela:							18,88	15,56	19,49
19	Volumen/ha:							1165,67	960,51	1202,97
20	IMA m3/ha/año:							35,32	29,11	36,45
21	Nº árboles/ha:							988		
22	% de supervivencia:							88,90		
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										

CAP: circunferencia altura del pecho Vol.: volumen Apar. : aparente IMA: incremento medio anual

"EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE 10 FAMILIAS DE *Pinus patula* SCHIEDE EX SCHLTDL. ET CHAM PROCEDENTES DE ZIMBABWE (ÁFRICA), ESTABLECIDAS EN LA GRANJA PORCÓN - CAJAMARCA"

CUARTEL : VII BLOQUE: II PARCELA: 466 ÁREA: 1,76 ha
 FECHA DE PLANTACION: 5 abril 1988 ESPECIE: *Pinus patula*
 ÁREA DE PARCELA DE EVALUACION: 450 m2 EDAD: 33 años FECHA EVALUACIÓN: septiembre 2021
 EVALUADOR: Julio Vilca Aquino

Nº planta	CAP a 1,30 m	Vol. Real (m3)	Vol. Apar. (m3)	Factor forma (f f)	Alturas			Volumen total (m3)	Volumen comerc.(m3)	Volumen domin.(m3)
					Total	Comerc.	Domin.			
1	110	1,17	3,26	0,360				1,11	0,89	1,18
2	159	2,20	6,81	0,324			34,00	2,31	1,87	2,46
3	142	1,81	5,43	0,333	35,00	29,00	35,00	1,84	1,49	1,96
4	103	1,05	2,86	0,368				0,97	0,78	1,03
5	94	0,91	2,38	0,381				0,81	0,65	0,86
6	86	0,78	1,99	0,394				0,68	0,55	0,72
7	100	1,00	2,69	0,372				0,91	0,74	0,97
8	137	1,70	5,05	0,337	33,00	27,00	33,00	1,71	1,39	1,82
9	144	1,85	5,58	0,332			35,00	1,89	1,53	2,02
10	91	0,86	2,23	0,385	29,00	22,40		0,76	0,61	0,80
11	117	1,30	3,69	0,353				1,25	1,01	1,33
12	169	2,46	7,69	0,319			35,00	2,61	2,11	2,78
13	Promedio:			0,355	32,33	26,13	34,40			
14	Volumen/parcela:						16,85	13,62	17,92	
15	Volumen/ha:						1039,84	840,45	1106,31	
16	IMA m3/ha/año:						31,51	25,47	33,52	
17	Nº árboles/ha:								741	
18	% de supervivencia:								66,67	
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										

CAP: circunferencia altura del pecho Vol,: volumen Apar, : aparente IMA: incremento medio anual

"EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE 10 FAMILIAS DE *Pinus patula* SCHIEDE EX SCHLTDL. ET CHAM PROCEDENTES DE ZIMBABWE (ÁFRICA), ESTABLECIDAS EN LA GRANJA PORCÓN - CAJAMARCA"

CUARTEL : VII BLOQUE: III PARCELA: 225 ÁREA: 1,76 ha
 FECHA DE PLANTACION: 5 abril 1988 ESPECIE: *Pinus patula*
 ÁREA DE PARCELA DE EVALUACION: 450 m2 EDAD: 33 años FECHA EVALUACIÓN: septiembre 2021
 EVALUADOR: Julio Vilca Aquino

Nº planta	CAP a 1,30 m	Vol. Real (m3)	Vol. Apar. (m3)	Factor forma (f f)	Alturas			Volumen total (m3)	Volumen comerc.(m3)	Volumen domin.(m3)
					Total	Comerc.	Domin.			
1	141	1,79	5,35	0,334	32,00	26,00	32,00	1,71	1,38	1,81
2	140	1,77	5,28	0,335	32,00	26,00	32,00	1,69	1,36	1,79
3	159	2,20	6,81	0,324			33,00	2,18	1,76	2,30
4	129	1,53	4,48	0,343			31,00	1,43	1,16	1,52
5	95	0,92	2,43	0,379				0,78	0,63	0,82
6	120	1,36	3,88	0,350				1,24	1,00	1,31
7	122	1,40	4,01	0,348				1,28	1,03	1,36
8	96	0,94	2,48	0,378	27,00	21,40		0,79	0,64	0,84
9	73	0,61	1,43	0,423				0,46	0,37	0,49
10	89	0,83	2,13	0,389				0,68	0,55	0,72
11	160	2,23	6,89	0,323			32,40	2,21	1,78	2,33
12	Promedio:			0,357	30,33	24,47	32,08			
13	Volumen/parcela:							14,46	11,66	15,29
14	Volumen/ha:							892,47	719,86	943,86
15	IMA m3/ha/año:							27,04	21,81	28,60
16	Nº árboles/ha:						679			
17	% de supervivencia:						61,12			
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										

CAP: circunferencia altura del pecho Vol.: volumen Apar. : aparente IMA: incremento medio anual

"EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE 10 FAMILIAS DE *Pinus patula* SCHIEDE EX SCHLTDL. ET CHAM PROCEDENTES DE ZIMBABWE (ÁFRICA), ESTABLECIDAS EN LA GRANJA PORCÓN - CAJAMARCA"

CUARTEL : VII BLOQUE: III PARCELA: 236 ÁREA: 1,76 ha
 FECHA DE PLANTACION: 5 abril 1988 ESPECIE: *Pinus patula*
 ÁREA DE PARCELA DE EVALUACION: 450 m2 EDAD: 33 años FECHA EVALUACIÓN: septiembre 2021
 EVALUADOR: Julio Vilca Aquino

Nº planta	CAP a 1,30 m	Vol. Real (m3)	Vol. Apar. (m3)	Factor forma (f f)	Alturas			Volumen total (m3)	Volumen comerc.(m3)	Volumen domin.(m3)
					Total	Comerc.	Domin.			
1	158	2,18	6,72	0,324	32,00	26,00	32,00	2,14	1,74	2,20
2	187	2,94	9,41	0,312	34,00	28,00	34,00	3,00	2,44	3,08
3	106	1,10	3,03	0,364			31,00	0,96	0,78	0,99
4	104	1,07	2,91	0,367	28,00	22,40		0,93	0,75	0,95
5	141	1,79	5,35	0,334			33,00	1,70	1,38	1,75
6	111	1,19	3,32	0,359			31,00	1,06	0,86	1,08
7	Promedio:			0,344	31,33	25,47	32,20			
8	Volumen/parcela:							9,78	7,95	10,05
9	Volumen/ha:							603,88	490,82	620,59
10	IMA m3/ha/año:							18,30	14,87	18,81
11	Nº árboles/ha:								370	
12	% de supervivencia:								33,34	
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										

CAP: circunferencia altura del pecho Vol.: volumen Apar. : aparente IMA: incremento medio anual

"EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE 10 FAMILIAS DE *Pinus patula* SCHIEDE EX SCHLTDL. ET CHAM PROCEDENTES DE ZIMBABWE (ÁFRICA), ESTABLECIDAS EN LA GRANJA PORCÓN - CAJAMARCA"

CUARTEL : VII BLOQUE: III PARCELA: 450 ÁREA: 1,76 ha
 FECHA DE PLANTACION: 5 abril 1988 ESPECIE: *Pinus patula*
 ÁREA DE PARCELA DE EVALUACION: 450 m2 EDAD: 33 años FECHA EVALUACIÓN: septiembre 2021
 EVALUADOR: Julio Vilca Aquino

Nº planta	CAP a 1,30 m	Vol. Real (m3)	Vol. Apar. (m3)	Factor forma (f f)	Alturas			Volumen total (m3)	Volumen comerc.(m3)	Volumen domin.(m3)
					Total	Comerc.	Domin.			
1	102	1,03	2,80	0,369				0,90	0,75	0,96
2	140	1,77	5,28	0,335			32,00	1,70	1,41	1,81
3	139	1,74	5,20	0,335			32,00	1,67	1,39	1,78
4	102	1,03	2,80	0,369				0,90	0,75	0,96
5	119	1,34	3,81	0,351				1,23	1,02	1,31
6	145	1,88	5,66	0,332	33,00	27,00	33,00	1,82	1,51	1,94
7	105	1,09	2,97	0,366				0,96	0,79	1,02
8	88	0,81	2,08	0,391	27,00	23,40		0,67	0,56	0,71
9	136	1,68	4,98	0,337	31,00	25,00	31,00	1,60	1,33	1,71
10	96	0,94	2,48	0,378				0,80	0,66	0,85
11	149	1,97	5,98	0,329			33,50	1,92	1,59	2,05
12	100	1,00	2,69	0,372				0,87	0,72	0,92
13	108	1,14	3,14	0,362				1,01	0,84	1,08
14	81	0,71	1,77	0,404				0,57	0,47	0,61
15	109	1,15	3,20	0,361				1,03	0,85	1,10
16	123	1,42	4,07	0,347				1,31	1,09	1,40
17	109	1,15	3,20	0,361				1,03	0,85	1,10
18	110	1,17	3,26	0,360				1,05	0,87	1,12
19	Promedio:			0,359	30,33	25,13	32,30			
20	Volumen/parcela:							21,04	17,43	22,40
21	Volumen/ha:							1298,79	1076,14	1382,99
22	IMA m3/ha/año:							39,36	32,61	41,91
23	Nº árboles/ha:						1,111			
24	% de supervivencia:						100,01			
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										

CAP: circunferencia altura del pecho Vol.: volumen Apar. : aparente IMA: incremento medio anual

"EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE 10 FAMILIAS DE *Pinus patula* SCHIEDE EX SCHLTDL. ET CHAM PROCEDENTES DE ZIMBABWE (ÁFRICA), ESTABLECIDAS EN LA GRANJA PORCÓN - CAJAMARCA"

CUARTEL : VII BLOQUE: III PARCELA: 464 ÁREA: 1,76 ha
 FECHA DE PLANTACION: 5 abril 1988 ESPECIE: *Pinus patula*
 ÁREA DE PARCELA DE EVALUACION: 450 m2 EDAD: 33 años FECHA EVALUACIÓN: septiembre 2021
 EVALUADOR: Julio Vilca Aquino

Nº planta	CAP a 1,30 m	Vol. Real (m3)	Vol. Apar. (m3)	Factor forma (f f)	Alturas			Volumen total (m3)	Volumen comerc.(m3)	Volumen domin.(m3)
					Total	Comerc.	Domin.			
1	118	1,32	3,75	0,352				1,20	1,01	1,31
2	136	1,68	4,98	0,337	31,00	27,00	34,00	1,60	1,34	1,74
3	182	2,80	8,92	0,314	35,00	29,00	36,00	2,86	2,39	3,12
4	107	1,12	3,08	0,363				0,99	0,83	1,08
5	167	2,40	7,51	0,320			35,00	2,41	2,01	2,63
6	138	1,72	5,13	0,336			34,00	1,64	1,38	1,80
7	103	1,05	2,86	0,368	30,00	24,40		0,91	0,77	1,00
8	132	1,60	4,69	0,340				1,50	1,26	1,64
9	125	1,45	4,21	0,346				1,35	1,13	1,47
10	198	3,26	10,56	0,309			36,00	3,38	2,83	3,70
11	Promedio:			0,339	32,00	26,80	35,00			
12	Volumen/parcela:							17,83	14,93	19,50
13	Volumen/ha:							1100,79	921,91	1203,99
14	IMA m3/ha/año:							33,36	27,94	36,48
15	Nº árboles/ha:						617			
16	% de supervivencia:						55,56			
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										

CAP: circunferencia altura del pecho Vol.: volumen Apar. : aparente IMA: incremento medio anual

"EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE 10 FAMILIAS DE *Pinus patula* SCHIEDE EX SCHLTDL. ET CHAM PROCEDENTES DE ZIMBABWE (ÁFRICA), ESTABLECIDAS EN LA GRANJA PORCÓN - CAJAMARCA"

CUARTEL : VII BLOQUE: III PARCELA: 133 ÁREA: 1,76 ha
 FECHA DE PLANTACION: 5 abril 1988 ESPECIE: *Pinus patula*
 ÁREA DE PARCELA DE EVALUACION: 450 m2 EDAD: 33 años FECHA EVALUACIÓN: septiembre 2021
 EVALUADOR: Julio Vilca Aquino

Nº planta	CAP a 1,30 m	Vol. Real (m3)	Vol. Apar. (m3)	Factor forma (f f)	Alturas			Volumen total (m3)	Volumen comerc.(m3)	Volumen domin.(m3)
					Total	Comerc.	Domin.			
1	87	0,80	2,04	0,392	27,00	21,40		0,63	0,50	0,65
2	131	1,58	4,62	0,341				1,42	1,14	1,47
3	123	1,42	4,07	0,347				1,25	1,00	1,30
4	126	1,47	4,27	0,345				1,31	1,05	1,36
5	109	1,15	3,20	0,361				0,98	0,79	1,02
6	108	1,14	3,14	0,362				0,96	0,77	1,00
7	105	1,09	2,97	0,366				0,91	0,73	0,95
8	174	2,59	8,15	0,317	32,00	26,00	32,00	2,50	2,01	2,60
9	140	1,77	5,28	0,335	30,00	24,00	30,00	1,62	1,30	1,68
10	115	1,26	3,56	0,355				1,09	0,88	1,13
11	101	1,02	2,75	0,371				0,84	0,68	0,88
12	102	1,03	2,80	0,369				0,86	0,69	0,89
13	160	2,23	6,89	0,323			31,00	2,12	1,70	2,20
14	139	1,74	5,20	0,335			31,00	1,60	1,28	1,66
15	127	1,49	4,34	0,344				1,33	1,07	1,38
16	138	1,72	5,13	0,336			30,00	1,57	1,26	1,63
17	Promedio:			0,350	29,67	23,80	30,80			
18	Volumen/parcela:							21,00	16,85	21,81
19	Volumen/ha:							1296,48	1040,10	1346,01
20	IMA m3/ha/año:							39,29	31,52	40,79
21	Nº árboles/ha:						988			
22	% de supervivencia:						88,90			
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										

CAP: circunferencia altura del pecho Vol.: volumen Apar. : aparente IMA: incremento medio anual

"EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE 10 FAMILIAS DE *Pinus patula* SCHIEDE EX SCHLTDL. ET CHAM PROCEDENTES DE ZIMBABWE (ÁFRICA), ESTABLECIDAS EN LA GRANJA PORCÓN - CAJAMARCA"

CUARTEL : VII BLOQUE: III PARCELA: 17 ÁREA: 1,76 ha
 FECHA DE PLANTACION: 5 abril 1988 ESPECIE: *Pinus patula*
 ÁREA DE PARCELA DE EVALUACION: 450 m2 EDAD: 33 años FECHA EVALUACIÓN: septiembre 2021
 EVALUADOR: Julio Vilca Aquino

Nº planta	CAP a 1,30 m	Vol. Real (m3)	Vol. Apar. (m3)	Factor forma (f f)	Alturas			Volumen total (m3)	Volumen comerc.(m3)	Volumen domin.(m3)
					Total	Comerc.	Domin.			
1	124	1,43	4,14	0,347	33,00	27,00	33,00	1,42	1,19	1,55
2	123	1,42	4,07	0,347				1,40	1,18	1,52
3	143	1,83	5,51	0,333	35,00	29,00	35,00	1,89	1,59	2,06
4	83	0,74	1,85	0,400				0,64	0,54	0,69
5	83	0,74	1,85	0,400	29,00	25,40		0,64	0,54	0,69
6	149	1,97	5,98	0,329			36,00	2,05	1,72	2,24
7	96	0,94	2,48	0,378				0,85	0,72	0,93
8	106	1,10	3,03	0,364				1,04	0,87	1,13
9	145	1,88	5,66	0,332			36,00	1,95	1,63	2,12
10	86	0,78	1,99	0,394				0,68	0,57	0,75
11	145	1,88	5,66	0,332			36,00	1,95	1,63	2,12
12	Promedio:			0,360	32,33	27,13	35,20			
13	Volumen/parcela:							14,51	12,18	15,80
14	Volumen/ha:							895,97	751,88	975,41
15	IMA m3/ha/año:							27,15	22,78	29,56
16	Nº árboles/ha:						679			
17	% de supervivencia:						61,12			
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										

CAP: circunferencia altura del pecho Vol.: volumen Apar. : aparente IMA: incremento medio anual

"EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE 10 FAMILIAS DE *Pinus patula* SCHIEDE EX SCHLTDL. ET CHAM PROCEDENTES DE ZIMBABWE (ÁFRICA), ESTABLECIDAS EN LA GRANJA PORCÓN - CAJAMARCA"

CUARTEL : VII BLOQUE: III PARCELA: 20 ÁREA: 1,76 ha
 FECHA DE PLANTACION: 5 abril 1988 ESPECIE: *Pinus patula*
 ÁREA DE PARCELA DE EVALUACION: 450 m2 EDAD: 33 años FECHA EVALUACIÓN: septiembre 2021
 EVALUADOR: Julio Vilca Aquino

Nº planta	CAP a 1,30 m	Vol. Real (m3)	Vol. Apar. (m3)	Factor forma (f f)	Alturas			Volumen total (m3)	Volumen comerc.(m3)	Volumen domin.(m3)
					Total	Comerc.	Domin.			
1	112	1,21	3,38	0,358				1,12	0,94	1,18
2	97	0,95	2,53	0,376				0,84	0,70	0,88
3	155	2,11	6,47	0,326	34,00	28,00	34,00	2,15	1,80	2,25
4	118	1,32	3,75	0,352				1,24	1,04	1,30
5	150	1,99	6,06	0,329			33,00	2,01	1,68	2,11
6	155	2,11	6,47	0,326			34,00	2,15	1,80	2,25
7	93	0,89	2,33	0,382	29,00	25,40		0,77	0,65	0,81
8	155	2,11	6,47	0,326			33,75	2,15	1,80	2,25
9	79	0,69	1,68	0,409				0,56	0,47	0,58
10	115	1,26	3,56	0,355				1,18	0,99	1,24
11	134	1,64	4,83	0,339				1,60	1,34	1,68
12	140	1,77	5,28	0,335	33,00	27,00	33,00	1,75	1,47	1,84
13	122	1,40	4,01	0,348				1,33	1,11	1,39
14	Promedio:			0,351	32,00	26,80	33,55			
15	Volumen/parcela:							18,85	15,79	19,77
16	Volumen/ha:							1163,70	974,60	1220,07
17	IMA m3/ha/año:							35,26	29,53	36,97
18	Nº árboles/ha:								802	
19	% de supervivencia:								72,23	
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										

CAP: circunferencia altura del pecho Vol.: volumen Apar. : aparente IMA: incremento medio anual

"EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE 10 FAMILIAS DE *Pinus patula* SCHIEDE EX SCHLTDL. ET CHAM PROCEDENTES DE ZIMBABWE (ÁFRICA), ESTABLECIDAS EN LA GRANJA PORCÓN - CAJAMARCA"

CUARTEL : VII BLOQUE: III PARCELA: 466 ÁREA: 1,76 ha
 FECHA DE PLANTACION: 5 abril 1988 ESPECIE: *Pinus patula*
 ÁREA DE PARCELA DE EVALUACION: 450 m2 EDAD: 33 años FECHA EVALUACIÓN: septiembre 2021
 EVALUADOR: Julio Vilca Aquino

Nº planta	CAP a 1,30 m	Vol. Real (m3)	Vol. Apar. (m3)	Factor forma (f f)	Alturas			Volumen total (m3)	Volumen comerc.(m3)	Volumen domin.(m3)
					Total	Comerc.	Domin.			
1	111	1,19	3,32	0,359				1,11	0,93	1,20
2	126	1,47	4,27	0,345	33,00	27,00	33,00	1,43	1,20	1,55
3	102	1,03	2,80	0,369				0,94	0,78	1,01
4	103	1,05	2,86	0,368				0,96	0,80	1,03
5	125	1,45	4,21	0,346	33,00	27,00	33,00	1,41	1,18	1,52
6	70	0,57	1,32	0,432				0,44	0,37	0,48
7	137	1,70	5,05	0,337			34,00	1,70	1,41	1,83
8	112	1,21	3,38	0,358				1,13	0,95	1,22
9	98	0,97	2,59	0,375	28,00	24,40		0,87	0,72	0,94
10	113	1,23	3,44	0,357				1,15	0,96	1,24
11	147	1,92	5,82	0,330			35,00	1,95	1,63	2,11
12	73	0,61	1,43	0,423				0,48	0,40	0,52
13	133	1,62	4,76	0,340				1,60	1,33	1,72
14	108	1,14	3,14	0,362				1,05	0,88	1,14
15	143	1,83	5,51	0,333			34,00	1,85	1,54	1,99
16	Promedio:			0,362	31,33	26,13	33,80			
17	Volumen/parcela:							18,08	15,08	19,51
18	Volumen/ha:							1116,19	930,95	1204,06
19	IMA m3/ha/año:							33,82	28,21	36,49
20	Nº árboles/ha:								926	
21	% de supervivencia:								83,34	
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										

CAP: circunferencia altura del pecho Vol.: volumen Apar. : aparente IMA: incremento medio anual

"EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE 10 FAMILIAS DE *Pinus patula* SCHIEDE EX SCHLTDL. ET CHAM PROCEDENTES DE ZIMBABWE (ÁFRICA), ESTABLECIDAS EN LA GRANJA PORCÓN - CAJAMARCA"

CUARTEL : VII BLOQUE: III PARCELA: 32 ÁREA: 1,76 ha
 FECHA DE PLANTACION: 5 abril 1988 ESPECIE: *Pinus patula*
 ÁREA DE PARCELA DE EVALUACION: 450 m2 EDAD: 33 años FECHA EVALUACIÓN: septiembre 2021
 EVALUADOR: Julio Vilca Aquino

Nº planta	CAP a 1,30 m	Vol. Real (m3)	Vol. Apar. (m3)	Factor forma (f f)	Alturas			Volumen total (m3)	Volumen comerc.(m3)	Volumen domin.(m3)
					Total	Comerc.	Domin.			
1	123	1,42	4,07	0,347	29,00	23,00	29,00	1,26	0,99	1,35
2	133	1,62	4,76	0,340			30,00	1,47	1,16	1,58
3	106	1,10	3,03	0,364				0,93	0,74	1,00
4	69	0,56	1,28	0,435				0,40	0,31	0,42
5	143	1,83	5,51	0,333			31,00	1,70	1,34	1,83
6	88	0,81	2,08	0,391	26,00	20,40		0,64	0,51	0,69
7	85	0,77	1,95	0,396				0,60	0,48	0,64
8	99	0,99	2,64	0,373				0,82	0,64	0,87
9	143	1,83	5,51	0,333			31,25	1,70	1,34	1,83
10	122	1,40	4,01	0,348	29,00	23,00	29,00	1,24	0,98	1,33
11	73	0,61	1,43	0,423				0,44	0,35	0,48
12	108	1,14	3,14	0,362				0,97	0,77	1,04
13	78	0,67	1,64	0,411				0,51	0,40	0,54
14	103	1,05	2,86	0,368				0,88	0,70	0,95
15	Promedio:			0,373	28,00	22,13	30,05			
16	Volumen/parcela:							13,56	10,72	14,55
17	Volumen/ha:							837,15	661,75	898,44
18	IMA m3/ha/año:							25,37	20,05	27,23
19	Nº árboles/ha:								864	
20	% de supervivencia:								77,79	
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										

CAP: circunferencia altura del pecho Vol.: volumen Apar. : aparente IMA: incremento medio anual

"EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE 10 FAMILIAS DE *Pinus patula* SCHIEDE EX SCHLTDL. ET CHAM PROCEDENTES DE ZIMBABWE (ÁFRICA), ESTABLECIDAS EN LA GRANJA PORCÓN - CAJAMARCA"

CUARTEL : VII BLOQUE: III PARCELA: 209 ÁREA: 1,76 ha
 FECHA DE PLANTACION: 5 abril 1988 ESPECIE: *Pinus patula*
 ÁREA DE PARCELA DE EVALUACION: 450 m2 EDAD: 33 años FECHA EVALUACIÓN: septiembre 2021
 EVALUADOR: Julio Vilca Aquino

Nº planta	CAP a 1,30 m	Vol. Real (m3)	Vol. Apar. (m3)	Factor forma (f f)	Alturas			Volumen total (m3)	Volumen comerc.(m3)	Volumen domin.(m3)
					Total	Comerc.	Domin.			
1	105	1,09	2,97	0,366				0,84	0,66	0,75
2	133	1,62	4,76	0,340			28,00	1,34	1,06	1,21
3	150	1,99	6,06	0,329	29,25	24,00	29,25	1,71	1,35	1,54
4	96	0,94	2,48	0,378				0,70	0,55	0,63
5	93	0,89	2,33	0,382	25,00	19,40		0,66	0,52	0,59
6	83	0,74	1,85	0,400				0,52	0,41	0,47
7	84	0,76	1,90	0,398				0,54	0,42	0,48
8	118	1,32	3,75	0,352				1,06	0,84	0,95
9	119	1,34	3,81	0,351			6,00	1,08	0,85	0,97
10	95	0,92	2,43	0,379				0,69	0,54	0,62
11	97	0,95	2,53	0,376				0,72	0,56	0,64
12	87	0,80	2,04	0,392	24,00	18,40		0,58	0,45	0,52
13	127	1,49	4,34	0,344			27,00	1,23	0,97	1,10
14	100	1,00	2,69	0,372				0,76	0,60	0,68
15	117	1,30	3,69	0,353				1,04	0,82	0,94
16	103	1,05	2,86	0,368				0,81	0,64	0,73
17	125	1,45	4,21	0,346			27,00	1,19	0,94	1,07
18	Promedio:			0,366	26,08	20,60	23,45			
19	Volumen/parcela:						15,45	12,20	13,89	
20	Volumen/ha:						953,47	753,02	857,21	
21	IMA m3/ha/año:						28,89	22,82	25,98	
22	Nº árboles/ha:						1,049			
23	% de supervivencia:						94,45			
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										

CAP: circunferencia altura del pecho Vol.: volumen Apar. : aparente IMA: incremento medio anual

Anexo 2: Cálculos de cubicación de madera rolliza (m³)

1. Estimación del volumen de madera rolliza (m³) por árbol de la parcela.

a) Volumen real:

$$\begin{aligned}\text{Vol real} &= 0,7854 * ((D + d)/2)^2 * h \\ &= 0,7854 * (136 \text{ cm}/3,1416)/100 + 0,07 \text{ m})^2 * 33,83 \text{ m} = 1,68 \text{ m}^3.\end{aligned}$$

b) Volumen aparente:

$$\begin{aligned}\text{Vol apar.} &= 0,7854 * (D)^2 * h \\ &= 0,7854 * (136 \text{ cm}/3,1416)/100)^2 + 0,07 \text{ m})^2 * 33,83 \text{ m} = 4,98 \text{ m}^3.\end{aligned}$$

c) Factor de forma:

$$\begin{aligned}\text{ff} &= \text{Vol real} / \text{Vol apar.} \\ &= 1,68 \text{ m}^3 / 4,98 \text{ m}^3 = 0,337\end{aligned}$$

d) Volumen total:

$$\begin{aligned}\text{Vol total} &= 0,0796 (\text{CAP})^2 * h * \text{ff} \\ &= 0,0796 (1,36 \text{ m})^2 * 33,83 \text{ m} * 0,353 = 1,76 \text{ m}^3.\end{aligned}$$

e) Volumen comercial:

$$\begin{aligned}\text{Vol comercial} &= 0,0796 (\text{CAP})^2 * h * \text{ff} \\ &= 0,0796 (1,36 \text{ m})^2 * 28,10 \text{ m} * 0,353 = 1,46 \text{ m}^3.\end{aligned}$$

f) Volumen dominante:

$$\begin{aligned}\text{Vol comercial} &= 0,0796 (\text{CAP})^2 * h * \text{ff} \\ &= 0,0796 (1,36 \text{ m})^2 * 34,50 \text{ m} * 0,353 = 1,79 \text{ m}^3.\end{aligned}$$

2. Estimación del volumen de madera rolliza (m³) por hectárea.

g) Volumen total por hectárea:

$$\text{Vol total ha}^{-1} = 10,000 \text{ m}^2 * 20,59 \text{ m}^3 / 162 \text{ m}^2 = 1270,67 \text{ m}^3.$$

h) Volumen comercial por hectárea:

$$\text{Vol comercial ha}^{-1} = 10,000 \text{ m}^2 * 17,10 \text{ m}^3 / 162 \text{ m}^2 = 1055,34 \text{ m}^3.$$

i) Volumen dominante por hectárea:

$$\text{Vol dominante ha}^{-1} = 10,000 \text{ m}^2 * 20,99 \text{ m}^3 / 162 \text{ m}^2 = 1295,71 \text{ m}^3.$$

3. Estimación del incremento medio anual (IMA) de madera rolliza (m³) por hectárea por año.

j) Incremento medio anual de volumen total por hectárea por año:

$$\text{IMA vol total} = 1270,67 \text{ m}^3/33 \text{ años} = 38,51 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}/\text{año}.$$

k) Incremento medio anual de volumen comercial por hectárea por año:

$$\text{IMA vol comercial} = 1055,34 \text{ m}^3/33 \text{ años} = 31,98 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}/\text{año}.$$

l) Incremento medio anual de volumen dominante por hectárea por año:

$$\text{IMA vol dominante} = 1295,71 \text{ m}^3/33 \text{ años} = 39,26 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}/\text{año}.$$

4. Número de árboles por hectárea:

$$\text{N}^\circ \text{ árboles ha}^{-1} = 10,000 \text{ m}^2 * 14 \text{ árboles/parcela} / 162 \text{ m}^2 = 864 \text{ árboles ha}^{-1}.$$

5. Porcentaje de supervivencia por hectárea:

$$\% \text{ supervivencia ha}^{-1} = 864 \text{ árboles ha}^{-1} / 1111 \text{ árboles ha}^{-1} = 77,79\%$$

Anexo 3: Panel Fotográfico

Actividades realizadas durante la evaluación del experimento



Figura 01: Identificación de la parcela por un hito de cemento



Figura 02: Delimitación de la parcela con cinta roja y amarilla



Figura 03: Midiendo CAP a 1.30 m por árbol y por parcela



Figura 04: Midiendo CAP a media altura del árbol por parcela



Figura 05: Midiendo alturas del árbol con Clinometro de Suunto



Figura 06: Vista Panorámica del experimento en Porcón