

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

*Facultad de Ciencias Forestales*



**Evaluación de los ensayos de  
Introducción de especies forestales y  
de Mejoramiento genético en el  
Departamento de Cajamarca**

*Tesis para optar el Título de*  
**INGENIERO FORESTAL**

**Cinthia Elizabeth Silva Herrera**

Lima – Perú  
2012

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para calificar la sustentación del Trabajo de Tesis, presentado por la ex-alumna de la Facultad de Ciencias Forestales, Bach. CINTHIA ELIZABETH SILVA HERRERA, intitulado “EVALUACIÓN DE LOS ENSAYOS DE INTRODUCCIÓN DE ESPECIES FORESTALES Y DE MEJORAMIENTO GENÉTICO, EN EL DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA”.

Oídas las respuestas a las observaciones formuladas, lo declaramos:

.....

con el calificativo de .....

En consecuencia queda en condición de ser considerada APTA y recibir el título de INGENIERO FORESTAL.

La Molina, 13 de Agosto de 2010

.....  
Ing. Ignacio Lombardi  
Presidente

.....  
Dr. Gilberto Dominguez  
Miembro

.....  
Ms. Sc. Victor Barrena Arroyo  
Miembro

.....  
Ing. Fernando Bulnes Soriano  
Patrocinador

.....

## RESUMEN

La obtención de plantaciones forestales sostenibles y más rentables implica una selección cuidadosa de especies y procedencias, es así que la introducción de especies forestales se hizo necesaria, como punto inicial del **programa de mejoramiento genético** desarrollado por CICAFOR-ADEFOR, en la Región Cajamarca. Mejorar la productividad de las plantaciones, es el fin que engloba a todos los diferentes objetivos que puedan derivar de cada ensayo.

Se evaluó y complementó la información de 14 ensayos, que en conjunto cuentan con 26 especies y 47 procedencias en total, de las cuales: 15 especies provenientes de 33 procedencias son del género **Pinus**; 2 especies provenientes de 3 procedencias son del género **Cupressus** y 9 especies provenientes de 11 procedencias son del género **Eucalyptus**. (De los 14 ensayos evaluados, 6 son de introducción de especies forestales (IEF) y 8 de mejoramiento genético (6 de comportamiento de familias y 2 de selección masal).

**IEF**, se determinó que las mejores especies y procedencias son: **Ensayo 1:** *P.patula* (Nueva Zelanda), seguido por *P.radiata* (Cerro Porcón) y finalmente por *P.tenuifolia* (Guatemala). **Ensayo 2:** *E.viminalis* (Australia), seguido por *P.radiata* (Nueva Zelanda) y finalmente por *P.radiata* (España). **Ensayo 6:** *P.tenuifolia* (México), seguido por *P.radiata* (Nueva Zelanda) y finalmente por *P.tenuifolia* (Guatemala). **Ensayo 8:** *P.patula* (Nueva Zelanda) y *P.radiata* (Nueva Zelanda). **Ensayo 10:** *E.viminalis* (Australia) y *E.globulus* (Cajamarca). **Ensayo 12:** *P.patula* (Nueva Zelanda).

**Comportamiento de familias**, se determinó que las mejores familias (clones) son: **Ensayo 3:** La familia 23, seguida por la familia 464, y finalmente la familia 20, de la especie *P.patula*. **Ensayo 7:** La familia 450, seguida por la familia 17, seguida por la familia 20 y finalmente la familia 236, de la especie *P.patula*. **Ensayo 9:** La familia 101, seguida por la familia 162, y finalmente la familia 100, de la especie *P.taeda*. **Ensayo 11:** La familia 2, seguida por la familia 1, y finalmente la familia 7, de la especie *P.pseudostrobus*. **Ensayo 13:** La familia 197, seguida por la familia 1, seguida por la familia 195 y finalmente la familia 193, de la especie *P.pseudostrobus*. **Ensayo 14:** la familia 44, seguida por la familia 14 y finalmente la familia 17, de la especie *P.patula*. Todas las especies son procedentes de Zimbabue-África.

**Selección masal**, se determinó que los mejores individuos son: **Ensayo 4:** 9 árboles de *P.patula* (Tartar), 19 árboles de *P.patula* (Porcón), 23 árboles de *P.radiata* (Cochamarca) y 12 árboles de *P.pseudostrobus* (Porcón). **Ensayo 5:** 9 árboles de *P.patula* (Porcón), 3 árboles de *P.patula* (Cochamarca), 2 árboles de *P.radiata* (Cochamarca), 5 árboles de *P.pseudostrobus* (Cochamarca) y 15 árboles de *P.pseudostrobus* (Tartar).

# ÍNDICE

	Página
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>IV</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>V</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>VII</b>
<b>LISTA DE CUADROS</b> .....	<b>X</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>XI</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
2.1 INTRODUCCIÓN DE ESPECIES FORESTALES .....	3
2.1.1 <i>Nociones Básicas</i> .....	3
2.1.2 <i>Beneficios de la introducción de especies</i> .....	5
2.1.3 <i>Las especies exóticas como alternativa para la reforestación en la sierra y costa</i> .....	6
2.1.4 <i>Parámetros que deben evaluarse en los ensayos de introducción</i> .....	7
2.1.5 <i>Metodología aplicada en el programa de introducción de especies forestales en Cajamarca</i> .....	16
2.2 MEJORAMIENTO GENÉTICO .....	17
2.2.1 <i>Nociones Básicas</i> .....	17
2.2.2 <i>Bases genéticas para la selección de árboles</i> .....	18
2.2.3 <i>Definición, criterios e intensidad de la selección fenotípica o selección masal</i> .....	18
2.2.4 <i>Métodos de selección de árboles</i> .....	20
2.2.5 <i>Programa de mejoramiento genético de ADEFOR</i> .....	21
2.2.6 <i>Descripción de los ensayos de mejoramiento genético</i> .....	29
2.3 ANTECEDENTES .....	29
2.4 CONSIDERACIONES DE LAS PRINCIPALES ESPECIES EVALUADAS .....	31
2.4.1 <i>Género Pinus</i> .....	31
2.4.2 <i>Género Eucalyptus</i> .....	39
2.4.3 <i>Género Cupressus</i> .....	42
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>43</b>
3.1 ASPECTOS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	43
3.2 EQUIPOS Y MATERIALES.....	45
3.2.1 <i>Equipos e instrumentos de medición</i> .....	45
3.2.2 <i>Materiales</i> .....	45
3.3 METODOLOGÍA .....	45
3.3.1 <i>Fase de Planificación</i> .....	45
3.3.2 <i>Fase de campo</i> .....	46
3.3.3 <i>Fase de gabinete</i> .....	48
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIONES</b> .....	<b>50</b>
4.1 FASE DE PLANIFICACIÓN .....	50
4.1.1 <i>Selección de los arboretos</i> .....	50
4.1.2 <i>Selección de los ensayos</i> .....	68
4.2 FASE DE CAMPO.....	71
4.2.1 <i>Evaluación de los ensayos y registro de datos</i> .....	71
4.3 FASE DE GABINETE.....	72
4.3.1 <i>Procesamiento y Análisis de la información</i> .....	72
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	<b>120</b>
<b>6. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>122</b>

<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>124</b>
<b>ANEXO I .....</b>	<b>129</b>
GLOSARIO .....	129
<b>ANEXO II.....</b>	<b>130</b>
MAPA DE UBICACIÓN ARBORETO HUACATAZ.....	130
<b>ANEXO III.....</b>	<b>131</b>
MAPA DE UBICACIÓN ARBORETO PORCÓN .....	131
<b>ANEXO IV.....</b>	<b>132</b>
MAPA DE UBICACIÓN ARBORETO HUALANGA ALTA Y BAJA .....	132
<b>ANEXO V .....</b>	<b>133</b>
MAPA DE UBICACIÓN ARBORETO EL VERDE - CHOTA.....	133
<b>ANEXO VI.....</b>	<b>134</b>
MAPA DE UBICACIÓN ARBORETO LAMBIDERA BAJA .....	134
<b>ANEXO VII.....</b>	<b>135</b>
MAPA DE UBICACIÓN ARBORETO SANTA ROSA DE CHUMBIL .....	135
<b>ANEXO VIII.....</b>	<b>136</b>
MAPA DE UBICACIÓN ARBORETO YAMOBAMBA II.....	136
<b>ANEXO IX.....</b>	<b>137</b>
MAPA DE UBICACIÓN ARBORETO LA COLLPA - NAMORA.....	137
<b>ANEXO X.....</b>	<b>138</b>
MAPA DE UBICACIÓN ARBORETO QUEBRADA HONDA .....	138
<b>ANEXO XI.....</b>	<b>139</b>
ENSAYO 1 - PRIMERA FASE - IEF .....	139
<b>ANEXO XII.....</b>	<b>142</b>
ENSAYO 2 - SEGUNDA FASE - IEF .....	142
<b>ANEXO XIII.....</b>	<b>144</b>
ENSAYO 3 - COMPORTAMIENTO DE FAMILIAS - MG .....	144
<b>ANEXO XIV .....</b>	<b>147</b>
ENSAYO 4 - SELECCIÓN MASAL - MG .....	147
<b>ANEXO XV .....</b>	<b>156</b>
ENSAYO 5 - SELECCIÓN MASAL - MG .....	156
<b>ANEXO XVI.....</b>	<b>162</b>
ENSAYO 6 - PRIMERA FASE - IEF .....	162
<b>ANEXO XVII.....</b>	<b>165</b>
ENSAYO 7 - COMPORTAMIENTO DE FAMILIAS - MG .....	165
<b>ANEXO XVIII.....</b>	<b>168</b>
ENSAYO 8 - PRIMERA FASE - IEF.....	168

<b>ANEXO XIX</b> .....	<b>170</b>
ENSAYO 9 - COMPORTAMIENTO DE FAMILIAS - MG .....	170
<b>ANEXO XX</b> .....	<b>173</b>
ENSAYO 10 - TERCERA FASE - IEF.....	173
<b>ANEXO XXI</b> .....	<b>175</b>
ENSAYO 11 - COMPORTAMIENTO DE FAMILIAS - MG .....	175
<b>ANEXO XXII</b> .....	<b>178</b>
ENSAYO 12 - SEGUNDA FASE - IEF .....	178
<b>ANEXO XXIII</b> .....	<b>179</b>
ENSAYO 13 - COMPORTAMIENTO DE FAMILIAS - MG .....	179
<b>ANEXO XXIV</b> .....	<b>182</b>
ENSAYO 14 - COMPORTAMIENTO DE FAMILIAS - MG .....	182
<b>ANEXO XXV</b> .....	<b>185</b>
LISTA DE ESPECIES Y PROCEDENCIAS EVALUADAS .....	185
<b>ANEXO XXVI</b> .....	<b>187</b>
FORMATO DE EVALUACIÓN .....	187

## Lista de cuadros

	Página
<b>CUADRO 1</b>	CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS EN PENDIENTE SEGÚN SU CAPACIDAD DE USO .... 16
<b>CUADRO 2</b>	CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS POR LA PENDIENTE ..... 16
<b>CUADRO 3</b>	GANANCIAS ESPERADAS DE VARIAS CLASES DE HUERTOS SOBRE MATERIAL DE PLANTACIÓN COMERCIAL..... 24
<b>CUADRO 4</b>	CRECIMIENTO <i>PINUS PATULA</i> ..... 32
<b>CUADRO 5</b>	CRECIMIENTO <i>PINUS PSEUDOSTROBUS</i> ..... 34
<b>CUADRO 6</b>	CRECIMIENTO <i>PINUS RADIATA</i> ..... 36
<b>CUADRO 7</b>	CALIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS ..... 47
<b>CUADRO 8</b>	ENSAYOS DE INTRODUCCIÓN DE ESPECIES FORESTALES EVALUADOS ..... 69
<b>CUADRO 9</b>	ENSAYOS DE MEJORAMIENTO GENÉTICO EVALUADOS ..... 70
<b>CUADRO 10</b>	CALIFICACIÓN DE LA CALIDAD ..... 72
<b>CUADRO 11</b>	PRUEBA DE TUKEY - ENSAYO 6 ..... 75
<b>CUADRO 12</b>	PRUEBA DE TUKEY - ENSAYO 1 ..... 81
<b>CUADRO 13</b>	PRUEBA DE TUKEY - ENSAYO 12 ..... 83
<b>CUADRO 14</b>	PRUEBA DE TUKEY - ENSAYO 2 ..... 87
<b>CUADRO 15</b>	PRUEBA DE TUKEY - ENSAYO 8 ..... 90
<b>CUADRO 16</b>	PRUEBA DE TUKEY - ENSAYO 10 ..... 92
<b>CUADRO 17</b>	PRUEBA DE TUKEY - ENSAYO 3 ..... 95
<b>CUADRO 18</b>	PRUEBA DE TUKEY - ENSAYO 7 ..... 97
<b>CUADRO 19</b>	PRUEBA DE TUKEY - ENSAYO 9 ..... 100
<b>CUADRO 20</b>	PRUEBA DE TUKEY - ENSAYO 13 ..... 102
<b>CUADRO 21</b>	PRUEBA DE TUKEY - ENSAYO 14 ..... 104
<b>CUADRO 22</b>	PRUEBA DE TUKEY - ENSAYO 11 ..... 107
<b>CUADRO 23</b>	ARBORETOS EVALUADOS CON LAS ESPECIES SELECCIONADAS, PROCEDENCIAS Y RESULTADOS PARA LOS ENSAYOS DE IEF ..... 114
<b>CUADRO 24</b>	ARBORETOS EVALUADOS CON LAS FAMILIAS SELECCIONADAS Y RESULTADOS PARA LOS ENSAYOS DE COMPORTAMIENTO DE FAMILIAS - MG ..... 115
<b>CUADRO 25</b>	ARBORETOS EVALUADOS CON LOS ÁRBOLES SELECCIONADOS PARA CADA ESPECIE Y RESULTADOS PARA LOS ENSAYOS DE SELECCIÓN MASAL - MG ..... 116
<b>CUADRO 26</b>	RESUMEN DE LOS ARBORETOS EVALUADOS, CARACTERÍSTICAS GENERALES Y ESPECIES SELECCIONADAS ..... 117
<b>CUADRO 27</b>	RELACIÓN DE TODOS LOS ENSAYOS INSTALADOS EN LOS ARBORETOS EVALUADOS ..... 119

## Lista de figuras

Página

<b>FIGURA 1</b>	RELACIÓN ENTRE LA ALTITUD Y LA PRECIPITACIÓN Y LA TEMPERATURA PROMEDIO ANUAL EN CAJAMARCA (N=30).....	43
<b>FIGURA 2</b>	DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO (DAP) – ENSAYO 6.....	74
<b>FIGURA 3</b>	ALTURA TOTAL (HT) – ENSAYO 6.....	74
<b>FIGURA 4</b>	VOLUMEN (VOL) – ENSAYO 6.....	74
<b>FIGURA 5</b>	EJEMPLARES DE <i>EUCALYPTUS</i> SPP. ....	77
<b>FIGURA 6</b>	HETEROGENEIDAD ENTRE LAS ESPECIES .....	78
<b>FIGURA 7</b>	DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO (DAP) – ENSAYO 1.....	80
<b>FIGURA 8</b>	ALTURA TOTAL (HT) – ENSAYO 1.....	80
<b>FIGURA 9</b>	VOLUMEN (VOL) – ENSAYO 1.....	80
<b>FIGURA 10</b>	DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO (DAP) – ENSAYO 12.....	84
<b>FIGURA 11</b>	ALTURA TOTAL (HT) – ENSAYO 12.....	84
<b>FIGURA 12</b>	VOLUMEN (VOL) – ENSAYO 12.....	84
<b>FIGURA 13</b>	DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO (DAP) – ENSAYO 2.....	86
<b>FIGURA 14</b>	ALTURA TOTAL (HT) – ENSAYO 2.....	86
<b>FIGURA 15</b>	VOLUMEN (VOL) – ENSAYO 2.....	86
<b>FIGURA 16</b>	DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO (DAP) – ENSAYO 8.....	89
<b>FIGURA 17</b>	ALTURA TOTAL (HT) – ENSAYO 8.....	89
<b>FIGURA 18</b>	VOLUMEN (VOL) – ENSAYO 8.....	89
<b>FIGURA 19</b>	SEÑALIZACIÓN DE CEMENTO, QUE INDICA LAS DIRECCIONES EN QUE SE EXTIENDE EL ENSAYO, NÚMERO Y FECHA DE INSTALACIÓN. AL COSTADO SE INDICA LA ESPECIE Y PROCEDENCIA ABREVIADAS. ....	90
<b>FIGURA 20</b>	EJEMPLARES DE <i>PINUS RADIATA</i> (NUEVA ZELANDA) .....	91
<b>FIGURA 21</b>	DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO (DAP) – ENSAYO 10.....	93
<b>FIGURA 22</b>	ALTURA TOTAL (HT) – ENSAYO 10.....	93
<b>FIGURA 23</b>	VOLUMEN (VOL) – ENSAYO 10.....	93
<b>FIGURA 24</b>	DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO (DAP) – ENSAYO 3.....	95
<b>FIGURA 25</b>	ALTURA TOTAL (HT) – ENSAYO 3.....	96
<b>FIGURA 26</b>	VOLUMEN (VOL) – ENSAYO 3.....	96
<b>FIGURA 27</b>	DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO (DAP) – ENSAYO 7.....	98
<b>FIGURA 28</b>	ALTURA TOTAL (HT) – ENSAYO 7.....	98
<b>FIGURA 29</b>	VOLUMEN (VOL) – ENSAYO 7.....	98
<b>FIGURA 30</b>	HOMOGENEIDAD DEL ENSAYO 7, ESPECIE <i>P. PATULA</i> . ....	99
<b>FIGURA 31</b>	DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO (DAP) – ENSAYO 9.....	101
<b>FIGURA 32</b>	ALTURA TOTAL (HT) – ENSAYO 9.....	101
<b>FIGURA 33</b>	VOLUMEN (VOL) – ENSAYO 9.....	101
<b>FIGURA 34</b>	DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO (DAP) – ENSAYO 13.....	103
<b>FIGURA 35</b>	ALTURA TOTAL (HT) – ENSAYO 13.....	103
<b>FIGURA 36</b>	VOLUMEN (VOL) – ENSAYO 13.....	103
<b>FIGURA 37</b>	DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO (DAP) – ENSAYO 14.....	105
<b>FIGURA 38</b>	ALTURA TOTAL (HT) – ENSAYO 14.....	105
<b>FIGURA 39</b>	VOLUMEN (VOL) – ENSAYO 14.....	105
<b>FIGURA 40</b>	DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO (DAP) – ENSAYO 11.....	107

<b>FIGURA 41</b>	ALTURA TOTAL (HT) – ENSAYO 11 .....	107
<b>FIGURA 42</b>	VOLUMEN (VOL) – ENSAYO 11 .....	108
<b>FIGURA 43</b>	EJEMPLARES DE <i>PINUS PATULA</i> (TARTAR) .....	109
<b>FIGURA 44</b>	EJEMPLARES DE <i>PINUS RADIATA</i> (COCHAMARCA).....	110
<b>FIGURA 45</b>	EJEMPLARES DE <i>PINUS PATULA</i> (PORCÓN) .....	112

## ***1. INTRODUCCIÓN***

El gran potencial forestal (tierras) especialmente para la reforestación, que constituye, una de las mejores alternativas para el desarrollo regional y la creciente demanda de madera por parte de la población y la industria, llevó al Centro de Investigación y Capacitación Forestal (CICAFOR) a iniciar un programa de mejoramiento genético para las especies forestales mejor adaptadas a las condiciones ecológicas de la sierra norte del país, el que ha generado suficientes bases, las cuales deben tener un seguimiento para complementar los logros y mejoras alcanzadas en el tiempo.

La obtención de plantaciones forestales sostenibles y más rentables implica una selección cuidadosa de especies y procedencias, es así que la introducción de especies forestales exóticas se hizo necesaria, como punto de partida del programa de mejoramiento genético desarrollado, teniendo como principales objetivos, el aumento de la productividad y la mejora de aquellos factores que condicionan la calidad de lo producido. Como beneficios se pueden citar: la reducción de los costos de implantación (por mayor tasa de crecimiento inicial), de aprovechamiento y utilización industrial (por la mejor forma de los árboles), reducción del turno de corta, incremento de la productividad por unidad de superficie, diversificación en los usos de la madera, etc.

La finalidad de un programa de mejoramiento genético, es el establecimiento de plantaciones más estables y productivas, adaptadas a cada ambiente ecológico en particular, menos susceptibles a la eventual aparición de plagas y/o enfermedades y a variaciones en el tiempo (ciclos de alta y baja precipitación, periodos de frío intenso, etc.).

Esto lleva a considerar al mejoramiento genético forestal, como una herramienta operacional de uso corriente tal como las prácticas silviculturales.

El objetivo general de la presente investigación es contribuir con el programa de mejoramiento genético forestal de la sierra norte, al complementar las evaluaciones de los ensayos de introducción de especies forestales (IEF) y de mejoramiento genético, instalados en el departamento de Cajamarca, por CICAFOR-ADEFOR y determinar los mejores resultados para que contribuyan en la productividad de futuras plantaciones forestales. En tal sentido, plantea los siguientes objetivos específicos:

- Determinar las mejores especies y procedencias, para cada uno de los ensayos de IEF.
- Evaluar los ensayos de comportamiento para determinar las mejores familias (clones) de cada especie.
- Evaluar y determinar los mejores individuos, para cada ensayo de selección masal.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 INTRODUCCIÓN DE ESPECIES FORESTALES**

#### **2.1.1 NOCIONES BÁSICAS**

Las primeras introducciones forestales originadas en el siglo XVIII por naturalistas, fueron destinadas a enriquecer colecciones botánicas o a embellecer parques y jardines. Sin embargo, es recién en el siglo XIX con De Vilmorin que comenzó la introducción de árboles con fines propiamente forestales (Aguirre, 1979).

Este tipo de ensayos, tienen como objetivo proporcionar la información apropiada en cuanto especies o procedencias de árboles forestales originarios de otras partes del mundo (de latitudes y continentes diferentes) susceptibles a adaptarse, crecer y producir madera en las distintas condiciones ecológicas locales, en este caso, la sierra Norte del Perú. Como procedencia se entiende, al lugar donde se encuentra una plantación (población) artificial; específicamente se puede definir como un conjunto de individuos de la misma especie de esta población, del cual se hace la recolección de semillas para ser introducidas (Picard y Villar, 1982).

Estas acciones de introducción son llevadas a cabo por países que con demandas especiales de madera en cantidad o calidad, no cuentan entre sus especies nativas con aquellas que podrían satisfacer sus necesidades. Muchas veces, sus bosques naturales pueden tener un valor protector que sobrepasa su valor productivo, especialmente cuando se trata de regiones montañosas y con pendientes pronunciadas; haciéndose indispensable entonces la creación de bosques artificiales o plantaciones en gran escala, para satisfacer sus necesidades internas (Aguirre, 1979).

ONERN (1977) indica que, la introducción de especies ha sido guiada desde sus orígenes por el criterio práctico de conseguir las mayores utilidades de una zona de aptitud forestal, buscando para ello la mejor especie para cada lugar.

Hoy en día, después de muchos años de trabajo, este criterio, sigue reinando, al mismo tiempo que es mucho lo que se ha avanzado en la sistematización, normalización y metodología de los ensayos de introducción.

Los motivos que distinguen la introducción de especies son resumidos por la FAO (1969), en cuatro: Enriquecer la flora local, Obtener resistencia a las enfermedades u otros factores ambientales desfavorables, Explotar una rapidez de crecimiento superior y Obtener madera de calidad, explicados más a detalle a continuación.

*Enriquecer la flora local*, sabemos que la flora local de un determinado lugar, es el resultado de la interacción del clima, el tiempo y las comunidades biológicas, a través de una evolución natural hacia la comunidad clímax, y que al introducirse especies o procedencias nuevas, se está creando la posibilidad de nuevos cruzamientos e hibridaciones que pueden dar lugar a individuos de constitución genética a veces favorable, otras desfavorable, pero siempre diferentes, y que significan nuevas posibilidades para la flora local.

*Obtener resistencia a enfermedades o factores ambientales desfavorables*, se puede citar como ejemplo, la resistencia del alerce del Japón, *Larix leptolepis*, al chancro *Dasycrypha wilkommii* que causa daños al alerce de Europa, *Larix decidua*; las especies de Castanea del Japón y China resistentes a la enfermedad de la tinta del castaño europeo y a la *Endothia parasitica*; las plantaciones de *Picea sitchensis* resistentes a los vientos violentos en las llanuras del norte de Europa; el uso de ciertas especies de Acacias, Tamarix, y Eucalyptus en suelos salinos, calcáreos, o en lugares de escasas precipitaciones, prueban la importancia de los ensayos y la utilización de ciertas especies como exóticas.

En esta misma línea Jacobs analizando la riqueza forestal australiana señala que: “las especies sabaneras no tendrán mucha importancia en el comercio maderero australiano del futuro, pero pueden ser de gran interés, en otros lugares fuera de Australia, donde el eucalipto sea utilizado para repoblar zonas difíciles”.

*Explotar una rapidez de crecimiento superior*, está ligado a las crecientes demandas de madera y productos forestales por las diferentes industrias de pulpa, tableros, aserraderos, alcohol y otras; lográndose así introducir en la producción forestal un ritmo similar al de la producción industrial.

*Obtener madera de calidad*, ha sido uno de los objetivos que más ha impulsado las plantaciones de especies exóticas en el mundo entero. Así podemos citar la propagación de ciertas especies de pinos sureños, fuera del sur de los Estados Unidos, *Pinus elliottii* var. densa, *P. patula*, *P. oocarpa*, *P. strobus*; las plantaciones de *Tectona grandis* en África y América; los ensayos de los fresnos americanos *Fraxinus americana* y del nogal americano *Juglans nigra* en Europa. La

demanda industrial ha favorecido también las plantaciones forestales de *Pinus radiata* en Sudáfrica, Nueva Zelanda o Australia, las de *Populus* en Europa y las de *Eucalyptus* a lo largo del mundo (FAO 1969).

Podemos brevemente resumir esta corta reseña de los beneficios obtenidos a través de acciones de introducción de especies a nivel mundial afirmando que muchos países han visto incrementar su producción maderera, regular sus cuencas, controlar la erosión, mejorar sus ambientes y crear zonas recreacionales y turísticas, gracias al uso de especies forestales exóticas, adaptadas a lugares donde las especies nativas no prosperaban en forma suficientemente satisfactoria (Morales, 1973).

### 2.1.2 BENEFICIOS DE LA INTRODUCCIÓN DE ESPECIES

Los principales beneficios que podemos señalar de la introducción de especies forestales, son en primer lugar los que se derivan directamente de los productos mismos del bosque: madera, resinas, aceites, frutos, taninos....; en segundo lugar los beneficios indirectos, llamados así porque si bien muchas veces el bosque no se crea para conseguirlos, se convierten en la primera y mejor cosecha del mismo, especialmente cuando éste se encuentra en zonas de pendientes, o bajo condiciones de suelo limitantes para otros cultivos, como pueden ser, salinidad, calcáreo, suelos superficiales, anegamiento temporal, etc. (IICA, 1975).

La reforestación es el único procedimiento que el hombre tiene a su disposición para mejorar el suelo en forma económica. El bosque mejora la fertilidad del suelo incrementando la materia orgánica a base de hojarasca y ramas secas, mantiene el balance de nutrientes y evita su pérdida por arrastre superficial o por lavado; proporciona protección contra el impacto de la lluvia que ocasionaría su compactación y destrucción de la estructura. Fija el suelo en los sitios removidos o arenosos por acción del sistema radicular; aumenta la porosidad del suelo y su aeración y favorece la presencia de organismos animales beneficiosos (Abeele, 1996).

El bosque igualmente regula el movimiento del agua en las cuencas a través de fenómenos de intercepción del agua absorbida. Modifica también las características de los suelos de escurrimiento superficial y subterráneo, poder de infiltración y de retención (Aguirre, 1979).

El bosque aumenta la precipitación efectiva, mediante la captación de humedad por el follaje o "lluvia horizontal" y regula las descargas de agua en las épocas de lluvias (Aguirre, 1979).

En tercer lugar el bosque disminuye los vientos fuertes de alto poder erosivo y desecador contribuyendo a lograr mejores cosechas en los campos de cultivo protegidos por cortinas rompe vientos o masas boscosas (Aguirre, 1979).

Finalmente, el bosque favorece la conservación de las cadenas ecológicas al proporcionar alimento y guarida a numerosas especies de la fauna; crea zonas de esparcimiento y contribuye al mejoramiento del medio ambiente (Aguirre, 1979).

### 2.1.3 LAS ESPECIES EXÓTICAS COMO ALTERNATIVA PARA LA REFORESTACIÓN EN LA SIERRA Y COSTA

Abeele (1995) afirma que, el Perú afronta en la zona de sierra en especial, problemas de manejo de cuencas, control de erosión, pérdida de fertilidad del suelo y falta de productividad de grandes extensiones de tierra de aptitud forestal. Frente a esta situación, contamos con escasas especies de alto valor maderable y rápido crecimiento entre las nativas. Por otro lado los estudios realizados en cuestión de técnicas de reproducción, manejo, usos y calidad de la madera, aún son escasos, sin embargo se cuenta con una amplia experiencia de otros países en materia de forestación con diversos fines, con especies exóticas de los géneros Pinus y Eucalyptus, especialmente.

Ante estos dos hechos, se presenta como alternativa el trabajar con especies exóticas, sin abandonar por ello los estudios con las nativas. Las especies exóticas tiene sobre las nativas, muchos años de estudios, de selección y de mejoramiento. Indudablemente, las especies nativas pueden ser las más aclimatadas, pero no necesariamente las más productivas.

Entre las sugerencias de la FAO, para los programas de reforestación, se afirma: “cuando las masas naturales de un país son inadecuadas o las especies arbóreas indígenas, no son aptas por su lento crecimiento, falta de adaptación o baja calidad de los productos para satisfacer las necesidades de un país, se deben ensayar otras especies”, teniendo en cuenta que la especie elegida para su introducción cumpla dos condiciones, ser capaz de prosperar en el lugar de introducción y satisfacer una necesidad definida. Bajo estas consideraciones la introducción de especies se convierte en el método más rápido de mejora de la masa forestal de un país y de creación de riqueza forestal en los países que no cuenten con ella (Champion, 1965).

## 2.1.4 PARÁMETROS QUE DEBEN EVALUARSE EN LOS ENSAYOS DE INTRODUCCIÓN

Según IICA (1975), estos parámetros se pueden clasificar en tres grupos: factores de clima, factores edáficos y factores fisiográficos.

Es una práctica común el aceptar que en una primera etapa la supervivencia de las plántulas en ensayo dependen principalmente del clima y dado que no es fácil cambiarlo, ni preservar en forma económica las plantas de su influencia, debemos tomar la supervivencia como primera medida de la posible adaptación de una especie a los factores climáticos de un determinado lugar (IICA, 1975).

Superada esta primera etapa de resistencia a las condiciones climáticas, entran en juego los factores edáficos que influyen especialmente en el desarrollo y crecimiento de los individuos en ensayo. El tercer grupo de factores, los fisiográficos, actúan atenuando o haciendo más severos los otros dos grupos anteriores (IICA, 1975).

### A) FACTORES CLIMÁTICOS

El clima de una zona está formado por un conjunto de factores relacionados entre sí y que generalmente se mantienen constantes con pequeñas fluctuaciones a lo largo del tiempo. Los principales parámetros a tener en cuenta son: temperatura (incluye la incidencia de heladas), precipitación, humedad relativa y vientos. La variación de temperatura y precipitación durante el año y entre años es de gran importancia, así como la duración de la estación seca o número de meses secos son a menudo factores limitantes. Hay especies que necesitan lluvias de verano y especies que necesitan lluvias de invierno. Para otras, la longitud del día y la foto-periodicidad tienen influencia crítica (IICA, 1975).

#### a) Precipitación

El agua es un factor vital para el crecimiento de las plantas, participando en todos los procesos fisiológicos y bioquímicos. El crecimiento de las plantas depende del balance de humedad de la planta, el cual es la razón entre la absorción y la transpiración, procesos que a su vez están condicionados por la humedad del suelo y variables atmosféricas. Así por ejemplo, un déficit interno de agua puede disminuir el crecimiento por reducción de la fotosíntesis y un exceso de agua en el suelo es perjudicial por falta de aeración (IICA, 1975).

La lluvia es la fuente más importante de agua para la producción forestal en la mayor parte del mundo. Las tres características más importantes de la precipitación son: cantidad, frecuencia e intensidad, valores que son ampliamente variables de un lugar a otro y entre meses, determinando en gran manera las distintas poblaciones de fauna y flora (IICA, 1975).

Entre los factores que influyen en la proporción de lluvia efectiva con respecto al total de lluvia caída, se cuentan además de los nombrados, cantidad, frecuencia y distribución, la temperatura, radiación, humedad relativa y velocidad del viento. Entre los factores del suelo, la pendiente, profundidad, textura, estructura, densidad aparente y contenido de materia orgánica (IICA, 1975).

Resulta por tanto difícil una evaluación precisa de la precipitación efectiva para cada lugar, si no se considera conjuntamente con la lluvia, la escorrentía superficial, las pérdidas por percolación profunda y la evapotranspiración (Prado *et al.* 1986).

La humedad relativa es la expresión del agua presente en forma de vapor, este elemento es en muchos aspectos el componente más importante de la atmósfera, pues mientras los otros permanecen constantes, el vapor de agua se condensa a menudo en agua líquida. La cantidad máxima de vapor de agua que puede presentar depende de la temperatura del aire. A mayor temperatura, más vapor puede contener el aire (IICA, 1975).

La niebla o neblina se forma a partir del vapor de agua presente en la atmósfera y se produce generalmente por enfriamiento del aire, lo cual ocurre de diferentes maneras. En primer lugar, durante las noches claras y en calma, el suelo pierde calor por irradiación y si éste excede a la radiación que llega a la tierra, la temperatura del suelo comienza a descender, y lo mismo ocurre con la temperatura del aire en contacto con el suelo. Si el aire está suficientemente húmedo el enfriamiento llevará al aire al punto de saturación y se formará una niebla de irradiación. El contenido de humedad del aire disminuye porque se deposita rocío sobre el suelo; sin embargo la humedad relativa aumenta porque la disminución de temperatura predomina sobre la pérdida de vapor de agua. En segundo lugar, si el aire sopla hacia una región más fría cederá calor a la superficie subyacente y puede desarrollarse una niebla de advección. Cuando el aire asciende sobre la ladera de una montaña podrá formarse una niebla a consecuencia del enfriamiento adiabático, dando lugar a las nieblas de ladera o de montaña. Se a hecho especial mención a la formación de nieblas, ya que constituyen una fuente de agua de tanta importancia como la

precipitación total, para determinados lugares donde se ubican los ensayos evaluados en esta tesis (INFOR, 1987).

b) Temperatura

La radiación solar, es el origen de la energía que mantiene todos los procesos atmosféricos y la actividad fotosintética. La distribución de esta energía sobre la superficie terrestre depende de, la latitud, la estación y las condiciones atmosféricas. Entre los efectos de la radiación solar podemos señalar: elevación del calor de la tierra y la atmósfera, evaporación de agua en superficies abiertas y producción de luz. Por tanto la medición de la temperatura, evaporación y número de horas de sol, constituyen aproximaciones de la radiación solar para una localidad (IICA, 1975).

El efecto de la radiación solar sobre el crecimiento de los árboles se produce según la intensidad, calidad y duración de la misma. Así por ejemplo, *P. radiata* y *P. elliotii* Engelm, pueden crecer continuamente, cuando en su estado de crecimiento se suministró luz durante 24 horas, reportó Champion (1965).

La temperatura es un factor que puede ser decisivo para el crecimiento de las especies forestales, depende de la latitud, altitud y las estaciones del año, donde sufre variaciones importantes según estas condiciones. El crecimiento de los árboles ocurre en una gran amplitud de temperaturas, pero dentro de esta escala hay un rango de temperatura considerado óptimo para cada especie. Así por ejemplo temperaturas altas pueden causar un exceso de transpiración y marchitamiento para algunas especies y temperaturas bajas, ocasionan la muerte de los brotes por heladas, para otras (Aguirre, 1979).

Generalmente se acepta que el promedio de las temperaturas máximas y mínimas son de mayor importancia que la temperatura media anual, que es de un valor limitado, ya que no indica la fluctuación de la misma (IICA, 1975).

c) Viento

Es un factor de importancia para algunas zonas donde se presenta con fuerza, por los daños que puede ocasionar a las plantaciones, por rotura de ramas o tumbado de árboles en el caso de especies de enraizamiento superficial. También tiene un efecto negativo sobre la humedad del suelo (Aguirre, 1979).

## B) FACTORES EDÁFICOS

### a) El suelo forestal

Muchas definiciones pueden darse para explicar lo que entendemos por suelo; pero para nosotros en forma más precisa suelo, es el medio donde se desarrolla el bosque; los suelos forestales son producto generalmente de las alteraciones del clima y están compuestos de arena, limo y arcilla; a menudo los bosques crecen sobre rocas, estratos de grava, depósitos de turba o áreas parcial o totalmente inundadas. Acorde con esto, los suelos forestales se definen, “como la capa de la superficie terrestre que sirve como medio para el sostenimiento de la vegetación boscosa; está compuesto de materia mineral y orgánica que permite el intercambio de cantidades de agua y aire y que está habitado por organismos; tiene características p uliares debidas a la acción física y química de las raíces de los árboles y residuos del bosque” (Proyecto FAO-Holanda *et al.* 1984).

Según Champion (1965), la profundidad de los suelos forestales está determinada por la penetración de las raíces de los árboles, siendo ésta, variable, de acuerdo a la especie y el límite inferior del suelo, generalmente determinado por el nivel de la napa freática, un lecho de rocas o una capa que contenga sustancias tóxicas para el desarrollo de las raíces. En los suelos forestales se encuentra en forma progresiva los siguientes estratos:

La cobertura muerta, en la parte superior, en forma inalterada o parcialmente descompuesta conforme avanzamos en profundidad.

La tierra orgánica, mezcla de tierra mineral y humus.

La tierra mineral, sin elementos orgánicos y que es el resultado de la alteración paulatina de la roca madre o del material rocoso transportado en los suelos de aluvión.

La roca inalterada, de gran importancia, ya que casi la totalidad de los suelos forestales se encuentran sobre terrenos poco evolucionados y condicionados por la composición de la roca madre.

### b) Formación del perfil del suelo

Distintas líneas pueden seguirse entre el proceso de desgaste por acción del clima y el de formación del suelo. De acuerdo con la acción climática principalmente, el material original del suelo puede (a) incorporar el humus formado en superficie o melanización, (b) puede infiltrarlo o

podzolización, o (c) puede irse desoxidando por efecto de la capa de agua subterránea o gleización (INFOR, 1987).

Los suelos forestales jóvenes situados en laderas, tienen solamente dos capas, la superior de acumulación de residuos orgánicos, llamada capa de tierra orgánica y la inferior o sustrato mineral. Posteriormente cuando el suelo ha soportado la vegetación por un largo periodo, la cama de detritus orgánico parcialmente descompuesto, se va infiltrando por el agua de percolación o por efecto de los organismos vivos. Al mismo tiempo el CO<sub>2</sub> formado en la descomposición de la materia orgánica, unido a la humedad del suelo va descomponiendo el material originario dando lugar a una capa oscura, que constituye la fase inicial de formación del perfil del suelo o melanización, común a todos los suelos forestales. A veces las condiciones del clima detienen este proceso y dan lugar al humus incorporado o suelos melanizados de esqueleto, kaolinizados o de sustrato laterítico (Pajares *et al.* 1984).

Bajo otras circunstancias la filtración excesiva de agua reforzada con los ácidos orgánicos filtra gradualmente una porción del humus y sales minerales de las capas superiores y se acumulan a cierta profundidad donde son precipitados o floculados debido a la presencia de bases u otros factores. Esta translocación de sustancias recibe el nombre de podzolización; los suelos así formados muestran dos capas; una filtrada u horizonte de eluviación y otra de acumulación o iluviación. En otros casos el agua subterránea puede llevar sales disueltas a la capa superficial donde son recristalizadas por evaporación, siendo a veces fijadas en forma insoluble. También puede transportar sustancias coloidales en sus fluctuaciones periódicas y causar hidrólisis y reducción de los compuestos químicos formando horizontes gley, pegajosos, moteados y generalmente anaerobios. Este proceso se conoce como gleización y produce suelos hidromórficos como gley podzol, suelos gley melanizados y suelos gley lateríticos (Pajares *et al.* 1984).

### c) Descripción del perfil del suelo

Los horizontes más comunes presentes en suelos forestales indicados por la FAO (1969), son los siguientes:

**Residuos orgánicos no descompuestos o parcialmente descompuestos (Ao)**, cama de bosque o turba.

**Horizonte húmico o mecanizado (A1)**, que consiste en materia mineral íntimamente mezclada con humus. Este horizonte del suelo superficial es de color oscuro y usualmente alto en nutrientes.

**Filtrado, horizonte podzólico o eluvial (A2)**, deficiente en sales solubles y materia orgánica. Es comúnmente más grueso, el horizonte presenta un color claro, en casos extremos gris o blanco.

**Horizonte iluvial de acumulación o enriquecimiento (B)**, contiene sales solubles precipitadas y humus coloidal coagulado. Dependiendo del proceso de formación del suelo, puede ser estructurado, compacto o cementado. El color de las capas de acumulación tiende a marrón rojizo.

**Roca madre del suelo (C)**, compuesto de la materia mineral inalterada. Esta capa suele dividirse en C1 y C2 para distinguir estratos de diferente origen geológico y para distinguir la parte descompuesta de la parte sólida de la roca madre.

**Horizonte D u horizonte R o material rocoso**, es el material rocoso subyacente que no ha sufrido ninguna alteración química o física significativa. Algunos distinguen entre D, cuando el suelo es autóctono y el horizonte representa a la roca madre, y R, cuando el suelo es alóctono y la roca representa sólo una base física sin una relación especial con la composición mineral del suelo que tiene encima.

**Horizonte gley o anegado de agua (G)**, formado por la influencia del agua subterránea y caracterizado por la presencia de óxidos de hierro y otros compuestos reducidos. Se caracteriza por un moteado verduzco, azulado o rojizo, el cual puede estar enmascarado por la materia orgánica.

d) Clasificación de los suelos de acuerdo al pH

El potencial de hidrógeno o pH, es un factor determinante y a veces limitante de la presencia de cierta vegetación y organismos en el suelo. De esta manera, Prado *et al.* (1986) clasifica los suelos según el pH:

**Suelos minerales u orgánicos más ácidos que pH 3,9**: están cubiertos con arbustos bajos, musgos, líquenes. Los árboles que existen en tales áreas son usualmente enanos.

**Suelos de pH 4 a 4,7:** Soportan ampliamente coníferas acidófilas. La ocurrencia de árboles desiduos es limitada por la pobre condición física, baja disponibilidad de nutrientes y a menudo toxicidad de manganeso y aluminio, solubles a pH más bajo de 4,7.

**Suelos ácidos de pH 4,8 a 5,5:** La baja disponibilidad de ciertos nutrientes, nitrógeno en forma de nitratos, calcio y fósforo, parece ser la principal causa del crecimiento inferior de las latifoliadas.

**Suelos moderadamente ácidos de pH 5,6 a 6,5:** Están bien adaptados a la mayoría de las coníferas y maderas duras del norte.

**Suelos neutrales de pH 6,6 a 7,3:** Caracterizados por una alta actividad de microorganismos, rápido humificación, nitrificación, alta disponibilidad de nutrientes. Soportan especialmente especies desiduas. Las coníferas acidófilas son a menudo objeto de enfermedades fungosas.

**Suelos moderadamente alcalinos de pH 7,4 a 8:** Ejercen una influencia desfavorable sobre la mayoría de las coníferas, a causa del alto contenido de carbonatos de calcio y magnesio, baja disponibilidad de hierro y a menudo vigoroso desarrollo de organismos parásitos.

**Suelos fuertemente alcalinos de pH 8,1 a 8,5:** Contienen por lo general un exceso de sulfatos solubles, cloruros y carbonatos, tóxicos a las especies forestales.

**Suelos muy fuertemente alcalinos de pH mayor a 8,5:** Contienen en general carbonato de sodio tóxico y son improductivos desde el punto de vista forestal.

### *C) FACTORES FISIOGRÁFICOS*

Se agrupan aquí los factores que indican la ubicación, disposición y arreglo de los suelos en una determinada parcela. Los principales factores son: latitud, altitud, exposición y pendiente (IICA, 1975).

En líneas generales podemos afirmar que la topografía sirve como un prisma multifacético dispersando o concentrado los efectos de los factores climáticos. Dirige el curso de las aguas, determina el contenido de humedad del suelo, la profundidad de las aguas subterráneas, la cantidad de sales solubles y coloideas y la materia orgánica depositada por procesos de erosión (CICAFOR, 1982).

a) Latitud

Es la medida expresada en grados del mayor o menor distanciamiento de una zona de la línea ecuatorial. Determina la temperatura media, los ciclos térmicos a lo largo del año, así como los rangos de variación de la temperatura. Condiciona también la existencia de masas de aire frías o calientes provenientes del polo o del ecuador y la frecuencia de heladas; el número de horas de luz y la radiación solar total incidente (Picard, 1978).

Estos fenómenos, sin embargo no dependen exclusivamente de la latitud, guardan también relación con la altitud. Cuando se asciende desde el nivel del mar hasta las cumbres más elevadas la temperatura media desciende progresivamente dividiendo transversalmente las montañas en fajas o pisos altitudinales delimitados por líneas de biotemperatura media anual, coincidentes con determinados alturas, válidas por localidad. Es por ello que es posible afirmar que la altitud y latitud combinadas dan las características climáticas principales, temperatura, precipitación y evapotranspiración y condicionan indirectamente a través del clima las propiedades del suelo, dando lugar a los grandes grupos climáticos zonales (Picard y Villar, 1982).

b) Exposición

Como el nombre lo indica, señala la orientación de la superficie terrestre, cuando existe pendiente, con relación al norte magnético; se mide colocándose el observador en dirección de la pendiente y leyendo la brújula en grados. La exposición influye en la cantidad de luz recibida, lluvias, vientos, temperatura y en la formación del perfil del suelo (IICA, 1975).

Vargas y Gutiérrez (2002) señalan que, las opiniones vertidas por los autores sobre este punto están referidas casi todas al hemisferio norte, de donde provienen la mayoría de los estudios; por ello es necesario hacer una corrección lógica al aplicar estos conceptos a nuestro hemisferio.

La exposición noreste es la más fría y húmeda; la exposición suroeste es la más caliente y recibe la mayor cantidad de luz. Mientras el contenido de humedad de diferentes exposiciones varía con la dirección de la lluvia o vientos secos, las laderas noreste y noroeste retienen mayor cantidad de agua a causa de temperaturas más bajas y evaporación moderada. En las montañas o colinas de latitudes medias, el suelo bajo condiciones similares es más profundo en las exposiciones frías del norte y noreste, que en las exposiciones calientes del sur y suroeste, porque la humedad

condición de la descomposición y de la producción de ácido carbónico ( $H_2CO_3$ ) se mantiene más tiempo (Vargas y Gutiérrez 2002).

Verbyla y Fisher (1989) citados por Montero (1999), indican que en el hemisferio norte tradicionalmente se considera óptima para el desarrollo forestal, la exposición noroeste con pendientes bajas, pero manifiestan que la exposición óptima para el desarrollo forestal, podría variar con la elevación y la estación de crecimiento. Confirmando esto, Hairston y Trigal (1991) citados por Montero (1999), observan que en rodales de *Quercus ellipsoidalis* en Minnesota, EE.UU, al analizar el contenido de humedad en el suelo, existía una mayor disponibilidad de ésta, en pendientes bajas y exposición noroeste.

Asimismo, Prado *et al.* (1986), añaden que las pendientes al sur del hemisferio norte, reciben los rayos solares más perpendicularmente y por lo tanto reciben más calor por unidad de superficie, que las pendientes al norte. Son suelos más templados y se secan rápidamente. El grado de deshidratación de los compuestos de hierro es mayor y el color resulta así más rojo o marrón. El contenido de materia orgánica es menor por efecto de la mayor evaporación, menos agua y descomposición más rápida de los residuos. Las pendientes al norte, pierden menos agua por evaporación y tienen mayor lixiviación hacia el suelo.

Cuando la pendiente es cero, la exposición es total y las diferencias desaparecen, presentando la superficie características homogéneas (IICA, 1975).

### c) Pendiente

Es la gradiente formada por la superficie terrestre y una línea horizontal imaginaria. Se expresa generalmente en porcentaje (%). Tres aspectos hacen que este factor sea considerado de importancia (Morales, 1973):

**Formación del suelo**, las pendientes fuertes o muy fuertes, tienen por lo general suelos primarios, de escasa profundidad y son más propensos a la erosión por efecto del agua de escurrimiento.

**Retención de agua**, los suelos de pendientes fuertes tienen mayor predisposición a formar surcos de escurrimiento superficial; incluso el agua que infiltra escapa más fácilmente hacia las partes bajas de las cuencas por escurrimiento sub-superficial, siendo el agua retenida en el suelo mucho menor a causa de la poca profundidad de éste y mayor facilidad de escurrimiento.

**Uso de la tierra**, la pendiente de una zona condiciona grandemente el uso de la tierra, especialmente en lo que refiere a permitir el uso de medios mecanizados en la preparación del suelo, labores silviculturales y extracción de los productos del bosque.

En terrenos de fuertes gradientes, el objetivo principal muchas veces se convierte en conservar el suelo a través de la formación de cubiertas protectoras. No hay que olvidar por ello, que la pendiente es un factor esencial al zonificar los suelos por su capacidad de uso mayor. De acuerdo con esto, basado en ensayos de laboratorio determina el poder erosivo del agua y hace la siguiente clasificación de los terrenos en pendiente para su uso sin peligro de erosión (Villar *et al.* 1985).

**Cuadro 1** Clasificación de los suelos en pendiente según su capacidad de uso

<b>Pendiente (%)</b>	<b>Capacidad de uso</b>
10 – 18	Cultivos agrícolas (según el suelo)
18 – 25 ó 30	Pastizales
25 – más	Sólo el bosque puede asegurar la contención del proceso erosivo.

Fuente: Villar *et al.* (1997)

**Cuadro 2** Clasificación de los suelos por la pendiente

<b>Pendiente (%)</b>	<b>Clasificación</b>
0 – 3	Pendiente muy ligera
3 – 8	Ligera
8 – 15	Moderada
15 – 30	Fuerte
30 – 45	Colgada
45 – más	Muy colgada

Fuente: FAO (1997)

### 2.1.5 METODOLOGÍA APLICADA EN EL PROGRAMA DE INTRODUCCIÓN DE ESPECIES FORESTALES EN CAJAMARCA

Picard y Villar (1982) señalan la metodología utilizada para la introducción de especies forestales en Cajamarca, de la siguiente manera:

*A) PRIMERA FASE (ELIMINACIÓN):*

El objetivo es eliminar a las especies y procedencias menos adaptadas al medio ambiente de la zona a introducir, y reducir el número de ellas para destinarlas a comprobaciones más críticas. Dura de tres a cinco años.

*B) SEGUNDA FASE (PRUEBA):*

El objetivo es probar un número relativamente restringido de las especies más promisorias, seleccionadas normalmente con base en el comportamiento en la fase de eliminación. Se busca especialmente la información sobre su comportamiento en masas forestales y la adaptabilidad a los sitios, durante un periodo más prolongado. Dura de diez a quince años

*C) TERCERA FASE (COMPROBACIÓN):*

El propósito es confirmar, en las condiciones normales de una plantación, los resultados de unas pocas especies probables que han demostrado ser claramente superiores en las fases anteriores. Dura un turno.

*D) CUARTA FASE (PLANTACIÓN PILOTO):*

Someter un turno a las mejores especies de la tercera fase, a la prueba final como preámbulo a la etapa de plantación a gran escala. Las plantaciones piloto tienen como objetivo, proporcionar mayormente información económica: costos y rendimientos, bajo diferentes condiciones de calidad de sitio y tratamientos silviculturales.

## **2.2 MEJORAMIENTO GENÉTICO**

### **2.2.1 NOCIONES BÁSICAS**

El aspecto morfológico de la planta o fenotipo está conformado por dos componentes: genotipo y ambiente. Ambas constituyen la base de la selección y cualquiera de los dos puede tener menor, igual o mayor importancia en los resultados. Inicialmente, la selección se basa en la probabilidad de que un buen fenotipo pueda tener una base genética suficiente para reaccionar favorablemente a ambientes diferentes (Danida, 1980).

Montes (1967) señala que, entre la estructura genética y el ambiente se dan varias interacciones y, como consecuencia la variabilidad morfológica en las plantas. El seleccionador cambia la

distribución de los valores (por ejemplo: si trabajamos con la altura, la población resultante tendrá una distribución menos variable y una altura promedio superior a la población no seleccionada).

El efecto del ambiente debe entenderse en un sentido general como la acción del mismo sobre la planta (luz, agua, nutrientes, etc.) y la interacción entre las plantas (competencia entre ellas). Existe también un efecto de interacción genotipo / ambiente, es decir que algunos individuos tiene un potencial superior de utilización del medio ambiente disponible y/o una fuerza competitiva superior en relación a otros individuos (Eguiluz, 1990).

### 2.2.2 BASES GENÉTICAS PARA LA SELECCIÓN DE ÁRBOLES

Según Montes (1967) la mayor parte de las características que son de interés, en relación con la mejora genética de árboles forestales están controladas por muchos genes de efecto aditivo, es decir características cuantitativas típicas, por ejemplo: altura, diámetro, forma del tronco y peso volumétrico.

De otro lado, Champion (1965) indica que la selección de árboles “superiores” o árboles “plus” consiste en separar individuos que manifiestan un fenotipo superior a los demás. Generalmente, se consideran características tales como altura, diámetro, factores mórfoicos, rectitud del fuste, ausencia de plagas y enfermedades, etc.

Montes (1967) añade que las mejores características en las que se debe basar la selección, son las que permitan la identificación de los individuos durante su desarrollo y que a la vez posean una alta herencia.

### 2.2.3 DEFINICIÓN, CRITERIOS E INTENSIDAD DE LA SELECCIÓN FENOTÍPICA O SELECCIÓN MASAL

La selección fenotípica es la que se practica según el aspecto externo de los individuos que presentan características deseables con la intención de obtener un mejoramiento genético. En otras palabras, hacer una selección masal es eliminar a los individuos que no reúnen las características externas deseables, en comparación a la mayoría de la población (Eguiluz, 1990).

Por consiguiente, es necesario determinar las características externas, el número de las mismas y la intensidad de la selección. El número de características que pueden ser elegidas simultáneamente, depende de sus variabilidades y de sus dependencias al genotipo de la planta. Si los criterios son poco variables, altamente intercorrelacionadas y dependientes del ambiente, se

puede tomar varias de ellas sin riesgo. En general, se recomienda seleccionar pocos criterios interdependientes y altamente relacionados al genotipo de la planta (Montes, 1967).

Por ejemplo, para plantas a raíz desnuda se tomaría como criterios de selección: una altura mínima y robustez. A menudo la coloración de las hojas (o acículas) y el aspecto fitosanitario están relacionadas con la robustez, al igual que el diámetro esta en relación a la altura. Muchas veces la altura y el desarrollo de las raíces nos dan una idea del vigor de la planta y de su capacidad de aprovechar el medio ambiente (factores ecológicos y competitivos) (Mertens y Flores, 1983).

La intensidad de selección se refiere a la proporción de individuos que reúnen las características deseables; la intensidad de eliminación se refiere a la proporción que se descarta o elimina (Eguiluz, 1990).

Cuando las características depende del genotipo y es poco influenciado por las condiciones del ambiente, la intensidad de eliminación puede ser mayor y la de la selección menor. Esto significa que el reforestador o viverista (dependiendo del caso) puede mejorar la homogeneidad de la plantación, eliminando una gran proporción, sin el temor de estar dejando aun individuos buenos (intensidad de eliminación) y quedándose con los mejores (intensidad de selección) (Danida, 1980).

Cuando las características dependen poco del genotipo son influenciadas por factores ambientales. Los fenotipos observados, por ejemplo: en vivero, son de poca importancia para el campo definitivo, pudiendo la planta desarrollar características diferentes de las observadas al momento de la selección. En este caso para lograr la uniformidad de los rodales se debe aumentar la densidad inicial de plantación e ir eliminando los individuos indeseables con raleos (Mertens y Flores, 1983).

Otro ejemplo relacionado es el que ocurre con *Eucalyptus globulus*, que presenta gran sensibilidad a las micro-variaciones de sitio, es muy probable que su origen este en la pobreza de las bases genéticas del material multiplicado en la zona de estudio. En este caso el nivel de selección debe ser bajo también, para no perder la poca variabilidad genética disponible, reduciéndose a la eliminación de los peores individuos solamente. Por el contrario el número de árboles semilleros debe ser elevado, para mantener una estabilidad mínima en las poblaciones seleccionadas (Mertens *et al.* 1987).

Los rodales semilleros son seleccionados e instalados con la finalidad de asegurar un abastecimiento de semillas de origen geográfico y condición parental conocidos (Danida, 1980).

La caracterización cuantitativa de los rodales se hace con mediciones de los parámetros de productividad, valorización del factor forma, la calidad del fuste y la copa (Mertens 1983).

Mertens (1983), llegó a la conclusión que los mejores criterios de selección para la especie *Pinus radiata*, son la altura, el número de verticilos y el espesor relativo de las ramas. Mientras que para la especie *Eucalyptus globulus* el mismo autor, recomienda considerar principalmente la evaluación de la rectitud del fuste y del tronco, la presencia de bifurcaciones en el tronco y la posición social respecto a sus circundantes, como criterios de selección.

La intensidad es elegida según el grado de heterogeneidad de cada uno de estos parámetros. El principal enfoque en la selección en los rodales semilleros es más que todo, la homogeneidad de la productividad y una buena calidad de los árboles (Danida, 1980).

Por lo tanto en los rodales semilleros se eligen a los mejores individuos sobre los cuales se efectuaría ensayos de descendencias. Puesto que se busca la mejor transferencia de las características deseables en un gran número de individuos, se deben elegir los criterios más heredables (Mertens *et al.* 1987).

#### 2.2.4 MÉTODOS DE SELECCIÓN DE ÁRBOLES

Para aplicar cualquier método de selección, se deben definir las características según los objetivos fijados a largo plazo y disponer de información sobre la especie. De manera general, características cualitativas tales como: tipo de ramificación, ángulo de inserción de las ramas, calidad de madera, rectitud del fuste, resistencia a las plagas y enfermedades; y características cuantitativas tales como: crecimiento en altura, en diámetro, en volumen, coeficiente mórfico del fuste, etc., pueden considerarse en un trabajo de selección de especies forestales (Prado *et al.* 1986).

Para la selección de árboles superiores es aconsejable concentrarse, en cada etapa del trabajo, en una o dos características importantes con alta heredabilidad. Se ha demostrado que, mientras mayor sea el número de características, más difícil resulta obtener avances en algunas de ellas individualmente. Esto se debe a dos factores: primero, todas las características no requieren la misma intensidad de selección; es decir, al incrementar el número de individuos para satisfacer

los requerimientos de un carácter dado, se podría afectar otro por la introducción de fenotipos no deseables del mismo; y segundo, diferentes caracteres pueden estar inversamente correlacionados con lo cual, el ser muy estricto en un carácter resultaría negativo para otro (González, 1990).

El tipo de carácter influye determinadamente en el avance que se puede lograr. Caracteres con alta heredabilidad son más fácilmente manipulables y predecibles en sus respuestas, mientras que los caracteres con baja heredabilidad requieren más control de los factores ambientales (Abeele, 1995).

En el establecimiento de un plan de mejoramiento forestal, la importancia de cuantificar los criterios de selección, sobre todo en un país con grandes variabilidades ecológicas, abarca, entre otras etapas, la calificación de los rodales existentes así como la comparación y la elección de las mejores procedencias locales e introducidas. Los criterios de selección que se pueden cuantificar permiten la comparación objetiva y calculada del valor de los rodales que entran en los estudios (Montes, 1967).

#### 2.2.5 PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO DE ADEFOR

González (1990) señala que, aunque la máxima ganancia para una combinación de características toma muchos años para desarrollarse, la meta inicial del programa de mejoramiento genético de ADEFOR, fue usar menos características a mejorar rápidamente para obtener la mayor ganancia total en el menor tiempo para la tierra dada. Al mismo tiempo se empezó a trabajar para desarrollar árboles que maximicen las ganancias a largo plazo. Los objetivos de este programa de mejoramiento genético son los siguientes:

Mejora de la adaptabilidad y mantenimiento de una base genética amplia para futuros trabajos.

Aumentar la tasa de crecimiento.

Mejorar la forma del árbol y su calidad.

Desarrollar madera de mejor calidad para el producto final.

Desarrollar resistencia a las plagas y enfermedades.

El énfasis que se le da a cada una de estas características varía con la organización, dependiendo de sus objetivos de manejo, cantidad de terreno y productos manufacturados.

Cada programa de mejoramiento genético bien balanceado incluye los cinco puntos anteriores y aun así el grado de énfasis que se les da puede variar (González, 1990).

A) *MEJORA DE LA ADAPTABILIDAD Y MANTENIMIENTO DE UNA BASE GENÉTICA  
AMPLIA PARA FUTUROS TRABAJOS*

Para que un programa forestal sea exitoso, se debe usar un material de plantación que sea el que mejor se adapte al medio. Se debe hacer un esfuerzo muy especial para mantener una base genética amplia que evite problemas de consanguinidad, adaptación y resistencia a plagas, mientras que se seleccionan con más uniformidad las características más importantes, tales como la tasa de crecimiento, forma del árbol y propiedades de la madera. Esto puede llevarse a cabo con buen planteamiento, dando como resultado una mayor uniformidad y reserva genética para ayudar a largo plazo en la obtención de las metas del programa de desarrollo (Abeele, 1995).

Zobel y Talbert (1988) exponen que, la creencia común de que un programa de mejoramiento dará como resultado un material uniforme y que tiene una adaptación estrecha es incorrecta, si desde el principio uno de sus objetivos es desarrollar material que crezca bien en diferentes medios ecológicos.

Un tratamiento más o menos complejo de adaptabilidad fue presentado por la FAO (1969), parte de los comentarios se reproducen a continuación: “Si uno está trabajando con exóticas y con especies nativas de amplio rango geográfico, la primera consideración de adaptabilidad es la **procedencia** o la fuente geográfica incluyendo la elevación, los suelos y las influencias climáticas. A menudo se asume que hay pocas procedencias dentro de algunas especies, pero el hecho es que especies de amplio rango, tales como *Eucalyptus globulus* y *Pinus taeda* exhiben grandes e importantes diferencias dentro de la especie. Para la segunda de las especies indicadas, por ejemplo, la procedencia de la Florida sufre con las heladas y sucumbe fácilmente a la sequía, mientras que las procedencias del Norte sufren con las temperaturas altas. Hay diferencias muy claras entre las procedencias de la costa y el piedemonte; por ejemplo, la última procedencia florece mucho y temprano, no importando donde se plante, y sabemos que *P. taeda* de procedencia de la Costa Sur crece más rápido que los del interior o del Norte; en contraste con estos, las procedencias del piedemonte son más tolerantes a la sequía y al frío”.

La regla básica fue usar fuentes locales inicialmente, mientras se hacen los chequeos para encontrar otras procedencias de las especies que son utilizadas actualmente, que se pueden mover exitosamente y combinarse con el material local (Abeele, 1995).

El mejoramiento de la adaptabilidad por hibridación a medios ecológicos adversos es uno de los objetivos principales del programa, cuando la necesidad de tierras es mayor, los programas de reforestación son “empujados” de los suelos más fértiles a los sitios marginales o submarginales, mucho de los cuales no tienen ahora capacidad productora de madera, por ser zonas muy frías o secas básicamente; pero con especies y/o individuos que se adaptan a estas condiciones se pueden tornar en zonas productivas en el futuro (Mertens *et al.* 1987).

### ***B) AUMENTO DE LA TASA DE CRECIMIENTO***

Uno de los resultados más importantes a lograr con este programa será el hecho de que se podrá obtener árboles mejor formados, resistentes a plagas y con madera de calidad deseada dentro de los grupos de árboles de crecimiento más rápido. Por ejemplo: se desea alta densidad específica en el *P. patula*, ésta se puede encontrar buscando tal característica dentro de las familias de más rápido crecimiento de los huertos semilleros (González, 1990).

Mejorar el rendimiento es el mayor objetivo de los programas de mejoramiento de árboles y la tasa de crecimiento es el competente del rendimiento. Aunque a la tasa de crecimiento no se le está dando mucho énfasis en las selecciones iniciales de las plantaciones existentes, se ha encontrado, haciendo estimados conservativos, que las ganancias en rendimiento sobre material de plantación corriente es de 10% a 20% en huertos no entresacados aún. A medida que en los huertos se van eliminando los árboles de baja calidad, los rendimientos aumentaran adicionalmente en 5%. Cuando sólo los mejores dos o tres padres de cada uno de los varios huertos se juntan en un nuevo huerto (comúnmente llamado huerto 1.5 generación), por lo menos se obtiene un mejoramiento adicional de un 5%. Hay muchos informes en la literatura de ganancias de volumen de 50% o más, pero se prefirió ser conservador y continuar citando de 10 a 20% como fácilmente obtenible (Abeele, 1995).

**Cuadro 3** Ganancias esperadas de varias clases de huertos sobre material de plantación comercial

<b>Clases de huertos</b>	<b>Crecimiento en volumen y mejoramiento en calidad</b>
1. Huerto sin entresacar primera generación (*).	10 – 20%
2. Huerto fuertemente entresacado, eliminando los peores clones.	15 – 25%
3. Huerto de primera generación de establecido, pero únicamente de los mejores combinadores generales: Huerto de 1 ½ generación (**).	20 – 30%
4. Huertos especiales (resistentes a enfermedades, adaptabilidad, etc.) para áreas problemáticas.	30%
5. Huertos de la segunda generación.	35 – 45%

(\*): La entresaca consiste en sacar del Huerto Semillero los árboles padres que producen descendencia indeseable.

(\*\*): Un buen combinador general es un árbol que produce buena descendencia, no importa que tan bueno o malo sea el otro.

Fuente: Abeele (1995).

### *C) MEJORAMIENTO DE LA FORMA DEL ÁRBOL*

En su concepto total, la calidad del fuste incluye a la vez los aspectos externos y los internos: morfología, anatomía, composición química y fisiología. Todos ellos están estrechamente relacionados y forman una unidad compleja. En un sentido más restringido, la calidad del fuste se define por propiedades externas o morfológicas, a diferencia de la calidad de la madera, que se define por propiedades internas o celulares. Así pues, la calidad del fuste se caracteriza principalmente por la forma de éste y por el crecimiento y el desarrollo de las ramas (Zobel, 1964).

Un árbol puede clasificarse como bueno o malo según sea el propósito para el cual se destina y lo que de él se espera en cuanto a calidad. Para la producción de madera aserrada se considera bueno un árbol alto, derecho y sano, con ramas en ángulo abierto, copa angosta y tronco bien desramado y de poca conicidad. El rendimiento y la calidad de la madera en pie serán satisfactorios y los gastos de manipuleo, descortezado y transporte serán relativamente reducidos. Para la producción de pulpa son aplicables los mismos requisitos, pero es posible que sean menos rigurosas las exigencias en cuanto a rectitud, conicidad y desrame. Cuando se trata de árboles destinados a fajas de protección o a zonas de recreo, las condiciones que se requieren serán diferentes (Flores y Carton, 1982).

Los ensayos de procedencias han revelado que hay una gran diversidad en las características del fuste y las ramas debida al origen geográfico de los árboles. Por esto se recomienda ensayar

cuidadosamente las procedencias extranjeras y las especies exóticas antes de pasarlas a ambientes no usuales para ellas o plantarlas en éstos (Flores y Carton, 1982).

En todas las investigaciones, se subraya la influencia de los factores silvícolas y otros factores ambientales en la variación de las características del fuste y las ramas. El grado de variación debido a esos factores cambia en todos los casos de acuerdo con las características investigadas (Zobel y Talbert, 1988).

La rectitud del fuste es esencial para la formación de madera de buena calidad. Las deformaciones, combas y torceduras provocan el desarrollo de madera de compresión y de fibra irregular. La proporción de madera de compresión intensa es grande en los árboles de deformaciones y combas acentuadas. A medida que aumenta la intensidad de la madera de compresión, disminuyen la longitud de la traqueida y la gravedad específica, causando pérdidas considerables en el volumen y el valor del tronco. La formación de horquetas y las ramas corniformes influyen en la anatomía y la estructura de la madera de un modo desfavorable (Zobel y Talbert, 1988).

El tamaño y el número de nudos, así como la madera de compresión y las modalidades de la fibra que se presentan en la madera nudosa, son principalmente consecuencia de las características de la ramificación, tales como el diámetro muy grande, el ángulo cerrado, el gran número de ramas por verticilo y el de éstos. La aptitud para desramar interviene aquí de manera indirecta. La poda natural temprana reducirá el volumen de madera nudosa de un tronco debido a que las ramas se desprenderán cuando son relativamente delgadas, las cicatrices se cerrarán con mayor rapidez y el crecimiento de los anillos anuales recobrará más pronto su regularidad. Además, la altura del desrame, que guarda estrecha relación con la altura total del árbol, tiene importancia con respecto a la longitud de la porción comerciable de un tronco (Zobel y Talbert, 1988).

La conicidad del tallo influye no sólo en el volumen total de la producción, sino también en algunas propiedades de la madera aserrada; resultan especialmente afectadas la estructura y la longitud de la madera. En los árboles de gran conicidad, la inclinación de la fibra es más pronunciada que en los árboles de poca conicidad (Zobel y Talbert, 1988).

#### *D) MADERA DE MEJOR CALIDAD*

La calidad de la madera puede variar por la manipulación y manejo silvicultural. En general cualquier causa que altere el crecimiento del árbol, alterará también la calidad de la madera. Asimismo, por medio de manipulación genética puede también modificarse la calidad de la madera. Otras propiedades de la madera tales como la longitud de las traqueidas, contenido de humedad, grueso de las paredes de las fibras, contenido de resina y color de la madera, muestran tendencias heredables que serán de valor en la selección de la madera (CICAFOR, 1987).

Maddern (1970), revela que están disponibles estudios recientes respecto a casi todos los aspectos del mejoramiento genético de árboles para mejorar las propiedades de la madera, sin embargo, son pocas las ventajas que podrían obtenerse al tratar de cubrir nuevamente la literatura en este campo.

Zobel (1964), define al término calidad de la madera para referirse a las propiedades de la madera limpia solamente, pues las causas y consecuencias de defectos tales como nudos, madera de reacción, desviaciones de fibra, y la mayoría de las restantes formas de discontinuidad de xilema, corresponden a la calidad del fuste. Sin embargo, es necesario insistir en el hecho de que la calidad superior de madera puede ser aprovechada plenamente sólo contando con una calidad superior de fuste. Por ejemplo, la variabilidad natural en las coníferas resulta en las piezas más fuertes de madera libre de defectos producida por una especie particular, alcanzando a ser casi dos o tres veces más fuerte que la pieza más débil; sin embargo, la presencia de defectos puede reducir la dureza de cualquiera de ellas en un factor de 10 ó más. Un racimo grande de nudos o la incidencia de vetas pendientes en una región crítica pueden dar como resultado que la madera de una calidad intrínseca muy alta se vuelva mecánicamente inservible. En consecuencia, cualquier predicción acerca de las ganancias que se derivarían de la calidad mejorada de la madera, para la mayoría de los usos, requerirá la condición de que las circunstancias sean favorables, las más importantes de las cuales serían las relacionadas con la calidad del fuste.

Larson (1969), señala que la silvicultura controla el crecimiento del árbol mediante el espaciamiento inicial, el aclareo y el mejoramiento de la ubicación. De este modo, los índices de crecimiento pueden utilizarse dentro de un amplio margen. En algunas especies, las propiedades de la madera, tales como la densidad y porcentaje de leño tardío, pueden modificarse en la

correspondiente medida, por ejemplo las maderas de coníferas que crecen en masas abiertas tienden a formar menos leño tardío que las que crecen en rodales densos.

Nylinder (1965), afirma que la densidad de la madera, se encuentra estrechamente relacionada con las principales propiedades de resistencia de la madera, con el rendimiento de la pasta y con la calidad de la pasta y del papel, así como con la elaboración a máquina, el encolado, y el acabado. Por estas razones, la densidad de la madera ha sido objeto de un estudio genético más amplio, aunque consiste en una característica compleja que depende de una amplia diversidad de variables anatómicas. A pesar de esta complejidad, ciertas heredabilidades, relativamente grandes en sentido estrecho y amplio, han sido encontradas en árboles de coníferas de 5 a 15 años de edad. Los valores registrados para la madera interior (1 a 5 anillos de crecimiento a partir de la médula) son generalmente más bajos. Ha sido relativamente reducido el trabajo efectuado acerca de frondosas y los resultados hasta ahora han sido menos prometedores. La heredabilidad en el sentido amplio, de 0,2 a 0,4 (por ejemplo, para *Populus* spp.) es típica. Algunos informes de heredabilidad, mucho más alta que ésta, implican que se justificaría la realización de muchos trabajos más en este sentido, antes de que puedan ser descontadas las posibilidades de mejorar las densidades de la madera de frondosas.

#### *E) RESISTENCIA A LAS PLAGAS*

Yanchuk y Allard (2009) en una reciente investigación mundial acerca de la resistencia a los insectos y a las enfermedades, indican que, a pesar de que algunos programas de resistencia bien orientados han tenido efectos importantes en el mejoramiento de la salud de los bosques plantados, los mayores beneficios han sido para un pequeño número de especies de interés comercial particular cuyo desarrollo ha requerido decenas de años.

Diferentes estudios indican que los métodos utilizados en el pasado pueden ser ineficaces ante los rápidos cambios climáticos, y también marcan desafíos futuros que podrían comprometer el potencial de los programas de mejoramiento forestal para optimizar la sanidad forestal en climas cambiantes, como: la dificultad de hallar mecanismos específicos que expliquen la resistencia de las plantas o árboles, si bien muchas características de la resistencia a la enfermedad y a las plagas de insectos pueden señalarse con relativa facilidad mediante la observación de la presencia o ausencia de la plaga o enfermedad en un árbol individual, se requieren evaluaciones fenotípicas detalladas de la reacción del huésped o el comportamiento de la plaga (por ejemplo, posarse en

un árbol y después dejarlo) para comprender mejor cuáles son los mecanismos generales de resistencia que se hallan en actividad. Para identificar mecanismos de resistencia que pueden conferir algunas resistencias generales a clases de plagas de insectos y de enfermedades, e incorporar este conocimiento a los programas que potencialmente puedan distribuir germoplasma resistente, será difícil pero sumamente valioso. El desarrollo de la resistencia general se vuelve más crítico si no es posible prever qué especies de plagas de insectos o agentes patógenos futuros se encontrarán con el cambio climático (Yanchuk y Allard, 2009).

Se prevé que el cambio climático exigirá u originará movimientos en gran escala de especies y de poblaciones dentro de especies hacia zonas climáticas donde en la actualidad tales especies o poblaciones podrían no existir. Serán necesarias nuevas y sólidas estrategias de ordenación forestal para compensar los desfases de adaptación de las especies y sus poblaciones y mantener la productividad y la salud de los bosques. El vigor y la productividad de los árboles serán la primera línea de defensa contra las plagas de insectos y las enfermedades (Yanchuk y Allard, 2009).

Yanchuk y Allard (2009) indican que, en un estudio de la literatura especializada para evaluar la eficacia de la investigación de genética forestal para la resistencia a las enfermedades y a las plagas de insectos, llevada a cabo por la FAO con la colaboración del Servicio Forestal de Columbia Británica (Canadá), clasificó las actividades de los programas de mejoramiento genético según cuatro niveles de desarrollo:

- Nivel 1 – grandes programas de mejoramiento genético que han originado la plantación operativa de material resistente (los huertos semilleros u otros tipos de propágulos);
- Nivel 2 – grandes programas de investigación o de mejoramiento genético que no han originado aún plantaciones operativas;
- Nivel 3 – grandes programas de investigación o de mejoramiento genético que han identificado variación genética en la resistencia en los ensayos de genética/proveniencia;
- Nivel 4 – estudios que han identificado variación genética en la resistencia durante ensayos pequeños de plántones de semillas de investigación o pruebas clónicas.

Después de cinco décadas de investigación sobre resistencia a las plagas de insectos y a las enfermedades, la mejora genética para la resistencia ha tenido un significativo impacto a nivel

local; sin embargo, los éxitos son en gran medida para unos pocos programas principales de orden comercial que han contado con recursos y estructuras significativas que permitieron obtener beneficios. Las repercusiones prácticas de los programas de mejoramiento genético para la resistencia han sido documentadas sólo para cuatro o cinco problemas de plagas y de enfermedades principales de interés comercial (Yanchuk y Allard, 2009).

#### 2.2.6 DESCRIPCIÓN DE LOS ENSAYOS DE MEJORAMIENTO GENÉTICO

En el presente estudio se evaluaron dos tipos de ensayos de mejoramiento genético, explicados a continuación:

##### *A) SELECCIÓN MASAL*

El principal objetivo de este tipo de ensayo es evaluar a nivel de árbol, ósea, definir cuáles son los mejores individuos, por sus características cuantitativas y cualitativas, con el fin de que provean semillas para propagar en el vivero (González, 1990).

##### *B) COMPORTAMIENTO DE FAMILIAS*

Cuando nos referimos a familia, nos referimos a un grupo de semillas propagadas en vivero, semillas provenientes de un clon, es decir de un árbol propagado vegetativamente de un árbol plus. El objetivo de este ensayo, es saber qué familia proveniente de un clon conocido es la que mejor se ha desarrollado, una vez establecida en el campo definitivo (González, 1990).

### 2.3 ANTECEDENTES

El CICAFOR, Centro de Investigación y Capacitación Forestal (actualmente Asociación Civil para la Investigación y el Desarrollo Forestal – ADEFOR), inició sus operaciones en el año 1976, siendo el programa de introducción de especies forestales en la sierra de Cajamarca, uno de los principales trabajos investigación, donde se seleccionó varios sitios, que en su conjunto representan la mayoría de las condiciones ecológicas existentes en la sierra del departamento. Cada lugar seleccionado llamado “arboretum”, cuenta con una superficie que varía entre 3 y 70 has, donde se realizaron los experimentos de introducción de especies forestales (Picard y Villar, 1982).

A la fecha, se han estudiado alrededor de 200 especies y/o procedencias en una red de 33 arboretos convenientemente instalados. Las especies estudiadas son: pinos, eucaliptos, otras coníferas y latifoliadas (González, 1990).

Picard y Villar (1982) señalan que, los principales parámetros estudiados, para cada especie y/o procedencia, fueron su crecimiento y adaptación al sitio; se dividió la zona en 4 pisos altitudinales, donde se constató cambios en el clima (temperatura y precipitación), exposición y tipos de suelo considerables, clasificados de la siguiente manera:

Piso bajo: 2000 - 2500 msnm, 20 °C y 400 mm de precipitación.

Piso medio: 2500 - 3000 msnm.

Piso alto: 3000 - 3500 msnm.

Piso muy alto: 3500 msnm, 4 °C y 1500 mm de precipitación.

En cuanto a los suelos, en el año 1978 el Ministerio de Agricultura y Alimentación - Cajamarca y la Cooperación Técnica Belga, hicieron el Estudio Semidetallado de los Suelos de la Cuenca del Río Cajamarca, el cual determinó 22 series y 17 asociaciones, todas acompañadas de muchas fases y variantes. También se hicieron estudios a nivel detallado, de esta forma se pudo caracterizar los suelos de forma general, obteniendo los suelos más representativos de Cajamarca (Picard y Villar, 1982).

Dada la baja productividad y poca competitividad de las plantaciones forestales instaladas durante las décadas de los 70's y 80's, se precisaba desarrollar un programa de mejoramiento genético, la Cooperación Técnica Belga (CTB) vio el interés de ayudar esta línea de investigación e invirtió más de US \$ 100,000 en sus actividades. El programa desarrollado contempla diferentes estrategias para el cumplimiento de sus objetivos, como la macro y micro propagación vegetativa, para esta última se requiere infraestructura especializada. Se implementó un laboratorio de cultivos "in vitro" y un invernadero acondicionado, además se establecieron y mantuvieron varios ensayos en el campo, con evaluaciones de su estado. Los 38 ensayos, rodales y huertos semilleros establecidos durante el periodo de 1990 – principios del año 1995, ocupan una superficie total de aproximadamente 100 ha para los ensayos y 71 ha en lo que concierne a los rodales semilleros (Abee, 1995).

## 2.4 CONSIDERACIONES DE LAS PRINCIPALES ESPECIES EVALUADAS

### 2.4.1 GÉNERO PINUS

#### A) *PINUS PATULA SCHLECHT ET CHAM*

##### a) Área de distribución natural y extensión plantada en Cajamarca

La especie se distribuye en forma natural en el centro y sur de México, y es también encontrada en Guatemala.

En el departamento de Cajamarca, hay 3000 ha plantadas aproximadamente, principalmente en Porcón (Villar *et al.* 1984).

##### b) Clima

Esta especie puede establecerse en los pisos medio, alto y muy alto (2700 – 3800 msnm), su nivel óptimo altitudinal es 3200 msnm, sin embargo en condiciones de poca exposición a vientos, puede crecer satisfactoriamente hasta los 3700 msnm; requiere un clima templado a templado frío (Villar *et al.* 1984).

Tolera precipitaciones de hasta 600 mm como mínimo y máxima de 1300 mm por año, desarrollándose mejor en zonas con alta humedad relativa y con presencia de neblinas. Soporta heladas leves y cambios bruscos de temperatura; crece bien entre 8 y 12 °C de temperatura media. No tolera sequías prolongadas ni fuertes vientos, ya que afectan sus acículas con una excesiva transpiración (Abeele, 1990).

##### c) Suelos

La especie es muy flexible en sus exigencias edáficas, tolera suelos pobres de origen cuarcítico (derivados de areniscas) y ácidos, con gran pedregosidad. Prefiere suelos sueltos (de textura media a ligera), con areniscas, de origen volcánico, con contenido de materia orgánica medio a bajo. No soporta suelos calcáreos o salinos (Villar *et al.* 1984).

##### d) Crecimiento

Abeele (1995) afirma que, responde muy bien a la plantación a raíz desnuda, es una especie homogénea en su prendimiento y crecimiento. Resiste bien al ataque de *Dothistroma pini*, en estaciones húmedas. Por la forma y tamaño de acículas, no es afectado por granizadas. Es la más

adaptada a zonas de jalca, su poca caída de hojas permite un buen desarrollo de pastos naturales, en asociaciones silvopastoriles.

La especie tiene buen crecimiento, destacándose en Sunchubamba, donde presenta un Incremento Medio Anual (IMA) de 23,3 m<sup>3</sup>/ha/año (Villar *et al.* 1984).

**Cuadro 4** Crecimiento *Pinus patula*

Sitio	Altitud (msnm)	pp. (mm/año)	Edad (años)	N/ha	CAP (cm)	Hd (m)	Vol. (m <sup>3</sup> )	Vol. (m <sup>3</sup> /ha)
Jocos	3600	892	11	exp*	44	9,4	0,043	-
Jocos	3600	892	11	exp	38	9,6	0,035	-
Porcón, Cuartel 7	3285	1234	8	1100	35	9,7	0,030	33,018
Porcón, Cuartel 7	3200	1234	8	1080	47	10,9	0,052	56,199
Porcón, Lazareto	3320	1234	7	3210	33	9,0	0,029	93,230
Sunchubamba	2810	-	24	2220	59	23,6	0,252	560,360
Usnio	3320	770	10	exp	54	13,2	0,091	-

\*experimento en pequeña escala, en líneas.

Fuente: Abeele (1995)

#### e) Usos

La madera, aún proveniente de árboles inmaduros, es utilizada en la confección de jabas y para la fabricación de pulpa para papel, sin embargo, el rendimiento en pulpa, es inferior a otras especies citó Poynton en 1977. Las tablas son utilizadas para construcciones ligeras, carpintería, paredes, falso piso, tejas etc. La especie produce buenos postes preservados.

Conforma bosques de protección muy eficientes en zonas altas de las cuencas de la costa y selva (Abeele, 1996).

#### f) Perspectivas

Tiene excelentes perspectivas por su buen crecimiento, sus poblaciones se presentan, en general homogéneas; su resistencia a heladas ligeras y por su adaptabilidad para crecer en suelos pobres y ácidos. También es apreciada por su forma. Produce semilla de buena calidad, en plantaciones de más de 12 años de edad en Cajamarca. En un estudio de factibilidad realizado por ADEFOR, para 50,000 ha de plantaciones forestales en Cajamarca, estimó un crecimiento medio anual de 12 m<sup>3</sup>/ha (Abeele, 1996).

## B) *PINUS PSEUDOSTROBUS* LINDLEY

### a) Área de distribución natural y extensión plantada en Cajamarca

Esta especie, no muy definida taxonómicamente, tiene su distribución natural en América Central (México, Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua).

En Porcón, se han plantado 140 ha aproximadamente (Villar *et al.* 1984).

### b) Clima

La especie es apta para las condiciones de los pisos medios y altos (2500 – 3350 msnm). Su mejor desarrollo se observa en altitudes entre los 2700 y 3100 msnm. Es de clima templado, requiere una precipitación de 600 a 1200 mm/año, pero desarrolla mejor su crecimiento en sitios con 700 a 1000 mm/año. Es comparable al *P. patula*, sin embargo, su resistencia al frío puede ser menor (no soporta heladas), de acuerdo a lo observado en el arboreto de Huanico, a una altitud de 3700 msnm. Su requerimiento de temperatura oscila entre los 10 a 14 °C. No tolera sitios muy secos. Es susceptible al hongo *Dothistroma pini* (Abee, 1990).

### c) Suelos

Es una especie flexible en sus requerimientos edáficos, es poco exigente en suelos profundos y soporta bien la acidez, sin embargo no tolera suelos calcáreos y los exige bien drenados y sueltos, de preferencia en pendientes y de origen volcánico. En el arboreto de Yamobamba, con suelos muy pobres y ácidos, tiene un buen crecimiento, casi similar al de *P. patula* (Villar *et al.* 1984).

### d) Crecimiento

De buen crecimiento, superior a 1m/año en altura, con un IMA que varía entre 6 y 27 m<sup>3</sup>/ha/año, sobrepasando el observado en *P. patula*.

**Cuadro 5** Crecimiento *Pinus pseudostrobus*

Sitio	Altitud (msnm)	pp. (mm/año)	Edad (años)	N/ha	CAP (cm)	Hd (m)	Vol. (m <sup>3</sup> )	Vol. (m <sup>3</sup> /ha)
Jocos a	3600	892	12	exp*	49	10,3	0,049	-
Jocos b	-	802	12	exp	52	9,9	0,054	-
Porcón Cuartel, 7	3220	1234	8	1240	43	10,3	0,039	48,042
Porcón, Lazareto	3330	1234	7	3070	34	8,4	0,026	80,922
Sunchubamba	2800	-	24	1784	73	27,1	0,370	660,680
Usnio a	3320	770	9	exp	53	10,3	0,070	-
Usnio b	3320	770	9	exp	54	11,5	0,068	-

a: origen Guatemala      b: origen México      \*experimento en pequeña escala, en líneas

Fuente: Abeele y Flores (1994)

La plantación debe hacerse en época de buena precipitación, máximo hasta febrero, para tener por lo menos 2 meses de lluvia después de la plantación. No se recomienda plantar en sitios propensos a heladas, es preferible plantarlo en laderas de pendientes moderadas a fuertes. En suelos erosionados, es conveniente plantarlos en asociación con acequias de infiltración. Los distanciamientos deben ser mínimos de 3 metros entre planta, pues poseen un follaje amplio (Abeele y Flores, 1994).

#### e) Usos

La madera es comparable con la de *P. patula*, afirmó Poynton (1977), sin embargo su defecto principal es la presencia de ramificaciones gruesas, concentradas en verticilos bien definidos cada 60 a 200 cm, restándole resistencia a las tablas, no recomendable en aplicación estructural. La poda de los fustes debe realizarse durante los primeros años, elimina parcialmente este defecto, dando una buena madera, con aplicación en carpintería, construcciones ligeras, paredes, falsos pisos, tejas, etc. Es muy buena productora de resinas. Ideal para establecer bosques de protección en suelos erosionados, genera una buena capa de hojarasca que protege al suelo, permite su recuperación por la actividad microbiana y retención de humedad.

#### f) Perspectivas

Por su tolerancia y buen crecimiento, es deseable para ser plantado en una gran variedad de suelos. En África del Sur, la especie produce el mismo rendimiento que *P. patula*, manejada en turnos medios a largos. Los defectos característicos de la especie y procedencia, impiden su

aplicación a gran escala, estos defectos son superables mediante una adecuada selección de procedencia y prácticas de mejoramiento genético (Flores y Carton, 1982).

### C) *PINUS RADIATA D. DON.*

#### a) Área de distribución natural y extensión plantada en Cajamarca

Presenta un área de distribución natural similar a *Pinus muricata*, en la Costa Pacífica de los EEUU (California) y de México (Baja California), y en Isla de Guadalupe, frente a la costa de Baja California. En el departamento de Cajamarca, es la especie de pino más plantada, con una superficie de bosques instalados que varía entre 4000 a 5000 ha. Se han plantado a gran escala en varias partes del mundo, como Chile, África del Sur, Nueva Zelanda, Australia y España, donde este pino ocupa un lugar importante en la economía nacional (Villar *et al.* 1984).

#### b) Clima

El *P. radiata* es una especie bastante flexible en este aspecto. Soporta las condiciones de los pisos medio y alto predominantemente (2500 - 3600 msnm), pero su mejor crecimiento en la sierra norte, se observa entre los 2700 y 3100 msnm, es tolerante al frío y a la sequía. Resiste a heladas fuertes y vientos fríos. En climas húmedos o de neblinas, es afectado por *Dothistroma pini*, causándole a veces hasta defoliación total, afectando su crecimiento. La temperatura media óptima de esta especie es de 10 °C. Precipitaciones que van de 600 a 1100 mm/año son las adecuadas, sin embargo presenta un crecimiento razonable en sitios con una precipitación anual de 500 mm y una época seca de 6 - 7 meses (arboreto de Chancay). El clima óptimo de esta especie, por lo tanto es amplio, de templado frío a templado cálido (Villar *et al.* 1984).

#### c) Suelos

Preferentemente de origen volcánico, aunque también puede desarrollarse bien en suelos derivados de areniscas. En comparación a las demás especies, el *P. radiata* es la más exigente en suelos, prefiere suelos fértiles y drenados, con alto nivel de fósforo y materia orgánica, para un adecuado crecimiento necesita suelos francos, de textura ligera a media. Es afectado por pH alcalinos y suelos pesados y/o superficiales (Van Hoof, 1979).

#### d) Crecimiento

Es la especie que observa el mejor crecimiento, aún en condiciones extremas, es comparable con *P. patula* y *P. pseudostrobus*. Es una especie muy heterogénea en plantaciones establecidas; las

granizadas afectan las acículas, causando defoliación; la presencia de “cola de zorro” disminuye la calidad del bosque. En buenas condiciones de suelos y clima puede alcanzar alturas comerciales de hasta 25 metros. Propicia un excelente desarrollo del hongo comestible *Suillus luteus*. Es buena productora de semilla en Cajamarca. De acuerdo al siguiente cuadro, existe mucha diferencia en su crecimiento, lo que es producto, principalmente, de la calidad de sitio. Así se nota, que el IMA varía entre 4 y 26,5 m<sup>3</sup>/ha/año en Cumbemayo. Su sistema radicular es superficial, llega hasta 60cm de profundidad, con una mayor concentración en los primeros 30cm con gran proliferación de raíces secundarias, pudiendo cubrir un área que llega hasta 10 a 12 m del tronco (Abeele, 1990).

**Cuadro 6** Crecimiento *Pinus radiata*

Sitio	Altitud (msnm)	pp. (mm/año)	Edad (años)	N/ha	CAP (cm)	Hd (m)	Vol. (m <sup>3</sup> )	Vol. (m <sup>3</sup> /ha)
Jocos	3600	892	12	exp*	52	13,7	0,082	-
Aylambo	2875	-	21	2022	52	29,6	0,253	511,505
Aylambo	2875	-	21	1684	45	17,2	0,124	208,706
Cumbe Mayo	3450	-	12	3003	20	12,8	0,016	48,238
Cumbe Mayo	3455	-	19	2126	58	21,3	0,237	503,684
Porcón, Huamaní	3400	1234	12	1345	26	13,8	0,024	32,031
Porcón, Huamaní	3400	1234	12	978	37	17,6	0,064	62,384
Chilacat	2850	620	11	987	42	16,7	0,092	90,759
Sunchubamba	2430	-	40	996	106	41,6	0,597	594,481
Sunchubamba	2430	-	23	2055	52	29,0	0,240	492,780
Sunchubamba	2740	-	23	1549	42	25,2	0,129	199,680
Usnio	3320	770	9	exp	57	13,6	0,126	-

Fuente: Abeele (1990)

\*experimento en pequeña escala, en líneas.

#### e) Usos

La especie tiene una madera con muy buenas características para la fabricación de pulpa, muebles, cajas, trabajos de construcción etc. Requiere de preservación contra el ataque de polilla. Son árboles bien derechos, por lo que se les puede dar uso excelente para postes (previamente preservados). También produce una resina de buena calidad y el producto de las podas y raleos, son una buena fuente de leña (Van Hoof, 1979).

#### f) Perspectivas

*P. radiata* tiene excelentes perspectivas para reforestación en la sierra cajamarquina, debido a su rápido crecimiento, tolerancia a diversas condiciones climáticas y madera de buenas

características; en general es buena para la cuenca del Pacífico y valles interandinos. En suelos demasiado pobres, es atacado por los hongos *Dothistroma pini* y probablemente *Diplodia pinea* (Abeele, 1990).

#### D) *PINUS TENUIFOLIA BENTHAM.*

##### a) Área de distribución natural y extensión plantada en Cajamarca

La especie se presenta en forma natural en la sierra sur y oeste de México, y en Guatemala. En Cajamarca, se han instalado pequeñas plantaciones experimentales, que no pasan de 4 ha. La especie es taxonómicamente cercana al *P. pseudostrobus*, y botánicamente no está muy bien definida (Villar *et al.* 1984).

##### b) Clima

La especie tolera las condiciones del piso medio, entre los 2600 y 3400 msnm, con un nivel altitudinal óptimo a los 3000 msnm; estudios indican que tolera condiciones más secas y cálidas que el *P. pseudostrobus*, dando buenos resultados en condiciones con una precipitación anual de 620 mm pero, soporta menos el frío (Abeele, 1990).

##### c) Suelos

Pueden ser de origen volcánico ó derivados de areniscas, prefiriendo el primero. Hasta la edad de 12 años, la especie tolera bien suelos muy pobres, ácidos y de textura franco arenoso. Para un crecimiento óptimo, requiere de suelos más fértiles y de textura mediana (Villar *et al.* 1984).

##### d) Crecimiento

El crecimiento es comparable con el *P. pseudostrobus*, un tanto mayor en las condiciones ecológicas favorables (Van Hoof, 1979).

##### e) Usos

Similar al *P. pseudostrobus* (Van Hoof, 1979).

##### f) Perspectivas

La plantación de la especie se justifica, probablemente en condiciones ecológicas extremas, de baja pluviosidad y suelos muy pobres, en condiciones donde el *P. radiata* no crece bien.

También puede desarrollarse en zonas con bastante precipitación, con alta temperatura, demasiado cálido (Van Hoof, 1979).

*E) PINUS HALEPENSIS MILL.*

a) Clima

Esta especie se desarrolla adecuadamente en un clima templado a templado cálido, en un rango altitudinal que va desde los 2500 a 3100 msnm (piso medio), siendo los 2900 msnm su nivel óptimo; con un nivel moderado de precipitación (400 -1000 mm/año). No soporta el frío (Villar *et al.* 1985).

b) Suelos

En cuanto a suelos esta especie es flexible, pero no en suelos muy pobres, crece en suelos derivados de calizas. Es el mejor pino para zonas alcalinas (suelos calcáreos), con fines de restauración y protección de suelos (Villar *et al.* 1985).

*F) PINUS ELLIOTTII ENGELM*

a) Clima

Esta especie se desarrolla adecuadamente en un clima templado, con un rango altitudinal que va desde los 2750 a 3200 msnm (pisos medio y alto), siendo los 2900 msnm su nivel óptimo (Flores y Carton, 1982).

b) Suelos

Prefiere suelos de origen volcánico (Flores y Carton, 1982).

*G) PINUS CARIBEAEE MORELET*

a) Clima

Esta especie se desarrolla adecuadamente en un clima templado, con un rango altitudinal que va desde los 2500 a 3100 msnm (piso medio predominantemente) (Mirov, 1967).

#### H) *PINUS TAEDA L.*

##### a) Clima

Esta especie se desarrolla adecuadamente en un clima templado, con un rango altitudinal desde los 2500 a 3100 msnm (piso medio predominantemente) (Mirov, 1967).

##### b) Suelos

Prefiere suelos de origen volcánico (Villar *et al.* 1984).

#### 2.4.2 GÉNERO EUCALYPTUS

##### A) *EUCALYPTUS BOTRYOIDES*

##### a) Clima

Crece bien en altitudes entre los 2200 a 2800 msnm (pisos bajo y medio). Requiere una precipitación de 500 a 800 mm/año; resiste periodos de sequía cortos. Se desarrolla bien en sitios con temperatura media de 10 a 14 °C. No soporta neblinas ni heladas (Proyecto FAO *et al.* 1984).

##### b) Suelos

Requiere suelos profundos, pero también responde aceptablemente en sitios arenosos y sueltos. Exige pH ligeramente ácidos y neutros. En condiciones de riego responden bien al calcáreo (Proyecto FAO *et al.* 1984).

##### c) Crecimiento

Se recomienda utilizar plantas producidas en bolsas. Además la plantación debe ir asociada a obras de captación de agua de lluvia. Es una especie resistente a plagas (cortadores). No alcanza alturas considerables (INFOR, 1987).

##### d) Usos

Es excelente para cortinas rompe vientos, pues soporta bien fuertes vientos (INFOR, 1987).

## B) *EUCALYPTUS CAMALDULENSIS*

### a) Clima

Esta especie es de clima templado cálido a cálido, tolera las condiciones de pisos bajos ampliamente, y medios, pero en mucha menor proporción (2000 - 2600 msnm). El rango de precipitación ideal es de 400 a 800 mm por año (Abeele, 1996).

### b) Suelos

Tolera suelos de mala calidad, con baja fertilidad, poco profundos y pedregosos. También soporta ligera alcalinidad. Posiblemente el mejor eucalipto para zonas semiáridas (Abeele, 1996).

## C) *EUCALYPTUS DALRYMPLEANA*

### a) Clima

Especie de clima templado frío, se desarrolla en pisos altos (3000 - 3400 msnm), con precipitaciones que van desde los 900 a 1400 mm/año (Abeele, 1996).

### b) Suelos

Es una especie flexible, de requerimientos similares a *E. viminalis*, prefiere suelos ácidos, profundos y no soporta suelos alcalinos. Ideal para las zonas bajas de la jalca (Abeele, 1996).

## D) *EUCALYPTUS GLOBULUS*

Especie con amplia adaptación ya que se introdujo hace más de un siglo y en diferentes condiciones (Mertens *et al.* 1987).

### a) Clima

Crece en un rango amplio de altitud, desde los 2200 hasta los 3200 msnm. En condiciones de protección en quebradas y junto a bosques nativos puede llegar hasta los 3600 msnm. Se desenvuelve óptimamente en climas templados a templados fríos, con temperaturas promedio de 8 a 14 °C; no soporta las heladas ni vientos fríos. Prefiere climas con precipitaciones de 600 a 800 mm/año; en condiciones de secano tolera precipitaciones hasta de 1200 mm/año, en suelos bien drenados (Mertens *et al.* 1987).

b) Suelos

Prefiere suelos profundos, ricos y con importante componente de arena, sin embargo, también soporta suelos pesados. No soporta suelos calcáreos en tierras de secano; con humedad puede crecer en sitios ácidos y ligeramente alcalinos también. En suelos superficiales y pedregosos su desarrollo es deficiente, no soporta sequías prolongadas. Especie para valles interandinos; crece por debajo del óptimo en la cuenca del Pacífico y ceja de selva (Morales, 1973).

c) Crecimiento

Es una especie conocida y adaptada a nuestro medio, se desarrolla en una amplia diversidad de climas y suelos; pero los resultados son escasos. Es una especie alelopática, la alelopatía es el fenómeno que implica la inhibición directa de una especie por otra ya sea vegetal o animal, usando sustancias tóxicas o disuasivas. Por esto a veces causan competencia, cuando se asocia a cultivos y pastos en secano (Mertens *et al.* 1987).

d) Usos

Es la especie de eucalipto de uso múltiple, es buena para aserrío, parquet, cajonería, construcción, leña, carbón, carpintería, postes, aceites esenciales, medicina, durmientes, aglomerados, celulosa para papel y apicultura (Mertens *et al.* 1987).

E) *EUCALYPTUS VIMINALIS*

a) Clima

Especie de clima templado a templado frío, crece bien en sitios con temperatura promedio entre 6 a 10 °C. Demanda las condiciones de piso medio a alto (2800 a 3300 msnm), en sitios “abrigados” puede llegar a desarrollarse bien, hasta en los 3600 msnm. Requiere precipitaciones de 500 a 1200 mm/año. No soporta zonas de neblina. Especialmente para sitios menos protegidos contra el frío, pues soporta bien las heladas (Villar *et al.* 1985).

b) Suelos

Requiere suelos ácidos, se desarrolla mejor en suelos aluviales profundos. No soporta suelos alcalinos (Villar *et al.* 1985).

c) Crecimiento

Su crecimiento es lento, pero a partir de los 3 años, crece con buena textura y sanidad. En sitios bajos, dependiendo de la procedencia, a veces tiene un comportamiento arbustivo, poco atractivo como madera recta (Aguirre, 1979).

d) Usos

Es buena para madera de construcción, leña, celulosa para papel (Aguirre, 1979).

### 2.4.3 GÉNERO CUPRESSUS

#### A) *CUPRESSUS LUSITANICA*

a) Clima

Este ciprés se adapta a climas templados a templados fríos, en pisos medios y altos (2500 - 3500 msnm), con precipitaciones de 800 a 1500 mm/año con presencia de neblinas. No tolera sequías prolongadas. Requiere temperaturas medias entre 10 a 13 °C. Resiste heladas (Proyecto FAO *et al.* 1984).

b) Suelos

Prefiere suelos profundos de textura media. Posee buen desarrollo en pH ácidos, neutros, ligeramente alcalinos o calcáreos; puede crecer en suelos poco fértiles. No toleran suelos anegados o sin drenaje (Proyecto FAO *et al.* 1984).

c) Crecimiento

No resiste la plantación a raíz desnuda en suelos difíciles, es una especie de lento crecimiento. Puede formar bosques poco densos y cortinas rompe vientos (Proyecto FAO *et al.* 1984).

d) Usos

Es una buena madera para mueblería, artesanías y cajonería. Produce resinas y aporta hojarasca como materia orgánica (Proyecto FAO *et al.* 1984).

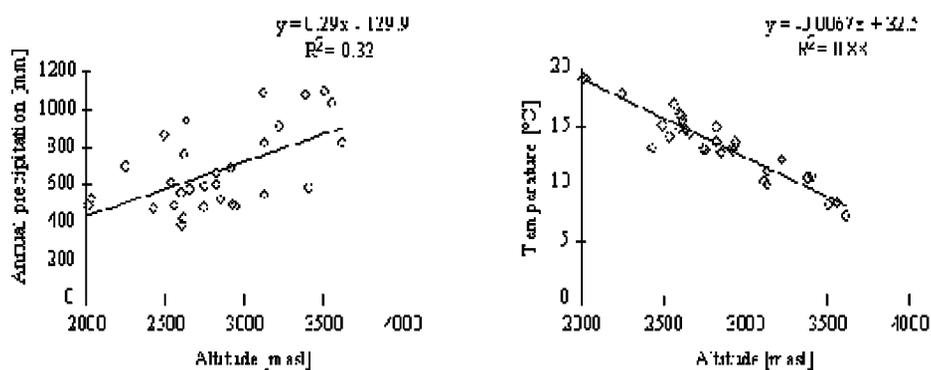
### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 ASPECTOS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se localiza en el departamento de Cajamarca, en las provincias de Cajamarca, San Pablo, San Miguel, San Marcos y Chota.

Cajamarca tiene un clima tropical de montaña, con temperaturas templadas. Las temperaturas promedio mínimas y máximas no varían mucho durante el año. La diferencia de temperatura diurna es alrededor de 10 °C. Las temperaturas absolutas mínimas varían más durante el año. El enfriamiento es fuerte durante las noches claras, lo que ocurre sobre todo en los meses secos, en los cuales aumenta la incidencia de heladas. Los Andes Cajamarquinos son semi-áridos, Cajamarca es el punto inicial entre los Andes secos del sur y los Andes húmedos de Ecuador y Colombia (ONERN, 1977).

La figura 1 muestra la relación entre la temperatura y la lluvia respecto a la altitud en el área de Cajamarca. Se observa que la temperatura disminuye con la altitud (0,67°C por cada 100 m de elevación). La lluvia se incrementa a medida que se aumenta la altura (29 mm por cada 100 m) pero la correlación es pobre. La distribución espacial de la precipitación es más compleja que la temperatura debido a la influencia del paisaje (orientación, pendiente, etc.) (De la Cruz *et al.* 1999).



**Figura 1** Relación entre la altitud y la precipitación y la temperatura promedio anual en Cajamarca (n=30)

Climáticamente, la región presenta dos estaciones características: una lluviosa de diciembre a marzo y otra seca de abril a noviembre, con sus respectivas etapas transicionales; sin embargo,

este ciclo tiene periodos excepcionales cuando se presentan años de sequías y/o de abundantes precipitaciones. Las lluvias se adelantan en la parte septentrional de la región, con tendencia a extenderse por el sector oriental, aparentemente influenciadas por las condiciones atmosféricas vecinas a la zona ecuatorial (De la Cruz *et al.* 1999).

La diversidad de alturas hace que el clima y la vegetación sean diferentes según los lugares, así, por ejemplo, las cumbres que pasan los 4500 msnm, se caracterizan por su clima frígido y ausencia de vegetación; las extensas punas que se encuentran entre los 3500 - 4500 msnm tienen igualmente temperaturas que bajan de 0 °C por las noches, estando cubiertas uniformemente por “ichu”; por debajo de estas alturas recién comienzan a usarse los terrenos para cultivos, ubicándose la mayoría de caseríos y pueblos en ellos, exceptuando a los centros mineros que circunstancialmente están más altos (Proyecto FAO *et al.* 1984).

Según Köpen, el clima de Cajamarca es templado cálido “C” (zona tropical en altitud) con un verano lluvioso y un invierno seco (“w”), es decir un clima del tipo “Cw”. Sin embargo, por encontrarnos en una zona cercana al Ecuador (7° Latitud Sur), la diferencia entre el invierno y el verano, desde el punto de vista de temperatura y duración del día (fotoperiodo), no es muy marcada y por ello la zona de Cajamarca, a pesar de ser una zona templada cálida a invierno seco, es muy semejante a una zona templada cálida a verano seco del tipo “Cs”, ósea un clima mediterráneo. Por tal razón, especies tales como el *E.globulus* Labill y *P.radiata* D.Don que provienen de climas “Cs”, se han adaptado muy bien en Cajamarca y en toda la sierra peruana. Finalmente, por producirse, en ciertas zonas, precipitaciones pluviales durante todo el año, en grado máximo en el verano, o por tener suelos retentivos de agua, se introdujo algunas especies (forestales) que provienen de ciertas zonas de clima tipo “Cf” (zona templada cálida con lluvias suficientes durante todo el año) (Picard y Villar, 1982).

Como podemos apreciar la Región Cajamarca, por las características expuestas, tiene gran variabilidad en lo que respecta al clima, suelos, fisiografía etc.; de igual manera sucede en los arboretos evaluados, estos son nueve: Huacataz, Porcón, Yamobamba, La Collpa y Hualanga Alta - Huacraruco, ubicados en la provincia de Cajamarca; Lambidera Baja en la provincia de San Marcos, Quebrada Honda en la provincia de San Miguel, El Verde en la provincia de Chota y Santa Rosa de Chumbil en la provincia de San Pablo. Las características de cada uno de ellos, están descritas en el acápite de selección de arboretos.

## **3.2 EQUIPOS Y MATERIALES**

### **3.2.1 EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN**

- Reloscopio de Bitterlich, reliscopio de espejos (Spiegel-Relaskop), modelo: Metric Standard
- Cámara fotográfica digital, marca: Canon, modelo: Powershot S80
- Computadora portátil, marca: Dell, modelo: Inspiron 5150
- Impresora, marca: Hewlett Packard, modelo: Laser jet 1100
- Regla telescópica de 20 m., elaborada por el personal de Adefor
- Cinta métrica.

### **3.2.2 MATERIALES**

- Formatos de evaluación (ver anexo XXVI)
- Tableros de campo
- Mapas de la zona
- Planos de ubicación
- Libreta de campo
- Útiles de escritorio
- Cartuchos de tinta para impresora y CD's.

## **3.3 METODOLOGÍA**

### **3.3.1 FASE DE PLANIFICACIÓN**

#### ***A) SELECCIÓN DE LOS ARBORETOS***

Se realizó bajo tres criterios:

- Evaluar ensayos ubicados en arboretos de importancia, según la experiencia de investigadores y potencialidad de las especies.

- Contar con la información más completa (mapa de ubicación, características climáticas, edafológicas, de vegetación, fisiográficas y de aptitud forestal).
- Que sean arboretos con características diferenciadas de suelo, clima y rango de altitud, para abarcar un área de estudio de la Región lo más representativa posible.

#### **B) SELECCIÓN DE ENSAYOS**

Se tomaron en consideración principalmente los siguientes aspectos:

- Que cada ensayo contará con un registro de datos tomados anteriormente.
- El estado de conservación de los ensayos, con suficiente accesibilidad para la toma de datos.
- Que no hayan sido aprovechados.

### **3.3.2 FASE DE CAMPO**

#### **A) EVALUACIÓN DE LOS ENSAYOS Y REGISTRO DE DATOS**

Esta fase comprendió lo siguiente:

- Reconocimiento del ensayo *in situ* según mapas o referencias recogidas y la comprobación de estos mediante la identificación de las especies y orden secuencial incluidos en cada ensayo.
- Toma y registro de datos, esta actividad se realizó con la ayuda de un asistente, previa capacitación.

Los parámetros evaluados en campo fueron:

#### **a) Cuantitativos**

- Circunferencia a la altura del pecho (1,30 m) ó CAP.- el CAP, fue medido con una cinta métrica, se consideró medir el CAP y no el DAP debido a que en los registros de datos anteriores se había tomado el CAP. El DAP fue obtenido en fase de gabinete.
- Diámetro a media altura (DAMHT).- fue medido con el relascopio de Bitterlich, a distancia de 15 ó 20 metros desde la base del árbol según la facilidad para visualizarlo.
- Altura total (HT).- fue medida con la regla telescópica en los ensayos que así lo permitían, caso contrario se midieron con el relascopio de Bitterlich.

b) Cualitativos para lo ensayos de Introducción de Especies Forestales

- Sanidad
- Vigor
- Forma de fuste

Estas tres características se calificaron según detalla el cuadro siguiente:

**Cuadro 7** Calificación de características cualitativas

Puntaje	Sanidad	Vigor	Forma de fuste
1	Sano	Alto	Recto
2	Mínimo	Medio	Inclinado
3	Regular	Bajo	Bifurcado
4	Considerable	-	-

Con respecto a la calificación de sanidad, el puntaje que va de 2 a 4 corresponde al nivel de daño ocasionado por: ataque de hongos, insectos, animales, plantas parásitas o pudrición.

En relación al vigor se evaluó en base a la identificación de la especie, tamaño del árbol, forma de la copa, inserción/disposición de las ramas y las frondas (rama con hojas).

c) Cualitativos para los ensayos de Mejoramiento Genético

Debido a que los ensayos de mejoramiento genético, se presentan mucho más homogéneos y mejor establecidos, en comparación a los de introducción de especies, se consideraron las siguientes características cualitativas:

- Presencia de bifurcación (el eje principal se divide en 2 o más ejes).
- Presencia de fuste sinuoso
- Presencia de yema rota y/o seca.
- Árbol caído por causa natural.

### 3.3.3 FASE DE GABINETE

#### A) PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Esta fase incluyó el procesamiento de los datos levantados en campo, para lo cual, se utilizó el programa Microsoft Office 2003 (principalmente Excel), donde se registró todos los datos obtenidos y con el que se obtuvo los gráficos de las principales características cuantitativas como el DAP, HT y VOL.

Para el análisis estadístico el software utilizado fue el sistema de análisis estadístico (SAS), con el que se obtuvo: el análisis de varianza (ANVA) y las Pruebas de Duncan y Tukey.

El análisis de varianza (ANVA) se hizo en base a las variables de: altura total (HT), diámetro a la altura del pecho (DAP), diámetro a media altura (DAMHT), factor de forma (F), área basal (AB) y volumen (VOL).

Para la determinación de la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos (especies/procedencias/familias) se consideró el ANVA y la **prueba de Tukey** a partir de la comparación de medias. La prueba de Tukey, se utilizó, debido al número de tratamientos por ensayo y porque se esperaba encontrar diferencias entre los tratamientos.

Para el caso específico de los ensayos de **selección masal**, en cuanto al análisis estadístico, tanto la última evaluación así como la anterior, se procesaron a partir de la estadística descriptiva, con la que se obtuvo: la media, desviación estándar, varianza, error estándar, coeficiente de variación, mediana y moda, entre ellos el Límite superior de confianza (media) que se tomo como límite, para las variables: DAP, HT y VOL. Una vez seleccionados los árboles para cada una de las variables sobre el límite superior de confianza, se escogió únicamente a los árboles con las tres variables, en simultáneo, sobre el límite.

Una vez procesada la información obtenida, **cada ensayo** se describe al nivel de detalle siguiente:

- Ubicación exacta, fecha de instalación y de evaluación.
- Tipo de ensayo, número de especies y/o procedencias o familias.
- Diseño estadístico.
- Disposición y distanciamiento de los árboles.

- Gráficos de DAP, HT y VOL, promedio por especie y/o procedencia o familia.
- Prueba de Tukey (cuadro resumen: DAP, HT y VOL).
- Prueba de Tukey (cuadro detallado: DAMHT, F, AB y Supervivencia, además de las del cuadro resumen), para la actual y anterior evaluación.
- Análisis de Varianza (cuadro resumen de todas las variables descritas anteriormente).
- Discusiones sobre los parámetros cuantitativos y cualitativos encontrados.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1 FASE DE PLANIFICACIÓN

#### 4.1.1 SELECCIÓN DE LOS ARBORETOS

Siguiendo el patrón de zonificación, por pisos altitudinales y tipo de suelo llevada a cabo por CICAFOR, los arboretos se seleccionaron en cuanto al rango altitudinal, en dos de los cuatro pisos altitudinales señalados, estos son: el piso medio, entre los 2500 a 3000 msnm y el piso alto, entre los 3000 a 3500 msnm, debido a que fue el rango altitudinal donde el mayor número de especies se adaptaron y crecieron satisfactoriamente, afirma Abeele (1995), probando ser la zona con mejor potencial forestal en la región; en cuanto al tipo de suelo se ha tomado en consideración básicamente tres tipos de roca madre, estos son: tufo volcánico, roca calcárea y suelos cuarcíticos (areniscas), de gran preponderancia y extensión en la zona. De acuerdo a lo explicado y bajo los tres criterios indicados en la parte metodológica, los arboretos seleccionados se describen a continuación:

#### A) *HUACATAZ IV*

##### a) Ubicación

Este arboreto, está situado al norte de la ciudad de Cajamarca, en la margen derecha de la trocha carrozable que parte del aeropuerto de Shultín hacia la hacienda Combayo, a la altura del fundo "Muñoz" (ver mapa de ubicación en el Anexo II); tiene una altitud que oscila de 3080 a 3180 msnm; geográficamente se ubica a 7°05' de latitud Sur y 78°28' de longitud Oeste, en el distrito de Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca; tiene una superficie de 6,5 ha (Pajares *et al.* 1984).

##### b) Clima

Se encuentra en la zona de vida: bosque húmedo-Montano Tropical (bh-MT), las características climáticas están influenciadas por la altitud del lugar; la biotemperatura es de 11°C, habiéndose observado descensos de la temperatura hasta a -5 °C (enero 1979).

La precipitación pluvial total anual es de 827 mm; irregularmente distribuida en el transcurso del año, cayendo el 52% del total durante los meses de enero a abril; la evapotranspiración potencial

total anual supera en 0,2 veces a la precipitación, determinando de este modo una deficiencia de agua aprovechable por las plantas en el suelo durante 3 meses al año (julio a septiembre); bajo estas condiciones, según el Diagrama de Holdridge, este lugar se ubica en la provincia de humedad: HUMEDO (Elliot, 2007).

c) Fisiografía

El paisaje del arboreto en estudio es bastante heterogéneo, conformado por lomadas, laderas y depósitos de pie de monte, con escasas áreas planas y en algunos puntos ligeramente colinosos. La variabilidad topográfica va desde ligeramente inclinada hasta empinada, cuyas pendientes oscilan entre 8 y 50%, la mayor parte de la zona estudiada tiene una exposición oeste, suroeste y noroeste, y en menor proporción existen unidades de su los expuestos al este sur y sureste (Pajares *et al.* 1984).

d) Vegetación natural

La vegetación natural prácticamente ha desaparecido, sobre todo la arbórea, por acción del hombre, encontrándose solamente en algunos fondos de quebradas. Dentro de las especies que todavía pueden observarse, figuran las siguientes:

- Estrato arbóreo o arbustivo

Las especies arbóreas son: *Sambucus peruviana* (sauco), *Salix humboldtiana* (sauce), *Alnus* sp. (aliso). Dentro del estrato arbustivo, las Compuestas llegan a dominar con los géneros, *Baccharis* sp., *Eupatorium* sp., *Helianthus* sp., *Ageratina* sp., *Ageratum* sp. y una Rosaceae (*Rubus* sp.), así como una Berberacidaceae (*Berberis* sp.).

- Estrato herbáceo

Fuertemente asociado a este estrato se encuentran las gramíneas representadas por: *Pennisetum clandestinum*, *Paspalum* sp., *Aegopon cenchroides*, *Calamagrostis* sp., *Polypogon* sp., *Bromus* sp., *Schizachryrium hirtiflorus*, *Setaria* sp., *Stipa* sp., *Sporobolus* sp., *Asistida* sp., *Briza* sp., Leguminosas como *Trifolium* sp., *Dalea* sp., y una Poligonaceae (*Rumex acetocella*).

e) Suelos

Debido a la variabilidad fisiográfica se tienen doce unidades de suelos diferentes, sin embargo en forma general se observa que los depósitos de pie de monte, áreas de pendiente cóncavas y

algunas laderas suaves, presentan suelos más desarrollados, de origen aluvio-coluvial o coluvial, derivados de tufos y otros materiales volcánicos; cuya disposición de horizontes es A/Bt/C, A/Bw/ o A/C, moderadamente profundos a profundos (60 - 100 cm de profundidad efectiva); texturas medias (franco a franco arcillo limoso); drenaje bueno; reacción ligeramente ácida (pH: 5,0 – 6,4); dominados por los grupos taxonómicos Phaeozem lúvico, Phaeozem háplico y Andosol húmico, Cambisol dístrico y Acrisol húmico.

En cambio, los suelos que se encuentran ocupando las laderas y lomadas son poco desarrollados, de perfil incipiente mayormente A/C y en menor proporción A/R o C/R, de desarrollo in situ o coluvial, provenientes de tufos u otros materiales volcánicos; superficiales a muy superficiales (10 a 60 cm); texturas medias (franco a franco limoso); drenaje bueno a excesivo, reacción ligeramente ácido, predominando los grupos taxonómicos Andosol húmico y Andosol vítrico (Pajares *et al.* 1984).

f) *Aptitud forestal*

El arboreto Huacataz IV, presenta suelos con buenas características para la forestación; a excepción de una pequeña área que tienen suelos muy superficiales con problemas de erosión severa, el resto no muestra limitantes edáficas de consideración.

En forma general estos suelos se caracterizan por ser moderadamente desarrollados, de textura media, drenaje bueno, pendiente ligeramente inclinada a moderadamente empinada, moderadamente profundos a profundos, libre de piedras y erosión moderada con un perfil en partes A/B/C, donde el horizonte B dispone de suficiente arcilla, la que, asociada a su nivel de materia orgánica, permite una buena retención de humedad en el perfil, en otros puntos se tiene un perfil A/C o A/R pero el sustrato volcánico se encuentra ligeramente figurado, cuyas grietas están llenas de suelo por donde ingresan las raíces.

De acuerdo al análisis físico – químico estos suelos son de textura ligera (franco arenoso) a media (franco); reacción fuerte a ligeramente ácido (pH: 4,8 - 6,0); niveles en nitrógeno total (0,10 – 0,20 %); pobres a niveles medios en fósforo disponible (3 - 9 ppm); nivel medio a alto en potasio disponible (108 - 223 ppm) y bajo porcentaje de saturación de bases.

El clima también es algo favorable, sobre todo la precipitación permite disponer la humedad en el suelo la mayor parte del año, favoreciendo el crecimiento y desarrollo de las especies instaladas (Elliot, 2007).

## *B) PORCÓN*

### *a) Ubicación*

La zona experimental se encuentra ubicada a la margen izquierda de la carretera que une granja Porcón, con el establo el Tinte, aproximadamente a 34 km de la ciudad de Cajamarca; pertenece al departamento de Cajamarca, distrito y provincia del mismo nombre (ver mapa de ubicación en el Anexo III). Abarca una extensión de 11 ha.

### *b) Clima*

De acuerdo al mapa ecológico del Perú, pertenece a la zona de vida natural: bosque muy húmedo Montano Tropical (bmh-MT); lo cual prácticamente coincide con los registros de la Granja Porcón, con una precipitación total anual que varía entre 864 y 1469 mm; la biotemperatura anual oscila entre 1,9 y 17,5 °C, y la relación de evapotranspiración potencial, entre 0,39 y 0,66. Se encuentra a una altitud de 3100 a 3280 msnm (Florian, 1990).

### *c) Fisiografía*

El paisaje del área es de lomadas y colinas, presentando depósitos morrénicos; su relieve es moderadamente a fuertemente accidentado, resultado de la acción combinada de las erosiones glaciár y fluvio-glaciár, ocurridas en las diferentes épocas del cuaternario; presenta una pendiente variable, de moderadamente empinada a muy empinada, de 25 - 75% de inclinación; exposición Noreste (Manco, 1989).

### *d) Suelos*

Los suelos de este arboreto se han desarrollado a partir de materiales provenientes de tufos volcánicos en grandes depósitos fluvio glaciares y morrénicos.

Se caracterizan por tener un horizonte A úmbrico de color negro, ácido, rico en materia orgánico, textura media; descansa sobre un horizonte B cámbico de color pardo oscuro, textura media, ácido, drenaje bueno, con una saturación de bases menor de 50%, clasificados como Cambisol dístico.

La parte central de la zona en estudio, presenta suelos con un horizonte A úmbrico de color negro, con importante dotación de materia orgánica, de reacción ácida, textura media; descansa sobre un horizonte B textural, de estructura en bloques angulares finos y medios; presentan características de mal drenaje (moteaduras y concreciones de fierro); estos suelos han sido clasificados como Acrisol húmico.

Asimismo, existen suelos que se caracterizan por tener un horizonte A úmbrico de 25 cm o más, en donde falta el horizonte B cámbico, siendo estos Cambisoles húmicos. También existen suelos, que tienen un horizonte A úmbrico, cuyo espesor es inferior a 25 cm (Ranker). Solamente se presentan escasas áreas con Litosoles, es decir, suelos esqueléticos que están limitados en profundidad por roca dura, continua y coherente en los primeros 10 cm de la superficie.

En forma general, los suelos de este arboreto son de color negro, ricos en materia orgánica, textura media y con saturación de bases menor de 50% (Florian, 1990).

e) *Aptitud forestal*

Los suelos de este arboreto, en forma general, presentan características edáficas favorables para la forestación, destacándose los Cambisol dístico (Bd), los cuales se han desarrollado sobre material detrítico fino derivado de restos volcánicos, profundos, de texturas medias. Poseen un horizonte A negro, rico en materia orgánica que descansa sobre un horizonte B cámbico (Bw), con características físicas favorables para el crecimiento y desarrollo de las plantas; sin embargo, es necesario tener en cuenta que la relación ácida de estos suelos puede ser limitante para ciertas especies forestales.

Igualmente, los Cambisoles húmicos (Bh) y Rankers (U), son suelos superficiales, pero con características físicas similares a los Cambisoles dísticos (Bd); además, es importante tener en cuenta que todos estos suelos no muestran en profundidad roca dura y coherente, al contrario los horizontes inferiores son parcialmente edafizados, lo cual puede ser aprovechado por las raíces de las especies forestales.

En la parte central del arboreto, existe una unidad 9, que muestra Acrisoles húmicos (Ah), los cuales son suelos con buenas características físicas para el desarrollo de forestales de producción que tienen como factor limitante únicamente el drenaje imperfecto que presenta en profundidad (Manco, 1989).

### C) *YAMOBAMBA II*

#### a) Ubicación

El arboreto se encuentra al sureste de la ciudad de Cajamarca, en la margen derecha de la carretera Cajamarca – Cajabamba, a la altura del Km. 33. Geográficamente se ubica en el paralelo 7°12' de latitud sur y el meridiano 78°18' de longitud oeste (ver mapa de ubicación en el Anexo VIII). Políticamente pertenece al distrito de Namora, provincia y departamento de Cajamarca. Tiene una extensión de 5,65 ha.

#### b) Clima

El área estudiada se encuentra a una altitud de 2750 msnm; según la clasificación de Holdridge, pertenece a la zona de vida natural bosque seco – Montano Bajo Tropical (bs - MBT). El clima está caracterizado por la presencia de lluvias estivales o de verano, con dos épocas bien marcadas: una lluviosa que comprende el final de la primavera, el verano y media estación otoñal; y una seca, que comprende la segunda parte del otoño; el invierno y media estación primaveral, del hemisferio sur.

El balance hidrológico muestra una deficiencia de humedad durante todo el año; siendo la evapotranspiración potencial total por año dos veces la precipitación.

La humedad relativa atmosférica es 64% en promedio, y las precipitaciones pluviales, con máximo estival, se registran durante 140 a 150 días, variando el módulo pluviométrico anual de 600 a 650 mm distribuidos irregularmente durante el año, cayendo un 40% del total en los meses de enero a marzo.

La temperatura media anual es de 13 °C, el promedio anual máximo es de 19°C y el promedio anual mínimo es de 7°C, con posibilidades de heladas, habiéndose observado descensos hasta -6,5°C (Septiembre 1980). La biotemperatura anual entre 12 y 14°C (Abeele y Flores, 1994).

#### c) Fisiografía

El paisaje del área muestra una topografía no muy compleja, diferenciándose dos zonas bien marcadas; la parte superior del arboreto presenta algunas áreas planas a ligeramente inclinadas, mientras que el resto ocupa un paisaje conformado por pequeñas laderas.

La topografía varía desde casi a nivel, ligeramente inclinada, hasta empinadas; con pendientes que oscilan entre 2 y 40%; de relieve plano y ondulado. La zona presenta un modelado de aparente formación fluvio-glaciár; la parte superior del arboreto tiene una exposición norte-noroeste; mientras que las laderas están mayormente orientadas al sur (Abeele y Flores, 1994).

d) Vegetación natural

El escenario vegetal está constituido por una abundante mezcla de gramíneas y otras hierbas de hábitat perenne. Entre las especies dominantes, se tiene:

- Estrato arbustivo

Compuestas del género *Calea* sp., *Coreopsis* sp., *Helianthus* sp., además de estas especies se encuentran el *Arcytophyllum* sp. (Rubiaceae) y *Croton* sp. (Euphorbiaceae).

- Estrato herbáceo

Gramíneas como *Schizachyrium* sp., *Paspalum* sp., *Eragrostis* sp., *Setaria* sp., entre las dominantes; además *Scirpus* sp. (Cyperaceae), *Rumex acetocella* (Poligonaceae), y *Aeschynomene* sp., en menor proporción.

e) Suelos

Este arboreto, debido a la posición fisiográfica que ocupa, presenta 2 tipos de suelos bien diferenciados. En la parte superior existe un área pequeña de depósitos detríticos finos, constituidos principalmente por arenas, siendo el perfil dominante A/C1/C2; presenta un horizonte A de textura ligera (arena franca); sin estructura (grano simple); reacción fuerte a ligeramente ácido; descansando sobre un C1 arenoso, sin piedras y sin estructura; este horizonte descansa sobre un C2 de características similares al C1. En forma general estos suelos se caracterizan por ser moderadamente profundos; de textura ligera (arena franca a franco arenoso), drenaje excesivo; reacción fuerte a ligeramente ácido (pH: 5,0 - 6,0); pendiente nula o casi a nivel (2 - 4%) y erosión moderada, clasificación como Arenosol cámbico.

En cambio, la mayor extensión del arboreto, ubicado tanto en la parte superior como en las laderas, presenta suelos desarrollados sobre detritos gruesos de areniscas, siendo el perfil A/C1/C2; con un horizonte A poco desarrollado de textura media (franco a franco arenoso); escasamente estructurado, drenaje bueno, reacción fuerte a ligeramente ácida. Descansa sobre un

horizonte C1 y luego un C2, ambos pedregosos, pero que permiten el ingreso de raíces. En forma general estos suelos se caracterizan por ser moderadamente profundos, de textura media, reacción fuertemente ácido, drenaje bueno, pendiente ligeramente inclinado a empinado y con presencia de concreciones de fierro y manganeso, y contactos petroféricos en algunos puntos que se tornan limitantes para el buen desarrollo radicular de las especies instaladas; predominando el grupo taxonómico Regosol dístrico (Abeeley y Flores, 1994).

f) Aptitud forestal

Este arboreto presenta muchos factores limitantes, donde la reacción fuertemente ácida, presencia de contactos petroféricos y concreciones de fierro y manganeso, alta concentración de aluminio intercambiable (1,7 – 4,0 meq/100gr de suelo), texturas ligeras con un elevado contenido de arena (75 - 92%), bajo porcentaje de saturación de bases, baja capacidad de intercambio catiónico y eventualmente drenaje excesivo constituyen los principales factores edáficos limitantes que van a interferir en el normal crecimiento y desarrollo de las diferentes especies forestales, causando muchas veces marchitamiento y malformaciones. Pero el resto de factores, como pendiente, profundidad efectiva, pedregosidad y erosión moderada, son un tanto favorables; debiendo ser aprovechadas estas características, pero previa corrección y/o manejo de los limitantes.

De acuerdo al análisis físico-químico de suelos, el arboreto presenta una textura ligera (arena, arena franca y franca arenoso); reacción fuertemente ácido (pH: 4,2 - 4,8); pobres a medios en materia orgánica (0,65 – 2,47%); pobres en nitrógeno total (0,05 – 0,14%); medios a ricos en fósforo disponible (7 - 37ppm); pobres en potasio disponible (17 - 28ppm); bajos niveles de capacidad de intercambio catiónico (menor de 6meq/100gr) y bajo porcentaje de saturación de bases (3 - 10%).

Además del suelo el clima un tanto desfavorable, contribuye a limitar la forestación, observándose una marcada deficiencia de humedad durante todo el año, con una precipitación anual irregularmente distribuida, siendo más notoria la escasez de agua en los meses de junio, julio y agosto, con posibilidades de heladas, como consecuencia de los descensos de la temperatura. De allí que sea totalmente necesario hacer una correcta elección de la especie a plantar, sobre todo que provenga de lugares cuyas condiciones climáticas y altitudinales sean similares, y que a su vez, de acuerdo a los ensayos de introducción de especies, llevadas a cabo por CICAFOR (1987), demuestren su aclimatación a este medio.

Finalmente, para contribuir al éxito de una plantación en suelos con estas características edáficas, se recomienda:

En aquellas zonas con presencia de contactos petroféricos, es necesario, al momento de la hoyación, roturar este contacto, profundizando el hoyo y dándole mayores dimensiones en largo y ancho, para permitir un área mayor de explotación del sistema radicular, facilitar la aireación del suelo, y favorecer la actividad biológica en el perfil.

Para corregir los problema de toxicidad por aluminio, asociado a reacción fuertemente ácida, se recomienda el uso de enmiendas calcáreas localizadas y aplicadas al momento de la plantación; utilizándose como fuente el carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) o costra calcárea, que existe en lugares cercanos, recomendándose alrededor de 1000kg de  $\text{CaCO}_3$ /ha por cada meq/100gr de aluminio.

Para suelos muy arenosos, en donde el drenaje se torna excesivo, la aplicación de “mulch” puede favorecer la retención de humedad en el hoyo. Asimismo esta materia vegetal, después de un periodo determinado, por efecto de los microorganismos y el clima (lluvia), será descompuesta, contribuyendo a elevar los niveles de materia orgánica y nitrógeno, principalmente.

#### *D) LAMBIDERA BAJA (SONDOR)*

##### *a) Ubicación*

Esta zona se ubica en el distrito de Gregorio Pita, provincia de San Marcos, departamento de Cajamarca, a unos 50 Km. al sur este de la ciudad de Cajamarca, a una altitud promedio de 2920 msnm. Geográficamente se ubica en el paralelo 7° 14' Latitud Sur y el meridiano 78° 12' Longitud Oeste (ver mapa de ubicación en el Anexo VI).

Sus límites son: al norte con Lambidera, al sur con el distrito de Matara, al este con el Caserío de Illuca y al oeste con el distrito de Namora.

##### *b) Clima*

Templado frío, según la clasificación de Tosi, pertenece a la formación de “bosque montano bajo”, con una temperatura promedio anual que oscila entre 12 y 14 °C con heladas en diferentes épocas del año, que es un factor limitante para la actividad agropecuaria.

La humedad relativa es de 68% y la precipitación promedio anual es de 720 mm (Adefor, 1998).

c) Fisiografía

La topografía de la zona es de dos tipos básicamente: plana y accidentada. La parte accidentada está expuesta a continuos deslizamientos causando una erosión fluvial sumamente importante, trayendo consigo la formación de áreas completamente degradadas.

d) Suelos

El material parental son depósitos aluvio-coluviales. Porcentajes promedio de: 80% arena y 20% de limo, lo que da en consecuencia un drenaje algo excesivo y una permeabilidad rápida; 5,4 de pH y un bajísimo porcentaje de materia orgánica (1.6%), las clases texturales más comunes son la Arena franca y la Franco arenosa (Alaya, 2002).

e) Aptitud Forestal

Existen plantaciones de eucaliptos y pinos, algunas de ellas se desempeñan como barreras vivas (Alaya, 2002).

E) HUALANGA ALTA - HUACRARUCO

a) Ubicación

La zona de estudio se encuentra a 15 Km. de la ciudad de San Juan, en el distrito de San Juan, provincia y departamento de Cajamarca. Políticamente abarca la parte alta del caserío de la Hualanga, compresión del anexo Huacraruco (ver mapa de ubicación en el Anexo IV). Tiene una extensión de 290 ha aproximadamente. Debido a su ubicación tiene un rango considerable de cotas altitudinales que van desde los 2600 a los 3400 msnm.

b) Clima

Según el Mapa Ecológico del Perú (ONERN, 1977) pertenece a la zona de vida natural bosque muy húmedo – Montano Tropical (bmh - MT) y páramo muy húmedo – Subalpino Tropical (pmh - SaT).

El área presenta condiciones climáticas diferentes entre sí. El clima se caracteriza por las lluvias estivales con variaciones notables y sectores de menor precipitación, con el periodo de lluvias más corto, mientras que sobre los 3500 msnm la precipitación es mayor, con el periodo de lluvias más amplio y uniforme, estimándose promedios totales anuales de 1000 a 1200 mm (datos de la Estación Meteorológica de Huacraruco, Mapa Climatológico, ONERN 1975).

La temperatura anual máxima es de 13 °C, la media anual igual a 8 °C y la temperatura mínima promedio de 3 °C, con presencia de heladas en los meses de junio, julio, agosto y diciembre.

La humedad relativa promedio anual es 70%, apreciándose en términos generales con mayor porcentaje durante la época de verano (enero a marzo) y en algunos casos hasta el mes de mayo, presentándose los valores más bajos durante el resto del año.

Los vientos representan un papel importante en la evaporación del agua, removiendo la masa de aire con diferente contenido de humedad, en la distribución de la energía solar y en el equilibrio térmico terrestre.

En la zona de estudio, sobre todo en las cumbres, existen áreas que están expuestas a fuertes vientos que soplan de noreste a suroeste a una velocidad aproximada de 40 a 45 Km/h, ocasionando desecamiento del suelo, de las acículas de los pinos y a veces rompimiento de las yemas terminales.

### c) *Fisiografía*

En forma general, presenta un paisaje de sierra alta bastante heterogénea conformado por cumbres de relieves suave a escarpado, laderas con pendiente moderadamente empinadas (en la parte Este) a extremadamente empinadas con abruptos rocosos (en la parte Norte y Oeste), terrazas, depósitos de pie de monte y depósitos fluvio – glaciares.

El río Huacraruco excava su valle en las formaciones geológicas del Cretáceo. Las areniscas dominan y afloran en vertientes escarpadas y abarrancadas por varias quebradas, las calizas afloran parcialmente en la parte Oeste de las cumbres, superpuestas en concordancia litológica sobre la serie de las areniscas. El valle se desarrolla sobre el eje de un potente anticlinal (NO. O.-SE. E). Se notan en la parte Este - Sureste de la cuenca del río Huacraruco, dos áreas conformadas por una superficie estructural (techo de anticlinal) con pendiente muy inclinada.

La fisiografía general está influenciada por la morfodinámica glacial y peri glacial del Cuaternario. Se puede observar varias formas de estos sistemas de erosión tales como depósitos de morrenas, circos de erosión glacial destacados en las cumbres, depósitos fluvio-glaciares y forma en artesa (forma de u) del valle. Los procesos de erosión peri glacial tiene su importancia en cuanto al aspecto cualitativo y cuantitativo de los depósitos coluviales consecuentes,

notándose varias formas de derrubios ordenados (o “gréze lithée”), talud de derrubios, terracillas, colada fangosa (de solí fluxión), etc.

Por su ubicación, la zona de estudio es un área expuesta a la salida de material por erosión laminar, quebradas, y chorreo difuso que en este caso puede tener por consecuencia al enriquecimiento de arcilla de los suelos de fondo y parte plana. Mayormente, la zona de estudio está orientada al sur y oeste. Existe una parte reducida con orientación norte (ONERN, 1977).

#### d) Vegetación natural

La composición florística está conformada por especies dominantes y subordinadas, dentro de estos grupos se distinguen una vegetación menor formada por aquellas especies que alcanzan un promedio de hasta 40 cm de altura u una vegetación mayor por aquellas que superan los 40 cm de altura.

Básicamente está constituida por asociaciones de arbustos y gramíneas pluvio folios, dominando la festuca desarrollando una altura de planta promedio de 30 cm aproximadamente. Entre las más importantes están:

- Estrato arbóreo

Los géneros de mayor dominancia son: *Alnus* sp. (Betulaceae), *Vallesia* sp. (Elaeocarpaceae) y *Acacia* sp. (Leguminosae).

- Estrato arbustivo

Los géneros de mayor dominancia son: *Berlandiera* sp., *Ageratina* sp., *Coreopsis* sp., *Bacharis* sp., *Buddleja* sp., *Berberis* sp., *Tillandsia* sp., *Salvia* sp., *Lepechinia* sp., *Satureja* sp., *Rubus* sp., *Oreocallis* sp., *Rapanea* sp., *Duranta* sp., *Myrcianthes* sp., *Piper* sp., *Oreopanax* sp. y *Senna* sp.

- Estrato herbáceo

Gramíneas como: *Agrostis* spp., *Stipa* spp., *Paspalum* spp., *Calamagrostis* spp., *Pennisetum* spp. y *Sporobolus* spp. Se destacan familias de las Compuestas de los géneros: *Coreopsis*, *Berberis*, *Hypochoeris*, *Werneria*, *Hieracium*, *Ageratum*, *Perezia* y *Taraxacum*; seguido de las familias y géneros siguientes: Leguminosae (*Trifolium*), Rosaceae (*Lachemilla*, *Tetraglochin* y *Potentilla*), Polygonaceae (*Rumex* y *Muehlenbeckia*), Labiatae (*Minthostachys*), Ranunculaceae (*Ranunculus*), Cyperaceae (*Cyperus*, *Carex*), Juncaceae (*Juncus*), Plantaginaceae (*Plantago*),

Convolvulaceae (Dichondra), Iridaceae (Orthrosanthus), Orchidacea (Orquídeas) y Polypodiacea (Helechos).

e) Suelos

Según CICAFOR (1987) las características del suelo en esta zona, son las siguientes:

- Afloramiento rocoso

Constituido mayormente de areniscas y de calizas en una parte de las cumbres. Existen intercalaciones de lutitas. Se presentan generalmente de abruptos cuya pendiente extremadamente empinada impide el desarrollo de los suelos.

- Suelos desarrollados sobre material de alteración in situ con poco movimiento de la roca madre geológica

Estos suelos se encuentran mayormente en las cumbres con pendiente suave. Son de perfil A/C y a veces A/B/C con poca profundidad. La morfogénesis muy activa en estas zonas, impide mayor desarrollo del perfil.

- Suelos desarrollados a partir de colusiones de pendiente

Lo que incluye el material de acumulación lenta a lo largo de las pendientes. Son suelos de perfil A/C, A/Bw/C y a veces A/Bt/C, con mayor profundidad; la importancia de los procesos de erosión peri glaciar puede proporcionar cierta pedregosidad o capas de derrubios ordenados.

- Suelos desarrollados a partir de material depositado de origen glaciar y fluvio – glaciar

Son materiales destacados, transportados y reorganizados por efecto de los glaciares, lo que proporciona una buena profundidad al suelo. Su ubicación en las partes bajas y de fondo permite el enriquecimiento en arcilla. Se encuentran mayormente perfiles A/Bt/C y A/Bw/C.

- Suelos desarrollados en depósitos de pie de monte

Bajo esta denominación se define al material de acumulación rápida al pie de las laderas, o sea por desprendimiento rocoso masivo o progresivo (conos y taludes de derrubios) y deslizamiento de tierra. Son suelos de perfiles A/C o C(R) con alta pedregosidad, pero generalmente profundo.

- Suelos desarrollados sobre depósitos lagunares

En un área muy reducida de las cumbres.

## *F) LA COLLPA - NAMORA*

### *a) Ubicación*

El arboreto La Collpa, se encuentra ubicado en el Distrito de Namora, Provincia y Departamento de Cajamarca, en la margen izquierda de la carretera Cajamarca-Cajabamba, a la altura del Km. 37. Geográficamente se extiende dentro de los parámetros 7° 12' y 7° 13' de Latitud Sur y los meridianos 78° 16' y 78° 17' de Longitud Oeste (ver mapa de ubicación en el Anexo IX). Abarca una extensión de 62 ha y cuenta con infraestructura de circulación (trocha carrozable), y de protección (cercos de piedra y de alambre de púa).

### *b) Clima*

El área estudiada se encuentra a una altitud de 2850 msnm; según el Mapa Ecológico del Perú, se ubica en la formación vegetal bosque seco-Montano Tropical (bs-MT).

El balance hidrológico (estación Yamobamba), muestra una deficiencia de humedad durante todo el año, pero acentuadamente los meses de mayo a septiembre, sin almacenamiento de agua útil en el suelo durante los meses de lluvia (enero a marzo), debido a que la precipitación es inferior a la evapotranspiración potencial durante todo el año y a la baja capacidad de almacenamiento de agua en el suelo (72 mm).

Al analizar los registros climáticos reportados por la línea de Ecología del CICAFOR-Cajamarca (promedio de 11 años), estación Yamobamba, la zona presenta una temperatura promedio entre 14 a 16°C, con máximas y mínimas promedio mensual de 19°C y 7°C respectivamente; una precipitación promedio anual de 600 a 700 mm, distribuidos sobre un promedio de 145 días al año y según el gráfico climático, considera cuatro meses muy lluviosos (enero, febrero, marzo y octubre), tres meses lluviosos (noviembre, diciembre y abril), un mes sub-lluvioso (mayo), dos meses secos (junio y julio); la humedad relativa promedio es de 63% y relación de ETp : pp de 2 (Rengifo, 1988).

### *c) Fisiografía*

El área presenta un paisaje con una topografía compleja, diferenciándose en dos zonas bien marcadas: la parte ubicada al presente en su mayor parte áreas ligeramente inclinadas a moderadamente empinadas (5 a 15% de pendiente) más o menos uniforme, con algunos afloramientos rocosos y una exposición Sureste; mientras que la parte que da hacia el Oeste, está

conformada por lomadas, laderas, colinas, cárcavas y muchos afloramientos rocosos, con una exposición Suroeste.

La unidad fisiográfica existente es el de Paisaje de lomadas y clinas, que resulta de la acción combinada de las erosiones glaciares y fluviales, ocurridas en las diferentes épocas del cuaternario. Estas unidades presentan pendientes que van de ligeramente inclinadas a moderadamente empinadas, de relieve ondulado, poco accidentado; en su conformación predominan materiales detríticos gruesos, presentándose en algunos casos características líticas y afloramientos rocosos de areniscas. En general, la zona en estudio se ubica en una falda de cerro, en la cual también se distinguen laderas y depósitos de pie de monte en la base de las colinas (Poma y Vega-Bazán, 1992).

#### d) Vegetación natural

La vegetación natural existente en la zona de estudio es:

- Estrato arbóreo

Se encuentran algunos ejemplares de *Prunus capuli*.

- Estrato arbustivo

Predominan especies de la familia Compositae, como *Coreopsis* sp., *Baccharis* sp., *Calea* sp., *Helianthopsis* sp.; de la familia Rubiaceae, como *Arcytophyllum* sp.; Euphorbiaceae, como *Croton* sp. Además se encuentran los géneros: *Alonsoa*, *Tillandsia*, *Alternanthera*, *Brachyotum*, *Salvia*, *Oreocallis*, *Calceolaria*, entre otras.

- Estrato herbáceo

Está conformado mayormente por especies de la familia Graminaceae, como *Pennisetum clandestinum*, *Paspalum* sp., *Setaria* sp., *Sporobolus* sp., *Eragrostis pilgeriana* Hitchc., *Piptochaetium* sp., *Stipa* sp., *Aristida* sp., *Schizachyrium histiflorus*; además de la familia Compositae tales como *Stevia* sp., *Liabum* sp., *Bidens pilosa*, *Senecio* sp., *Hypochoeris* sp., *Ageratum* sp., *Coreonsia* sp., *Baccharis* sp., otros géneros de importancia en la cobertura vegetal en este estrato son: *Rumex*, *Scirpus*, *Aeschynomene*, *Cuphea*, *Cyperus*, *Borreria*, *Margaritacarpus*, *Evolvulus*, *Desmodium*, *Aeopogon*, *Drymaria*, *Linux*, *Calium*, *Alonsoa*, *Eryngium* (Rengifo, 1988).

e) Suelos

Según el Mapa Geológico (ONERN 1975), la zona de La Collpa presenta la fórmula Q-Ig; está dentro de la era del Cenozoico, periodo del Cuaternario; pertenece a la formación Goyllarisquisga y se caracteriza por presentar formaciones fluvio-glaciares, litológicamente compuestos por arenas, limos y arcillas, derivados de areniscas cuarcíticas y ferruginosas de diferentes colores (claros) y grano variable de colores, con algunos afloramientos de areniscas y depósitos de pie de monte.

Suelos poco desarrollados y/o desarrollo incipiente. Presenta limitaciones tales como: escasa profundidad, horizonte A orgánico delgado, acidez, erosión, pedregosidad y/o rocosidad.

Según el sistema de clasificación taxonómica FAO, los grupos encontrados son: Regosoles, Cambisoles, Rankers y Litosoles.

El drenaje varía de bueno a excesivo, debido a la textura ligera, asociado a profundidades superficiales a moderadamente profundas; el escurrimiento superficial varía de moderadamente lento a rápido en las zonas mas empinadas del área (Poma y Vega-Bazán, 1992).

f) Aptitud forestal

En cuanto a la aptitud de uso, varían en función a la interacción de los diferentes factores limitantes, encontrándose tierras marginales para la agricultura, aptas solamente para pastoreo extensivo y forestal 46,3 ha (73,84% del área total); y tierras sin uso agropecuario ni forestal 15,7 ha (26 % del área total).

G) QUEBRADA HONDA

a) Ubicación

La zona de Quebrada Honda está en el Distrito y Provincia de San Miguel, Dpto. de Cajamarca, en un rango altitudinal que va desde los 2600 a 3200 msnm. Geográficamente se ubica en el paralelo 6° 59' Latitud Sur y el meridiano 78° 45' Longitud Oeste; al oeste de la ciudad de Cajamarca (ver mapa de ubicación en el Anexo X). La ciudad de San Miguel de Pallaques se encuentra a 2665 msnm, se encuentra en la parte más baja de la región yunga a orillas del río San Miguel, siendo asiento de la catarata del Condac.

b) Clima

Clima primaveral, tiene un clima templado cálido y seco, con invierno frío y verano intensamente lluvioso en los meses de enero, febrero y marzo.

Los factores ambientales en promedio, presentados por la estación meteorológica categoría PLU 32 – 04 del Distrito de San Miguel son los siguientes: en cuanto a Temperatura, ésta oscila entre 7 a 22 °C, con una media anual de 14.8 °C. La precipitación es de 750 mm/año, distribuidos desigualmente entre noviembre a abril. La humedad relativa varía entre 60 a 65% anual. La presión barométrica es de 55.8 mm de Hg (Cotrina, 1993).

c) Fisiografía

El relieve de San Miguel es sumamente variado diferenciándose 2 pisos altitudinales con topografía distinta. En la parte alta hay un paisaje conformado por inmensas llanuras entre los cuales existen algunos picos donde se nota la presencia de afloramientos rocosos y la parte media presenta pequeñas planicies y laderas cultivables con pendientes oscilantes entre 18 y 25%.

d) Vegetación natural

Está conformada por una gran variedad de especies nativas e introducidas, ya sean herbáceas, arbustivas o arbóreas que se distribuyen en las distintas regiones de acuerdo a sus requerimientos de clima, agua y suelo.

Entre las especies nativas más comunes podemos citar al diente de león (*Taraxacum officinalis*), kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), carretilla (*Medicago polymorfa*), nudillo (*Paspalum nonatum*), anís (*Anisum pimpinella*), poro poro (*Pasiflora mullisima*), pie de perro (*Desmodium uncinatum*), maguey (*Agave americana*), tuna (*Opuntia ficcus indica*), saúco (*Sambucus peruviana*), mutuy (*Cassia* sp.), etc.; mientras que las especies cultivadas de mayor importancia son los cultivos de pan llevar, algunos frutales, hortalizas industriales y algunas especies madereras como el eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y el aliso (*Alnus jorullensis*).

e) Suelos

El material de origen es el aluvio – coluvial grueso, la textura es franco arcillo limoso; tiene buen drenaje, aireación y capacidad de retención; con una reacción de ligeramente ácida a neutro (pH:

6,5 - 7,4), pendiente ligeramente inclinada a moderadamente empinada, pedregosidad que no imposibilita la ejecución de las labores agrícolas, erosión moderada (Cotrina, 1993).

#### H) *EL VERDE – CHOTA*

##### a) Ubicación

El ensayo evaluado en esta zona, pertenece al Distrito de Chalamarca, Provincia de Chota, Dpto. de Cajamarca. En un rango altitudinal que va desde los 2200 a 2400 msnm.

Geográficamente se ubica en el paralelo 06°29'13" Latitud Sur y el meridiano 78°27'30" Longitud Oeste; al Noroeste de la ciudad de Cajamarca (ver mapa de ubicación en el Anexo V).

##### b) Clima

El clima es templado y húmedo con presencia de estaciones de neblina, la temperatura promedio de 15,2°C, las variaciones del promedio mensual a través del año son mínimas (1,5°C), no se presentan épocas definidas de mayor o menor temperatura.

El promedio de precipitación anual es de 965,1 mm, presenta lluvias en los meses de Octubre a Abril, periodo en el cual se descarga entre el 75 y 95% del total anual de las precipitaciones pluviales, en consecuencia en invierno las lluvias son deficientes. La humedad relativa es de 83% y la ET es de 808 mm (ADEFOR, 1998).

##### c) Fisiografía

Laderas de colinas y montañas, terrazas aluviales y depósitos fluvio-glaciales.

##### d) Vegetación natural

La vegetación arbustiva original degradada en gran parte, la especie arbórea mas vista es el aliso (*Alnus jorullensis*).

##### e) Suelos

Perfil A(B)C, presentan un horizonte A ócrico o úmbrico, tienen un horizonte B cámbico; la reacción es fuertemente ácida a neutra (pH: 5,4 a 7,2). El material parental es residual y coluvio-aluvial. Textura dominante moderadamente fina a fina, drenaje bueno a moderado, permeabilidad moderada a moderadamente lenta (Mertens, 1983).

## 1) SANTA ROSA DE CHUMBIL

### a) Ubicación

El ensayo evaluado se encuentra en el Distrito de Tumbaden, Provincia de San Pablo, Dpto. de Cajamarca (ver mapa de ubicación en el Anexo VII). En un rango altitudinal de los 3650 a 3750 msnm.

### b) Clima

Húmedo y frío, sin estación seca ni cambio térmico invernal bien definido. La temperatura promedio es de 9,6°C. La precipitación promedio anual es de 900 mm y humedad relativa de 73% (ADEFOR, 1998).

### c) Fisiografía

Laderas y piedemonte, topografía irregular, con pendientes ligeramente inclinadas a empinadas.

### d) Vegetación natural

Gramíneas (pastos naturales) básicamente.

### e) Suelos

Grupo edáfico: Andosoles, dentro de este, se incluyen suelos que se han desarrollado a partir de materiales volcánicos, principalmente en laderas de montaña, así como también sobre depósitos coluvio-aluviales de piedemonte. Presentan porcentajes promedio de: 25% arena - 45% limo - 30% arcilla, 4,8 de pH, 7,4% de Materia Orgánica, clases texturales: franco, franco arenoso, franco areno limoso, franco limoso y limoso. Condiciones de drenaje interno bueno a moderado; permeabilidad moderadamente rápida a lenta (IICA, 1976).

## 4.1.2 SELECCIÓN DE LOS ENSAYOS

Como se indicó en la parte metodológica, los ensayos se seleccionaron bajo dos criterios, primero que estos contaran con un registro de datos anteriores, con la finalidad de poder hacer una comparación de las características cuantitativas encontradas a diferente edad y su evolución. El registro de datos anteriores con los que cuenta ADEFOR están todos escritos a mano, muchos de los ensayos tenían registros en mal estado o simplemente no contaban con uno, por esto los registros considerados debieron ser revisados minuciosamente y luego procesados a una hoja Excel. Como segundo criterio se consideró el estado de conservación *in situ* de los ensayos, esto

se verificó mediante salidas a campo, teniendo así que descartar varios ensayos que cumplían con el primer criterio, ya que se encontraron en perfecto estado de abandono, sin haberse hecho ningún tipo de mantenimiento (podas y limpieza de malezas), o por encontrarse con varios de sus árboles talados, lo que afectaba a la representatividad de la muestra.

Calificados estos dos criterios se seleccionaron catorce (14) ensayos, clasificados de la siguiente manera:

#### A) *INTRODUCCIÓN DE ESPECIES FORESTALES*

**Cuadro 8** Ensayos de introducción de especies forestales evaluados

Título del ensayo	Tipo de ensayo	Arboreto ubicado
Ensayo 6	Primera fase	Huacataz IV
Ensayo 1	Primera fase	Porcón - Rejo
Ensayo 12	Segunda fase	Hualanga Alta - Huacraruco
Ensayo 2	Segunda fase	Porcón - Rejo
Ensayo 8	Segunda fase	Yamobamba II
Ensayo 10	Tercera fase	Lambidera baja (Sondor)

##### a) *Ensayos de Primera Fase (Eliminación)*

De cinco bloques randomizados, cada bloque tiene 10 árboles por especie y/o procedencia, es decir 50 árboles por especie y/o procedencia en total. Se evaluó al 100%.

Se evaluaron dos ensayos de este tipo, de 15 y 12 especies y/o procedencias, de los géneros: Pinus, Eucalyptus y Cupressus.

##### b) *Ensayos de Segunda Fase (Prueba)*

De cuatro bloques randomizados, cada bloque tiene de 60 árboles por especie y/o procedencia, es decir 240 árboles por especie y/o procedencia en total. Se evaluó al 100%.

Se evaluaron tres ensayos de este tipo: de 7, 6 y 3 especies y/o procedencias, de los géneros: Pinus y Eucalyptus.

##### c) *Ensayos de Tercera Fase (Comprobación)*

Tiene 1 ha de extensión, de 12 a 15 filas por especie y/o procedencia y cada fila puede tener hasta 25 árboles.

Se evaluó un ensayo de tercera fase, que consta de 3 especies del género *Eucalyptus*. Para cada especie se evaluó 8 a 9 filas, cada una de 3 a 15 árboles, siguiendo la muestra tomada en anteriores evaluaciones.

## B) MEJORAMIENTO GENÉTICO

**Cuadro 9** Ensayos de mejoramiento genético evaluados

Título del ensayo	Tipo de ensayo	Arboreto ubicado
Ensayo 7	Comportamiento de 10 familias de <i>P.patula</i> *	La Collpa-Namora
Ensayo 3	Comportamiento de 10 familias de <i>P.patula</i> *	Porcón-Cuartel VII
Ensayo 9	Comportamiento de 11 familias de <i>P.taeda</i> *	La Collpa-Namora
Ensayo 14	Comportamiento de 6 familias de <i>P.patula</i> *	Quebrada Honda
Ensayo 13	Comportamiento de 6 familias de <i>P.pseudostrobus</i> *	Quebrada Honda
Ensayo 11	Comportamiento de 7 familias de <i>P.pseudostrobus</i> *	Chota
Ensayo 4	Selección masal de <i>P.patula</i> , <i>P.pseudostrobus</i> y <i>P.radiata</i>	Sta. Rosa de Chumbil
Ensayo 5	Selección masal de <i>P.patula</i> , <i>P.pseudostrobus</i> y <i>P.radiata</i>	Sta. Rosa de Chumbil

\*Procedentes de Zimbabwe, África.

El tipo de ensayo, **comportamiento de familias**, entiéndase el término familia, como grupo de árboles provenientes de un clon conocido, dentro de una misma especie; y no como término taxonómico.

### a) Comportamiento de Familias

Se evaluaron de tres tipos: de 1, 3 y 4 bloques, por lo general son de tres bloques. El número de árboles por familia por bloque puede variar. Los ensayos evaluados son familias de las especies: *Pinus patula*, *P. pseudostrobus* y *P. taeda*.

### b) Selección Masal

Cada especie y/o procedencia están dispuestas en un solo bloque, el número de árboles evaluados por especie y/o procedencia, varía según la población total instalada para cada una.

Se cuenta con dos ensayos de este tipo, ambos con especies del género *Pinus*.

En todas las evaluaciones se consideró el tamaño de muestra tomado en las evaluaciones anteriores. Se consideró también el efecto borde, para evitar la sobreestimación de las variables.

## 4.2 FASE DE CAMPO

### 4.2.1 EVALUACIÓN DE LOS ENSAYOS Y REGISTRO DE DATOS

#### A) CUANTITATIVOS

A partir de los datos cuantitativos levantados en campo, se obtuvo:

- Diámetro a la altura del pecho (1,30 m) ó DAP, a través de la conversión del CAP mediante la fórmula:  $DAP = CAP / \pi$  (cm)
- Circunferencia a media altura (CAMHT), a través de la conversión del (DAMHT) mediante la fórmula:  $CAMHT = DAMHT * \pi$  (cm)
- Factor mórfico (F) =  $(CAMHT / CAP)^2$
- Área basal (AB) =  $(CAP)^2 / 4\pi$  (m<sup>2</sup>)
- Volumen (VOL) =  $AB * HT * F$  (m<sup>3</sup>)
- Supervivencia (SUP) =  $(T_0 - T_m / T_0) * 100$  (%)

T<sub>0</sub>: número de árboles instalados por especie y/o procedencia.

T<sub>m</sub>: número de árboles muertos por especie y/o procedencia.

- Con respecto a la evaluación anterior (registro de datos anteriores), se estimó el Incremento Promedio Anual (IPA), de VOL, HT y DAP, a partir de la siguiente fórmula:

$$IPA = Y - Y_0 / a$$

Y: dato reciente

Y<sub>0</sub>: dato anterior

a: número de años transcurridos entre la toma de datos.

#### B) CUALITATIVOS PARA LOS ENSAYOS DE INTRODUCCIÓN DE ESPECIES

Respecto a la información cualitativa, las tres calificaciones levantadas en campo: Sanidad, Vigor y Forma de fuste, se sumaron y de acuerdo al puntaje total se obtuvo otro dato cualitativo, la Calidad; cuya estimación se calculó de la siguiente manera:

**Cuadro 10** Calificación de la Calidad

<b>CALIDAD</b>	<b>PUNTAJE</b>
Excelente	3
Buena	4 ó 5
Regular	6 ó 7
Mala	8, 9 ó 10

### *C) CUALITATIVOS PARA LOS ENSAYOS DE MEJORAMIENTO GENÉTICO*

Para los ensayos de mejoramiento genético se indicó el porcentaje de aparición de cada una de las características encontradas: Presencia de bifurcación, Presencia de fuste sinuoso, Presencia de yema rota y/o seca, y Árbol caído por causa natural.

## **4.3 FASE DE GABINETE**

### **4.3.1 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

Las evaluaciones de los catorce ensayos se realizaron entre los meses de agosto y octubre del año 2006.

Los resultados del presente estudio fueron analizados también en relación a los resultados obtenidos en anteriores evaluaciones, con la finalidad de comprobar las variaciones, cambios o constantes en los datos durante el periodo de crecimiento y desarrollo de los ensayos instalados; esto, básicamente en lo que respecta a mejoramiento genético, puesto que en los ensayos de introducción de especies forestales los resultados servirían para descartar todas aquellas especies que no se establecieron como se esperaba y continuar con las que demostraron tener el mejor potencial, tal como lo establece su metodología.

En cuanto al procesamiento de datos de las evaluaciones anteriores, se realizó también a través del SAS, dependiendo de la cantidad de datos tomados en dichas evaluaciones. Vale decir, existen evaluaciones que por haberse realizado durante los primeros años de edad, sólo se midió la supervivencia (SUP) y altura total (HT), por lo tanto sólo se considero estas dos variables.

Se da el caso también que en un mismo ensayo, hay especies con todas las variables tomadas, pero otras que por tener un mínimo crecimiento, sólo se tomaron las variables HT y SUP, por

este motivo no se podía procesar mediante el SAS, es así que se hallaron los promedios para cada una de las variables, de la misma forma que con el SAS, pero sin la Prueba de Tukey.

A continuación la descripción detallada para cada uno de los ensayos evaluados.

## A) INTRODUCCIÓN DE ESPECIES FORESTALES

### a) Ensayo 6

Ubicado en Huacataz IV, fue instalado el 2 de agosto de 1984 y evaluado a los 22 años de edad.

De primera fase (eliminación), con 15 especies, el diseño estadístico es de bloques completos al azar con 5 repeticiones, en cada bloque se aleatorizaron las 15 especies en unidades experimentales formadas por una hilera de 10 plantas ca a una, con un distanciamiento de 2 metros entre ellas y con un distanciamiento entre hileras también de 2 metros.

En el experimento los mejores crecimientos los obtuvieron: *Pinus tenuifolia* (México) con un volumen de 0,5558 m<sup>3</sup>, seguido por *Pinus radiata* (N. Zelanda) con 0,4829 m<sup>3</sup> y finalmente por *Pinus tenuifolia* (Guatemala) con 0,4685 m<sup>3</sup>; estas especies obtuvieron también los mejores diámetros y alturas totales, tal como se puede apreciar en las figuras 2, 3 y 4, por lo tanto son las especies seleccionadas.

Las especies puestas en observación son: *Cupressus lusitanica* (Af. Sur), *Eucalyptus globulus* (Cajamarca), *Pinus palustris* (Alabama Clay), *Cupressus lusitanica* (San José – Costa Rica) y *Eucalyptus dalrympleana* (Barrington Tops), por tener resultados promedio por debajo de las seleccionadas y superiores a las eliminadas y guardando a su vez relación con las diferencias señaladas por la prueba de Tukey (ver Cuadro 11) que muestra alta significancia en general.

Las especies eliminadas fueron: *Eucalyptus fastigata* (Tallaganda), *Eucalyptus cinerea* (Gun. Area), *Eucalyptus botryoides* (Australia), *Pinus caribae* (Honduras), *Pinus echinata* (Texas Ch.) y *Eucalyptus polyanthemus* (New England), por presentar los menores crecimientos en los tres parámetros principales y mínima supervivencia (ver Anexo XVI). En este grupo también se incluye a *Eucalyptus camaldulensis* (Sunchubamba), especie de la que sólo se la tiene registrada como parte del ensayo inicialmente, sin embargo presentó una supervivencia de 0% en la evaluación anterior, realizada a los 13 años de edad del ensayo.

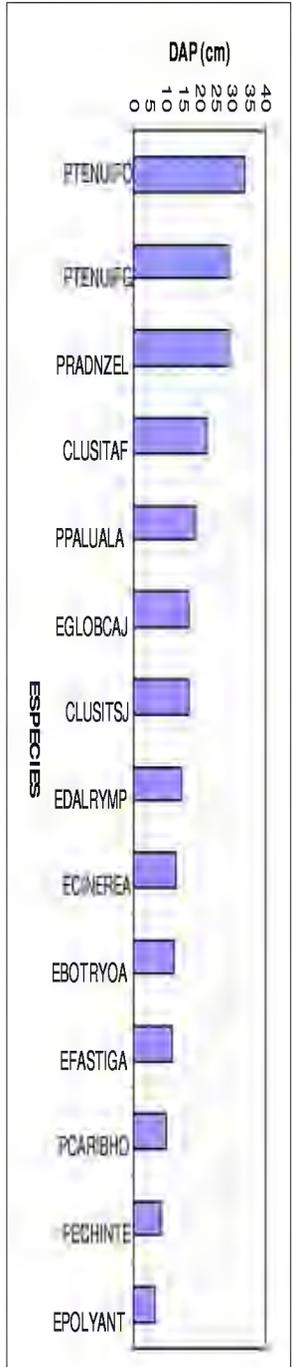


Figura 2 Diámetro a la altura del pecho (DAP) – Ensayo 6

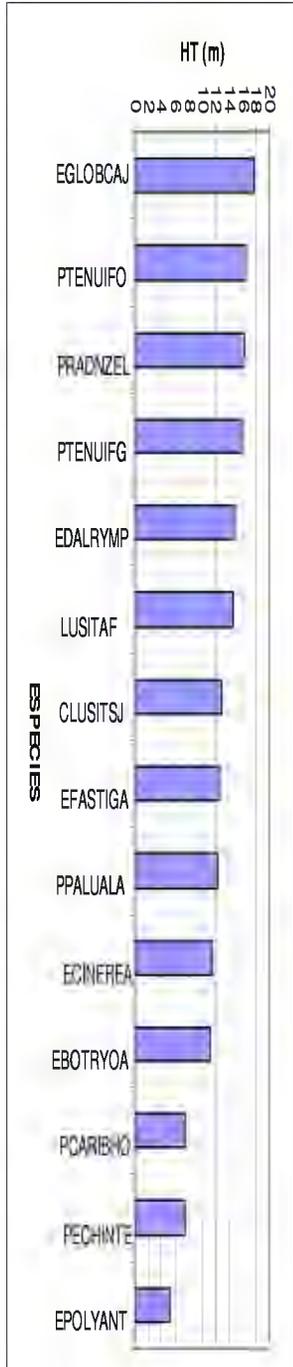


Figura 3 Altura total (HT) – Ensayo 6

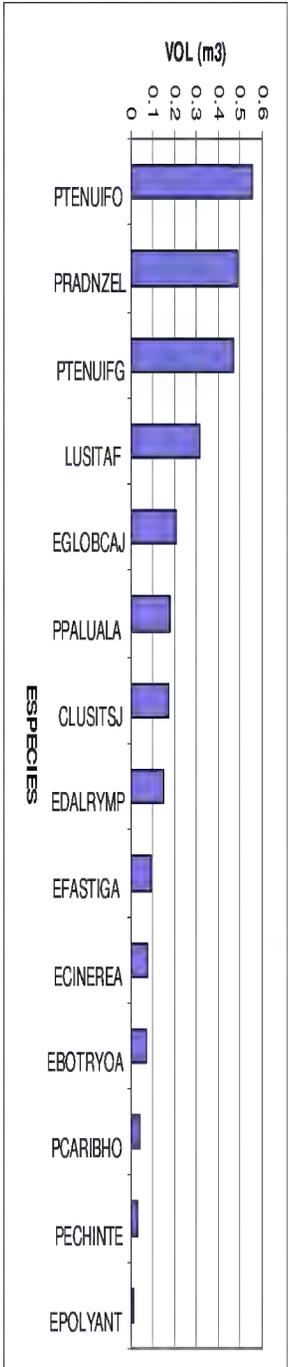


Figura 4 Volumen (VOL) – Ensayo 6

**Cuadro 11** Prueba de Tukey - Ensayo 6

DAP (cm)				HT (m)				VOL (m <sup>3</sup> )			
Tukey Group	Mean	N	ESPECIES	Tukey Group	Mean	N	ESPECIES	Tukey Group	Mean	N	EPECIES
A	33.475	5	PTENUIFO	A	17.686	5	EGLOBCAJ	A	0.5558	5	PTENUIFO
A				A				A			
B A	28.644	4	PTENUIFG	A	16.477	5	PTENUIFO	B A	0.4829	3	PRADNZEL
B A				A				B A			
B A	28.633	3	PRADNZEL	A	16.267	3	PRADNZEL	B A	0.4685	4	PTENUIFG
B A				A				B A			
B A C	22.187	4	CLUSITAF	A	15.869	4	PTENUIFG	B A C	0.3139	4	CLUSITAF
B C				A				B A C			
B D C	18.721	2	PPALUALA	A	14.731	5	EDALRYMP	B A C	0.2085	5	EGLOBCAJ
B D C				A				B C			
B D C	16.580	5	EGLOBCAJ	A	14.568	4	CLUSITAF	B C	0.1746	2	PPALUALA
B D C				A				B C			
B D C	16.562	5	CLUSITSJ	B A	12.815	5	CLUSITSJ	B C	0.1717	5	CLUSITSJ
D C				B A				B C			
D C	14.375	5	EDALRYMP	B A	12.440	5	EFASTIGA	B C	0.1470	5	EDALRYMP
D C				B A				C			
D C	12.920	5	ECINEREA	B A	12.350	2	PPALUALA	C	0.0930	5	EFASTIGA
D C				B A				C			
D C	11.902	5	EBOTRYOA	B A C	11.594	5	ECINEREA	C	0.0736	5	ECINEREA
D C				B A C				C			
D C	11.757	5	EFASTIGA	B A C	11.192	5	EBOTRYOA	C	0.0670	5	EBOTRYOA
D C				B C				C			
D C	9.867	1	PCARIBHO	B C	7.433	1	PCARIBHO	C	0.0422	1	PCARIBHO
D C				B C				C			
D C	8.325	4	PECHINTE	B C	7.408	4	PECHINTE	C	0.0272	4	PECHINTE
D				C				C			
D	6.500	1	EPOLYANT	C	5.200	1	EPOLYANT	C	0.0113	1	EPOLYANT

Todas las especies y/o procedencias evaluadas, tuvieron que ser abreviadas para poder ingresar al sistema de análisis estadístico (SAS). Para tener un mejor entendimiento de aquí en adelante, a continuación de cada cuadro que contenga abreviaciones, habrá una leyenda como la siguiente:

Abreviatura	Descripción completa
PTENUIFO	Pinus tenuifolia (México)
PRADNZEL	Pinus radiata (Nueva Zelanda)
PTENUIFG	Pinus tenuifolia (Guatemala)
CLUSITAF	Cupressus lusitanica (África Sur)
EGLOBCAJ	Eucalyptus globulus (Cajamarca)
PPALUALA	Pinus palustris (Alabama Clay)
CLUSITSJ	Cupressus lusitanica (San José, Costa Rica)
EDALRYMP	Eucalyptus dalrympleana (Barrington Tops)
EFASTIGA	Eucalyptus fastigata (Tallaganda)
ECINEREA	Eucalyptus cinerea (Gun. Area)
EBOTRYOA	Eucalyptus botryoides (Australia)
PCARIBHO	Pinus caribaeae (Honduras)
PECHINTE	Pinus echinata (Texas Ch.)
EPOLYANT	Eucalyptus polyanthemus (New England)

En este tipo de ensayo, de primera fase, la adaptabilidad se evalúa en base al grado de supervivencia y crecimiento inicial en altura, esto se puede apreciar en la evaluación hecha a los 13 años de edad en el anexo XVI, donde podemos apreciar que *Eucalyptus globulus* estaba en primer lugar, hecho que se repitió a los 22 años.

El incremento promedio anual de HT y DAP de las especies seleccionadas son: *Pinus tenuifolia* (México) 1,189 m/año y 2,678 cm/año, *Pinus radiata* (N. Zelanda) 1,078 m/año y 1,978 cm/año y *Pinus tenuifolia* (Guatemala) con 1,111 m/año y 2,278 cm/año respectivamente.

Con respecto a la parte cualitativa, las especies seleccionadas presentaron los siguientes resultados de Calidad: *Pinus tenuifolia* (México) obtuvo 33% excelente, 20% buena y 47% regular, *Pinus radiata* obtuvo 75% excelente y 25% buena; y *Pinus tenuifolia* (Guatemala) obtuvo 60% excelente, 20% buena y 20% regular.

Es importante señalar que la supervivencia de *Pinus radiata* es mínima (8%), sin embargo tomando en cuenta la evaluación hecha a los 13 años indicó una supervivencia de (84%), por lo tanto, es probable que algún agente haya atacado a esta especie y a todo el ensayo, pues se aprecia una amplia disminución de supervivencia en forma general.

El resultado sobresaliente de *Pinus tenuifolia* (México), como primera seleccionada, puede deberse a que el arboreto donde se instaló este ensayo, está a 3100 msnm, altitud donde *P. tenuifolia* ha demostrado tener crecimientos más óptimos, como dijimos anteriormente, ésta especie no es exigente edafológicamente, sin embargo Huacataz, tiene muy buenas condiciones en este sentido, esto verifica que *Pinus radiata* logró también destacar.

El arboreto Huacataz tiene una temperatura promedio de 11 °C, clima templado donde *P. tenuifolia* se desarrolla satisfactoriamente. En cuanto a la precipitación de 900 mm/año, es más óptima para *P. radiata* que para *P. tenuifolia*, que prefiere condiciones más secas.



**Figura 5** Ejemplares de *Eucalyptus* spp.



**Figura 6** Heterogeneidad entre las especies

b) Ensayo 1

Ubicado en Porcón-Rejo, fue instalado el 21 de abril de 1980 y evaluado a los 26 años de edad.

De primera fase (eliminación), cuenta con 12 especies y un diseño de bloques completos al azar con 5 repeticiones, en cada bloque se aleatorizaron las 12 especies en unidades experimentales formadas por una hilera de 10 plantas cada una, con un distanciamiento de 2 metros entre ellas y con un distanciamiento entre hileras también de 2 metros.

Los mejores crecimientos los obtuvieron: *Pinus patula* (Nueva Zelanda) con un volumen de 1,2017 m<sup>3</sup>, seguido por *Pinus radiata* (Cerro Porcón) con 1,0757 m<sup>3</sup> y finalmente por *Pinus tenuifolia* (Guatemala) 0,9365 m<sup>3</sup>. Estas especies obtuvieron también los mejores diámetros y alturas totales, como se puede apreciar en las figuras 7, 8 y 9, por lo tanto estas tres especies son las seleccionadas.

Las especies en observación son: *Cupressus pyramidale*, *Eucalyptus globulus* (Huancayo) y *Eucalyptus globulus maidenii* (Australia), que si bien no mostraron promedios tan importantes como las especies seleccionadas, son considerables y muy superiores a las eliminadas, en especial *C. pyramidale* (0,4799 m<sup>3</sup>).

Las especies eliminadas fueron: *Pinus taeda* (F. Nas), *Pinus taeda* (MSTO), *Pinus taeda* (T. For), *Pinus taeda* (F. Del) y *Pinus elliottii* (F.P.Cla), por presentar los menores crecimientos en los tres parámetros principales y mínima supervivencia. En este grupo también se incluye a *Pinus elliottii* (Florida), especie que registró una supervivencia de 84% en la evaluación anterior realizada a los 6 años de edad del ensayo, sin embargo, en la última evaluación su supervivencia fue de 0%.

Si bien la prueba de Tukey (ver cuadro 12) no señala diferencias entre los promedios de volumen, el análisis de varianza (ANVA, ver anexo XI) muestra alta significancia para todos los parámetros, a excepción de F, entre las especies.

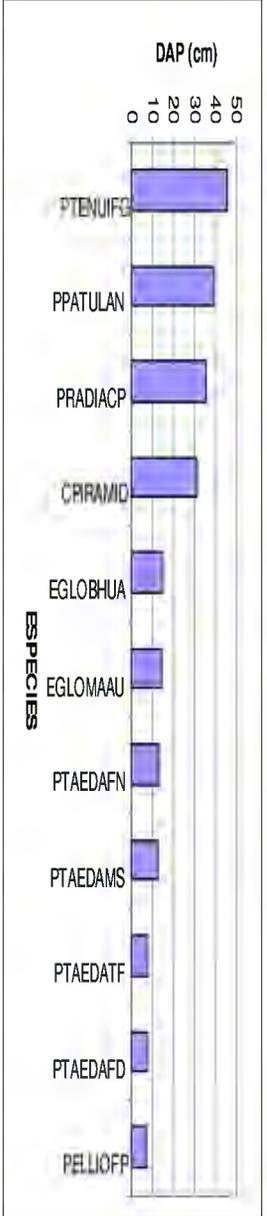


Figura 7 Diámetro a la altura del pecho (DAP) – Ensayo 1

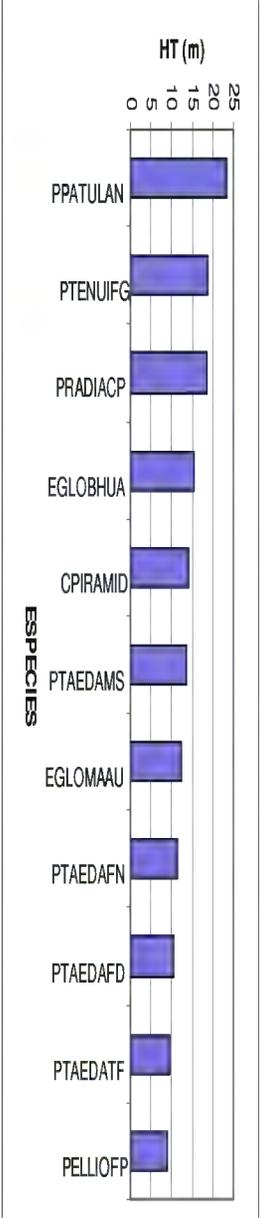


Figura 8 Altura total (HT) – Ensayo 1

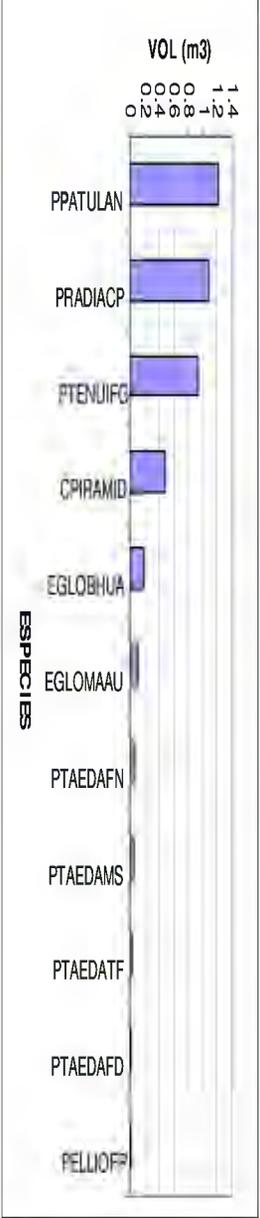


Figura 9 Volumen (VOL) – Ensayo 1

**Cuadro 12** Prueba de Tukey - Ensayo 1

DAP (cm)				HT (m)				VOL (m <sup>3</sup> )			
Tukey Group	Mean	N	ESPECIE	Tukey Group	Mean	N	ESPECIE	Tukey Group	Mean	N	ESPECIE
A	46.010	5	PTENUIFG	A	23.441	5	PPATULAN	A	1.2017	5	PPATULAN
A				A				A			
A	39.419	5	PPATULAN	B A	18.900	5	PTENUIFG	A	1.0757	4	PRADIACP
A				B A				A			
A	35.258	4	PRADIACP	B A C	18.467	4	PRADIACP	A	0.9365	5	PTENUIFG
A				B C				A			
B A	31.145	5	CPIRAMID	B D C	15.370	5	EGLOBHUA	A	0.4799	5	CPIRAMID
B				B D C				A			
B C	15.146	5	EGLOBHUA	B D C	14.183	5	CPIRAMID	A	0.1833	5	EGLOBHUA
B C				B D C				A			
B C	14.224	5	EGLOMAAU	B D C	13.500	2	PTAEDAMS	A	0.1286	5	EGLOMAAU
B C				B D C				A			
B C	13.333	3	PTAEDAFN	B D C	12.475	5	EGLOMAAU	A	0.0740	3	PTAEDAFN
B C				D C				A			
B C	12.525	2	PTAEDAMS	D C	11.267	3	PTAEDAFN	A	0.0573	2	PTAEDAMS
C				D				A			
C	8.035	4	PTAEDATF	D	10.375	2	PTAEDAFD	A	0.0282	4	PTAEDATF
C				D				A			
C	7.633	2	PTAEDAFD	D	9.675	4	PTAEDATF	A	0.0206	2	PTAEDAFD
C				D				A			
C	7.300	1	PELLIOFP	D	9.000	1	PELLIOFP	A	0.0143	1	PELLIOFP

Abreviatura	Descripción completa
PPATULAN	<i>Pinus patula</i> (Nueva Zelanda)
PRADIACP	<i>Pinus radiata</i> (Cerro Porcón)
PTENUIFG	<i>Pinus tenuifolia</i> (Guatemala)
CPIRAMID	<i>Cupressus pyramidalis</i>
EGLOBHUA	<i>Eucalyptus globulus</i> (Huancayo)
EGLOMAAU	<i>Eucalyptus globulus maidenii</i> (Australia)
PTAEDAFN	<i>Pinus taeda</i> (F. Nas)
PTAEDAMS	<i>Pinus taeda</i> (MSTO)
PTAEDATF	<i>Pinus taeda</i> (T. For)
PTAEDAFD	<i>Pinus taeda</i> (F. Del)
PELLIOFP	<i>Pinus elliotii</i> (F.P.Cla)

En este tipo de ensayo, de primera fase, la adaptabilidad se evalúa en base al grado de supervivencia y crecimiento inicial en altura, esto se puede apreciar en la evaluación hecha a los 6 años de edad en el anexo XI, donde podemos apreciar que *Eucalyptus globulus* estaba en primer lugar, hecho que no se mantuvo por mucho tiempo, pues durante los primeros años el género *Eucalyptus* tiene un crecimiento en altura mucho más acelerado que el género *Pinus*, por esto, pasados los años varias especies del género *Pinus* remontaron y pasaron a las especies del género *Eucalyptus*.

Haciendo una comparación entre las dos evaluaciones (efectuadas a los 6 y 26 años de edad), la estimación del incremento promedio anual, en este caso sólo a nivel de altura total (HT), por ser el único parámetro que se midió a los seis años de edad. El incremento promedio anual va desde los 0,365 a 0,915 m/año, coincidentemente las tres especies con mayores incrementos fueron las especies seleccionadas.

En relación a los parámetros cualitativos, las especies seleccionadas presentaron los siguientes resultados de Calidad: *Pinus patula* obtuvo 86% excelente, 11% buena y 3% regular, *Pinus radiata* obtuvo 25% excelente, 63% buena y 12% mala; y *Pinus tenuifolia* obtuvo 58% excelente, 17% buena y 25% regular.

Los resultados obtenidos comprueban que *Pinus patula* y *Pinus radiata* son las especies mejor adaptadas a esta zona de Porcón, no en vano son las especies más forestadas y ensayadas en Cajamarca. *Pinus patula* es una especie que tiene crecimiento óptimo a los 3200 msnm, y si se planta en zonas poco expuestas a fuertes vientos puede ampliar este rango hasta los 3700 msnm, prefiere zonas con alta humedad relativa y presencia de neblinas, soporta heladas leves y cambios bruscos de temperatura. Sequías prolongadas y fuertes vientos afectan sus acículas por excesiva transpiración. *Pinus radiata* es la más plástica en cuestión al clima, soporta bien las heladas, fuertes vientos, incluso tolera sequías, sin embargo en climas húmedos o de neblinas, es afectado por *Dothistroma pini*, causándole hasta la defoliación total. Su mejor crecimiento en la sierra norte, se observa entre los 2700 y 3100 msnm. Ambas especies requieren precipitaciones entre 600 y 1100 mm/año y temperatura media entre 9 y 11 °C, requerimientos que posee el arboreto, donde fueron instaladas.

*Pinus tenuifolia*, también seleccionada, es una especie taxonómicamente cercana a *P. pseudostrobus*, sin embargo se establece mejor en zonas más secas y menos frías.

Con respecto a las exigencias edafológicas, *P. tenuifolia* es la más flexible pues soporta bien suelos pobres y ácidos, en un punto medio está *P. patula* y la más exigente es *P. radiata* que prefiere suelos fértiles y bien drenados, con alto nivel de fósforo y materia orgánica, necesita suelos francos, de textura ligera a media para un adecuado crecimiento. Lo que en general no tolera la mayoría de las especies forestales, incluidas éstas son los suelos con pH alcalino y de origen calcáreo.

c) Ensayo 12

Ubicado en Hualanga Alta Huacraruco, fue instalado en abril de 1991 y evaluado a los 15 años de edad.

De segunda fase (prueba), de 7 especies y un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones, en cada bloque se aleatorizaron las 7 especies en unidades experimentales formadas por un rectángulo de 2x3 plantas cada una y con un distanciamiento de 2x2 metros.

Se halló altísima mortandad en cuatro de las siete especies evaluadas por lo que se determinó, evaluar sólo las tres restantes, por ser las únicas con una cantidad de árboles representativos.

El mejor crecimiento lo obtuvo: *Pinus patula* (Nueva Zelanda) con un volumen de 0,08127 m<sup>3</sup> es la única especie seleccionada (ver cuadro 13).

En observación: *Pinus radiata* (Chile) con 0,05791 m<sup>3</sup> y *Pinus pseudostrobus* (Guatemala) con 0,0449 m<sup>3</sup>.

Las eliminadas son: *Pinus cooperi* (México), *Pinus rudis* (México), *Pinus hartwegii* (México) y *Pinus duralgensis* (México), como se explicó anteriormente estas especies carecían de representatividad para ser evaluadas.

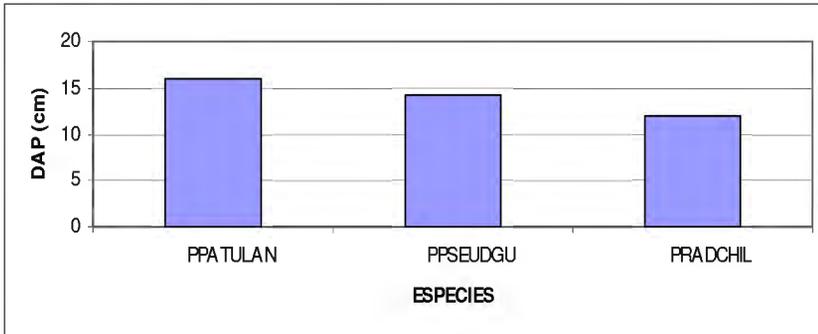
**Cuadro 13** Prueba de Tukey - Ensayo 12

DAP (cm)				HT (m)				VOL (m <sup>3</sup> )						
Tukey	Group	Mean	N	ESPECIE	Tukey	Group	Mean	N	ESPECIE	Tukey	Group	Mean	N	ESPECIE
A		16.0060	4	PPATULAN	A		10.8613	4	PRADCHIL	A		0.081268	4	PPATULAN
B		14.2030	4	PPSEUDGU	A		9.9214	4	PPATULAN	B		0.057907	4	PRADCHIL
C		11.9208	4	PRADCHIL	B		7.3321	4	PPSEUDGU	B		0.044906	4	PPSEUDGU

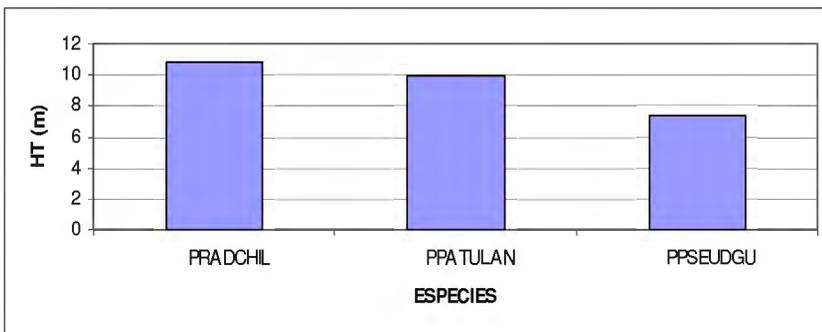
Abreviatura	Descripción completa
PPATULAN	<i>Pinus patula</i> (Nueva Zelanda)
PPSEUDGU	<i>Pinus pseudostrobus</i> (Guatemala)
PRADCHIL	<i>Pinus radiata</i> (Chile)

En esta fase se da mayor énfasis a los datos relativos al crecimiento diametral y de forma, sin embargo, la evaluación anterior realizada a los 4 años de edad del ensayo, sólo tiene datos de las alturas totales, de acuerdo a esto, los incrementos promedios anuales de HT para *P. pseudostrobus* (Guatemala), *P. patula* (Nueva Zelanda) y *Pinus radiata* (Chile), son de 0,549, 0,721 y 0,808 m/año respectivamente.

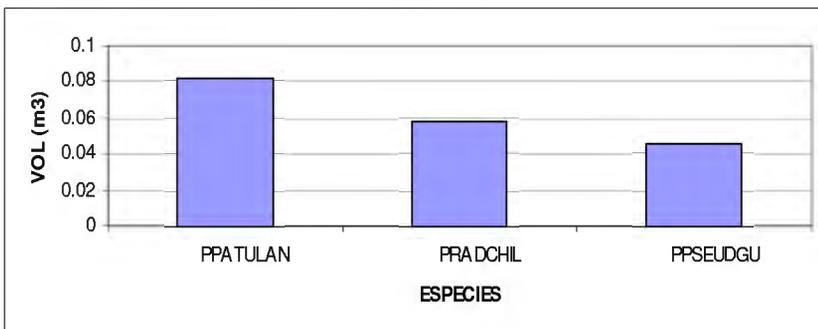
En general estas especies si bien alcanzaron un DAP aceptable, las alturas fueron deficientes, para la edad que tiene el ensayo (ver figuras 10, 11 y 12); también se puede observar abundante follaje, aparentemente debido al clima, con mucha humedad e intenso frío. Además de una fisiografía escarpada y topografía accidentada, esto debe estar relacionado también con la altísima mortalidad y cierta forma achaparrada de los árboles.



**Figura 10** Diámetro a la altura del pecho (DAP) – Ensayo 12



**Figura 11** Altura total (HT) – Ensayo 12



**Figura 12** Volumen (VOL) – Ensayo 12

En relación a los parámetros cualitativos, en este ensayo en particular, no se evaluaron debido al mal tiempo que sucedió, por lo que se priorizó tomar sólo los datos cuantitativos.

d) Ensayo 2

Ubicado en Porcón-Rejo, fue instalado el 6 de mayo de 1980 y evaluado a los 26 años de edad. De segunda fase (prueba), cuenta con 6 especies, en un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones, en cada bloque se aleatorizaron las 6 especies en unidades experimentales formadas por un rectángulo de 10x6 plantas cada una y con un distanciamiento de 2x2 metros.

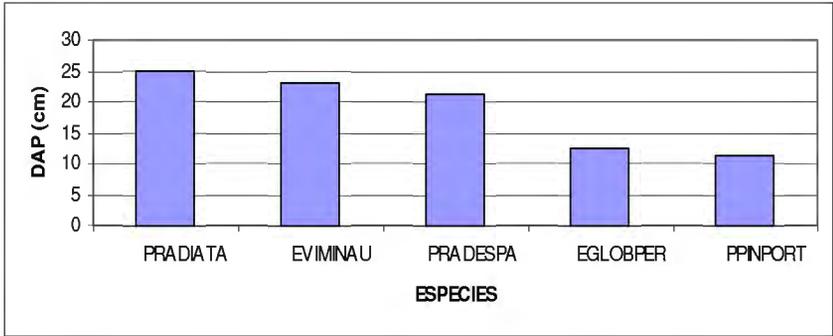
Los mejores crecimientos los obtuvieron: *Eucalyptus viminalis* (Australia) con un volumen de 0,6259 m<sup>3</sup>, seguido por *Pinus radiata* (Nueva Zelanda) con 0,5839 m<sup>3</sup>, y finalmente por *Pinus radiata* (España) con 0,5263 m<sup>3</sup>.

La especie en observación es *Eucalyptus globulus* (Perú).

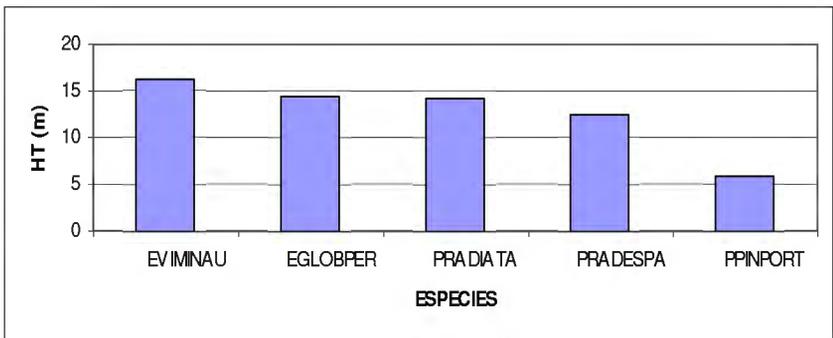
Las eliminadas son: *Pinus pinaster* (Portugal) por presentar marcadamente deficientes resultados, en este grupo se incluye también a *Pinus halepensis* (Portugal) por tener el 0% de supervivencia, en esta última evaluación, sin embargo en la evaluación anterior realizada a los 10 años de edad del ensayo (ver anexo XII), presentó una supervivencia del 94%, pero una HT mínima de 1 m, muy cercana a ella estuvo también *P. pinaster*.

En esta fase es importante dar mayor énfasis a los datos relativos al crecimiento diametral y forma. Por tal motivo se obtuvieron datos de incrementos promedios anuales de DAP y HT. Las tres especies seleccionadas crecieron en promedio 1 cm/año de diámetro y poco menos de 0,5 m/año en altura.

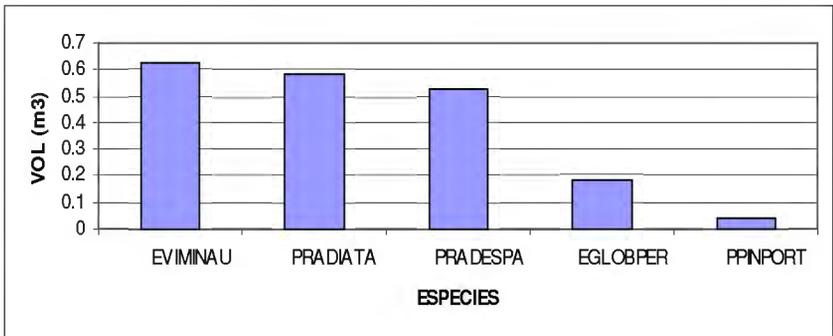
Para observar los parámetros de DAP, HT y VOL del ensayo, en esta última evaluación, se muestran las figuras 13, 14 y 15 a continuación.



**Figura 13** Diámetro a la altura del pecho (DAP) – Ensayo 2



**Figura 14** Altura total (HT) – Ensayo 2



**Figura 15** Volumen (VOL) – Ensayo 2

Al igual que la prueba de Tukey (ver cuadro 14), el ANVA (ver anexo XII), muestra diferencias significativas en lo que respecta al DAP y HT, por el contrario las medias de VOL son no significativas.

**Cuadro 14** Prueba de Tukey - Ensayo 2

DAP (cm)				HT (m)				VOL (m <sup>3</sup> )						
Tukey	Group	Mean	N	ESPECIE	Tukey	Group	Mean	N	ESPECIE	Tukey	Group	Mean	N	ESPECIE
A		24.935	4	PRADIATA	A		16.164	4	EVIMINAU	A		0.6259	4	EVIMINAU
A					A					A				
A		23.082	4	EVIMINAU	A		14.392	4	EGLOBPER	A		0.5839	4	PRADIATA
A					A					A				
B	A	21.134	4	PRADESPA	A		14.109	4	PRADIATA	A		0.5263	4	PRADESPA
B					A					A				
B	C	12.283	4	EGLOBPER	B	A	12.486	4	PRADESPA	A		0.1796	4	EGLOBPER
C					B					A				
C		11.198	4	PPINPORT	B		5.760	4	PPINPORT	A		0.0439	4	PPINPORT

Abreviatura	Descripción completa
EVIMINAU	<i>Eucalyptus viminalis</i> (Australia)
PRADIATA	<i>Pinus radiata</i> (Nueva Zelanda)
PRADESPA	<i>Pinus radiata</i> (España)
EGLOBPER	<i>Eucalyptus globulus</i> (Perú)
PPINPORT	<i>Pinus pinaster</i> (Portugal)

Con respecto a la parte cualitativa, las especies seleccionadas presentaron los siguientes resultados: *Eucalyptus viminalis* (Australia) tienen el 76% entre excelente y buena calidad, 21% regular y 3% mala calidad, *Pinus radiata* (Nueva Zelanda) tiene también el 76% entre excelente y buena, 16% regular y 8% mala calidad, y *Pinus radiata* (España) tiene 31% de excelente calidad, el resto está repartido en cantidades iguales entre buena, regular y mala calidad.

*Eucalyptus viminalis* es la especie que ampliamente, muestra ser la mejor de este ensayo. Es una especie de clima templado a templado frío, con temperatura promedio entre 6 a 10 °C. Prefiere las condiciones de piso medio a alto (2800 a 3300 msnm), en sitios “abrigados” puede llegar hasta los 3600, soporta bien las heladas. Necesita precipitaciones de 500 a 1200 mm/año, no soporta zonas de neblina; estas son condiciones que Porcón posee.

*Pinus radiata*, en este caso de Nueva Zelanda y España, muestran amplia diferencia con respecto a la procedencia de Cerro Porcón, seleccionada en el ensayo 1, pueden ser dos los motivos, el primero es que ésta última es más adaptada por ser de procedencia nacional y segundo que por ser un ensayo de primera fase, es menos representativo que uno de segunda fase ampliamente (50 árboles en comparación a 240 árboles por especie, como tamaño de muestra), sin duda hubo más competencia entre los pinos de la segunda fase, competencia que en la práctica se puede disminuir por medio de raleos. Sin embargo esta especie, independientemente de su procedencia, ha sido seleccionada en ambos ensayos esto se puede deber en gran medida a que las condiciones edáficas son buenas, de origen tufo-volcánico, rico en materia orgánica y textura media,

condiciones que ésta requiere, y como se mencionó antes *Pinus radiata* es sólo exigente en este sentido, pues es muy flexible en cuestiones climatológicas.

e) Ensayo 8

Ubicado en Yamobamba II, fue instalado el 3 de febrero de 1984 y evaluado a los 22 años de edad.

De segunda fase (prueba), cuenta con 3 especies y un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones, en cada bloque se aleatorizaron las 3 especies en unidades experimentales formadas por un cuadrado de 4x4 plantas cada una y con un distanciamiento de 2x2 metros.

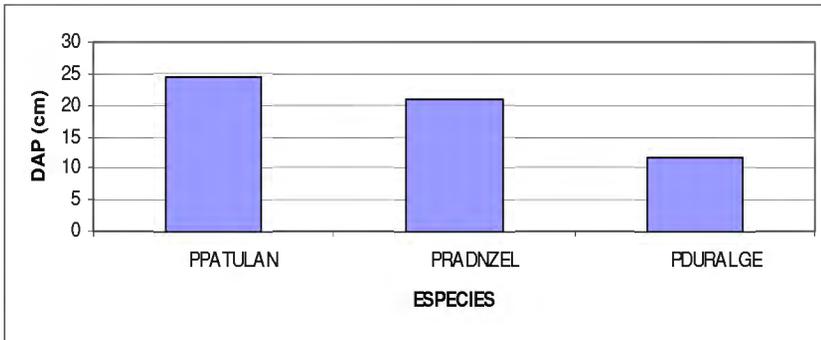
Los mejores crecimientos los obtuvieron: *Pinus patula* (Nueva Zelanda) con un volumen de 0,5264 m<sup>3</sup> y *Pinus radiata* (Nueva Zelanda) con 0,4369 m<sup>3</sup>; estas dos especies son las seleccionadas.

No hay especies en observación. Por otro lado, *Pinus duralgensis* (México), en lo que respecta a DAP, HT y VOL mostró resultados deficientes en relación a su edad, por lo tanto quedó eliminada.

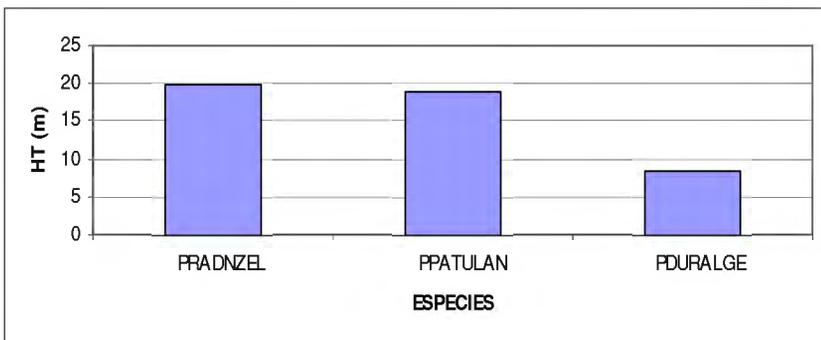
En esta fase es importante dar mayor énfasis a los datos relativos al crecimiento diametral y forma. Por tal motivo se obtuvieron los datos de incremento promedio anual de DAP y HT, con respecto a la evaluación anterior (ver anexo XVIII). En relación al DAP, *P. patula* (Nueva Zelanda) obtuvo 1,083 cm/año y *P. radiata* (Nueva Zelanda) obtuvo 0,888 cm/año; ambas especies obtuvieron el mismo incremento en relación a la HT y fue de 0,833 m/año.

En lo que respecta a forma de fuste, sanidad y vigor, se detalla el parámetro de calidad que reúne a estas tres características cualitativas: *Pinus patula* tiene el 58% Excelente, 40% Buena y 2% Regular calidad y *Pinus radiata* (Nueva Zelanda) tiene el 18% Excelente, 55% Buena y 27% Regular calidad.

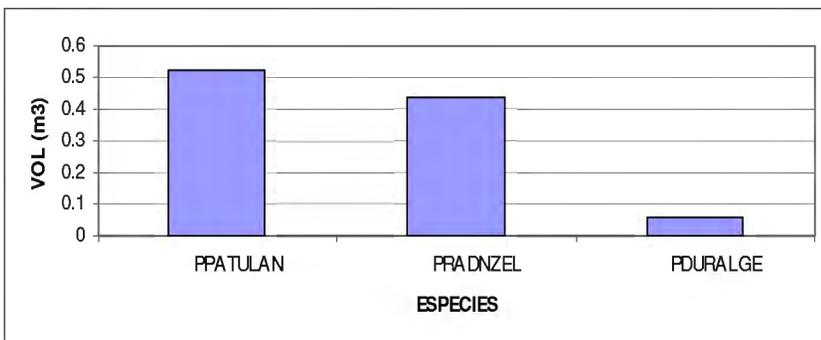
Para observar los parámetros de DAP, HT y VOL del ensayo, en esta última evaluación, se muestran las figuras 16, 17 y 18 a continuación.



**Figura 16** Diámetro a la altura del pecho (DAP) – Ensayo 8



**Figura 17** Altura total (HT) – Ensayo 8



**Figura 18** Volumen (VOL) – Ensayo 8

El ANVA (ver anexo XVIII) muestra diferencias significativas entre los promedios de las tres especies, en prácticamente todos los parámetros, diferencias menos marcadas en la prueba de Tukey, como muestra el cuadro 15 a continuación.

**Cuadro 15** Prueba de Tukey - Ensayo 8

DAP (cm)				HT (m)				VOL (m <sup>3</sup> )			
Tukey Group	Mean	N	ESPECIE	Tukey Group	Mean	N	ESPECIE	Tukey Group	Mean	N	ESPECIE
A	24.355	4	PPATULAN	A	19.768	4	PRADNZEL	A	0.5264	4	PPATULAN
A				A				A			
B	20.838	4	PRADNZEL	A	18.8164		PPATULAN	A	0.4369	4	PRADNZEL
B											
B	11.625	4	PDURALGE	B	8.4194		PDURALGE	B	0.0604	4	PDURALGE

Abreviatura	Descripción completa
PPATULAN	Pinus patula (Nueva Zelanda)
PRADNZEL	Pinus radiata (Nueva Zelanda)
PDURALGE	Pinus duralgensis (México)



**Figura 19** Señalización de cemento, que indica las direcciones en que se extiende el ensayo, número y fecha de instalación. Al costado se indica la especie y procedencia abreviadas.



**Figura 20** Ejemplares de *Pinus radiata* (Nueva Zelanda)

Nuevamente vemos a *Pinus patula* y *Pinus radiata*, ambas de Nueva Zelanda, como las más importantes, en los ensayos estudiados, siempre marcando amplia diferencia con respecto a otras especies; de manera que, se puede decir que la sierra cajamarquina, tiene condiciones de suelo y clima bastante adecuadas, especialmente para estas dos especies.

Este ensayo presentó alto porcentaje de árboles talados, se pudo constatar en campo que estos árboles estaban en condiciones aprovechables por el diámetro de sus tocones, y que por vencimiento de contrato (con Adefor), fueron talados. A pesar de ello el porcentaje de árboles en pie era representativo y por esto se decidió evaluarlo.

f) Ensayo 10

Ubicado en Lambidera Baja (Sondor), fue instalado en marzo de 1991 y evaluado a los 15 años de edad.

De tercera fase (comprobación), cuenta con 3 especies del género *Eucalyptus*. Cada especie dispuesta en una plantación piloto independiente (distanciamiento de 3x3 metros), de la que se tomó de 8 a 9 filas de 3 a 15 árboles cada una, según la especie. Estos datos, se tornaron algo

desordenados para su procesamiento, por esto se procedió a ordenarlos de la siguiente manera: un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones, donde cada bloque se aleatorizaron las 3 especies en unidades experimentales formadas por un cuadrado de 5x5 plantas cada una.

El objetivo de instalar un ensayo de tercera fase, es ver cuál es el comportamiento de la especie a nivel de una plantación piloto, como una masa forestal considerable, durante un turno; se analiza la información sobre rendimientos y reconfirmar la adaptación de las especies a las condiciones de sitio.

Como podemos apreciar en el cuadro 16, las especies están bastante parejas, sin embargo tanto el ANVA (ver anexo XX) como la prueba de Tukey muestran diferencias significativas. Por lo tanto las especies seleccionadas para pasar a una cuarta fase son: *Eucalyptus viminalis* (Australia) con 0,1870 m<sup>3</sup> y *Eucalyptus globulus* (Cajamarca) con 0,1753 m<sup>3</sup> de volumen.

Puesta en observación: *Eucalyptus botryoides* (Australia) con 0,1288 m<sup>3</sup>. En este caso, no hay especies eliminadas.

**Cuadro 16** Prueba de Tukey - Ensayo 10

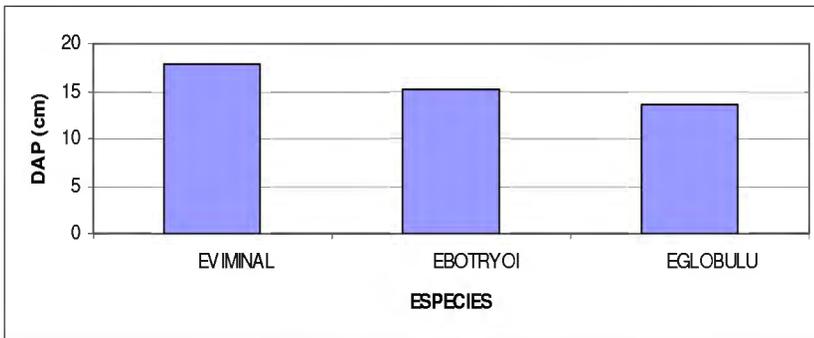
DAP (cm)				HT (m)				VOL (m <sup>3</sup> )						
Tukey	Group	Mean	N	ESPECIE	Tukey	Group	Mean	N	ESPECIE	Tukey	Group	Mean	N	ESPECIE
A		17.8163	4	EVIMINAL	A		15.9002	4	EVIMINAL	A		0.18700	4	EVIMINAL
B		15.1633	4	EBOTRYOI	A		15.3609	4	EGLOBULU	A		0.17530	4	EGLOBULU
B		13.5297	4	EGLOBULU	B		12.6650	4	EBOTRYOI	A		0.12881	4	EBOTRYOI

Abreviatura	Descripción completa
EVIMINAL	<i>Eucalyptus viminalis</i> (Australia)
EGLOBULU	<i>Eucalyptus globulus</i> (Cajamarca)
EBOTRYOI	<i>Eucalyptus botryoides</i> (Australia)

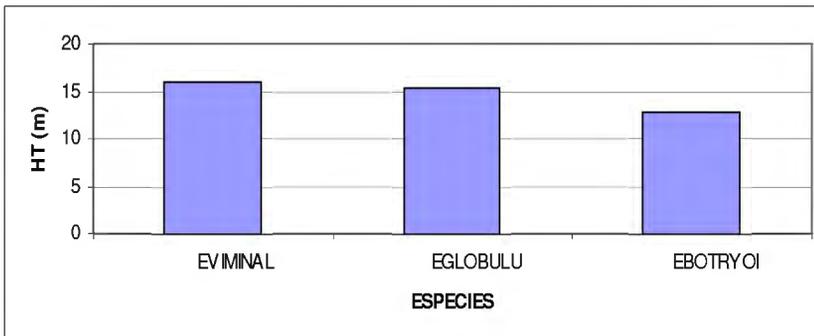
En relación a los datos tomados en la evaluación anterior, realizada a los 6 años de edad del ensayo (ver anexo XX), se halló el incremento promedio anual para el único parámetro evaluado, la altura total (HT) dando como resultado para *E. viminalis* 0,8 m/año, para *E. globulus* 0,9 m/año y para *E. botryoides* 1,089 m/año. Las tres especies presentaron una supervivencia de 86, 71 y 70%, respectivamente.

En lo que respecta a forma de fuste, sanidad y vigor, se detalla el parámetro de calidad que reúne a estas tres características cualitativas: *E. viminalis* tiene el 80% Excelente y 20% Buena calidad, *E. globulus* tiene el 78% Excelente, 14% Buena y 8% Regular calidad y *E. botryoides* el 58% Excelente, 40% Buena y 2% Regular calidad.

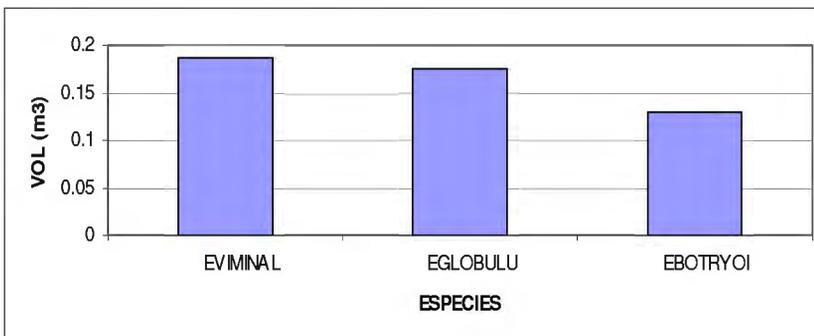
Para observar los parámetros de DAP, HT y VOL del ensayo, en esta última evaluación, se muestran las figuras 21, 22 y 23 a continuación.



**Figura 21** Diámetro a la altura del pecho (DAP) – Ensayo 10



**Figura 22** Altura total (HT) – Ensayo 10



**Figura 23** Volumen (VOL) – Ensayo 10

En cuanto a la parte cualitativa las tres especies se han desarrollado homogéneamente, muy en especial *E. viminalis* y *E. globulus*, puesto que *E. botryoides* presentó una tendencia de ramificación mayor.

*Eucalyptus viminalis*, vuelve a aparecer como mejor especie seleccionada, sin embargo muestra mejores crecimientos en Porcón que en este arboreto.

*E. viminalis* es sin embargo una especie que se ha dejado pasar por alto, por preferirse al *E. globulus* por estar introducida con mucho mas anterioridad, el *E. viminalis* tiene mucho potencial por presentar alturas totales importantes y con una poda natural que permite un manejo más espaciado de tiempo.

## B) MEJORAMIENTO GENÉTICO

### a) Ensayo 3

Ubicado en Porcón-Cuartel VII, fue instalado el 5 de abril de 1988 y evaluado a los 18 años de edad. Este ensayo de comportamiento de 10 familias de *Pinus patula* procedentes de Zimbabwe-África, tiene un diseño de bloques completos al azar con 3 repeticiones, en cada bloque se aleatorizaron las 10 familias en unidades experimentales formadas por un rectángulo de 4x3 plantas cada una y con un distanciamiento de 2x2 metros.

Al ser un ensayo de mejoramiento genético se espera mejores y semejantes crecimientos entre las familias de la especie y como objetivo apunta a saber cual de todas estas familias se desarrolló mejor.

Los mejores crecimientos los obtuvieron: la familia 236 con un volumen de 0,7834 m<sup>3</sup>, seguida por la familia 464 con 0,6348 m<sup>3</sup>, y finalmente con la familia 20 con 0,6332 m<sup>3</sup>.

Como se puede observar, en el cuadro 17, la Prueba de Tukey y el ANVA (ver anexo XIII) no muestran diferencias significativas entre las familias en ninguno de los tres parámetros.

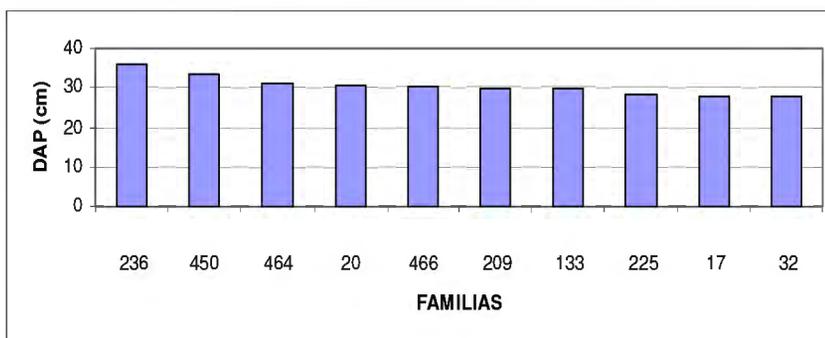
Es importante mencionar que la familia 236 tiene una supervivencia baja, de sólo el 25%, desde la evaluación realizada a los 11 años de edad (ver anexo XIII), este parámetro afecta a esta familia, por lo que se recomienda optar por las otras 2 (464 y 20) por tener una mayor supervivencia, de 77 y 88% respectivamente.

**Cuadro 17** Prueba de Tukey - Ensayo3

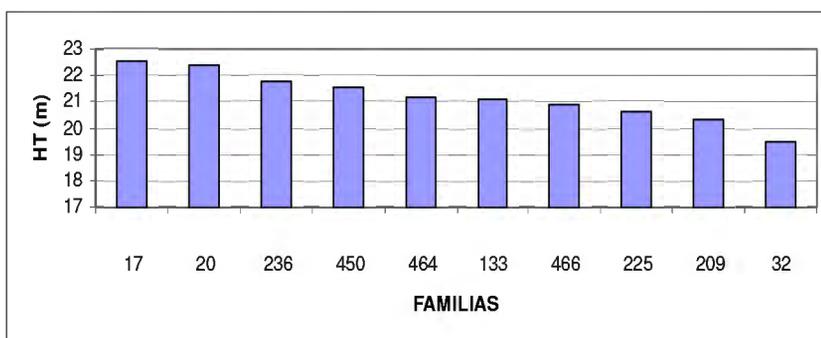
DAP (cm)				HT (m)				VOL (m <sup>3</sup> )						
Tukey	Group	Mean	N	FAMILIA	Tukey	Group	Mean	N	FAMILIA	Tukey	Group	Mean	N	FAMILIA
A		35.658	2	236	A		22.527	3	17	A		0.7834	2	236
A					A					A				
A		33.537	3	450	A		22.386	3	20	A		0.6348	3	464
A					A					A				
A		31.249	3	464	A		21.750	2	236	A		0.6332	3	20
A					A					A				
A		30.556	3	20	A		21.529	3	450	A		0.6091	3	450
A					A					A				
A		30.154	3	466	A		21.182	3	464	A		0.5935	3	466
A					A					A				
A		29.788	3	209	A		21.073	3	133	A		0.5901	3	133
A					A					A				
A		29.614	3	133	A		20.862	3	466	A		0.5675	3	17
A					A					A				
A		28.336	3	225	A		20.577	3	225	A		0.5179	3	209
A					A					A				
A		27.780	3	17	A		20.306	3	209	A		0.4841	3	32
A					A					A				
A		27.743	3	32	A		19.468	3	32	A		0.4606	3	225

Los incrementos promedios anuales de DAP varían entre 0,986 y 1,771 cm/año y de HT varían entre 1,071 y 1,357 m/año, el rango de variación de HT es de 29 cm., y el rango de DAP es de 0,79 cm., estos datos muestran un acelerado crecimiento de la especie, evidenciando el propósito de la selección fenotípica.

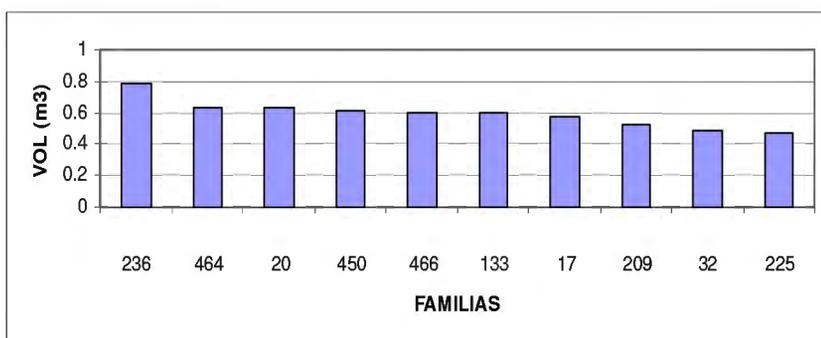
Para observar los parámetros de DAP, HT y VOL del ensayo, en esta última evaluación, se muestran las figuras 24, 25 y 26 a continuación. Como podemos apreciar en la figura 24 el máximo DAP lo alcanzó la familia 236 con 36 cm. En la figura 25, la máxima HT lo alcanzó la familia 17 con 22,5 m, seguido muy cerca de la familia 20 con 22,4 m.



**Figura 24** Diámetro a la altura del pecho (DAP) – Ensayo 3



**Figura 25** Altura total (HT) – Ensayo 3



**Figura 26** Volumen (VOL) – Ensayo 3

En la parte cualitativa del ensayo, se observó bastante homogeneidad como era de esperarse, encontrándose de 2 a 3 defectos en total, por familia, entre bifurcaciones (mayor incidencia), yemas rotas y fustes sinuosos. Las dos familias que mostraron los 4 defectos fueron las 209 y 225, incluyendo además árboles caídos por causa natural.

b) Ensayo 7

Ubicado en La Collpa Namora, fue instalado en marzo de 1988 y evaluado a los 18 años de edad.

Este ensayo de comportamiento de 10 familias de *Pinus patula* procedentes de Zimbabwe-África, tiene un diseño de bloques completos al azar con 3 repeticiones, en cada bloque se aleatorizaron las 10 familias en unidades experimentales formadas por un rectángulo de 4x3 plantas cada una y con un distanciamiento de 2x2 metros.

Este ensayo cuenta con el mismo grupo de 10 familias de *Pinus patula* que el ensayo 3 (visto anteriormente) e instalado también en el mismo año, por lo tanto lo que se quiere también es hacer una comparación de crecimiento de acuerdo al sitio.

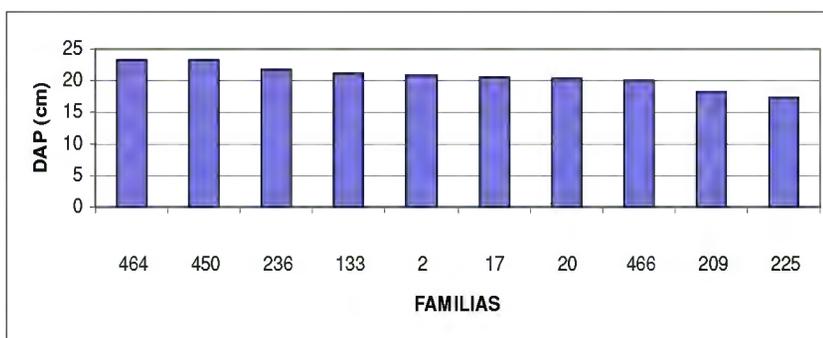
En este caso los mejores crecimientos los obtuvieron: la familia 450 con un volumen de 0,37499 m<sup>3</sup>, seguida por la familia 17 con 0,35367 m<sup>3</sup>, seguida por la familia 20 con 0,34351 m<sup>3</sup> y finalmente con la familia 236 con 0,34152 m<sup>3</sup>.

Como se puede observar en el cuadro 18, la Prueba de Tukey y el ANVA (ver anexo XVII) no mostraron diferencias significativas entre las familias en ninguno de los tres parámetros.

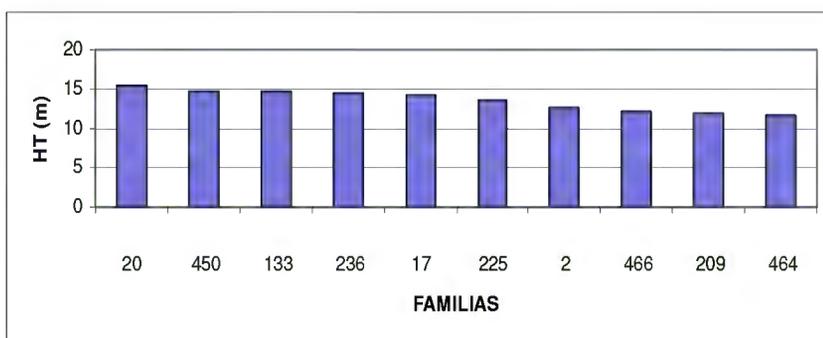
**Cuadro 18** Prueba de Tukey - Ensayo 7

DAP (cm)				HT (m)				VOL (m <sup>3</sup> )			
Tukey Group	Mean	N	FAMILIA	Tukey Group	Mean	N	FAMILIA	Tukey Group	Mean	N	FAMILIA
A	23.287	3	464	A	15.364	3	20	A	0.37499	3	450
A				A				A			
A	23.187	3	450	A	14.680	3	450	A	0.35367	3	17
A				A				A			
A	21.888	3	236	A	14.672	3	133	A	0.34351	3	20
A				A				A			
A	21.066	3	133	A	14.599	3	236	A	0.34152	3	236
A				A				A			
A	20.965	3	32	A	14.240	3	17	A	0.30195	3	133
A				A				A			
A	20.457	3	17	A	13.489	3	225	A	0.28406	3	32
A				A				A			
A	20.212	3	20	A	12.711	3	32	A	0.23658	3	464
A				A				A			
A	20.129	3	466	A	12.076	3	466	A	0.22430	3	466
A				A				A			
A	18.274	3	209	A	11.839	3	209	A	0.21953	3	225
A				A				A			
A	17.334	3	225	A	11.570	3	464	A	0.19329	3	209

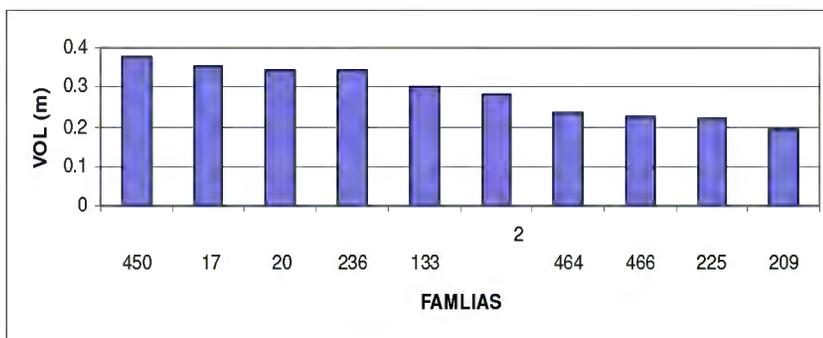
Para observar los parámetros de DAP, HT y VOL del ensayo, en esta última evaluación, se muestran las figuras 27, 28 y 29. Como podemos apreciar en la figura 27 los mayores DAP los alcanzaron las familias 464 y 450 con 23 cm. En la figura 28, la máxima HT lo alcanzó la familia 20 con 15,4 m.



**Figura 27** Diámetro a la altura del pecho (DAP) – Ensayo 7



**Figura 28** Altura total (HT) – Ensayo 7



**Figura 29** Volumen (VOL) – Ensayo 7

Los incrementos promedio anuales de DAP varía entre 0,383 y 1,067 cm/año y de HT varía entre 0,350 y 0,367 m/año, el rango de HT es bastante estrecho y reducido, en comparación al incremento encontrado en el ensayo 3 de 1,214 m/año en promedio. El rango de DAP es más amplio, sin embargo también es muy inferior al encontrado en el ensayo 3 de 1,4 cm/año en promedio.

En relación al ensayo 3 hay dos coincidencias en las familias seleccionadas (236 y 20), pero una marcada diferencia en crecimiento, los volúmenes de las familias seleccionadas casi duplican a los de este ensayo, lo que puede indicar que esta especie, es de zonas más frías y con mayores precipitaciones y por esto se desarrolló mejor en Porcón (3150 msnm, pp: 800-1200 mm) que esta a mayor altitud que La Collpa-Namora (2850 msnm, pp: 600-700 mm).

De acuerdo a la revisión bibliográfica, *Pinus patula* tiene un nivel óptimo altitudinal a 3200 msnm y temperatura promedio de 8 a 12 °C, y un rango de precipitación óptima entre los 900 y 1000 mm, datos que coinciden con las condiciones de Porcón y demuestran un mejor crecimiento de la especie en éste lugar en comparación a La Collpa.

En la parte cualitativa del ensayo, se observó bastante homogeneidad, encontrándose de 1 defecto en promedio, por familia, entre bifurcaciones (mayor incidencia) y yemas rotas. La única familia que mostró 3 defectos fue la 209, presentando además fustes sinuosos. Coincidentemente con el ensayo 3, la familia 209 también estuvo dentro de las dos familias que mostraron mayor número de defectos, por lo tanto es la familia que fenotípicamente muestra claramente su inferioridad en relación a las otras.



**Figura 30** Homogeneidad del Ensayo 7, especie *P. patula*.

c) Ensayo 9

Ubicado en La Collpa Namora, fue instalado el 16 de marzo de 1989 y evaluado a los 17 años de edad.

Este ensayo de comportamiento de 11 familias de *Pinus taeda* procedentes de Zimbabwe-África, tiene un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones, en cada bloque se aleatorizaron las 11 familias en unidades experimentales formadas por un rectángulo de 3x2 plantas cada una y con un distanciamiento de 2x2 metros.

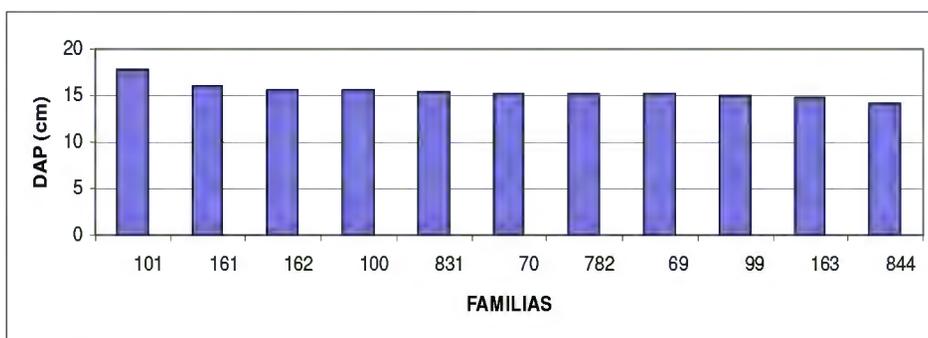
Los mejores crecimientos los obtuvieron: la familia 101 con un volumen de 0,17919 m<sup>3</sup>, seguida por la familia 162 con 0,16083 m<sup>3</sup>, y finalmente con la familia 100 con 0,15988 m<sup>3</sup>.

Como se puede observar en el cuadro 19, la prueba de Tukey al igual que el ANVA (ver anexo XIX), no muestran diferencias significativas entre las familias en ninguno de los tres parámetros; sin embargo es necesario marcar una diferencia entre los resultados para seleccionar sólo a las mejores, que en este caso fueron las familias con un volumen igual o mayor a 0,159 m<sup>3</sup>.

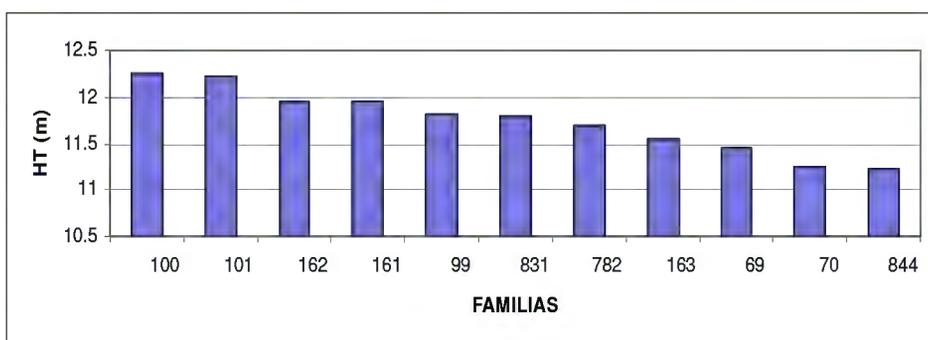
**Cuadro 19** Prueba de Tukey - Ensayo 9

DAP (cm)				HT (m)				VOL (m <sup>3</sup> )			
Tukey Group	Mean	N	FAMILIA	Tukey Group	Mean	N	FAMILIA	Tukey Group	Mean	N	FAMILIA
A	17.774	4	101	A	12.2625	4	100	A	0.17919	4	101
A				A				A			
A	16.028	4	161	A	12.2242	4	101	A	0.16083	4	162
A				A				A			
A	15.689	4	162	A	11.9500	4	162	A	0.15988	4	100
A				A				A			
A	15.596	4	100	A	11.9471	4	161	A	0.15730	4	69
A				A				A			
A	15.336	4	831	A	11.8042	4	99	A	0.15416	4	99
A				A				A			
A	15.272	4	70	A	11.7958	4	831	A	0.15060	4	161
A				A				A			
A	15.253	4	782	A	11.6929	4	782	A	0.14238	4	831
A				A				A			
A	15.188	4	69	A	11.5583	4	163	A	0.13907	4	163
A				A				A			
A	15.092	4	99	A	11.4538	4	69	A	0.13451	4	782
A				A				A			
A	14.850	4	163	A	11.2413	4	70	A	0.12803	4	70
A				A				A			
A	14.225	4	844	A	11.2333	4	844	A	0.11527	4	844

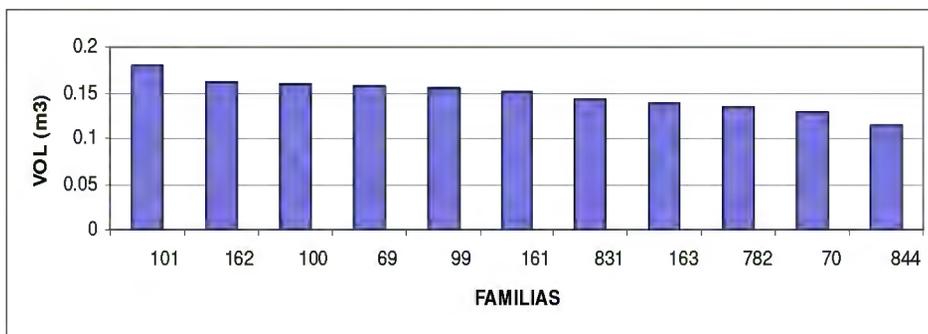
Para observar los parámetros de DAP, HT y VOL del ensayo, en esta última evaluación, se muestran las figuras 31, 32 y 33. Como podemos apreciar en la figura 31, el máximo DAP lo alcanzó la familia 101 con 18 cm; asimismo en la figura 32, las mayores HT las alcanzaron las familias 100 y 101 con 12,2 m.



**Figura 31** Diámetro a la altura del pecho (DAP) – Ensayo 9



**Figura 32** Altura total (HT) – Ensayo 9



**Figura 33** Volumen (VOL) – Ensayo 9

Los incrementos promedios anuales de DAP varía entre 0,45 y 0,633 cm/año y de HT varía entre 0,450 y 0,50 m/año.

La supervivencia de las familias seleccionadas está por encima del 80%.

En cuanto a la parte cualitativa del ensayo, se observó bastante homogeneidad, encontrándose un defecto en promedio, por familia, entre bifurcaciones (mayor incidencia) y sinuosidad de fuste.

En relación al ensayo 7 (visto anteriormente y ubicado en el mismo arboreto) este ensayo tiene un año menos de edad, considerando esto, los resultados obtenidos duplican a los de este ensayo, por lo tanto, se puede afirmar que *P. taeda* es una especie de crecimiento ampliamente inferior a *P. patula*, para estas condiciones de sitio.

d) Ensayo 13

Ubicado en Quebrada Honda, fue instalado el 3 de marzo de 1991 evaluado a los 15 años de edad.

Este ensayo de comportamiento de 6 familias de *Pinus pseudostrabus* procedentes de Zimbabwe-África, tiene un diseño de bloques completos al azar con 3 repeticiones, en cada bloque se aleatorizaron las 6 familias en unidades experimentales formadas por un rectángulo de 4x2 plantas cada una y con un distanciamiento de 2x2 metros.

Los mejores crecimientos los obtuvieron: la familia 197 con un volumen de 0,59014 m<sup>3</sup>, seguida por la familia 1 con 0,51355 m<sup>3</sup>, seguida por la familia 195 con 0,47054 m<sup>3</sup> y finalmente con la familia 193 con 0,45728 m<sup>3</sup>.

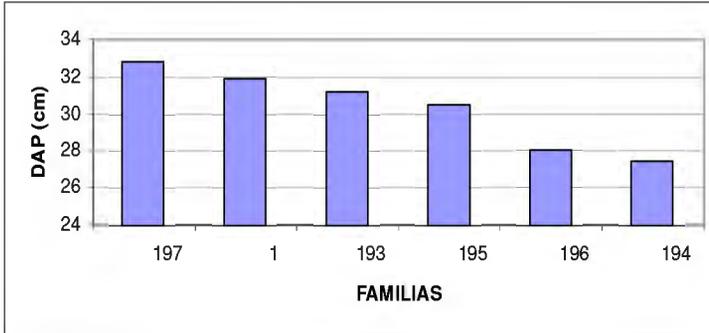
Como se puede observar en el cuadro 20, la prueba de Tukey al igual que el ANVA (ver anexo XXIII), no muestran diferencias significativas entre las familias en ninguno de los tres parámetros; sin embargo es necesario marcar una diferencia entre los resultados para seleccionar sólo a las mejores, que en este caso fueron las familias con un volumen igual o mayor a 0,457 m<sup>3</sup>.

**Cuadro 20** Prueba de Tukey - Ensayo 13

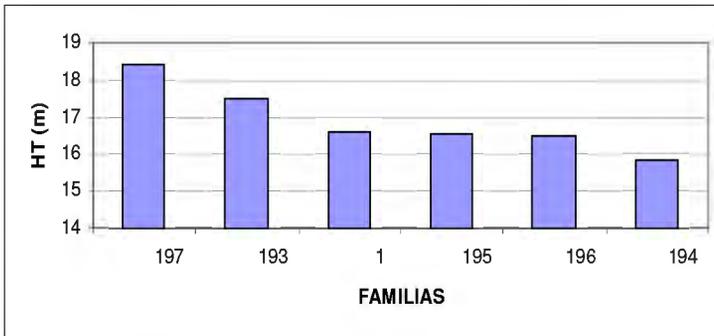
DAP (cm)				HT (m)				VOL (m <sup>3</sup> )						
Tukey	Group	Mean	N	FAMILIA	Tukey	Group	Mean	N	FAMILIA	Tukey	Group	Mean	N	FAMILIA
A		32.802	3	197	A		18.3893	3	197	A		0.59014	3	197
A					A					A				
A		31.896	3	1	A		17.4808	3	193	A		0.51355	3	1
A					A					A				
A		31.198	3	193	A		16.5869	3	1	A		0.47054	3	195
A					A					A				
A		30.429	3	195	A		16.5417	3	195	A		0.45728	3	193
A					A					A				
A		28.012	3	196	A		16.4607	3	196	A		0.42564	3	194
A					A					A				
A		27.459	3	194	A		15.8181	3	194	A		0.42517	3	196

Para observar los parámetros de DAP, HT y VOL del ensayo, en esta última evaluación, se muestran las figuras 34, 35 y 36. Como podemos apreciar en la figura 34, el máximo DAP lo

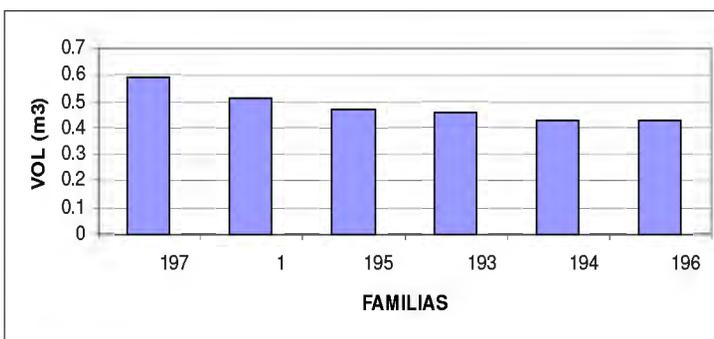
alcanzó la familia 197 con 33 cm; asimismo en la figura 35, la máxima HT la alcanzó también la familia 197 con 18,4 m.



**Figura 34** Diámetro a la altura del pecho (DAP) – Ensayo 13



**Figura 35** Altura total (HT) – Ensayo 13



**Figura 36** Volumen (VOL) – Ensayo 13

Los incrementos promedio anuales de DAP varía entre 1,711 y 2,011 cm/año y de HT varía entre 1,044 y 1,133 m/año.

Este ensayo muestra mejores resultados, a pesar de tener menor edad (15 años), que los ensayos 7 (18 años) y 9 (17 años), y muy cercanos a los del ensayo 3 (18 años). Es decir *P.pseudostrobus* ha superado, bajo estas condiciones, a *P. patula* y a *P. taeda*, demostrando ser una especie atractiva para plantaciones a mayor escala.

La supervivencia de las familias seleccionadas está por encima del 80%.

En relación a la parte cualitativa del ensayo, se observó bastante homogeneidad, encontrándose 2 defectos en promedio, por familia, en su mayoría bifurcaciones y en menor proporción fustes sinuosos. Se debe tomar en consideración que la única familia que presentó tres defectos (yema rota, además) es la 195, sin embargo es una de las seleccionadas por haber alcanzado óptimos resultados en sus parámetros cuantitativos.

El arboreto de Quebrada Honda presenta condiciones climáticas y edafológicas adecuadas para *P. pseudostrobus*. En comparación con la zona de Porcón, no presenta incidencia de heladas.

e) Ensayo 14

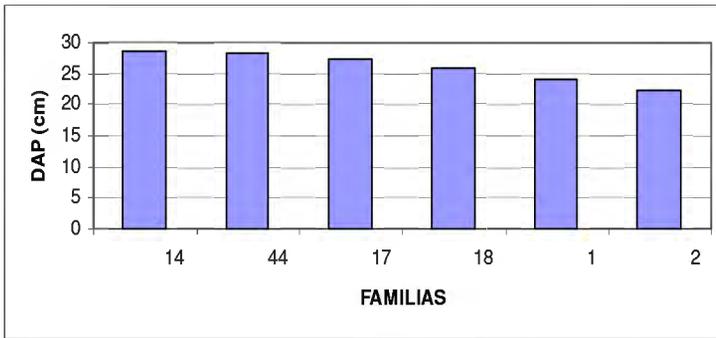
Ubicado en Quebrada Honda, fue instalado el 3 de marzo de 1991 y evaluado a los 15 años de edad. Este ensayo de comportamiento de 6 familias de *Pinus patula* procedentes de Zimbabwe-África, tiene un diseño de bloques completos al azar con 3 repeticiones, en cada bloque se aleatorizaron las 6 familias en unidades experimentales formadas por un cuadrado de 4x4 plantas cada una y con un distanciamiento de 2x2 metros. Los mejores crecimientos los obtuvieron: la familia 44 con un volumen de 0,53070 m<sup>3</sup>, seguida por la familia 14 con 0,49197 m<sup>3</sup> y finalmente con la familia 17 con 0,48476 m<sup>3</sup>.

Tal como muestra la prueba de Tukey, en el cuadro 21, si encuentra diferencias significativas entre las familias, del mismo modo sucede en el ANVA (ver anexo XXIV).

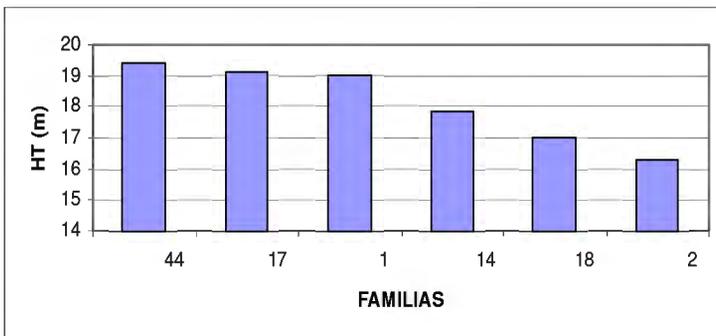
**Cuadro 21** Prueba de Tukey – Ensayo 14

DAP (cm)				HT (m)				VOL (m <sup>3</sup> )						
Tukey	Group	Mean	N	FAMILIA	Tukey	Group	Mean	N	FAMILIA	Tukey	Group	Mean	N	FAMILIA
A		28.3570	3	14	A		19.3887	3	44	A		0.53070	3	44
A					A					A				
A		28.2565	3	44	A		19.0953	3	17	B	A	0.49197	3	14
A					A					B	A			
B	A	27.3519	3	17	A		18.9980	3	1	B	A	0.48476	3	17
B					A					B	C			
B	C	25.8825	3	18	B	A	17.8300	3	14	B	C	0.40264	3	18
C					B					B	C			
D	C	24.0720	3	1	B		17.0044	3	18	D	C	0.37904	3	1
D					B					D				
D		22.2484	3	2	B		16.2646	3	2	D		0.28024	3	2

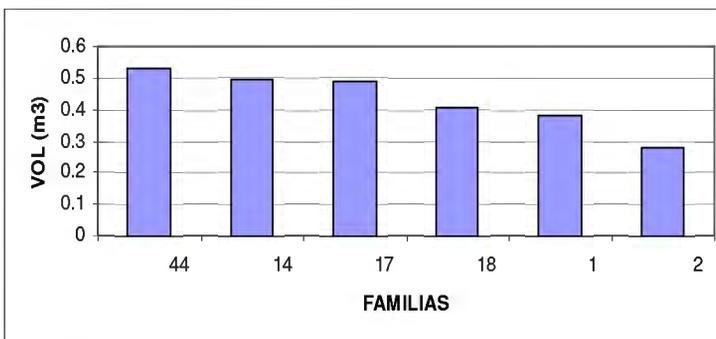
Para observar los parámetros de DAP, HT y VOL del ensayo, en esta última evaluación, se muestran las figuras 37, 38 y 39. Como podemos apreciar en la figura 37, los mayores DAP los alcanzaron las familias 14 y 44 con 28,3 cm; asimismo en la figura 38, las mayores HT las alcanzaron las familias 44 y 17 con 19 m.



**Figura 37** Diámetro a la altura del pecho (DAP) – Ensayo 14



**Figura 38** Altura total (HT) – Ensayo 14



**Figura 39** Volumen (VOL) – Ensayo 14

Los incrementos promedios anuales de DAP varía entre 1,067 y 1,622 cm/año y de HT varía entre 1,011 y 1,344 m/año.

La supervivencia de las familias seleccionadas está por encima del 90%.

En la parte cualitativa del ensayo, se observó bastante homogeneidad, encontrándose 3 a 4 defectos en promedio, por familia, en su mayoría bifurcaciones, en menor proporción se encontró fustes con sinuosidad, yemas rotas o secas y en mucha menor proporción árboles caídos por causa natural.

Es importante mencionar que ésta especie, ha demostrado tener buenos resultados en la mayoría de los ensayos, sin embargo, en este ensayo muestra crecimientos relativamente inferiores en comparación a *Pinus pseudostrabus* en el ensayo 13, teniendo la misma edad y ubicación. Por lo tanto se podría decir que *P. pseudostrabus* es más adecuada o se adapta mejor a la zona de Quebrada Honda, que *P. patula*, debido a que ésta prefiere mayor altitud y temperaturas ligeramente más frías.

f) Ensayo 11

Ubicado en El Verde Chota, fue instalado en 1995 y evaluado a los 11 años de edad.

Este ensayo de comportamiento de 7 familias de *Pinus pseudostrabus* procedentes de Zimbabwe-África, donde cada familia fue dispuesta en un sólo bloque independiente de 90 árboles cada uno. Para que estos datos se pudieran adaptar al SAS se procedió a ordenarlos de la siguiente manera: un diseño de bloques completos al azar con 3 repeticiones, en cada bloque se aleatorizaron las 7 familias en unidades experimentales formadas por un rectángulo de 6x5 plantas cada una y con un distanciamiento de 2x2 metros.

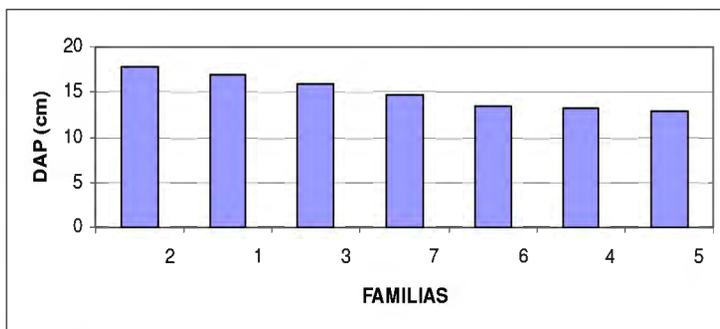
Los mejores crecimientos los obtuvieron: la familia 2 con un volumen de 0,06707 m<sup>3</sup>, seguida por la familia 1 con 0,06688 m<sup>3</sup>, y finalmente con la familia 7 con 0,05285 m<sup>3</sup>.

Como se puede observar, en el cuadro 22, la prueba de Tukey al igual que el ANVA (ver anexo XXI) muestran diferencias significativas entre las familias solamente para el parámetro de HT; sin embargo es necesario marcar una diferencia entre los otros parámetros para seleccionar sólo a las mejores, que en este caso fueron las familias con un volumen igual o mayor a 0,052 m<sup>3</sup>.

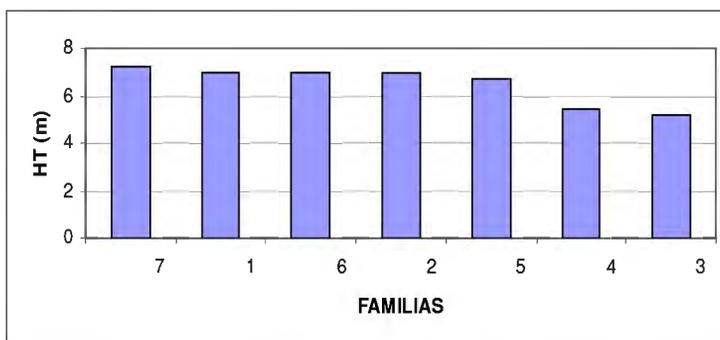
**Cuadro 22** Prueba de Tukey - Ensayo 11

DAP (cm)				HT (m)				VOL (m <sup>3</sup> )			
Tukey Group	Mean	N	FAMILIA	Tukey Group	Mean	N	FAMILIA	Tukey Group	Mean	N	FAMILIA
A	17.654	3	2	A	7.1963	3	7	A	0.06707	3	2
A				A				A			
A	16.950	3	1	B A	7.0036	3	1	A	0.06688	3	1
A				B A				A			
A	15.964	3	3	B A	6.9649	3	6	A	0.05285	3	7
A				B A				A			
A	14.564	3	7	B A	6.9252	3	2	A	0.04503	3	6
A				B A				A			
A	13.383	3	6	B A	6.6618	3	5	A	0.03742	3	3
A				B A				A			
A	13.192	3	4	B A	5.3748	3	4	A	0.03674	3	5
A				B				A			
A	12.688	3	5	B	5.2056	3	3	A	0.03040	3	4

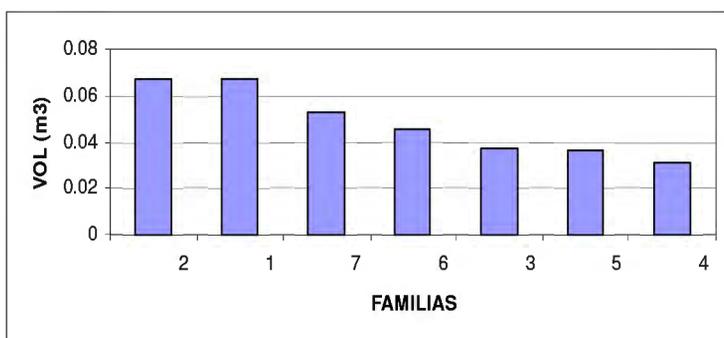
Para observar los parámetros de DAP, HT y VOL del ensayo, en esta última evaluación, se muestran las figuras 40, 41 y 42. Como podemos apreciar en la figura 40, el máximo DAP lo alcanzó la familia 2 con 17,7 cm; asimismo en la figura 41, la máxima HT la alcanzó la familia 7 con 7,2 m.



**Figura 40** Diámetro a la altura del pecho (DAP) – Ensayo 11



**Figura 41** Altura total (HT) – Ensayo 11



**Figura 42** Volumen (VOL) – Ensayo 11

El incremento promedio anual de HT varía entre 0,47 y 0,67 m/año. No se pudo obtener el IPA para el parámetro de DAP, puesto que la anterior evaluación se realizó al año de edad del ensayo y no se evaluó.

La supervivencia de las familias seleccionadas: 2, 1 y 7 es de 60, 50 y 90% respectivamente.

En relación a la parte cualitativa del ensayo, se observó bastante homogeneidad, encontrándose 2 a 3 defectos en promedio, por familia, entre bifurcaciones (mayor incidencia), sinuosidades de fuste y en menor proporción yemas rotas.

En este ensayo, la especie presentó en forma general, un crecimiento limitado, si lo comparamos con el incremento promedio anual de DAP del ensayo 13, esto se puede deber al clima de la zona, sumamente húmedo y con presencia de neblinas, que en época de incidencias de heladas detiene o desacelera el crecimiento, en todo caso, demuestra no ser el más apropiado para *Pinus pseudostrobus*.

Es importante mencionar que la familia 1 también se encuentra en el ensayo 13 (15 años), en ambos ensayos ha sido seleccionada entre las mejores, sin embargo muestra un volumen promedio muy por debajo, a pesar de considerar la diferencia de edades entre los ensayos (11 vs. 15 años).

*Pinus pseudostrobus* es comparable a *P. patula*, en términos de crecimiento, sin embargo, su resistencia al frío es menor, ya que no soporta heladas.

g) Ensayo 4

Ubicado en San Pablo - Sta. Rosa de Chumbil, fue instalado el 27 de septiembre de 1995 y evaluado a los 11 años de edad.

Este ensayo es de **selección masal** de *Pinus patula* de Tartar y Porcón, *Pinus radiata* de Cochamarca y *Pinus pseudostrobus* de Porcón. Cada especie con su respectiva procedencia de vivero, está dispuesta en un solo bloque independiente de 64, 96, 96 y 64 árboles respectivamente.

A partir de los parámetros evaluados y detallados en el anexo XIV (árboles seleccionados en turquesa) los árboles elegidos por especie y procedencia de vivero son:

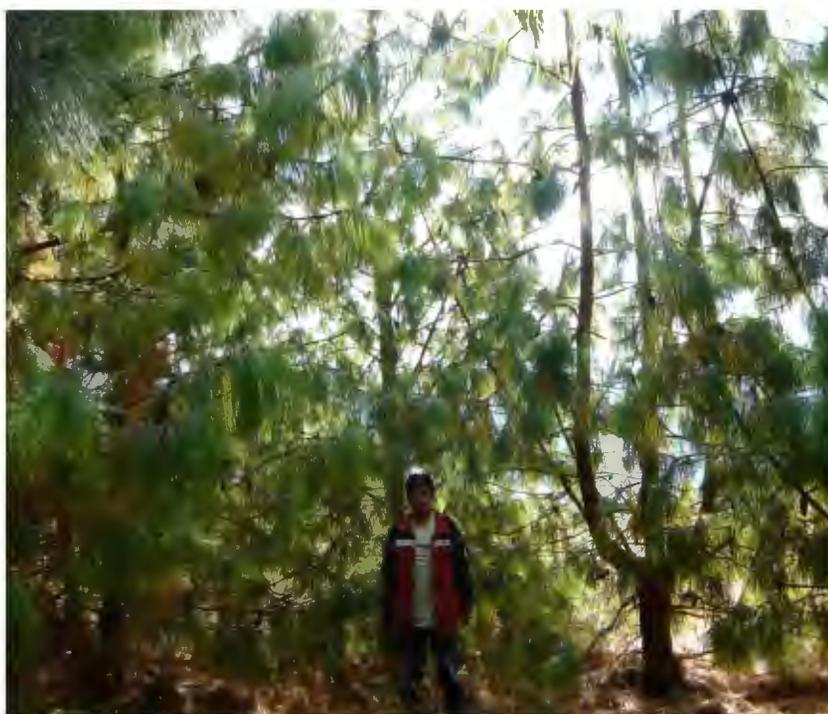
*Pinus patula* (Tartar): 1, 4, 9, 12, 18, 22, 55, 62 y 64.

*Pinus patula* (Porcón): 3, 5, 6, 9, 10, 17-19, 23, 24, 28, 30, 34, 36, 46, 48, 54, 58 y 59.

*Pinus radiata* (Cochamarca): 2, 8, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 38, 39, 41, 45, 50, 54-56, 59, 61 y 62.

*Pinus pseudostrobus* (Porcón): 1, 2, 9, 11, 14, 16, 18, 32, 39, 47, 48 y 63.

Para *Pinus patula* (**Tartar**), el volumen varía entre los 0,090 y 0,160 m<sup>3</sup>, y el incremento promedio anual de HT, con respecto a la evaluación hecha a los 2 años de edad, varía entre los 0,72 y 1,22 m/año.



**Figura 43** Ejemplares de *Pinus patula* (Tartar)

Para *Pinus patula* (Porcón), el volumen varía entre los 0,130 y 0,240 m<sup>3</sup>, y el incremento promedio anual de HT, con respecto a la evaluación hecha a los 2 años de edad, varía entre los 0,77 y 2,04 m/año.

Para *Pinus radiata* (Cochamarca), el volumen varía entre los 0,270 y 0,630 m<sup>3</sup>, y el incremento promedio anual de HT, con respecto a la evaluación hecha a los 2 años de edad, varía entre los 0,80 y 2,11 m/año.



**Figura 44** Ejemplares de *Pinus radiata* (Cochamarca)

Para *Pinus pseudostrobus* (Porcón), el volumen varía entre los 0,080 y 0,20 m<sup>3</sup>, y el incremento promedio anual de HT, con respecto a la evaluación hecha a los 2 años de edad, varía entre los 0,49 y 1,30 m/año.

En cuanto a la parte cualitativa de los árboles elegidos, es importante enfatizar que se escogió sólo a individuos libres de cualquier tipo de defectos. Fuera de estos árboles elegidos si se

encontró muchas bifurcaciones en especial en *Pinus pseudostrobus* hallándose incluso tres y hasta cuatro ejes.

A nivel de especie y procedencia de vivero, *Pinus radita* (Cochamarca) tiene los mejores valores en crecimiento, seguido por *Pinus patula* (Porcón), seguido por *Pinus patula* (Tartar) y finalmente está ubicado *Pinus pseudostrobus* (Porcón).

Es importante señalar también que cada uno de los árboles seleccionados, están ubicados debidamente en campo y señalizados a partir de un plano o croquis.

h) Ensayo 5

Ubicado en San Pablo - Sta. Rosa de Chumbil, fue instalado el 20 de marzo de 1992 y evaluado a los 14 años de edad.

Este ensayo es de **selección masal** de *Pinus patula* de Porcón y Cochamarca, *Pinus radiata* de Cochamarca y *Pinus pseudostrobus* de Cochamarca y Tartar. Cada especie con su respectiva procedencia de vivero dispuesta en un solo bloque independiente de 50, 25, 10, 25 y 85 árboles respectivamente.

A partir de los parámetros evaluados y detallados en el anexo XV (árboles seleccionados en turquesa) los árboles elegidos por especie y procedencia de vivero son:

*Pinus patula* (Porcón): 3, 12, 14, 19, 23, 24, 29, 34 y 39.

*Pinus patula* (Cochamarca): 2, 3 y 16.

*Pinus radiata* (Cochamarca): 8 y 10.

*Pinus pseudostrobus* (Cochamarca): 9, 10, 16, 22 y 25.

*Pinus pseudostrobus* (Tartar): 3, 6, 12, 18, 23, 25, 29, 31, 41, 47, 55, 61, 68, 70 y 71.

Para *Pinus patula* (Porcón), el volumen varía entre los 0,370 y 0,870 m<sup>3</sup>, y el incremento promedio anual de HT, con respecto a la evaluación hecha a los 5 años de edad, varía entre los 0,61 y 1,79 m/año.



**Figura 45** Ejemplares de *Pinus patula* (Porcón)

Para *Pinus patula* (Cochamarca), el volumen varía entre los 0,600 y 0,970 m<sup>3</sup>, y el incremento promedio anual de HT, con respecto a la evaluación hecha a los 5 años de edad, varía entre los 1,58 y 2,56 m/año.

Para *Pinus radiata* (Cochamarca), el volumen de los dos árboles elegidos son 1,006 y 0,770 m<sup>3</sup>, en este caso particular sólo se plantaron como se indica inicialmente 10 árboles de los cuales sólo 4 están vivos, en conclusión no es representativo por lo que se recomienda tomar mayor importancia de esta especie en el ensayo 4 y ésta sólo como complementaria, claro está tomando en cuenta la diferencia de edad entre los ensayos.

Para *Pinus pseudostrobus* (Cochamarca), el volumen varía entre los 0,400 y 0,660 m<sup>3</sup>, y el incremento promedio anual de HT, con respecto a la evaluación hecha a los 5 años de edad, varía entre los 0,59 y 2,39 m/año.

Para *Pinus pseudostrobus* (Tartar), el volumen varía entre los 0,470 y 1,070 m<sup>3</sup>, y el incremento promedio anual de HT, con respecto a la evaluación hecha a los 5 años de edad, varía entre los 0,83 y 2,41 m/año.

En cuanto a la parte cualitativa de los árboles elegidos, es importante enfatizar que se escogió sólo a individuos libres de cualquier tipo de defectos. Fuera de estos árboles elegidos no se encontró muchas bifurcaciones, a excepción de *Pinus pseudostrobus* (Tartar) hallándose 16 en total.

Al igual que en el ensayo 4, en este caso, la procedencia es el vivero de donde provinieron las plántulas. Como podemos ver, el vivero de Cochamarca es el que produjo a los mejores representantes tanto de *Pinus radiata* como de *Pinus patula*. Sin embargo en los que respecta a *Pinus pseudostrobus*, los mejores individuos provinieron del vivero Tartar.

Es importante señalar también que cada uno de los árboles seleccionados, están ubicados debidamente en campo y señalizados a partir de un plano o croquis.

Finalmente de acuerdo a los arboretos evaluados y resultados obtenidos, se muestra a continuación un cuadro resumen, sobre toda la información revisada de cada arboreto, con sus respectivos ensayos y especies seleccionadas.

**Cuadro 23** Arboretos evaluados con las especies seleccionadas, procedencias y resultados para los ensayos de IEF

<b>Arboreto / Ensayo</b>	<b>Tipo de ensayo / Edad</b>	<b>Especies seleccionadas</b>	<b>VOL/DAP/HT</b>
<b>Huacataz</b> Ensayo 6	Primera fase (22 años)	<i>Pinus tenuifolia</i> (México), <i>Pinus radiata</i> (Nueva Zelanda) y <i>Pinus tenuifolia</i> (Guatemala).	0,4685 – 0,5558 m <sup>3</sup> 29 – 33,5 cm. 16 – 16,5 m.
<b>Porcón</b> Ensayo 1	Primera fase (26 años)	<i>Pinus patula</i> (Nueva Zelanda), <i>Pinus radiata</i> (Cerro Porcón) y <i>Pinus tenuifolia</i> (Guatemala).	0,9365 – 1,2017 m <sup>3</sup> 35,3 – 46 cm. 18,5 – 23,4 m.
<b>Huacraruco</b> Ensayo 12	Segunda fase (15 años)	<i>Pinus patula</i> (Nueva Zelanda)	0,0813 m <sup>3</sup> / 16 cm. / 10 m.
<b>Porcón</b> Ensayo 2	Segunda fase (26 años)	<i>Eucalyptus viminalis</i> (Australia), <i>Pinus radiata</i> (Nueva Zelanda) y <i>Pinus radiata</i> (España).	0,5263 – 0,6259 m <sup>3</sup> 21 – 25 cm. 12,5 – 16,2 m.
<b>Yamobamba</b> Ensayo 8	Segunda fase (22 años)	<i>Pinus patula</i> (Nueva Zelanda) y <i>Pinus radiata</i> (Nueva Zelanda)	0,4369 – 0,5264 m <sup>3</sup> 21 – 24,4 cm. 19 – 19,8 m.
<b>Lambidera Baja</b> Ensayo 10	Tercera fase (15 años)	<i>Eucalyptus viminalis</i> (Australia) y <i>Eucalyptus globulus</i> (Cajamarca)	0,185 m <sup>3</sup> / 13,5 – 17,8 cm. / 15,7 m.

Cuadro 24 Arboretos evaluados con las familias seleccionadas y resultados para los ensayos de Comportamiento de familias - MG

Arboreto / Ensayo	Tipo de ensayo / Edad	Familias seleccionadas	VOL/DAP/HT
La Collpa-Namora Ensayo 7	Comportamiento de 10 familias <i>Pinus patula</i> * (18 años)	450, 17, 20 y 236	0,3415 – 0,3750 m <sup>3</sup> 20,2 – 23,2 cm. 14,2 – 15,4 m.
Porcón Ensayo 3	Comportamiento de 10 familias <i>Pinus patula</i> * (18 años)	236, 464 y 20	0,6332 – 0,7834 m <sup>3</sup> 30,6 – 35,7 cm. 21,2 – 22,4 m.
La Collpa-Namora Ensayo 9	Comportamiento de 11 familias <i>Pinus taeda</i> * (17 años)	101, 162 y 100	0,1599 – 0,1792 m <sup>3</sup> 15,6 – 17,8 cm. 12 – 12,3 m.
Quebrada Honda Ensayo 14	Comportamiento de 6 familias <i>Pinus patula</i> * (15 años)	44, 14 y 17	0,4848 – 0,5307 m <sup>3</sup> 27,4 – 28,4 cm. 17,8 – 19,4 m.
Quebrada Honda Ensayo 13	Comportamiento de 6 familias <i>Pinus pseudostrobus</i> * (15 años)	197, 1, 195 y 193	0,4573 – 0,5901 m <sup>3</sup> 30,4 – 32,8 cm. 16,5 – 18,4 m.
Chota Ensayo 11	Comportamiento de 7 familias <i>Pinus pseudostrobus</i> * (11 años)	2, 1 y 7	0,0529 – 0,0671 m <sup>3</sup> 14,6 – 17,7 cm. 6,9 – 7,2 m.

\*: Procedentes de Zimbabue-Africa.

**Cuadro 25** Arboretos evaluados con los árboles seleccionados para cada especie y resultados para los ensayos de Selección Masal - MG

Arboreto / Ensayo / Edad	Árboles seleccionados	VOL/DAP/HT	OBS
<p><b>Chumbil</b> Ensayo 4 (11 años)</p>	<p><i>P.patula</i>: 9 de Tartar (64) y 19 de Porcón (96). <i>P.radiata</i>: 23 de Cochamarca (96). <i>P.pseudostrobus</i>: 12 de Porcón (64).</p>	<p>0,1230 m³ / 17,5 cm / 11 m 0,1812 m³ / 19,6 cm / 16,2 m 0,4435 m³ / 23,5 cm / 19 m 0,1435 m³ / 20,6 cm / 10,9 m</p>	<p>52% SUP bifurcaciones</p>
<p><b>Chumbil</b> Ensayo 5 (14 años)</p>	<p><i>P.patula</i>: 9 de Porcón (50) y 3 de Cochamarca (25). <i>P.radiata</i>: 2 de Cochamarca (10). <i>P.pseudostrobus</i>: 5 de Cochamarca (25) y 15 de Tartar (85).</p>	<p>0,6214 m³ / 23,4 cm / 21,3m 0,7199 m³ / 27,1 cm / 23,4m 0,8880 m³ / 31,5 cm / 25 m 0,5394 m³ / 24,3 cm / 21,7 m 0,7597 m³ / 30,9 cm / 23,9 m</p>	<p>Solo 4 vivos bifurcaciones</p>

**Cuadro 26** Resumen de los arboretos evaluados, características generales y especies seleccionadas

Nº	Arboreto	Provincia	Distrito	Altitud (msnm)	ZV	T (°C)	PP (mm/año)	HR (%)	Suelos	Especies (S)
1	Huacataz	Cajamarca	Baños del Inca	3130	bb-MT	10-12	800-850	67	Volcánicos, 60 a 100 cm. de profundidad efectiva, texturas medias (franco a franco arcillo limoso), drenaje bueno, reacción ligeramente ácida (pH: 5.0 - 6.4)	E6: <i>Pinus tenuifolia</i> (México), <i>Pinus radiata</i> (Nueva Zelanda) y <i>Pinus tenuifolia</i> (Guatemala).
2	Porcón	Cajamarca	Cajamarca	3100 a 3280	bmb-MT	8-11	800-1200	65-70	Volcánicos, profundos, de texturas medias, horizonte A negro, rico en materia orgánica que descansa sobre un horizonte B cámbico (Bw), con características físicas favorables para el desarrollo de los árboles y con saturación de bases menor de 50%.	E1: <i>Pinus patula</i> (Nueva Zelanda), <i>Pinus radiata</i> (Cerro Porcón) y <i>Pinus tenuifolia</i> (Guatemala). E2: <i>Eucalyptus viminalis</i> (Australia), <i>Pinus radiata</i> (Nueva Zelanda) y <i>Pinus radiata</i> (España). E3: <i>Pinus patula</i> *
3	Yamobamba	Cajamarca	Namora	2750	bs-MBT	12-14	600-650	64	Textura ligera a media (areno franca, franco a franco arenoso). Serios limitantes como: reacción fuertemente ácida, alta concentración de Al intercambiable, contenido de arena (75 - 92%), bajo porcentaje de saturación de bases, entre otros. Pendiente de ligeramente inclinada a empinada, profundidad efectiva, pedregosidad y erosión moderada.	E8: <i>Pinus patula</i> (Nueva Zelanda) y <i>Pinus radiata</i> (Nueva Zelanda)
4	Lambidera Baja (Sondor)	San Marcos	Gregorio Pita	2920	b - MBT (Tosi)	12-14	720	68	Material parental de depósitos aluvio-coluviales. 80% arena y 20% de limo, drenaje algo excesivo; 5.4 de pH y un bajísimo porcentaje de materia orgánica (1.6%), las clases texturales mas comunes son la areno franca y la franco arenosa.	E10: <i>Eucalyptus viminalis</i> (Australia) y <i>Eucalyptus globulus</i> (Cajamarca)
5	Hualanga Alta (Huacraruco)	Cajamarca	San Juan	2600 a 3400	bmb-MT, pmh-SaT	7-9	1000-1200	70	Cumbres rocosas de areniscas y calizas en gran parte, pendiente extremadamente empinada y morfogénesis activa impiden el desarrollo de los suelos. En las cumbres con pendiente suave hay perfiles A/C y a veces A/B/C con poca profundidad.	E12: <i>Pinus patula</i> (Nueva Zelanda)
6	La Collpa - Namora	Cajamarca	Namora	2850	bs-MT	14-16	600-700	63	Compuestos por arenas, limos y arcillas, derivados de areniscas cuarcíticas y ferruginosas, con algunos afloramientos de areniscas y depósitos de pie de monte. Poco desarrollados, limitaciones como: escasa profundidad, horizonte A orgánico delgado, acidez, erosión y pedregosidad. Drenaje bueno a excesivo debido a la textura ligera asociado a profundidades superficiales a moderadas.	E7: <i>Pinus patula</i> * E9: <i>Pinus taeda</i> *

Nº	Arboreto	Provincia	Distrito	Altitud (msnm)	ZV	T (°C)	PP (mm/año)	HR (%)	Suelos	Especies (S)
7	Quebrada Honda	San Miguel	San Miguel	2600 a 3200	templado cálido y seco	14-16	700-800	63	Material de origen aluvio-coluvial grueso, textura franco arcillo limoso; buen drenaje, aireación y capacidad de retención; reacción de ligeramente ácida a neutro (pH: 6.5-7.4), pendiente ligeramente inclinada a moderadamente empinada, erosión moderada.	E13 y E14: <i>Pinus patula</i> *
8	El Verde - Chota	Chota	Chalamarca	2200 a 2400	templado y húmedo con presencia de neblinas	14-16	900-1000	83	Perfil A(B)C, presentan un horizonte A ócrico o úmbrico, horizonte B cámbico; la reacción es fuertemente ácida a neutra (pH: 5.4 a 7.2). El material parental es residual y coluvio-aluvial. Textura dominante moderadamente fina a fina, drenaje bueno a moderado, permeabilidad moderada a moderadamente lenta.	E11: <i>Pinus pseudostrobus</i> *
9	Santa Rosa de Chumbil	San Pablo	Tumbadon	3650 a 3750	húmedo y frío, sin estación seca ni cambio térmico invernal bien definidos	8.5-10,5	900	73	Materiales volcánicos, principalmente en laderas de montaña, así como también sobre depósitos coluvio-aluviales de piedemonte. 25% arena, 45% limo, 30% arcilla, 4.8 de pH, 7.4% de materia orgánica, clases texturales: franco, franco arenoso, franco arenoso limoso, franco limoso y limoso. Drenaje bueno a moderado; permeabilidad moderadamente rápida a lenta.	EA: <i>Pinus patula</i> de Tartar y Porcón, <i>Pinus radiata</i> de Cochamarca y <i>Pinus pseudostrobus</i> de Porcón E5: <i>Pinus patula</i> de Porcón y Cochamarca, <i>Pinus radiata</i> de Cochamarca y <i>Pinus pseudostrobus</i> de Cochamarca y Tartar

S: seleccionadas (en orden de mérito)

E: ensayo

\*: Procedentes de Zimbabwe-África.

**Cuadro 27** Relación de todos los ensayos instalados en los arboretos evaluados

Nº	Arboreto	Ensayos instalados
1	Huacataz	Ensayo 6: Introducción de especies forestales - Primera Fase* Test de procedencias-descendencia de <i>E. globulus</i> .
2	Porcón	Ensayo 1: Introducción de especies forestales - Primera Fase* Ensayo 2: Introducción de especies forestales - Segunda Fase* Ensayo 3: Comportamiento de 10 familias de <i>Pinus patula</i> procedentes de Zimbabwe-África* Rodal semillero de <i>Eucalyptus viminalis</i> .
3	Yamobamba	Ensayo 8: Introducción de especies forestales - Segunda Fase*
4	Lambidera Baja (Sondor)	Ensayo 10: Introducción de especies forestales - Tercera Fase* Comportamiento de 6 familias de <i>P. patula</i> procedentes de Zimbabwe África.
5	Hualanga Alta (Huacraruco)	Ensayo 12: Introducción de especies forestales - Segunda Fase*
6	La Collpa	Ensayo 7: Comportamiento de 10 familias de <i>Pinus patula</i> procedentes de Zimbabwe-África* Ensayo 9: Comportamiento de 11 familias de <i>Pinus taeda</i> procedentes de Zimbabwe-África* Comportamiento de 26 familias de <i>P. elliotii</i> procedentes de Zimbabwe-África. Test de procedencias-descendencia de <i>E. globulus</i> . Ensayo de 10 procedencias de <i>P. radiata</i> D. Don.
7	Quebrada Honda	Ensayo 13: Comportamiento de 6 familias de <i>Pinus patula</i> procedentes de Zimbabwe-África* Ensayo 14: Comportamiento de 6 familias de <i>Pinus pseudostrabus</i> procedentes de Zimbabwe-África* Ensayo de 11 procedencias de <i>E. viminalis</i> Parcela experimental de <i>P. radiata</i> resistente al <i>Dothistroma pini</i> Test de descendencia de 52 familias de <i>E. globulus</i> .
8	El Verde	Ensayo 11: Comportamiento de 7 familias de <i>P. pseudostrabus</i> procedentes de Zimbabwe África.* Comportamiento de 25 familias de <i>P. taeda</i> procedentes de Zimbabwe África. Comportamiento de 25 familias de <i>P. patula</i> procedentes de Zimbabwe África.
9	Santa Rosa de Chumbil	Ensayo 4: Selección masal de <i>P. patula</i> , <i>P. pseudostrabus</i> y <i>P. radiata</i> * Ensayo 5: Selección masal de <i>P. patula</i> , <i>P. pseudostrabus</i> y <i>P. radiata</i> * Huerto semillero clonal de <i>Pinus radiata</i> . Ensayo de procedencias de <i>Eucalyptus viminalis</i> . Ensayo de procedencias de <i>Eucalyptus regnans</i> Prueba de injertos y estacas de <i>P. patula</i> y <i>P. radiata</i> . Comportamiento de 10 familias de <i>P. patula</i> y 6 familias de <i>P. pseudostrabus</i>

\*: Ensayos evaluados en el presente estudio.

## 5. CONCLUSIONES

- En este estudio se evaluó y complementó la información de 14 ensayos, que en conjunto cuentan con 26 especies y 47 procedencias en total, de las cuales: 15 especies provenientes de 33 procedencias son del género *Pinus*; 2 especies provenientes de 3 procedencias son del género *Cupressus* y 9 especies provenientes de 11 procedencias son del género *Eucalyptus*.
- Los 14 ensayos evaluados se ubican en 9 arboretos con características climáticas y edafológicas particulares, diferentes entre sí y distribuidos en las provincias de Cajamarca, San Pablo, San Miguel, San Marcos y Chota, del departamento de Cajamarca.
- En el arboreto Huacataz se evaluó un ensayo de IEF (E6) resultando como seleccionadas: *Pinus tenuifolia* (México), seguido por *Pinus radiata* (Nueva Zelanda) y finalmente por *Pinus tenuifolia* (Guatemala).
- En el arboreto Porcón se evaluaron 2 ensayos de IEF (E1 y E2) resultando como seleccionadas: *Pinus patula* (Nueva Zelanda), seguido por *Pinus radiata* (Cerro Porcón) y finalmente por *Pinus tenuifolia* (Guatemala); *Eucalyptus viminalis* (Australia), seguido por *Pinus radiata* (Nueva Zelanda) y finalmente por *Pinus radiata* (España) respectivamente. Asimismo se evaluó un ensayo de Comportamiento de familias de la especie *Pinus patula* procedente de Zimbabwe-África (E3) resultando como seleccionadas las familias: 23, 464 y 20.
- En el arboreto Yamobamba se evaluó un ensayo de IEF (E8) resultando como seleccionadas: *Pinus patula* (Nueva Zelanda) y *Pinus radiata* (Nueva Zelanda).
- En el arboreto Lambidera Baja se evaluó un ensayo de IEF (E10) resultando como seleccionadas: *Eucalyptus viminalis* (Australia) y *Eucalyptus globulus* (Cajamarca).
- En el arboreto Huacraruco se evaluó un ensayo de IEF (E12) resultando como única seleccionada: *Pinus patula* (Nueva Zelanda).
- En el arboreto La Collpa se evaluaron dos ensayos de Comportamiento de familias, de las especies *Pinus patula* (E7) y *Pinus taeda* (E9) ambas procedentes de Zimbabwe-

África resultando como seleccionadas las familias: 450, 17, 20 y 236; 101, 162 y 100 respectivamente.

- En el arboreto Quebrada Honda se evaluaron dos ensayos de Comportamiento de familias, de las especies *Pinus pseudostrobus* (E13) y *Pinus patula* (E14) ambas procedentes de Zimbabwe-África resultando como seleccionadas las familias: 197, 1, 195 y 193; 44, 14 y 17 respectivamente.
- En el arboreto El Verde-Chota se evaluó un ensayo de Comportamiento de familias de la especie *Pinus pseudostrobus* procedente de Zimbabwe-África (E11) resultando como seleccionadas las familias: 2, 1 y 7.
- En el arboreto Santa Rosa de Chumbil se evaluaron dos ensayos de Selección masal, (E4 y E5) resultando como los mejores individuos: 9 árboles de *Pinus patula* (Tartar), 19 árboles de *Pinus patula* (Porcón), 23 árboles de *Pinus radiata* (Cochamarca) y 12 árboles de *Pinus pseudostrobus* (Porcón); 9 árboles de *Pinus patula* (Porcón), 3 árboles de *Pinus patula* (Cochamarca), 2 árboles de *Pinus radiata* (Cochamarca), 5 árboles de *Pinus pseudostrobus* (Cochamarca) y 15 árboles de *Pinus pseudostrobus* (Tartar) respectivamente.

## 6. *RECOMENDACIONES*

- Es importante dar el mantenimiento correspondiente a cada uno de los ensayos, para evitar la competencia entre los individuos y retardar su crecimiento normal.
- La señalización de cada uno de los ensayos, juega un papel muy importante en la identificación del mismo, así como de cada una de las especies que los conforman; siendo el de cemento, el más resistente al paso de los años y condiciones adversas del clima.
- Se recomienda realizar las evaluaciones en época seca (junio – agosto), para mayor facilidad de la toma de datos y transporte hasta la zona. Así como la planificación de las fechas y periodos de evaluación.
- Se recomienda la revisión previa de cada uno de los ensayos a evaluar, de esta forma verificar: la existencia del archivo correspondiente al ensayo, que los datos estén claros y completos, croquis del lugar y en la medida de lo posible que se hayan tomado los mismos parámetros que se quieren evaluar en determinado momento.
- Se recomienda considerar todos los parámetros utilizados en estos ensayos.
- Se recomienda que ADEFOR cuente con un registro del estado actual de todos sus ensayos y saber cuáles son las condiciones en las que se encuentran. Pues existen algunos ensayos que han sido aprovechados (en distinto grado), lo que definitivamente altera los resultados finales y en casos extremos desecha al ensayo para nuevas investigaciones.
- Es recomendable que ADEFOR, reemplace sus archivos convencionales a un registro electrónico en archivos Excel.
- Es importante seguir con el plan de mejoramiento genético, con el cual, se obtendrán árboles con mejores características, para los planes de forestación.
- Es importante estudiar la vegetación natural existente, en los lugares a instalar cualquier tipo de ensayo, por dos razones: para tomar en consideración su evolución bajo cobertura forestal, y para determinar especies indicadoras, a fin de ayudarnos a definir la calidad del sitio al momento de extrapolar hacia zonas similares.

- Es aconsejable trabajar con gente de la zona, preferible si es de la institución (ADEFOR), pues tienen mayor conocimiento de los arboretos, donde están ubicados los ensayos, así como de las especies forestales.
- Se recomienda hacer extensivos estos resultados en programas de repoblación forestal.

## *BIBLIOGRAFÍA*

- Abeele, J Van Den.** 1990. V Jornada de Investigación Agropecuaria y Forestal: Comparación entre seis especies de pino aptas para la reforestación industrial. Cajamarca, PE. ADEFOR. 45p.
- Abeele, J van Den; Flores, F.** 1994. Resultados de la introducción de especies forestales en el arboretum de Yamobamba. Cajamarca, PE. ADEFOR. 12 p.
- Abeele, J van Den.** 1996. Manual de Zonificación de especies y plantaciones forestales. Cajamarca, PE. ADEFOR. 64 p.
- Abeele, J Van Den.** 1995. Informe final del proyecto: Refuerzo institucional a la Asociación para la Investigación y Desarrollo Forestal, ADEFOR 1990-1994. Cajamarca, PE. Cooperación Técnica Belga. 76 p.
- Aguirre, E.** 1979. Estudios de Comportamiento y Zonificación para Diferentes Especies de Eucalyptus. Tesis (Ing. Forestal). Lima, PE: Universidad Nacional Agraria La Molina. 190p.
- Alaya, P.** 2002. Evaluación del Potencial de Biomasa para la Producción de Biogas en el Centro Poblado Menor de Río Seco y Sondor. Tesis (Ing. Agrónomo). Cajamarca, PE: Universidad Nacional de Cajamarca. 74p.
- ADEFOR (Asociación Civil para la Investigación y Desarrollo Forestal, PE).** 1998. Boletín meteorológico 1998. Cajamarca, PE. 13 p.
- Champion, H.** 1965. Elección de especies para plantaciones forestales. Roma, IT. FAO. 275p.
- CICAFOR (Centro de Investigación y Capacitación Forestal, PE).**1982. Los árboles, el bosque y los campesinos. Cajamarca, PE. 46p
- CICAFOR (Centro de Investigación y Capacitación Forestal, PE).**1987. Experimentos instalados por las líneas de investigación en la campaña 1985-1986. Cajamarca, PE. 193p.

- Cotrina, A.** 1993. Estudio de la Producción Agropecuaria del Distrito de Llapa – Provincia San Miguel. Tesis (Ing. Agrónomo). Cajamarca, PE: Universidad Nacional de Cajamarca. 76p.
- DANIDA/FAO.** 1980. Mejora genética de Árboles Forestales. Roma, IT. FAO Montes No. 20. 341 p.
- De la Cruz, J.; Zorogastúa, P.; Hijmans, R.** 1999. Atlas de los Recursos Naturales de Cajamarca. Lima, PE. CIP. 49 p.
- Eguiluz, T.** 1990. Memoria Mejoramiento genético y plantaciones forestales. Chapingo, MX. Centro de Genética Forestal. A.C. Lomas de San Juan. 209 p.
- Elliot, J.** 2007. Desarrollo Participativo de Tecnologías: Lecciones desde la experiencia práctica en la sierra del Perú. Lima, PE. Soluciones Prácticas-ITDG. 79 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT).** 1969. Guía para los ensayos con especies forestales para América tropical. Roma. 56 p.
- Flores, F.; Carton, Ch.** 1982. Organización de la instalación de plantaciones forestales con fines demostrativos. Cajamarca, PE. CICAFOR. 37 p.
- Florian, J.** 1990. Resultados de las parcelas permanentes de crecimiento en el Cuartel VII y Cerro Lazareto en Porcón. Cajamarca, PE. ADEFOR. 26 p.
- Gonzáles, C.** 1990. V Jornada de Investigación Agropecuaria y Forestal: inicio de un programa de mejoramiento genético forestal en Cajamarca”. Cajamarca, PE. ADEFOR. 67p.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR)/OEA (Organización de los Estados Americanos)/Dirección Regional para la Zona Andina.** 1975. Metodología sobre ensayos de especies forestales. Lima, PE. 52 p.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR)/OEA (Organización de los Estados Americanos)/Dirección Regional para la Zona Andina.** 1976. Normas para Evaluación de Plantaciones Forestales en la Sierra del Perú. Lima, PE. 74 p.

- INFOR (Instituto Nacional Forestal y de Fauna, PE).** 1987. Selección de especies para la reforestación en la región andina del Perú. Lima, PE. 263 p.
- Larson, P. R.** 1969. Wood formation and the concept of wood quality. Connecticut, US. Yale University School of Forestry. Bull No.74. 54 p.
- Maddern, J.** 1970. Mejoramiento genético para elevar la calidad de la madera. *Unasyva* 24(97/98): 24-26.
- Manco, J.** 1989. Estudio agroclimático de la microcuenca Porcón Cajamarca – Perú. Direccion Regional SENAMHI – Cajamarca EDAC. 44 p.
- Mertens, P.; Flores, F.** 1983. Aspectos y resultados de la selección masal de *Pinus radiata* en vivero. Cajamarca, PE. CICAFOR. 39 p.
- Mertens, P.** 1983. Criterios de Selección de *Pinus radiata* D. Don para árboles semilleros y rodales semilleros. Cajamarca, PE. CICAFOR. 27 p.
- Mertens, P.; Chavarry, L.; Meeus, V.** 1987. Criterios de Selección para árboles y rodales semilleros de *Eucalyptus globulus* (Labill) ssp. *globulus*. Cajamarca, PE. CICAFOR. 28 p.
- Mirov, N.T.** 1967. The Genus *Pinus*. New York, US. Ronald Press. 602 p.
- Montero, MM.** 1999. Factores de Sitio que Influyen en el Crecimiento de *Tectona grandis* L. F. y *Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand, en Costa Rica. Tesis (Mg. Sc.). Valdivia, CL: Universidad Austral de Chile. 111 p.
- Montes, L.** 1967. Genética y mejora de las especies exóticas forestales. ES. FAO. 354 p.
- Morales, S.** 1973. Zonificación ecológica de *Gmelina arborea* Roxb. y *Eucalyptus globulus* Labill para Perú. Tesis (Mg. Sc.). Turrialba, CR: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 148 p.
- Nylinder, P.** 1965. Non-destructive field sampling systems for determining the wood density of standing timber over large areas. Melbourne, AU. IUFRO. 13 p.
- ONERN (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales, PE).** 1977. Inventario, Evaluación y Uso racional de los recursos naturales de la zona norte del departamento de Cajamarca. Vol. I. 298 p.

- Pajares, G.; Poma, W.; Vega-Bazán, M.** 1984. Estudio detallado de suelos de 22 arboreta en Cajamarca-Perú. Vol. II. CICAFOR. 283 p.
- Picard, L.; Villar, M.** 1982. Metodología utilizada para la introducción de especies forestales en Cajamarca-Perú. CICAFOR. 70 p.
- Picard, L.** 1978. Clasificación de las plantaciones de *Pinus radiata* en la subregión de Cajamarca-Perú. PE. CICAFOR. 11 p.
- Poma, W.; Vega-Bazán, M.** 1992. Estudio detallado de suelos del campo experimental La Collpa. Cajamarca, PE. UNC. 65 p.
- Poynton, R. J.** 1977. Tree Planting in Southern Africa, Vol. I: The Pines. Pretoria, ZA. Department of Forestry, Republic of South Africa. 136 p.
- Prado D.; Barros A.; Wrann H.; Rojas V.; Barros R.; Aguirre A.** 1986. Especies forestales exóticas de interés económico para Chile. Santiago, CL. INFOR. 168 p.
- Proyecto FAO Holanda; INFOR; Galloway, G.; Borgo, G.** 1984. Guía para el establecimiento de plantaciones forestales en la sierra peruana. Lima, PE. 144 p.
- Rengifo, T.** 1988. Estudio Detallado de Suelos del Arboretum La Collpa - Namora. Tesis (Ing. Agrónomo). Cajamarca, PE: Universidad Nacional de Cajamarca. 87p.
- Van Hoof, Christian.** 1979. Estudio del crecimiento de plantaciones forestales en función del suelo en Cajamarca. PE. CICAFOR. 203 p.
- Vargas, J.; Gutiérrez, W.** 2002. Propuesta de un Plan de Manejo para las Plantaciones Forestales del Anexo Huacraruco. Tesis (Ing. Forestal). Cajamarca, PE: Universidad Nacional de Cajamarca. 83p.
- Villar, M., Picard L., Mertens, P.** 1984. Zonificación de especies forestales del género *Pinus* en Cajamarca-Perú. CICAFOR. 35 p.
- Villar, M., Picard, L. Mertens, P.** 1985. Comportamiento de especies forestales introducidas en el arboretum de Matara. Cajamarca, PE. CICAFOR. 27 p.
- Yanchuk, A; Allard, G.** 2009. Los programas de mejoramiento de árboles para la salud de los bosques: ¿pueden seguir el mismo ritmo de los cambios climáticos?. *Unasylva* 60(231/232): 50-56.

**Zobel, B.** 1964. Mejora genética de las propiedades de la madera de especies forestales. *Unasyuva* 18(73/74): 89-103.

**Zobel, B.; Talbert, J.** 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Distrito Federal, MX. Limusa. 545 p.

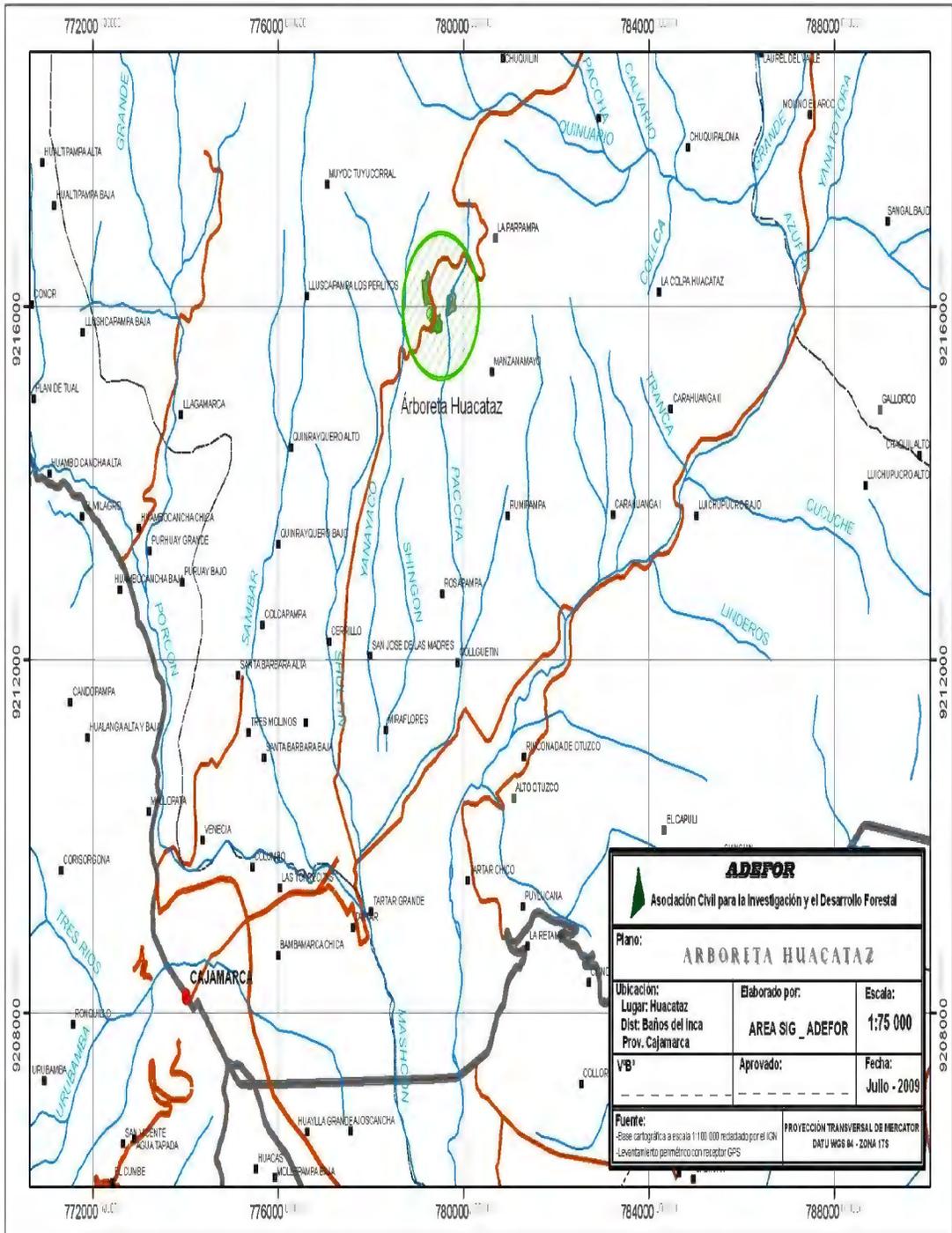
# *ANEXO I*

## **GLOSARIO**

IEF	:	Introducción de Especies Forestales
MG	:	Mejoramiento Genético
Dependent Variable	:	Variable Dependiente
Source	:	Fuente
DF	:	Grados de Libertad
Sum of Square	:	Suma de Cuadrados
Mean Square	:	Cuadrados Medios
F Value	:	Valor F
Significancia		
(*)	:	< 0.05 significativa
(**)	:	< 0.01 altamente significativa
(ns)	:	> 0.05 no significativa
Mean	:	Media
DAP	:	Diámetro a la Altura del Pecho (cm)
DAMHT	:	Diámetro A Media HT (cm)
HT	:	Altura Total (m)
F	:	Factor Mórfico
AB	:	Area Basal (m <sup>2</sup> )
VOL	:	Volumen (m <sup>3</sup> )
SUP	:	Supervivencia (resultado*100%)
Ha/has	:	hectárea/hectáreas

# ANEXO II

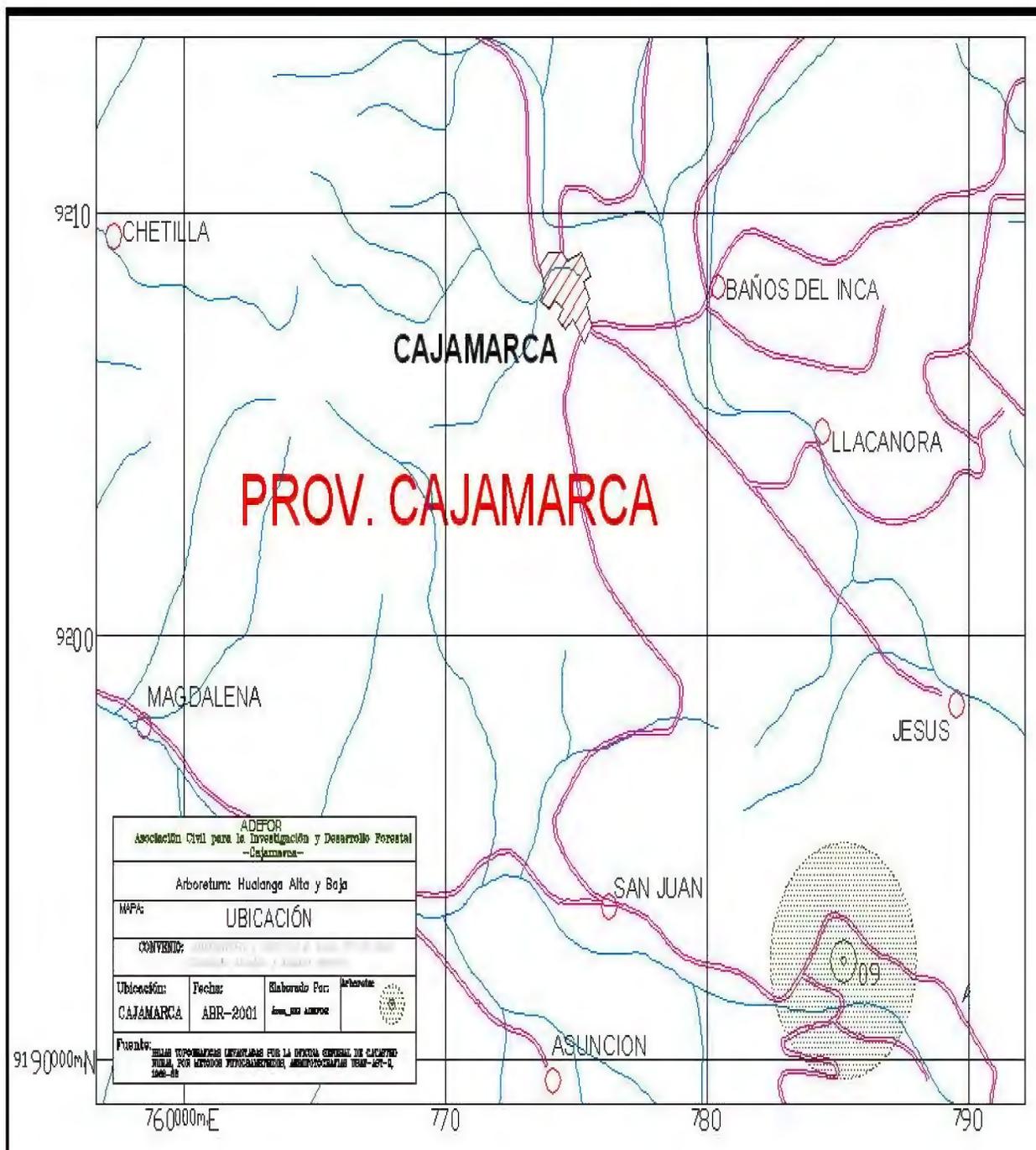
## MAPA DE UBICACIÓN ARBORETO HUACATAZ





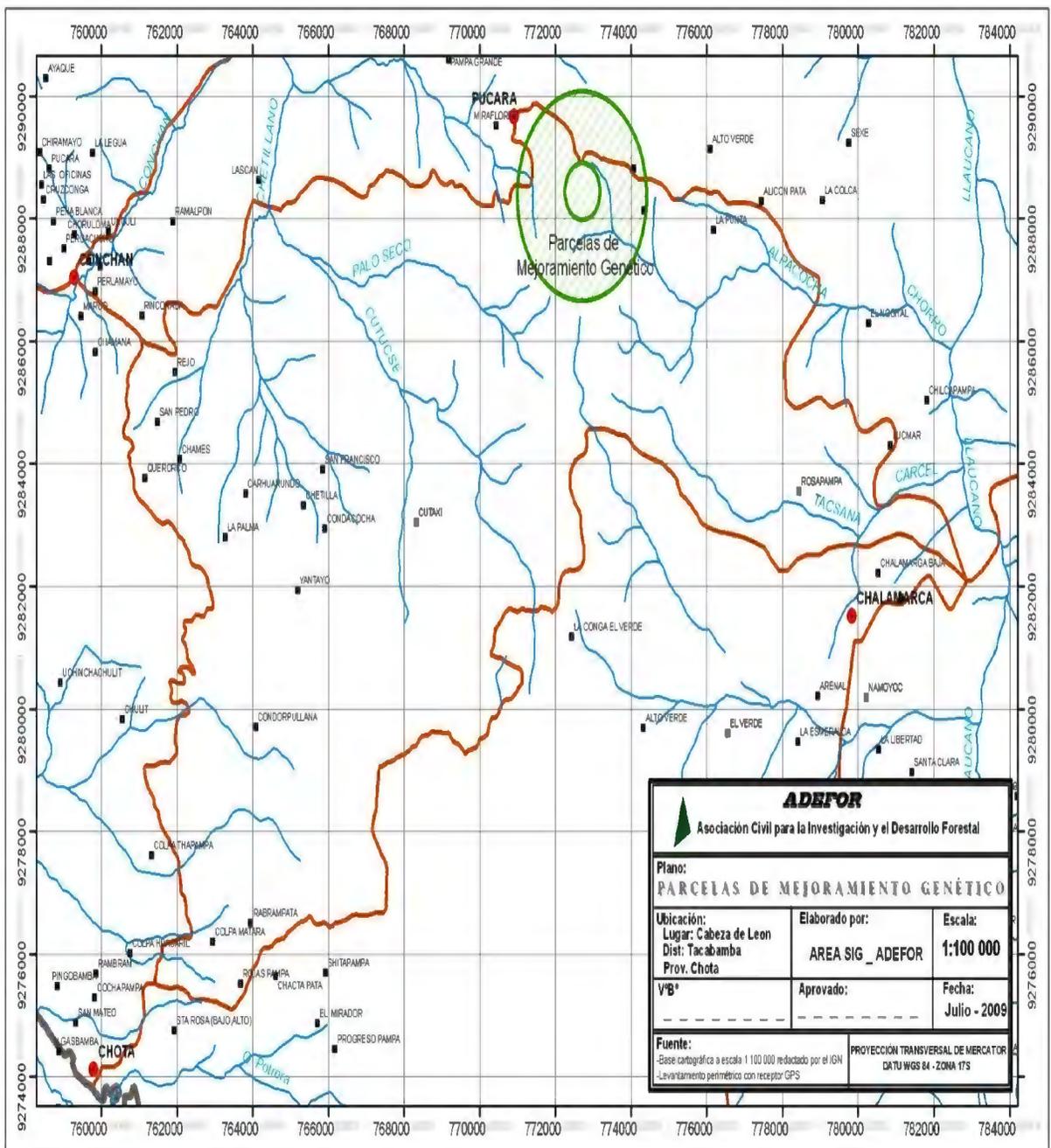
# ANEXO IV

## MAPA DE UBICACIÓN ARBORETO HUALANGA ALTA Y BAJA



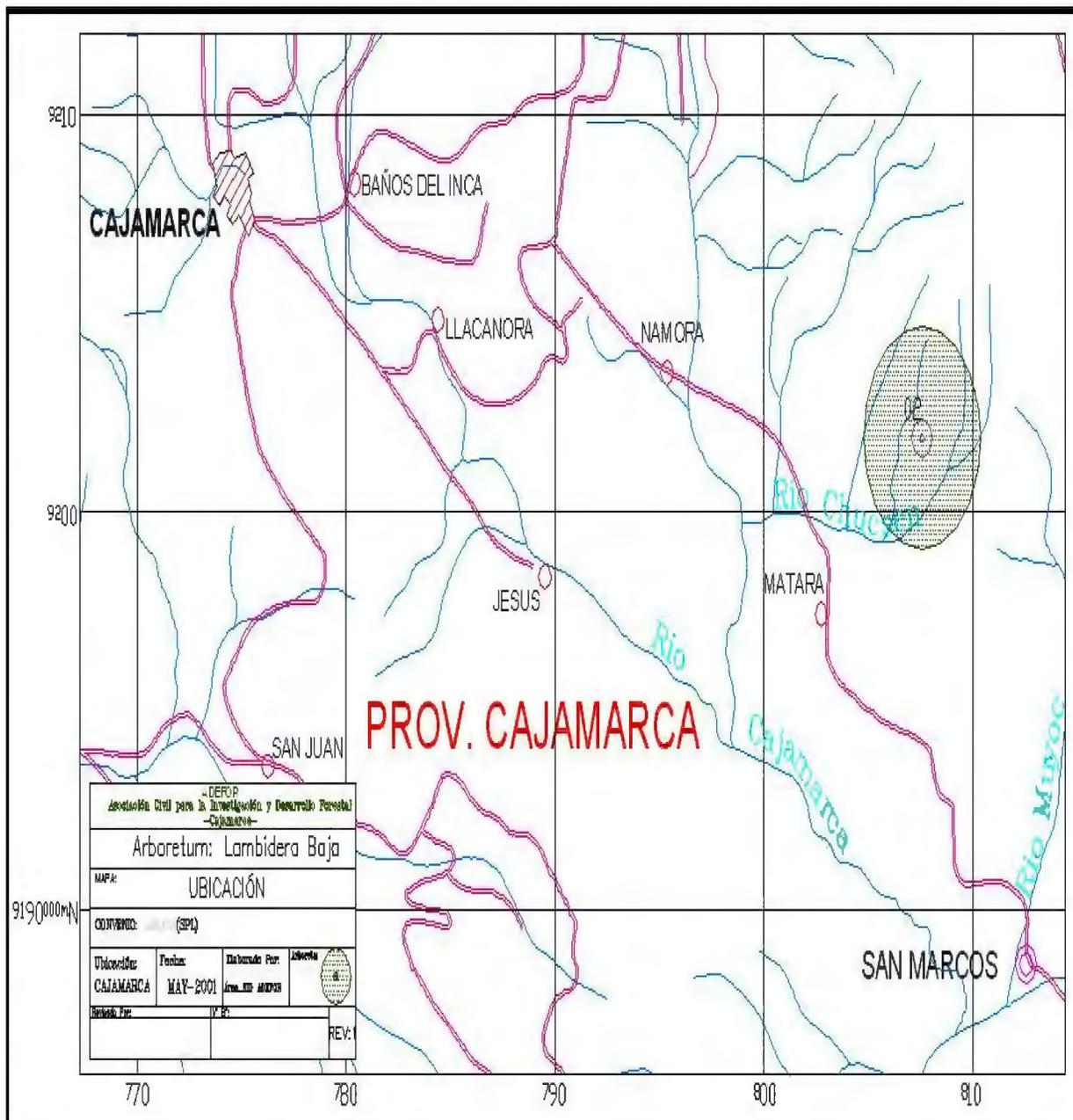
# ANEXO V

## MAPA DE UBICACIÓN ARBORETO EL VERDE - CHOTA



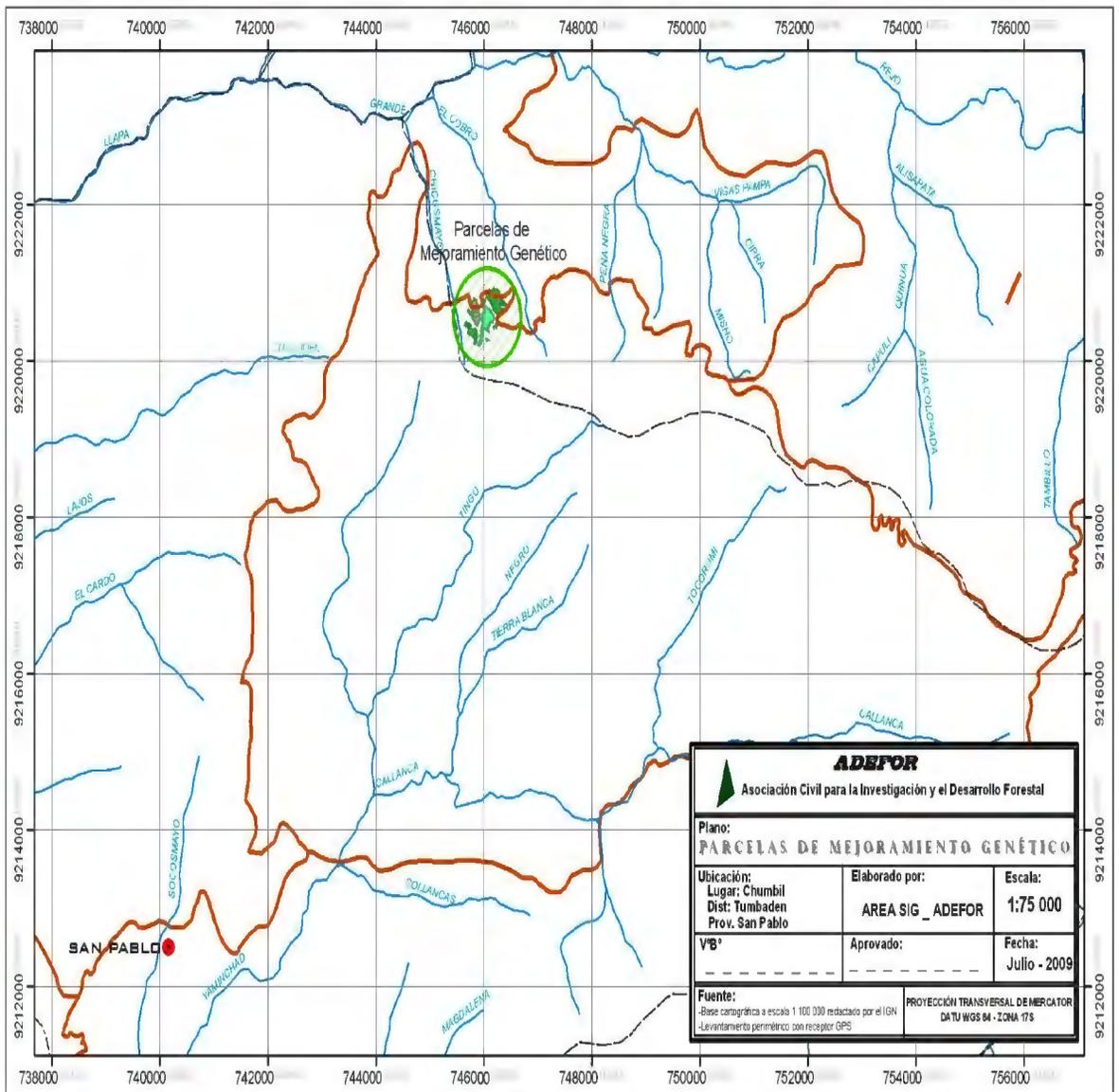
# ANEXO VI

## MAPA DE UBICACIÓN ARBORETO LAMBIDERA BAJA



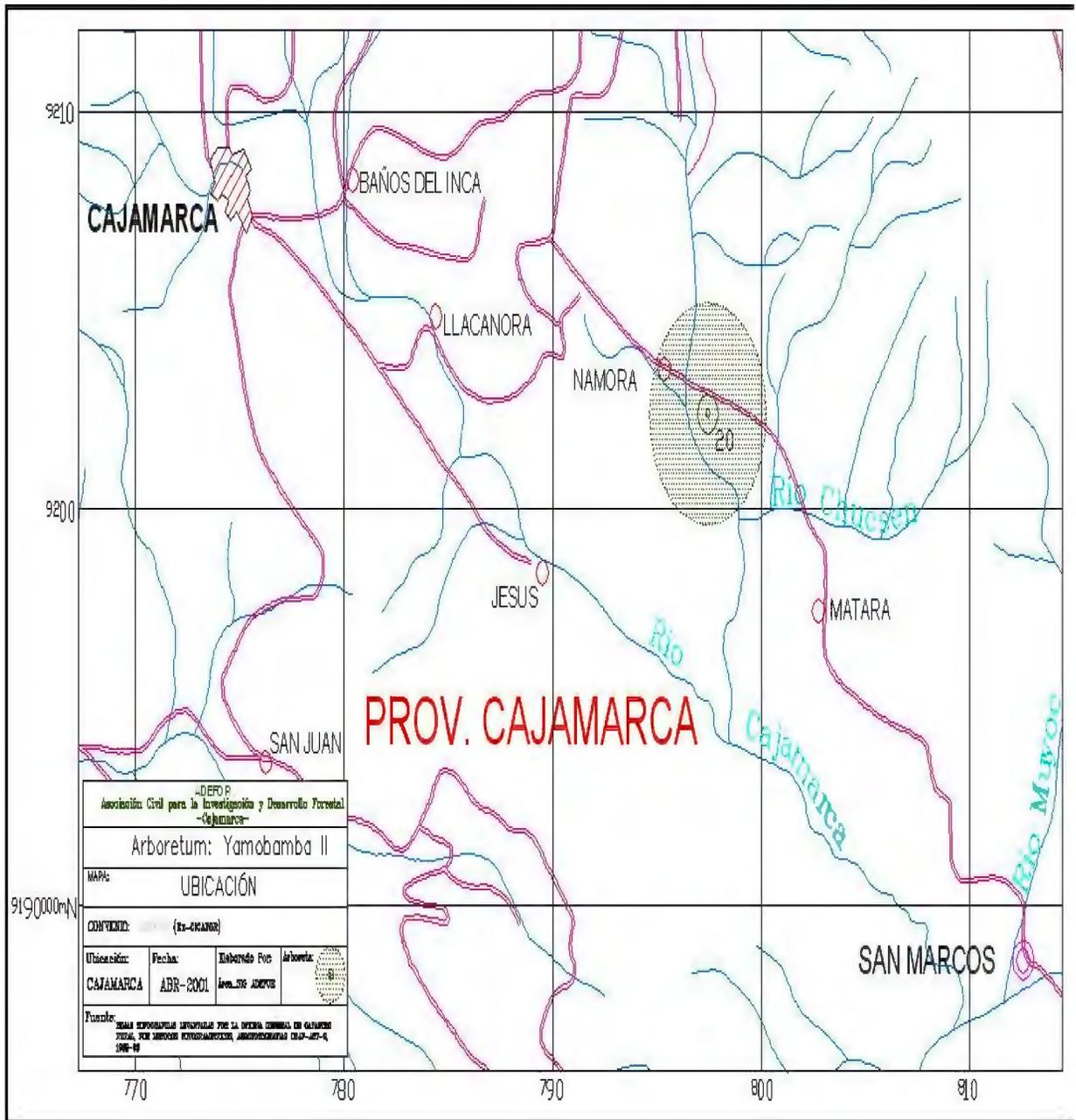
# ANEXO VII

## MAPA DE UBICACIÓN ARBORETO SANTA ROSA DE CHUMBIL



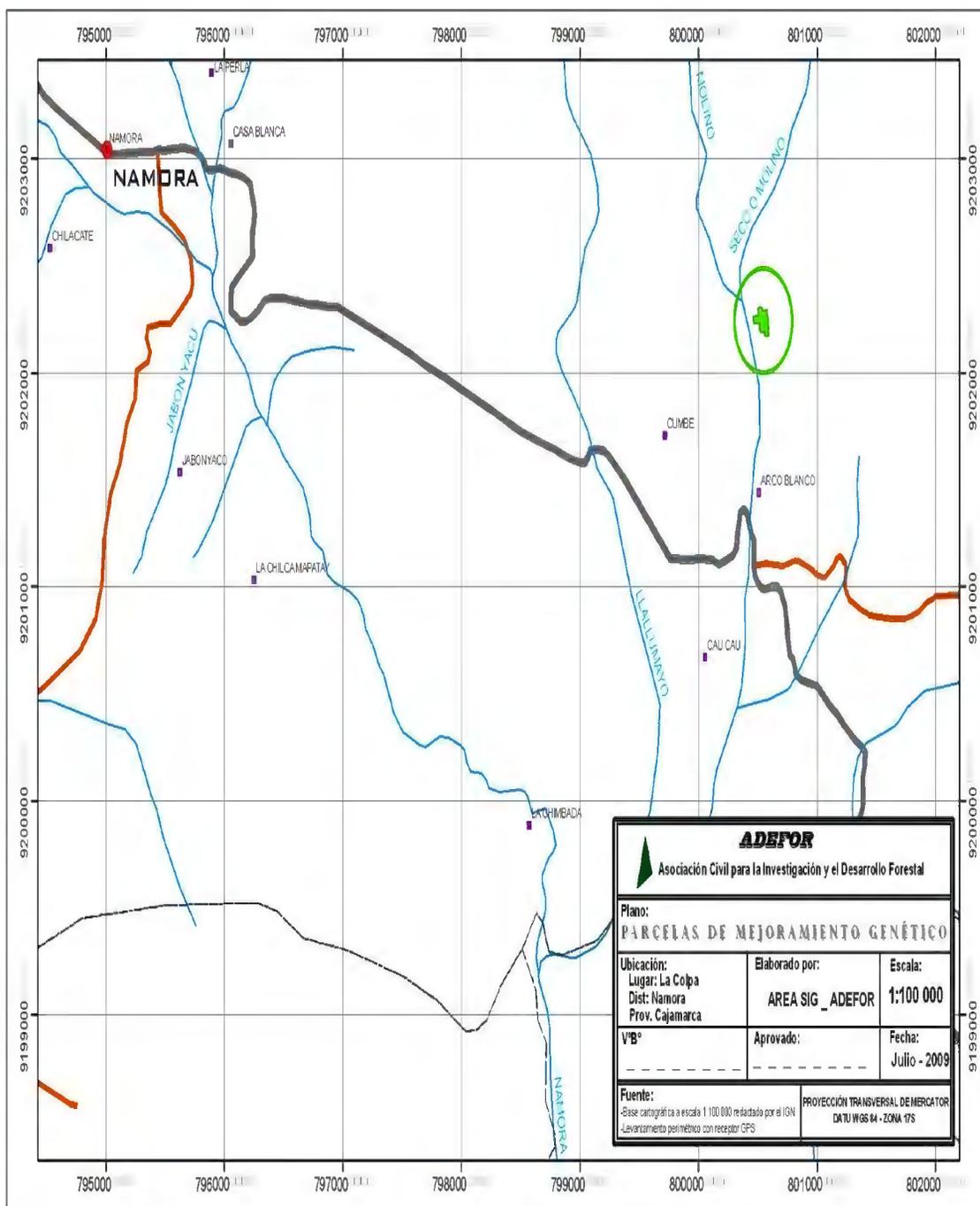
# ANEXO VIII

## MAPA DE UBICACIÓN ARBORETO YAMOBAMBA II



# ANEXO IX

## MAPA DE UBICACIÓN ARBORETO LA COLPA - NAMORA





# ANEXO XI

## ENSAYO 1 - PRIMERA FASE - IEF

BLOQUES:5

ESPECIES: 12

### Dependent Variable: DAP

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	14	7953.473284	568.105235	13.55	<.0001
Error	26	1090.076413	41.926016		
Corrected Total	40	9043.549696			

R-Square 0.879464    Coeff Var 26.80192    Root MSE 6.475030    DAP Mean 24.15883

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	4	272.571171	68.142793	1.63	0.1978
ESPECIES	10	7606.298653	760.629865	18.14	<.0001(**)

### Dependent Variable: DAMHT

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	14	2784.058224	198.861302	10.82	<.0001
Error	26	477.752555	18.375098		
Corrected Total	40	3261.810779			

R-Square 0.853531    Coeff Var 29.67352    Root MSE 4.286619    DAMHT Mean 14.44594

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	4	110.030934	27.507734	1.50	0.2320
ESPECIES	10	2674.373869	267.437387	14.55	<.0001(**)

### Dependent Variable: HT

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	14	771.6873082	55.1205220	8.34	<.0001
Error	26	171.8013034	6.6077424		
Corrected Total	40	943.4886117			

R-Square 0.817908    Coeff Var 16.86382    Root MSE 2.570553    HT Mean 15.24300

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	4	19.3244364	4.8311091	0.73	0.5789
ESPECIES	10	749.5002096	74.9500210	11.34	<.0001(**)

### Dependent Variable: F

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	14	0.13918806	0.00994200	1.95	0.0690
Error	26	0.13289644	0.00511140		
Corrected Total	40	0.27208449			

R-Square 0.511562    Coeff Var 19.02967    Root MSE 0.071494    F Mean 0.375698

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	4	0.05323735	0.01330934	2.60	0.0591
ESPECIES	10	0.08821207	0.00882121	1.73	0.1278 (ns)

### Dependent Variable: AB

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	14	0.14417539	0.01029824	7.55	<.0001
Error	26	0.03546276	0.00136395		
Corrected Total	40	0.17963815			

R-Square 0.802588    Coeff Var 56.56170    Root MSE 0.036932    AB Mean 0.065295

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	4	0.00646171	0.00161543	1.18	0.3409
ESPECIES	10	0.13692046	0.01369205	10.04	<.0001(**)

**Dependent Variable: VOL**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	14	9.14548968	0.65324926	3.54	0.0026
Error	26	4.79271803	0.18433531		
Corrected Total	40	13.93820772			

R-Square 0.656145  
 Coeff Var 90.47070  
 Root MSE 0.429343  
 VOL Mean 0.474566

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	4	0.71597223	0.17899306	0.97	0.4402
ESPECIES	10	8.56369625	0.85636962	4.65	0.0008 (**)

**PRUEBA DE TUKEY**

DAP				DAMHT				HT			
Tukey Group	Mean	N	ESPECIES	Tukey Group	Mean	N	ESPECIES	Tukey Group	Mean	N	ESPECIES
A	46.010	5	PTENUIFG	A	24.767	5	PTENUIFG	A	23.441	5	PPATULAN
A				A				A			
A	39.419	5	PPATULAN	A	24.540	5	PPATULAN	B A	18.900	5	PTENUIFG
A				A				B A			
A	35.258	4	PRADIACP	A	23.100	4	PRADIACP	B A C	18.467	4	PRADIACP
A				A				B C			
B A	31.145	5	CPIRAMID	B A	19.137	5	CPIRAMID	B D C	15.370	5	EGLOBHUA
B				B				B D C			
B C	15.146	5	EGLOBHUA	B C	9.143	5	EGLOBHUA	B D C	14.183	5	CPIRAMID
B C				B C				B D C			
B C	14.224	5	EGLOMAAU	B C	8.075	5	EGLOMAAU	B D C	13.500	2	PTAEDAMS
B C				B C				B D C			
B C	13.333	3	PTAEDAFN	B C	7.433	3	PTAEDAFN	B D C	12.475	5	EGLOMAAU
B C				B C				D C			
B C	12.525	2	PTAEDAMS	B C	7.000	2	PTAEDAMS	D C	11.267	3	PTAEDAFN
C				C				D			
C	8.035	4	PTAEDATF	C	5.360	4	PTAEDATF	D	10.375	2	PTAEDAFD
C				C				D			
C	7.633	2	PTAEDAFD	C	4.667	2	PTAEDAFD	D	9.675	4	PTAEDATF
C				C				D			
C	7.300	1	PELLIOFP	C	4.500	1	PELLIOFP	D	9.000	1	PELLIOFP
F				AB				VOL			
A	0.45333	4	PRADIACP	A	0.16868	5	PTENUIFG	A	1.2017	5	PPATULAN
A				A				A			
A	0.44400	4	PTAEDATF	B A	0.12469	5	PPATULAN	A	1.0757	4	PRADIACP
A				B A				A			
A	0.40695	5	PPATULAN	B A C	0.11534	4	PRADIACP	A	0.9365	5	PTENUIFG
A				B A C				A			
A	0.38000	1	PELLIOFP	B D A C	0.08083	5	CPIRAMID	A	0.4799	5	CPIRAMID
A				B D C				A			
A	0.37607	5	CPIRAMID	B D C	0.02298	5	EGLOMAAU	A	0.1833	5	EGLOBHUA
A				B D C				A			
A	0.37333	2	PTAEDAFD	B D C	0.02178	5	EGLOBHUA	A	0.1286	5	EGLOMAAU
A				B D C				A			
A	0.35930	5	EGLOBHUA	B D C	0.01848	3	PTAEDAFN	A	0.0740	3	PTAEDAFN
A				D C				A			
A	0.35554	5	EGLOMAAU	D C	0.01403	2	PTAEDAMS	A	0.0573	2	PTAEDAMS
A				D				A			
A	0.34000	3	PTAEDAFN	D	0.00592	4	PTAEDATF	A	0.0282	4	PTAEDATF
A				D				A			
A	0.33750	2	PTAEDAMS	D	0.00478	2	PTAEDAFD	A	0.0206	2	PTAEDAFD
A				D				A			
A	0.30067	5	PTENUIFG	D	0.00420	1	PELLIOFP	A	0.0143	1	PELLIOFP
SUP				Continuación Supervivencia							
A	0.72000	5	EGLOMAAU	D C	0.16000	5	PRADIACP				
A				D C							
A	0.70000	5	EGLOBHUA	D C	0.16000	5	PTAEDAFD				
A				D C							
B A	0.56000	5	PPATULAN	D C	0.08000	5	PTAEDAFN				
B A				D C							
B A	0.54000	5	CPIRAMID	D C	0.06000	5	PTAEDAMS				
B				D							
B C	0.32000	5	PTAEDATF	D	0.02000	5	PELLIOFP				
C				D							
D C	0.24000	5	PTENUIFG	D	0.00000	5	PELLIOTT				
D C				D							

EVALUACIÓN ANTERIOR (Enero 86' – 6 años de edad)

HT				SUP			
Tukey Grouping	Mean	N	ESPECIE	Tukey Grouping	Mean	N	ESPECIE
A	6.0564	5	EGLOBHUA	A	1.00000	5	CPIRAMID
B	5.0503	5	PPATULAN	A	1.00000	5	PTAEDAMS
B				A			
C B	4.2080	5	PTENUIFG	A	1.00000	5	PTAEDATF
C				A			
C	3.8160	5	EGLOMAAU	A	1.00000	5	PTENUIFG
C				A			
C D	3.5260	5	PRADIACP	A	1.00000	5	PTAEDAFN
D				A			
E D	2.7020	5	PTAEDAMS	A	1.00000	5	PTAEDAFD
E				A			
E F	2.4200	5	PTAEDAFD	A	1.00000	5	PRADIACP
E				A			
E F	2.1660	5	PTAEDATF	A	0.98000	5	EGLOBHUA
E				A			
E F	1.9100	5	PTAEDAFN	A	0.98000	5	EGLOMAAU
F				A			
F	1.7204	5	PELLIOFP	A	0.98000	5	PELLIOFP
F				A			
F	1.7203	5	PELLIOTT	B A	0.88000	5	PPATULAN
F				B			
F	1.5900	5	CPIRAMID	B	0.84000	5	PELLIOTT

## ANEXO XII

### ENSAYO 2 - SEGUNDA FASE - IEF

BLOQUES:4

ESPECIES: 6

**Dependent Variable: DAP**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	734.6699825	104.9528546	5.65	0.0046
Error	12	223.0924263	18.5910355		
Corrected Total	19	957.7624087			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    DAP Mean  
0.767069    23.27359    4.311732    18.52628

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	3	89.4448431	29.8149477	1.60	0.2403
ESPECIES	4	645.2251394	161.3062848	8.68	0.0016 (**)

**Dependent Variable: DAMHT**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	365.0918090	52.1559727	3.23	0.0360
Error	12	193.4968305	16.1247359		
Corrected Total	19	558.5886395			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    DAMHT Mean  
0.653597    33.79459    4.015562    11.88226

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	3	78.6424099	26.2141366	1.63	0.2354
ESPECIES	4	286.4493991	71.6123498	4.44	0.0197 (**)

**Dependent Variable: HT**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	283.2492406	40.4641772	3.46	0.0289
Error	12	140.5265296	11.7105441		
Corrected Total	19	423.7757702			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    HT Mean  
0.668394    27.19780    3.422067    12.58215

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	3	23.3074340	7.7691447	0.66	0.5903
ESPECIES	4	259.9418066	64.9854516	5.55	0.0091 (**)

**Dependent Variable: F**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	0.01294658	0.00184951	0.68	0.6851
Error	12	0.03250559	0.00270880		
Corrected Total	19	0.04545217			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    F Mean  
0.284840    8.194608    0.052046    0.635126

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	3	0.00848044	0.00282681	1.04	0.4086
ESPECIES	4	0.00446614	0.00111654	0.41	0.7966 (ns)

**Dependent Variable: AB**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	0.00846106	0.00120872	5.16	0.0066
Error	12	0.00281133	0.00023428		
Corrected Total	19	0.01127240			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    AB Mean  
0.750600    42.58143    0.015306    0.035946

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	3	0.00121732	0.00040577	1.73	0.2136
ESPECIES	4	0.00724374	0.00181094	7.73	0.0025 (**)

**Dependent Variable: VOL**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	1.44732197	0.20676028	2.26	0.1023
Error	12	1.09657101	0.09138092		
Corrected Total	19	2.54389298			

R-Square 0.568940  
 Coeff Var 77.12883  
 Root MSE 0.302293  
 VOL Mean 0.391932

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	3	0.34408790	0.11469597	1.26	0.3335
ESPECIES	4	1.10323407	0.27580852	3.02	0.0615 (ns)

**PRUEBA DE TUKEY**

DAP				DAMHT				HT			
Tukey Group	Mean	N	ESPECIES	Tukey Group	Mean	N	ESPECIES	Tukey Group	Mean	N	ESPECIES
A	24.935	4	PRADIATA	A	16.124	4	PRADIATA	A	16.164	4	EVIMINAU
A				A				A			
A	23.082	4	EVIMINAU	B A	15.093	4	EVIMINAU	A	14.392	4	EGLOBPER
A				B A				A			
B A	21.134	4	PRADESPA	B A	13.411	4	PRADESPA	A	14.109	4	PRADIATA
B				B A				A			
B				B A				A			
B C	12.283	4	EGLOBPER	B A	7.957	4	EGLOBPER	B A	12.486	4	PRADESPA
C				B				B			
C	11.198	4	PPINPORT	B	6.826	4	PPINPORT	B	5.760	4	PPINPORT
F				AB				VOL			
A	0.65288	4	EGLOBPER	A	0.05638	4	PRADIATA	A	0.6259	4	EVIMINAU
A				A				A			
A	0.64306	4	PRADIATA	A	0.05001	4	EVIMINAU	A	0.5839	4	PRADIATA
A				A				A			
A	0.64217	4	EVIMINAU	B A	0.04745	4	PRADESPA	A	0.5263	4	PRADESPA
A				B				A			
A	0.62753	4	PRADESPA	B C	0.01448	4	EGLOBPER	A	0.1796	4	EGLOBPER
A				C				A			
A	0.61000	4	PPINPORT	C	0.01141	4	PPINPORT	A	0.0439	4	PPINPORT
SUP											
A	0.8542	4	EVIMINAU								
A											
B A	0.7500	4	EGLOBPER								
B											
B C	0.3375	4	PRADIATA								
B C											
B C	0.2875	4	PRADESPA								
B C											
B C	0.2792	4	PPINPORT								
C											
C	0.0000	4	PHALEPPO								

**EVALUACIÓN ANTERIOR (Abril 90' – 10 años de edad)**

ESPECIE	CAP	DAP	DAMHT	CAMHT	HT	F	AB	VOL	SUP
PPINPORTUGAL					1.4				97.7
PRADESPAÑA	29.1	9.3	5.8	18.4	6.6	0.44	0.0076	0.0208	82.0
PHALEPPO					1.0				94.5
PRADIATANZEL	26.2	8.3	5.4	16.8	6.2	0.44	0.0060	0.0161	82.8
EGLOBPERU	25.3	8.1	5.7	17.8	10.2	0.53	0.0062	0.0367	97.7
EVIMINAUSTRAL	27.8	8.8	5.5	17.4	8.3	0.42	0.0073	0.0274	97.7

## ANEXO XIII

### ENSAYO 3 - COMPORTAMIENTO DE FAMILIAS - MG

BLOQUES:3

FAMILIAS: 10

**Dependent Variable: DAP**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	163.8247251	14.8931568	1.87	0.1201
Error	17	135.7120113	7.9830595		
Corrected Total	28	299.5367363			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    DAP Mean  
0.546927    9.336649    2.825431    30.26172

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	2	19.6060060	9.8030030	1.23	0.3176
ESPECIES	9	153.2977308	17.0330812	2.13	0.0853 (ns)

**Dependent Variable: DAMHT**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	46.1724250	4.1974932	1.00	0.4878
Error	17	71.7084462	4.2181439		
Corrected Total	28	117.8808712			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    DAMHT Mean  
0.391687    11.40389    2.053812    18.00976

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	2	1.14952464	0.57476232	0.14	0.8736
ESPECIES	9	42.95464385	4.77273821	1.13	0.3938 (ns)

**Dependent Variable: HT**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	32.34548256	2.94049841	0.79	0.6466
Error	17	63.14979623	3.71469390		
Corrected Total	28	95.49527878			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    HT Mean  
0.338713    9.114571    1.927354    21.14586

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	2	9.04514685	4.52257343	1.22	0.3205
ESPECIES	9	23.65574041	2.62841560	0.71	0.6949(ns)

**Dependent Variable: F**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	0.04950919	0.00450084	0.97	0.5044
Error	17	0.07869633	0.00462920		
Corrected Total	28	0.12820552			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    F Mean  
0.386170    17.89458    0.068038    0.380217

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	2	0.02331653	0.01165827	2.52	0.1102
ESPECIES	9	0.02446192	0.00271799	0.59	0.7902(ns)

**Dependent Variable: AB**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	0.00428241	0.00038931	1.79	0.1367
Error	17	0.00370452	0.00021791		
Corrected Total	28	0.00798694			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    AB Mean  
0.536177    19.56073    0.014762    0.075467

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	2	0.00038951	0.00019475	0.89	0.4275
ESPECIES	9	0.00408486	0.00045387	2.08	0.0921(ns)

**Dependent Variable: VOL**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	0.22056080	0.02005098	0.87	0.5805
Error	17	0.39050370	0.02297081		
Corrected Total	28	0.61106450			

R-Square 0.360945    Coeff Var 26.10146    Root MSE 0.151561    VOL Mean 0.580662

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	2	0.03456579	0.01728290	0.75	0.4863
ESPECIES	9	0.17596384	0.01955154	0.85	0.5825(ns)

**PRUEBA DE TUKEY**

DAP				DAMHT				HT			
Tukey Group	Mean	N	FAMILIAS	Tukey Group	Mean	N	FAMILIAS	Tukey Group	Mean	N	FAMILIAS
A	35.658	2	236	A	21.242	2	236	A	22.527	3	17
A				A				A			
A	33.537	3	450	A	18.772	3	464	A	22.386	3	20
A				A				A			
A	31.249	3	464	A	18.591	3	450	A	21.750	2	236
A				A				A			
A	30.556	3	20	A	18.564	3	133	A	21.529	3	450
A				A				A			
A	30.154	3	466	A	18.297	3	20	A	21.182	3	464
A				A				A			
A	29.788	3	209	A	18.172	3	466	A	21.073	3	133
A				A				A			
A	29.614	3	133	A	17.357	3	17	A	20.862	3	466
A				A				A			
A	28.336	3	225	A	17.240	3	209	A	20.577	3	225
A				A				A			
A	27.780	3	17	A	17.161	3	32	A	20.306	3	209
A				A				A			
A	27.743	3	32	A	15.780	3	225	A	19.468	3	32
A				A				A			
F				AB				VOL			
A	0.42470	3	133	A	0.10683	2	236	A	0.7834	2	236
A				A				A			
A	0.41333	2	236	A	0.08983	3	450	A	0.6348	3	464
A				A				A			
A	0.40613	3	32	A	0.08012	3	464	A	0.6332	3	20
A				A				A			
A	0.40509	3	17	A	0.07625	3	20	A	0.6091	3	450
A				A				A			
A	0.37833	3	464	A	0.07428	3	209	A	0.5935	3	466
A				A				A			
A	0.37508	3	209	A	0.07303	3	466	A	0.5901	3	133
A				A				A			
A	0.37409	3	466	A	0.07210	3	133	A	0.5675	3	17
A				A				A			
A	0.37178	3	20	A	0.06742	3	225	A	0.5179	3	209
A				A				A			
A	0.33434	3	225	A	0.06273	3	32	A	0.4841	3	32
A				A				A			
A	0.33033	3	450	A	0.06252	3	17	A	0.4606	3	225
A				A				A			
SUP				Continuación cuadro Supervivencia							
A	0.8889	3	20	A	0.8333	3	466				
A				A							
A	0.8889	3	133	A	0.7778	3	464				
A				A							
A	0.8611	3	209	A	0.6389	3	450				
A				A							
A	0.8611	3	225	A	0.2500	3	236				
A				A							
A	0.8611	3	32								
A											
A	0.8333	3	17								
A											

EVALUACIÓN ANTERIOR (Junio 99' – 11 años de edad)

DAP					DAMHT					HT				
Tukey	Group	Mean	N	FAMILIA	Tukey	Group	Mean	N	FAMILIA	Tukey	Group	Mean	N	FAMILIA
A		24.389	3	450	A		13.871	3	450	A		13.459	3	464
A					A					A				
A		23.258	2	236	A		12.550	2	236	A		13.390	3	20
A					A					A				
A		22.922	3	464	A		11.583	3	20	A		12.956	3	17
A					A					A				
A		22.534	3	133	A		11.399	3	133	A		12.775	2	236
A					A					A				
A		22.263	3	20	A		11.342	3	464	A		12.762	3	209
A					A					A				
A		22.200	3	466	A		11.339	3	209	A		12.755	3	225
A					A					A				
A		21.703	3	209	A		11.189	3	466	A		12.596	3	133
A					A					A				
A		20.812	3	32	A		10.953	3	32	A		12.458	3	466
A					A					A				
A		20.557	3	225	A		10.935	3	17	A		12.321	3	450
A					A					A				
A		20.224	3	17	A		10.566	3	225	A		11.981	3	32
A														
F					AB					VOL				
A		0.33067	3	450	A		0.047452	3	450	A		0.18522	3	450
A					A					A				
A		0.30750	2	236	A		0.043817	2	236	A		0.16034	2	236
A					A					A				
A		0.29947	3	17	A		0.043382	3	464	A		0.14759	3	20
A					A					A				
A		0.28744	3	32	A		0.041384	3	133	A		0.14505	3	464
A					A					A				
A		0.28398	3	225	A		0.040284	3	20	A		0.13719	3	209
A					A					A				
A		0.28231	3	209	A		0.039416	3	466	A		0.13330	3	133
A					A					A				
A		0.27611	3	20	A		0.038108	3	209	A		0.13153	3	17
A					A					A				
A		0.26679	3	133	A		0.035815	3	225	A		0.12753	3	225
A					A					A				
A		0.26164	3	466	A		0.035236	3	32	A		0.12671	3	466
A					A					A				
A		0.26024	3	464	A		0.033647	3	17	A		0.11963	3	32
A														
SUP					Continuación cuadro Supervivencia									
A		0.8889	3	20	A		0.8056	3	225					
A					A									
A		0.8889	3	133	A		0.7800	3	464					
A					A									
A		0.8611	3	32	A		0.6389	3	450					
A					A									
A		0.8333	3	17	A		0.2500	3	236					
A														
A		0.8333	3	209										
A														
A		0.8056	3	466										
A														

## ANEXO XIV

### ENSAYO 4 - SELECCIÓN MASAL - MG

#### PINUS PATULA TARTAR

árbol	SUP	DAP	DAMHT	HT	F	AB	VOL	ht
1	1	18.9	11.8	10.5	0.39	0.0282	0.1144	0.8
2	1	13.7	8.3	8	0.37	0.0147	0.0430	0.9
3	1	10.8	7.1	9.5	0.43	0.0092	0.0379	1.0
4	1	17.2	10.8	11.5	0.40	0.0232	0.1058	0.7
5	2	.	.	.	.	.	.	.
6	1	16.4	9.9	9.5	0.36	0.0211	0.0727	0.9
7	1	13.8	8.6	9.5	0.39	0.0151	0.0551	0.7
8	2	.	.	.	.	.	.	.
9	1	18.5	12.4	11	0.45	0.0268	0.1331	0.9
10	1	21.3	10.5	10	0.24	0.0357	0.0867	0.9
11	1	9.5	6.7	9.5	0.49	0.0072	0.0333	0.6
12	1	17.8	13.4	11.4	0.56	0.0250	0.1600	1.1
13	1	15.4	10.2	10	0.44	0.0187	0.0815	1.0
14	2	.	.	.	.	.	.	.
15	1	15.8	9.9	10	0.39	0.0195	0.0765	0.8
16	1	12.7	7.0	9.5	0.30	0.0127	0.0366	1.0
17	2	.	.	.	.	.	.	.
18	1	17.7	11.5	10.3	0.42	0.0245	0.1062	0.7
19	2	.	.	.	.	.	.	.
20	2	.	.	.	.	.	.	.
21	2	.	.	.	.	.	.	.
22	1	15.9	10.8	10.4	0.46	0.0199	0.0957	1.0
23	2	.	.	.	.	.	.	.
24	2	.	.	.	.	.	.	.
25	2	.	.	.	.	.	.	.
26	2	.	.	.	.	.	.	.
27	2	.	.	.	.	.	.	.
28	2	.	.	.	.	.	.	.
29	2	.	.	.	.	.	.	.
30	2	.	.	.	.	.	.	.
31	2	.	.	.	.	.	.	.
32	2	.	.	.	.	.	.	.
33	2	.	.	.	.	.	.	.
34	1	9.2	6.1	7.5	0.43	0.0067	0.0218	1.0
35	2	.	.	.	.	.	.	.
36	1	12.4	9.5	10	0.59	0.0121	0.0716	0.8
37	1	14.6	10.0	9	0.47	0.0168	0.0711	1.1
38	1	13.7	10.2	10	0.55	0.0147	0.0815	1.2
39	1	10.8	7.3	7.5	0.46	0.0092	0.0316	0.8
40	2	.	.	.	.	.	.	.
41	2	.	.	.	.	.	.	.

42	1	11.6	8.3	10	0.51	0.0106	0.0538	1.0
43	1	9.3	7.0	9	0.56	0.0068	0.0347	1.0
44	1	18.5	12.7	10	0.48	0.0268	0.1273	0.9
45	2	.	.	.	.	.	.	.
46	1	14.9	10.0	10.5	0.45	0.0174	0.0829	0.6
47	2	.	.	.	.	.	.	.
48	2	.	.	.	.	.	.	.
49	2	.	.	.	.	.	.	.
50	2	.	.	.	.	.	.	.
51	1	11.5	7.6	10.3	0.44	0.0103	0.0472	0.8
52	1	7.6	5.0	7.6	0.43	0.0046	0.0151	1.0
53	2	.	.	.	.	.	.	.
54	2	.	.	.	.	.	.	.
55	1	16.4	10.2	11	0.39	0.0211	0.0896	1.0
56	1	16.7	9.4	10.8	0.32	0.0219	0.0748	0.9
57	1	12.1	8.9	8.5	0.54	0.0115	0.0530	0.6
58	1	17.3	10.8	9.2	0.39	0.0236	0.0846	0.7
59	2	.	.	.	.	.	.	.
60	2	.	.	.	.	.	.	1.0
61	2	.	.	.	.	.	.	.
62	1	19.1	12.4	10.5	0.42	0.0286	0.1271	1.0
63	1	16.9	11.1	10	0.44	0.0224	0.0975	0.9
64	1	17.7	12.1	12	0.47	0.0245	0.1379	1.0

#### Estadísticas generales

Estadística	DAP	DAMHT	HT	F	AB	VOL	ht
Media	14.7	9.6	9.8	0.44	0.0179	0.0770	0.89
Desviación estándar	3.4	2.1	1.1	0.08	0.0077	0.0365	0.15
Variancia	11.6	4.3	1.2	0.01	0.0001	0.0013	0.02
Error estándar	0.43	0.26	0.14	0.01	0.0010	0.0046	0.02
Coefic. Variación	23%	22%	11%	17%	43%	47%	17%
Límite Inf. Confianza (media)	13.9	9.1	9.5	0.42	0.0160	0.0681	0.85
Límite Sup. Confianza (media)	15.6	10.1	10.1	0.46	0.0198	0.0860	0.93
Mediana	15.4	10.0	10.0	0.44	0.0187	0.0765	0.9
Moda	13.7	10.8	10.0	0.39	0.0147	0.0815	1.0
Mínimo	8	5.0	7.5	0.24	0.0046	0.0151	0.6
Máximo	21	13.4	12.0	0.59	0.0357	0.1600	1.2
Rango	14	8.3	4.5	0.35	0.0311	0.1449	0.6
Tamaño de muestra	64	64	64	64	64	64	64

#### SUPERVIVENCIA (SUP)

VIVO	1	33	52%
MUERTO	2	31	48%
Total		64	100%

**PINUS PSEUDOSTROBUS PORCÓN**

árbol	SUP	DAP	DAMHT	HT	F	AB	VOL	ht
1	1	19.4	12.7	13	0.43	0.0296	0.1655	1.3
2	1	17.7	12.1	12.1	0.47	0.0245	0.1390	1.2
3	1	15.0	9.5	9	0.41	0.0176	0.0645	0.8
4	1	14.3	9.6	11	0.46	0.0160	0.0804	0.9
5	1	15.3	9.9	10	0.42	0.0183	0.0765	1.1
6	1	12.4	9.9	9	0.63	0.0121	0.0688	0.8
7	1	17.5	9.5	9.5	0.30	0.0241	0.0680	1.0
8	1	12.1	7.3	8	0.37	0.0115	0.0337	1.3
9	1	19.1	11.8	9	0.38	0.0286	0.0980	0.8
10	1	14.6	10.2	8	0.48	0.0168	0.0652	0.9
11	1	17.5	10.2	10	0.34	0.0241	0.0815	1.6
12	1	11.6	8.0	10.5	0.47	0.0106	0.0522	0.8
13	1	10.8	8.6	7.5	0.63	0.0092	0.0435	0.8
14	1	16.2	11.1	9	0.47	0.0207	0.0877	0.7
15*	1	24.5	13.4	10	0.30	0.0472	0.1404	1.1
16	1	18.5	11.8	9	0.41	0.0268	0.0980	1.2
17	1	15.0	8.3	8.5	0.31	0.0176	0.0457	0.8
18	1	17.5	12.1	11	0.48	0.0241	0.1264	1.0
19	1	13.7	9.5	9	0.49	0.0147	0.0645	1.1
20	1	14.3	10.2	8	0.51	0.0161	0.0652	0.9
21	1	19.4	9.9	7.8	0.26	0.0296	0.0596	1.3
22	1	16.9	10.2	7.5	0.36	0.0224	0.0611	1.1
23	1	11.1	9.1	9	0.66	0.0097	0.0582	0.7
24	1	14.3	9.5	6	0.44	0.0161	0.0430	0.8
25	1	17.5	8.8	8	0.25	0.0241	0.0481	0.9
26	1	13.8	8.8	7.5	0.40	0.0151	0.0451	0.9
27	2	.	.	.	.	.	.	.
28	1	10.2	7.3	7.5	0.52	0.0081	0.0316	1.0
29	1	15.9	10.8	8.3	0.46	0.0199	0.0764	0.8
30	1	14.3	8.9	8	0.39	0.0161	0.0499	1.0
31	1	15.9	7.3	7.5	0.21	0.0199	0.0316	1.3
32	1	25.5	16.2	10	0.41	0.0509	0.2070	1.4
33	1	11.5	8.1	7.5	0.50	0.0103	0.0388	1.0
34	1	7.6	6.4	5	0.69	0.0046	0.0159	0.6
35	1	14.3	9.9	9	0.47	0.0161	0.0688	0.9
36	1	16.2	10.2	7	0.39	0.0207	0.0570	0.9
37	1	12.4	9.2	8.5	0.55	0.0121	0.0569	0.8
38	1	12.7	7.8	7.3	0.38	0.0127	0.0349	0.7
39	1	21.0	12.7	10.5	0.37	0.0347	0.1337	1.4
40	1	12.7	8.6	7.3	0.46	0.0127	0.0423	0.6
41	1	12.1	7.3	8.5	0.37	0.0115	0.0358	0.7
42	1	15.3	9.9	8	0.42	0.0183	0.0612	0.9
43	1	17.8	9.5	9.5	0.29	0.0250	0.0680	1.1
44	1	15.0	8.6	8	0.33	0.0176	0.0464	0.9
45	1	10.8	7.0	6.5	0.42	0.0092	0.0253	0.9
46	1	13.4	8.3	6.5	0.38	0.0140	0.0350	0.7

47	1	20.7	10.5	9.5	0.26	0.0336	0.0823	1.3
48	1	19.1	12.7	9.5	0.44	0.0286	0.1210	0.9
49	1	16.2	10.8	6.5	0.44	0.0207	0.0598	0.9
50	1	13.1	8.0	7	0.37	0.0134	0.0348	0.8
51	1	11.4	6.9	8.7	0.37	0.0101	0.0326	0.7
52	1	8.9	6.7	6	0.56	0.0062	0.0211	0.7
53	1	23.6	14.6	8	0.39	0.0436	0.1347	0.9
54	1	14.3	10.2	7	0.51	0.0161	0.0570	1.0
55	1	11.5	7.3	7	0.41	0.0103	0.0295	1.0
56	1	13.1	8.4	7.3	0.42	0.0134	0.0408	0.9
57	1	17.8	11.1	7.8	0.39	0.0250	0.0760	1.0
58	1	11.1	7.0	7.3	0.40	0.0097	0.0281	0.8
59	1	9.9	8.0	7	0.65	0.0076	0.0348	0.9
60	1	10.7	7.2	7	0.45	0.0089	0.0282	0.8
61	1	14.8	7.6	7	0.27	0.0172	0.0321	1.1
62	1	14.3	9.5	8.2	0.44	0.0161	0.0587	1.2
63	1	22.3	13.4	10.3	0.36	0.0390	0.1446	1.1
64	1	18.1	13.4	7.5	0.54	0.0259	0.1053	1.3

\*Dentro del ranking, pero eliminada por presentar bifurcación.

Estadísticas generales							
Estadística	DAP	DAMHT	HT	F	AB	VOL	ht
Media	15.2	9.7	8.3	0.43	0.0192	0.0669	0.96
Desviación estándar	3.8	2.1	1.5	0.10	0.0097	0.0390	0.22
Variancia	14.1	4.4	2.2	0.01	0.0001	0.0015	0.05
Error estándar	0.47	0.26	0.19	0.01	0.0012	0.0049	0.03
Coefic. Variación	25%	22%	18%	24%	51%	58%	22%
Límite Inf. Confianza (media)	14.2	9.2	8.0	0.40	0.02	0.06	0.91
Límite Sup. Confianza (media)	16.1	10.2	8.7	0.45	0.02	0.08	1.02
Mediana	14.6	9.5	8.0	0.42	0.0168	0.0587	0.90
Moda	14.3	9.5	9.00	0.44	0.0161	0.0645	0.90
Mínimo	8	6.4	5.0	0.21	0.0046	0.0159	0.60
Máximo	25	16.2	13.0	0.69	0.0509	0.2070	1.60
Rango	18	9.9	8.0	0.48	0.0463	0.1911	1.00
Tamaño de muestra	64	64	64	64	64	64	64

SUPERVIVENCIA (SUP)			
VIVO	1	63	98%
MUERTO	2	1	2%
<b>Total</b>		<b>64</b>	<b>100%</b>

#### PINUS PATULA PORCÓN

árbol	SUP	DAP	DAMHT	HT	F	AB	VOL	Ht
1	1	13.1	8.9	10	0.47	0.0134	0.0624	0.6
2	1	18.5	13.1	13	0.50	0.0268	0.1739	0.5
3	1	20.7	11.1	14.5	0.29	0.0336	0.1413	0.5
4	1	14.8	10.7	15.5	0.52	0.0172	0.1384	0.4

5	1	16.9	11.5	15.5	0.46	0.0224	0.1599	0.5
6	1	18.5	12.1	16.3	0.43	0.0268	0.1873	0.9
7	1	13.4	9.9	12	0.54	0.0140	0.0918	0.6
8	1	15.3	10.2	11.5	0.44	0.0183	0.0937	0.5
9	1	19.7	10.8	13.5	0.30	0.0306	0.1242	0.6
10	1	18.5	12.7	16	0.48	0.0268	0.2037	0.7
11	1	15.8	8.9	15.5	0.32	0.0195	0.0967	0.7
12	1	15.3	10.5	16.5	0.47	0.0183	0.1430	0.7
13	1	10.8	8.1	12.3	0.56	0.0092	0.0636	0.3
14	1	21.3	13.4	12.5	0.39	0.0357	0.1755	0.4
15	1	11.5	8.0	12.5	0.48	0.0103	0.0622	0.6
16	1	12.9	8.6	12.5	0.44	0.0131	0.0725	0.5
17	1	22.0	12.7	15	0.34	0.0379	0.1910	0.8
18	1	18.5	12.1	15.5	0.43	0.0268	0.1781	0.8
19	1	20.7	12.1	19	0.34	0.0336	0.2183	0.6
20	1	19.7	12.7	13	0.42	0.0306	0.1655	0.4
21	1	19.4	12.7	12	0.43	0.0296	0.1528	0.7
22	1	15.9	11.1	15	0.49	0.0199	0.1462	0.6
23	1	18.5	10.8	15.5	0.34	0.0268	0.1426	0.6
24	1	18.8	12.7	17	0.46	0.0277	0.2165	0.8
25	1	18.8	11.1	12	0.35	0.0277	0.1170	0.5
26	1	12.6	8.4	12.8	0.45	0.0124	0.0715	0.5
27	1	14.3	9.5	14.5	0.44	0.0161	0.1038	0.6
28	1	20.7	12.1	15	0.34	0.0336	0.1724	0.4
29	1	13.7	9.3	17	0.46	0.0147	0.1161	0.6
30	1	19.7	13.4	17.5	0.46	0.0306	0.2457	0.6
31	1	19.7	10.2	10.5	0.27	0.0306	0.0856	0.6
32	1	12.9	8.9	12	0.48	0.0131	0.0749	0.6
33	1	12.9	9.2	13.5	0.51	0.0131	0.0903	0.3
34	1	16.6	11.1	15.5	0.45	0.0215	0.1511	0.4
35	1	13.5	10.2	15.5	0.57	0.0144	0.1263	0.5
36	1	17.2	10.2	17	0.35	0.0232	0.1385	0.7
37	1	14.3	9.2	9.5	0.42	0.0161	0.0636	0.8
38	1	16.2	10.2	12	0.39	0.0207	0.0978	0.6
39	1	15.9	10.8	13.5	0.46	0.0199	0.1242	0.6
40	1	12.4	8.8	15.5	0.50	0.0121	0.0933	0.7
41	1	13.2	9.7	16	0.54	0.0137	0.1184	0.6
42	1	12.4	9.0	16.5	0.53	0.0121	0.1052	0.5
43	1	18.1	10.8	11	0.36	0.0259	0.1012	0.6
44	1	13.4	9.9	11.5	0.54	0.0140	0.0879	0.4
45	1	17.2	9.9	13	0.33	0.0232	0.0994	0.6
46	1	17.5	12.1	16	0.48	0.0241	0.1839	0.5
47	1	13.8	9.5	16	0.48	0.0151	0.1146	0.6
48	1	21.6	11.8	17	0.30	0.0368	0.1852	1.0
49	1	16.2	11.0	9.5	0.46	0.0207	0.0900	0.7
50	1	18.1	8.6	12	0.22	0.0259	0.0696	0.7
51	1	8.9	7.5	12	0.70	0.0062	0.0527	0.4
52	1	19.1	9.9	14.5	0.27	0.0286	0.1109	1.2
53	1	12.1	7.0	13	0.34	0.0115	0.0501	0.7

54	1	22.6	13.4	15.5	0.35	0.0401	0.2176	0.6
55	1	18.8	11.1	12	0.35	0.0277	0.1170	0.5
56	1	16.2	9.9	13	0.37	0.0207	0.0994	0.9
57	1	16.6	9.9	11.7	0.36	0.0215	0.0895	0.9
58	1	22.6	14.0	15	0.38	0.0401	0.2311	0.7
59	1	19.4	12.4	17	0.41	0.0296	0.2058	0.7
60	1	17.5	9.9	14	0.32	0.0241	0.1071	0.6
61	1	13.4	8.0	10	0.35	0.0140	0.0497	0.5
62	1	13.4	9.1	12	0.46	0.0140	0.0776	0.6
63	1	15.3	8.6	11.2	0.32	0.0183	0.0650	0.6
64	2	.	.	.	.	.	.	.
65	1	15.9	9.5	11	0.36	0.0199	0.0788	0.9
66	1	15.0	9.9	13	0.44	0.0176	0.0994	0.3
67	1	8.6	6.0	9	0.50	0.0058	0.0259	0.6
68	1	7.8	6.0	7.5	0.60	0.0048	0.0215	0.6
69	1	15.6	9.9	12	0.40	0.0191	0.0918	0.7
70	1	14.0	9.5	11.5	0.46	0.0154	0.0824	0.8
71	1	15.0	8.9	11.5	0.35	0.0176	0.0717	0.4
72	1	16.6	9.9	10.8	0.36	0.0215	0.0826	0.6
73	1	8.2	6.3	9.2	0.59	0.0053	0.0284	0.5
74	1	14.0	9.5	9.5	0.46	0.0154	0.0680	0.6
75	1	12.9	8.1	10	0.40	0.0131	0.0517	0.5
76	2	.	.	.	.	.	.	.
77	1	15.0	9.9	11.5	0.44	0.0176	0.0879	0.5
78	1	17.8	10.5	12	0.35	0.0250	0.1040	1.0
79	1	9.5	6.4	8	0.44	0.0072	0.0255	0.5
80	1	13.1	8.0	9	0.37	0.0134	0.0448	0.7
81	1	12.1	8.3	10	0.47	0.0115	0.0538	0.6
82	1	17.5	10.2	11	0.34	0.0241	0.0896	0.5
83	1	10.3	8.1	11	0.62	0.0084	0.0569	0.5
84	1	14.5	8.6	11.2	0.35	0.0165	0.0650	0.8
85	1	11.8	8.3	10.5	0.49	0.0109	0.0565	0.5
86	1	6.8	5.4	8.3	0.64	0.0036	0.0191	0.6
87	1	16.9	9.5	10.5	0.32	0.0224	0.0752	0.6
88	1	17.5	11.1	11	0.40	0.0241	0.1072	1.1
89	1	13.8	11.1	12.2	0.65	0.0151	0.1189	0.5
90	1	14.0	8.9	11	0.40	0.0154	0.0686	0.9
91	1	11.8	7.3	10.2	0.39	0.0109	0.0429	0.7
92	1	11.3	8.1	11.5	0.52	0.0100	0.0595	0.8
93	1	11.6	7.2	11.5	0.38	0.0106	0.0463	0.7
94	1	17.5	11.1	11.5	0.40	0.0241	0.1121	0.9
95	1	11.5	9.2	9	0.65	0.0103	0.0602	1.0
96	1	13.1	8.6	10	0.43	0.0134	0.0580	1.0

Estadísticas generales							
Estadística	DAP	DAMHT	HT	F	AB	VOL	ht
Media	15.4	9.9	12.8	0.43	0.0196	0.1059	0.63
Desviación estándar	3.5	1.8	2.5	0.09	0.0085	0.0523	0.18

<b>Variancia</b>	12.3	3.4	6.4	0.01	0.0001	0.0027	0.03
<b>Error estándar</b>	0.36	0.19	0.26	0.01	0.0009	0.0053	0.02
<b>Cofic. Variación</b>	23%	19%	20%	22%	43%	49%	28%
<b>Límite Inf. Confianza (media)</b>	14.7	9.5	12.3	0.41	0.0179	0.0955	0.6
<b>Límite Sup. Confianza (media)</b>	16.1	10.3	13.3	0.45	0.0213	0.1164	0.7
<b>Mediana</b>	15.3	9.9	12.0	0.43	0.0183	0.0952	0.6
<b>Moda</b>	18.5	9.9	12.00	0.44	0.0268	0.0918	0.6
<b>Mínimo</b>	7	5.4	7.5	0.22	0.0036	0.0191	0.3
<b>Máximo</b>	23	14.0	19.0	0.70	0.0401	0.2457	1.2
<b>Rango</b>	16	8.6	11.5	0.48	0.0365	0.2266	0.9
<b>Tamaño de muestra</b>	96	96	96	96	96	96	96

<b>SUPERVIVENCIA (SUP)</b>			
VIVO	1	94	98%
MUERTO	2	2	2%
<b>Total</b>		<b>96</b>	<b>100%</b>

#### PINUS RADIATA COCHAMARCA

árbol	SUP	DAP	DAMHT	HT	F	AB	VOL	ht
1	1	15.3	11.5	16.7	0.56	0.0183	0.1722	2.0
2	1	19.7	15.9	17.2	0.65	0.0306	0.3422	2.3
3	1	10.5	8.9	15.7	0.72	0.0087	0.0980	1.7
4	1	7.0	5.5	12.7	0.63	0.0039	0.0306	1.6
5	1	5.4	4.3	10.5	0.62	0.0023	0.0150	1.6
6	1	15.6	11.8	16	0.57	0.0191	0.1743	1.9
7	1	13.7	9.5	16.2	0.49	0.0147	0.1160	2.1
8	1	24.5	18.1	19	0.55	0.0472	0.4912	2.4
9	1	14.3	12.7	17	0.79	0.0161	0.2165	2.5
10	1	16.2	14.0	16.5	0.74	0.0207	0.2542	2.6
11	1	14.3	9.5	10.5	0.44	0.0161	0.0752	1.9
12	1	10.8	8.9	16.5	0.68	0.0092	0.1029	1.5
13	1	6.5	6.0	10.5	0.86	0.0033	0.0302	1.4
14	1	16.6	12.7	16.5	0.59	0.0215	0.2101	2.5
15	1	20.7	15.0	14.5	0.52	0.0336	0.2549	2.2
16	1	17.8	14.6	20.5	0.67	0.0250	0.3452	2.7
17	1	11.8	10.8	18	0.84	0.0109	0.1656	2.3
18	1	20.7	16.2	21	0.62	0.0336	0.4347	2.5
19	1	8.9	6.0	11.5	0.46	0.0062	0.0330	1.9
20	1	20.7	15.6	17.2	0.57	0.0336	0.3286	2.4
21	1	18.1	14.0	16	0.60	0.0259	0.2465	2.7
22	1	18.1	15.0	17.5	0.68	0.0259	0.3076	2.6
23	2	.	.	.	.	.	.	2.4
24	1	21.6	16.9	18	0.61	0.0368	0.4024	2.6
25	1	5.7	4.5	9.5	0.63	0.0025	0.0150	1.2
26	1	18.1	14.3	17.2	0.62	0.0259	0.2772	2.8
27	2	.	.	.	.	.	.	2.9
28	1	17.8	15.0	18	0.70	0.0250	0.3164	3.1

29	1	12.1	10.2	16	0.71	0.0115	0.1304	1.6
30	1	19.7	15.9	18	0.65	0.0306	0.3581	2.5
31	1	8.4	6.7	15	0.62	0.0056	0.0521	1.6
32	1	18.8	17.8	19.5	0.90	0.0277	0.4866	2.7
33	1	24.8	18.1	16.5	0.53	0.0484	0.4266	2.8
34	1	19.1	17.2	18	0.81	0.0286	0.4177	2.4
35	1	14.3	11.1	16	0.60	0.0161	0.1560	2.2
36	1	16.2	12.4	16.5	0.58	0.0207	0.1997	2.5
37	1	23.6	18.1	16	0.59	0.0436	0.4137	2.2
38	1	24.8	19.6	19	0.62	0.0484	0.5737	3.2
39	1	22.6	17.9	20	0.62	0.0401	0.5009	2.2
40	1	14.0	11.1	16	0.63	0.0154	0.1560	1.9
41	1	22.9	18.1	21.5	0.63	0.0413	0.5559	2.5
42	1	12.4	9.8	14.5	0.62	0.0121	0.1095	2.1
43	1	13.7	10.2	15	0.55	0.0147	0.1222	2.4
44	1	17.5	14.3	13	0.67	0.0241	0.2095	2.4
45	1	17.2	14.3	17.5	0.69	0.0232	0.2820	2.7
46	2	.	.	.	.	.	.	.
47	1	7.0	5.5	12.5	0.63	0.0039	0.0301	1.8
48	1	11.8	9.3	14.5	0.62	0.0109	0.0984	1.7
49	1	14.3	11.1	15	0.60	0.0161	0.1462	2.0
50	1	19.7	15.6	17	0.62	0.0306	0.3235	2.5
51	1	14.0	10.8	16.8	0.60	0.0154	0.1545	2.5
52	1	12.7	10.1	15.5	0.62	0.0127	0.1232	2.1
53	1	11.1	8.8	11	0.63	0.0097	0.0672	2.2
54	1	25.8	20.7	18	0.64	0.0522	0.6052	2.3
55	1	21.6	16.2	17	0.56	0.0368	0.3519	2.6
56	1	18.5	15.0	17	0.66	0.0268	0.2988	2.2
57	2	.	.	.	.	.	.	2.3
58	1	16.2	13.4	15.5	0.68	0.0207	0.2176	2.1
59	1	21.6	18.8	20	0.75	0.0368	0.5540	2.9
60	1	14.6	11.6	17.5	0.62	0.0168	0.1835	2.4
61	1	20.4	15.0	17	0.54	0.0326	0.2988	2.8
62	1	21.6	17.8	17	0.68	0.0368	0.4242	2.6
63	1	15.6	12.4	15.5	0.63	0.0191	0.1876	1.9
64	1	14.3	11.8	16.5	0.68	0.0161	0.1798	2.0
65	1	13.7	11.5	17	0.70	0.0147	0.1753	2.1
66	1	13.4	10.6	13	0.62	0.0140	0.1140	2.4
67	1	22.6	18.1	16	0.64	0.0401	0.4137	2.2
68	1	14.3	11.3	17.5	0.63	0.0161	0.1765	2.0
69	1	16.2	12.8	18.5	0.62	0.0207	0.2391	2.3
70	1	9.5	7.5	16.5	0.62	0.0072	0.0738	2.4
71	1	13.4	10.6	18.5	0.62	0.0140	0.1623	2.5
72	1	8.0	6.3	10.5	0.62	0.0050	0.0324	2.4
73	1	8.0	6.3	12.2	0.62	0.0050	0.0377	1.8
74	1	8.3	6.5	13	0.62	0.0054	0.0435	1.9
75	1	9.5	7.8	12	0.67	0.0072	0.0573	1.7
76	1	24.2	16.6	16	0.47	0.0460	0.3443	2.3
77	1	13.7	9.9	11.5	0.52	0.0147	0.0879	2.8

78	1	17.2	14.3	18	0.69	0.0232	0.2901	2.6
79	1	4.0	3.2	8.5	0.63	0.0012	0.0066	1.3
80	1	26.4	17.5	16	0.44	0.0548	0.3852	2.8
81	1	19.1	15.9	17	0.69	0.0286	0.3382	2.4
82	1	20.1	15.3	17.7	0.58	0.0316	0.3245	2.6
83	1	12.9	9.7	18	0.57	0.0131	0.1332	2.7
84	1	16.6	12.4	17	0.56	0.0215	0.2058	2.7
85	1	19.1	12.7	17.3	0.44	0.0286	0.2203	2.3
86	1	14.6	11.5	17	0.61	0.0168	0.1753	2.1
87	1	8.3	7.0	12	0.72	0.0054	0.0462	2.1
88	1	21.0	13.4	17.5	0.40	0.0347	0.2457	2.0
89	1	29.6	20.4	19.3	0.47	0.0688	0.6291	2.4
90	1	17.5	13.1	16	0.56	0.0241	0.2140	2.5
91	1	13.2	9.9	17	0.56	0.0137	0.1300	2.4
92	1	5.3	4.2	12	0.63	0.0022	0.0169	1.2
93	1	14.0	10.8	17	0.60	0.0154	0.1564	2.3
94	1	12.4	11.1	18	0.81	0.0121	0.1755	2.1
95	1	19.1	14.0	16	0.54	0.0286	0.2465	2.2
96	1	14.0	11.5	17	0.67	0.0154	0.1753	2.4

#### Estadísticas generales

Estadística	DAP	DAMHT	HT	F	AB	VOL	ht
<b>Media</b>	15.8	12.4	16.0	0.62	0.0219	0.2274	2.3
<b>Desviación estándar</b>	5.4	4.1	2.7	0.09	0.0138	0.1524	0.4
<b>Variancia</b>	29.4	16.8	7.0	0.01	0.0002	0.0232	0.2
<b>Error estándar</b>	0.55	0.42	0.27	0.01	0.0014	0.0156	0.04
<b>Coefic. Variación</b>	34%	33%	17%	14%	63%	67%	%18
<b>Límite Inf. Confianza (media)</b>	14.7	11.5	15.5	0.61	0.0191	0.1969	2.2
<b>Límite Sup. Confianza (media)</b>	16.9	13.2	16.5	0.64	0.0246	0.2579	2.3
<b>Mediana</b>	15.6	12.4	16.5	0.62	0.0191	0.1937	2.3
<b>Moda</b>	14.3	18.1	17.00	0.56	0.0161	0.1560	2.4
<b>Mínimo</b>	4	3.2	8.5	0.40	0.0012	0.0066	1.2
<b>Máximo</b>	30	20.7	21.5	0.90	0.0688	0.6291	3.2
<b>Rango</b>	26	17.5	13.0	0.50	0.0676	0.6225	2.0
<b>Tamaño de muestra</b>	96	96	96	96	96	96	96

#### SUPERVIVENCIA (SUP)

VIVO	1	90	96%
MUERTO	2	4	4%
<b>Total</b>		<b>94</b>	<b>100%</b>

ht: corresponde al parámetro de altura total tomado en la evaluación anterior en Agosto 97' (2 años de edad).

## ANEXO XV

### ENSAYO 5 - SELECCIÓN MASAL - MG

**PINUS PATULA PORCÓN**

árbol	SUP	DAP	DAMHT	HT	F	AB	VOL	ht
1	1	20.4	14.3	20.3	0.50	0.0326	0.3330	7.7
2	1	14.0	9.8	14.7	0.50	0.0154	0.1139	5.8
3	1	26.7	18.8	20.0	0.50	0.0561	0.5653	7.0
4	1	22.6	20.3	18.7	0.80	0.0401	0.6023	7.4
5	1	15.0	9.0	13.5	0.36	0.0176	0.0859	8.0
6	1	15.3	10.8	18.1	0.50	0.0183	0.1675	8.4
7	1	15.9	11.3	14.0	0.50	0.0199	0.1392	7.7
8	1	18.1	13.5	16.3	0.55	0.0259	0.2333	7.7
9*	1	26.1	17.3	21.0	0.44	0.0535	0.4908	8.3
10	1	21.0	14.3	15.0	0.46	0.0347	0.2392	7.2
11	1	14.3	10.2	17.8	0.50	0.0161	0.1442	6.8
12	1	23.6	22.5	21.0	0.91	0.0436	0.8350	8.5
13	1	.	.	.	.	.	.	6.8
14	1	22.0	21.0	21.7	0.91	0.0379	0.7516	7.7
15	1	17.2	15.0	19.5	0.76	0.0232	0.3446	7.2
16	1	18.1	17.3	22.3	0.90	0.0259	0.5212	7.3
17	1	18.1	15.0	22.7	0.68	0.0259	0.4011	8.1
18	2	.	.	.	.	.	.	.
19	1	20.4	16.5	21.3	0.66	0.0326	0.4554	7.2
20	1	20.7	15.0	20.7	0.53	0.0336	0.3658	7.3
21	1	21.6	15.0	18.3	0.48	0.0368	0.3234	7.4
22	1	15.9	15.0	19.0	0.89	0.0199	0.3358	6.9
23	1	23.2	22.5	22.0	0.94	0.0424	0.8747	7.7
24	1	20.1	18.8	20.3	0.87	0.0316	0.5605	6.9
25	1	17.8	9.0	17.5	0.25	0.0250	0.1113	7.0
26	1	19.4	9.8	18.4	0.25	0.0296	0.1374	6.1
27	1	19.1	11.3	19.2	0.35	0.0286	0.1909	6.0
28	2	.	.	.	.	.	.	.
29	1	24.5	18.0	21.0	0.54	0.0472	0.5344	6.9
30	1	13.4	7.5	16.5	0.31	0.0140	0.0729	6.2
31	1	16.2	7.5	18.5	0.21	0.0207	0.0817	6.5
32	1	15.9	9.8	17.7	0.38	0.0199	0.1322	5.4
33	1	25.8	15.0	19.5	0.34	0.0522	0.3446	6.7
34	1	22.9	15.0	21.5	0.43	0.0413	0.3799	7.5
35	1	19.1	8.3	18.0	0.19	0.0286	0.0962	7.6
36	1	14.3	9.0	17.5	0.39	0.0161	0.1113	5.3
37	1	12.1	7.5	15.5	0.38	0.0115	0.0685	5.9
38	1	13.4	9.0	18.0	0.45	0.0140	0.1145	5.9
39	1	22.6	21.8	22.0	0.93	0.0401	0.8174	7.8
40	1	17.2	10.5	22.0	0.37	0.0232	0.1905	5.9
41	1	12.1	7.5	19.5	0.38	0.0115	0.0861	5.3

42	1	17.5	15.0	18.5	0.73	0.0241	0.3269	6.2
43	1	16.9	15.0	20.3	0.79	0.0224	0.3587	7.0
44	1	16.2	11.3	21.5	0.48	0.0207	0.2137	6.8
45	1	16.9	11.3	20.5	0.44	0.0224	0.2038	8.0
46	1	17.5	12.8	19.3	0.53	0.0241	0.2464	6.6
47	1	21.0	13.5	20.3	0.41	0.0347	0.2906	6.7
48	1	16.2	10.5	20.5	0.42	0.0207	0.1775	6.7
49	1	18.8	9.8	19.0	0.27	0.0277	0.1419	7.9
50	1	22.3	9.8	21.3	0.19	0.0390	0.1590	7.8

\*Dentro del ranking, pero eliminada por presentar bifurcación.

Estadísticas generales								
Estadística	DAP	DAMHT	HT	F	AB	VOL	ht	
Media	18.7	13.4	19.2	0.52	0.0286	0.3079	7.0	
Desviación estándar	3.7	4.3	2.3	0.22	0.0113	0.2173	0.8	
Variancia	13.9	18.4	5.1	0.05	0.0001	0.0472	0.7	
Error estándar	0.53	0.61	0.32	0.03	0.0016	0.0307	0.12	
Coefic. Variación	20%	32%	12%	41%	40%	71%	12%	
Límite Inf. Confianza (media)	17.7	12.2	18.6	0.46	0.0254	0.2477	6.8	
Límite Sup. Confianza (media)	19.7	14.5	19.8	0.58	0.0317	0.3681	7.2	
Mediana	18.1	13.5	19.5	0.48	0.0259	0.2392	7.0	
Moda	15.9	15.0	20.3	0.50	0.0199	0.3446	7.7	
Mínimo	12	7.5	13.5	0.19	0.0115	0.0685	5.3	
Máximo	27	22.5	22.7	0.94	0.0561	0.8747	8.5	
Rango	15	15.0	9.2	0.75	0.0447	0.8063	3.2	
Tamaño de muestra	50	50	50	50	50	50	50	

SUPERVIVENCIA (SUP)			
VIVO	1	48	96%
MUERTO	2	2	4%
Total		50	100%

#### PINUS PATULA COCHAMARCA

árbol	SUP	DAP	DAMHT	HT	F	AB	VOL	Ht
1	1	22.3	15.0	25.0	0.45	0.0390	0.4418	2.0
2	1	24.5	22.5	23.0	0.84	0.0472	0.9145	3.0
3	1	32.8	22.5	24.5	0.47	0.0844	0.9741	3.0
4	1	20.1	15.0	22.0	0.56	0.0316	0.3888	2.0
5	1	17.5	10.5	22.5	0.36	0.0241	0.1948	1.4
6	1	12.9	12.8	18.7	0.98	0.0131	0.2388	1.7
7	1	20.8	14.3	22.0	0.47	0.0341	0.3509	1.9
8	1	17.5	11.3	21.0	0.41	0.0241	0.2087	1.5
9	1	16.2	11.3	18.5	0.48	0.0207	0.1839	1.5
10	2	.	.	.	.	.	.	.
11	1	18.0	13.5	19.2	0.56	0.0254	0.2748	1.8
12	1	16.2	12.0	19.0	0.55	0.0207	0.2149	1.6
13	1	13.7	9.0	18.6	0.43	0.0147	0.1182	1.2
14	1	21.6	18.8	21.5	0.75	0.0368	0.5937	2.5

15	1	20.7	17.3	23.5	0.70	0.0336	0.5492	2.3
16	1	22.1	18.8	22.0	0.72	0.0384	0.6075	2.5
17	1	20.7	15.0	22.0	0.53	0.0336	0.3888	2.0
18	1	23.2	18.0	21.0	0.60	0.0424	0.5344	2.4
19	1	11.5	11.3	15.7	0.96	0.0103	0.1561	1.5
20	1	14.3	11.3	19.5	0.62	0.0161	0.1938	1.5
21	1	18.3	15.0	19.5	0.67	0.0263	0.3446	2.0
22	1	22.4	16.5	20.8	0.54	0.0396	0.4448	2.2
23	1	26.4	15.0	21.6	0.32	0.0548	0.3817	2.0
24	1	11.0	8.3	2.5	0.58	0.0095	0.0137	.
25	1	17.2	13.5	18.3	0.62	0.0232	0.2619	1.8

#### Estadísticas generales

Estadística	DAP	DAMHT	HT	F	AB	VOL	ht
Media	19.3	14.5	20.1	0.59	0.0310	0.3739	2.0
Desviación estándar	5.0	3.8	4.3	0.17	0.0164	0.2340	0.5
Variancia	25.0	14.2	18.8	0.03	0.0003	0.0548	0.2
Error estándar	1.00	0.75	0.87	0.03	0.0033	0.0468	0.10
Coefic. Variación	26%	26%	22%	29%	53%	63%	24%
Límite Inf. Confianza (media)	17.3	13.0	18.4	0.52	0.0246	0.2822	1.8
Límite Sup. Confianza (media)	21.2	16.0	21.8	0.66	0.0374	0.4657	2.2
Mediana	19.2	14.6	21.0	0.56	0.0289	0.3477	2.0
Moda	17.5	15.0	22.0	0.47	0.0241	0.3888	2.0
Mínimo	11	8.3	2.5	0.32	0.0095	0.0137	1.2
Máximo	33	22.5	25.0	0.98	0.0844	0.9741	3.0
Rango	22	14.2	22.5	0.66	0.0750	0.9605	1.8
Tamaño de muestra	25	25	25	25	25	25	25

#### SUPERVIVENCIA (SUP)

	1	24	96%
VIVO	1	24	96%
MUERTO	2	1	4%
Total		25	100%

#### PINUS PSEUDOSTROBUS COCHAMARCA

árbol	SUP	DAP	DAMHT	HT	F	AB	VOL	ht
1	1	21.8	14.3	18.5	0.43	0.0373	0.2950	1.9
2	1	22.3	10.5	17.8	0.22	0.0390	0.1541	1.4
3	1	13.1	12.8	7.0	0.95	0.0134	0.0894	1.7
4	1	21.3	12.0	18.0	0.32	0.0357	0.2036	1.6
5	1	27.1	18.0	18.2	0.44	0.0575	0.4631	2.4
6	1	18.0	11.3	13.0	0.39	0.0254	0.1292	1.5
7	1	23.1	17.3	15.0	0.56	0.0418	0.3532	2.3
8	1	15.8	13.5	14.3	0.73	0.0195	0.2047	1.8
9	1	25.5	18.8	19.5	0.54	0.0509	0.5384	2.5
10	1	23.7	17.3	20.0	0.53	0.0442	0.4674	2.3
11	1	15.1	11.3	12.5	0.55	0.0180	0.1243	1.5
12	1	17.5	15.0	15.0	0.73	0.0241	0.2651	2.0

13	1	19.1	15.0	21.5	0.62	0.0286	0.3799	2.0
14	1	18.3	18.0	21.5	0.97	0.0263	0.5471	2.4
15	1	21.8	12.8	21.7	0.34	0.0373	0.2771	1.7
16	1	23.4	18.8	24.0	0.64	0.0430	0.6627	2.5
17	1	24.2	12.0	19.0	0.25	0.0460	0.2149	1.6
18	1	21.0	15.8	20.3	0.56	0.0347	0.3955	2.1
19	1	14.5	14.3	15.0	0.97	0.0165	0.2392	1.9
20	1	17.8	15.0	18.0	0.71	0.0250	0.3181	2.0
21	1	14.8	12.8	17.7	0.74	0.0172	0.2260	1.7
22	1	22.0	15.0	22.8	0.47	0.0379	0.4029	2.0
23	1	21.5	20.3	21.0	0.89	0.0363	0.6763	2.7
24	1	11.5	7.5	14.7	0.43	0.0103	0.0649	1.0
25	1	24.0	19.5	20.7	0.66	0.0454	0.6182	2.6

#### Estadísticas generales

Estadística	DAP	DAMHT	HT	F	AB	VOL	ht
<b>Media</b>	19.9	14.7	17.9	0.59	0.0324	0.3324	2.0
<b>Desviación estándar</b>	4.1	3.2	3.8	0.22	0.0125	0.1788	0.4
<b>Variancia</b>	17.0	10.2	14.7	0.05	0.0002	0.0320	0.2
<b>Error estándar</b>	0.82	0.64	0.77	0.04	0.0025	0.0358	0.09
<b>Coefic. Variación</b>	21%	22%	21%	37%	39%	54%	22%
<b>Límite Inf. Confianza (media)</b>	18.3	13.5	16.4	0.50	0.0275	0.2623	1.8
<b>Límite Sup. Confianza (media)</b>	21.5	16.0	19.4	0.67	0.0373	0.4025	2.1
<b>Mediana</b>	21.3	15.0	18.2	0.56	0.0357	0.2950	2.0
<b>Moda</b>	21.8	15.0	15.0	0.73	0.0373	-	2.0
<b>Mínimo</b>	11	7.5	7.0	0.22	0.0103	0.0649	1.0
<b>Máximo</b>	27	20.3	24.0	0.97	0.0575	0.6763	2.7
<b>Rango</b>	16	12.8	17.0	0.75	0.0472	0.6114	1.7
<b>Tamaño de muestra</b>	25	25	25	25	25	25	25

#### SUPERVIVENCIA (SUP)

VIVO	1	25	100%
MUERTO	2	0	0%
<b>Total</b>		<b>25</b>	<b>100%</b>

#### PINUS PSEUDOSTROBUS TARTAR

árbol	SUP	DAP	DAMHT	HT	F	AB	VOL	ht
1	1	28.3	16.5	18.5	0.34	0.0630	0.3956	2.2
2	1	28.6	16.5	18.5	0.33	0.0645	0.3956	2.2
3	1	27.7	18.8	21	0.46	0.0602	0.5798	2.5
4	1	19.3	9.0	16.2	0.22	0.0291	0.1031	1.2
5	1	27.7	16.5	20	0.36	0.0602	0.4277	2.2
6	1	36.4	18.0	26	0.24	0.1043	0.6616	2.4
7	1	20.4	15.0	18.5	0.54	0.0326	0.3269	2.0
8	1	20.4	13.5	17.5	0.44	0.0326	0.2505	1.8
9	1	27.1	15.0	21.5	0.31	0.0575	0.3799	2.0
10	1	27.4	15.8	20.5	0.33	0.0589	0.3994	2.1
11	1	26.7	15.8	17.7	0.35	0.0561	0.3448	2.1

12	1	29.8	20.3	27	0.46	0.0696	0.8696	2.7
13	1	20.1	16.5	19.5	0.68	0.0316	0.4170	2.2
14	1	21.0	9.0	18.5	0.18	0.0347	0.1177	1.2
15	1	15.3	7.5	15	0.24	0.0183	0.0663	1.0
16	1	23.4	15.0	22	0.41	0.0430	0.3888	2.0
17	1	20.7	14.3	21.7	0.47	0.0336	0.3461	1.9
18	1	26.3	18.8	24	0.51	0.0542	0.6627	2.5
19	1	25.1	15.0	21.7	0.36	0.0497	0.3835	2.0
20	1	25.0	15.8	16	0.40	0.0490	0.3117	2.1
21	1	25.5	9.8	20	0.15	0.0509	0.1493	1.3
22	1	25.3	12.0	20	0.22	0.0503	0.2262	1.6
23	1	32.0	17.3	23	0.29	0.0804	0.5375	2.3
24	1	14.6	7.5	14	0.26	0.0168	0.0619	1.0
25	1	32.6	20.3	23	0.39	0.0836	0.7407	2.7
26	1	29.3	15.8	20.5	0.29	0.0674	0.3994	2.1
27	1	26.7	15.0	21.5	0.31	0.0561	0.3799	2.0
28	1	27.5	13.5	22	0.24	0.0595	0.3149	1.8
29	1	26.7	16.5	22	0.38	0.0561	0.4704	2.2
30	1	22.1	15.0	16.7	0.46	0.0384	0.2951	2.0
31	1	29.6	18.8	24.2	0.40	0.0688	0.6682	2.5
32	1	17.0	9.8	18.5	0.33	0.0228	0.1381	1.3
33	2	.	.	.	.	.	.	.
34	1	24.8	11.3	22	0.21	0.0484	0.2187	1.5
35*	1	30.7	17.3	23.5	0.32	0.0741	0.5492	2.3
36	1	21.8	10.5	20	0.23	0.0373	0.1732	1.4
37	1	19.1	10.5	17	0.30	0.0286	0.1472	1.4
38	1	25.6	18.0	23.5	0.49	0.0516	0.5980	2.4
39	2	.	.	.	.	.	.	.
40	1	23.2	10.5	17	0.20	0.0424	0.1472	1.4
41	1	28.2	22.5	27	0.64	0.0623	1.0735	3.0
42	1	25.6	16.5	21	0.41	0.0516	0.4490	2.2
43	1	21.0	18.8	20.5	0.80	0.0347	0.5660	2.5
44	1	25.1	13.5	18.5	0.29	0.0497	0.2648	1.8
45	1	25.3	15.0	22	0.35	0.0503	0.3888	2.0
46	1	18.3	15.0	20.5	0.67	0.0263	0.3623	2.0
47	1	26.1	21.0	21.5	0.65	0.0535	0.7447	2.8
48	1	19.9	9.8	16	0.24	0.0311	0.1195	1.3
49	1	17.8	7.5	13.2	0.18	0.0250	0.0583	1.0
50	1	28.8	14.3	23	0.24	0.0652	0.3668	1.9
51	1	20.4	12.0	17.3	0.35	0.0326	0.1957	1.6
52	1	27.1	17.3	18.2	0.41	0.0575	0.4253	2.3
53	1	28.0	21.0	19.5	0.56	0.0616	0.6754	2.8
54	1	27.5	19.5	20	0.50	0.0595	0.5973	2.6
55	1	25.8	18.8	25	0.53	0.0522	0.6903	2.5
56	1	20.7	11.3	17.5	0.30	0.0336	0.1740	1.5
57	2	.	.	.	.	.	.	.
58	1	21.8	15.0	18.5	0.47	0.0373	0.3269	2.0
59	1	24.4	18.8	21	0.59	0.0466	0.5798	2.5
60	1	20.2	10.5	21.7	0.27	0.0321	0.1879	1.4

61	1	28.6	22.5	23.3	0.62	0.0645	0.9264	3.0
62	1	28.6	14.3	23.3	0.25	0.0645	0.3716	1.9
63	1	19.3	15.0	20.5	0.61	0.0291	0.3623	2.0
64	1	27.1	10.5	22.7	0.15	0.0575	0.1966	1.4
65	1	20.5	15.0	21	0.53	0.0331	0.3711	2.0
66	1	21.3	13.5	23.5	0.40	0.0357	0.3364	1.8
67	1	32.0	15.0	20.7	0.22	0.0804	0.3658	2.0
68	1	35.3	22.5	22	0.41	0.0980	0.8747	3.0
69	2	.	.	.	.	.	.	.
70	1	29.3	18.0	21.7	0.38	0.0674	0.5522	2.4
71	1	32.8	22.5	22	0.47	0.0844	0.8747	3.0
72	2	.	.	.	.	.	.	.
73	1	18.6	15.0	18.7	0.65	0.0272	0.3305	2.0
74	1	22.8	15.0	19.8	0.43	0.0407	0.3499	2.0
75	1	25.6	15.0	21.5	0.34	0.0516	0.3799	2.0
76	1	22.0	15.0	18.5	0.47	0.0379	0.3269	2.0
77	1	28.5	14.3	22	0.25	0.0637	0.3509	1.9
78	1	15.0	11.3	9	0.57	0.0176	0.0895	1.5
79	1	24.0	15.0	20	0.39	0.0454	0.3534	2.0
80	1	21.3	15.0	19.5	0.49	0.0357	0.3446	2.0
81	1	18.0	13.5	19.3	0.56	0.0254	0.2763	1.8
82	1	25.8	22.5	12.8	0.76	0.0522	0.5089	3.0
83	1	27.2	15.0	23	0.30	0.0582	0.4064	2.0
84	1	17.8	16.5	18.3	0.86	0.0250	0.3913	2.2
85	1	29.8	15.8	20	0.28	0.0696	0.3897	2.1

\*Dentro del ranking, pero eliminada por presentar bifurcación.

Estadísticas generales							
Estadística	DAP	DAMHT	HT	F	AB	VOL	ht
Media	24.7	15.2	20.2	0.40	0.0495	0.4002	2.0
Desviación estándar	4.7	3.7	3.1	0.16	0.0184	0.2144	0.5
Variancia	22.2	13.5	9.6	0.02	0.0003	0.0460	0.2
Error estándar	0.51	0.40	0.34	0.02	0.0020	0.0233	0.05
Coefic. Variación	19%	24%	15%	39%	37%	54%	24%
Límite Inf. Confianza (media)	23.7	14.4	19.5	0.37	0.0456	0.3547	1.9
Límite Sup. Confianza (media)	25.7	16.0	20.8	0.43	0.0535	0.4458	2.1
Mediana	25.4	15.0	20.5	0.38	0.0506	0.3714	2.0
Moda	28.6	15.0	18.5	0.35	0.0645	0.5798	2.0
Mínimo	15	7.5	9.0	0.15	0.0168	0.0583	1.0
Máximo	36	22.5	27.0	0.86	0.1043	1.0735	3.0
Rango	22	15.0	18.0	0.71	0.0875	1.0	2.0
Tamaño de muestra	85	85	85	85	85	85	85

SUPERVIVENCIA (SUP)		
VIVO	1	80 94%
MUERTO	2	5 6%
<b>Total</b>		<b>85 100%</b>

ht: corresponde al parámetro de altura total tomado en la evaluación anterior en Agosto 97' (5 años de edad)

# ANEXO XVI

## ENSAYO 6 - PRIMERA FASE - IEF

BLOQUES:5

ESPECIES:15

### Dependent Variable: DAP

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	17	3285.184454	193.246144	8.99	<.0001
Error	36	773.694591	21.491516		
Corrected Total	53	4058.879045			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    DAP Mean  
0.809382    25.96391    4.635894    17.85515

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	4	56.573962	14.143490	0.66	0.6251
ESPECIES	13	3174.815382	244.216568	11.36	<.0001(**)

### Dependent Variable: DAMHT

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	17	1100.935635	64.760920	8.08	<.0001
Error	36	288.605797	8.016828		
Corrected Total	53	1389.541433			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    DAMHT Mean  
0.792301    24.16821    2.831400    11.71539

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	4	49.941203	12.485301	1.56	0.2067
ESPECIES	13	1027.959147	79.073781	9.86	<.0001(**)

### Dependent Variable: HT

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	17	511.4946925	30.0879231	5.67	<.0001
Error	36	191.1750232	5.3104173		
Corrected Total	53	702.6697157			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    HT Mean  
0.727930    17.23106    2.304434    13.37372

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	4	13.3499636	3.3374909	0.63	0.6453
ESPECIES	13	499.5168312	38.4243716	7.24	<.0001(**)

### Dependent Variable: F

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	17	0.54874095	0.03227888	2.26	0.0197
Error	36	0.51434067	0.01428724		
Corrected Total	53	1.06308162			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    F Mean  
0.516180    25.33415    0.119529    0.471811

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	4	0.21572702	0.05393175	3.77	0.0116
ESPECIES	13	0.34763439	0.02674111	1.87	0.0687(ns)

### Dependent Variable: AB

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	17	0.04018677	0.00236393	8.90	<.0001
Error	36	0.00956723	0.00026576		
Corrected Total	53	0.04975400			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    AB Mean  
0.807709    50.08610    0.016302    0.032548

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	4	0.00066444	0.00016611	0.63	0.6477
ESPECIES	13	0.03885142	0.00298857	11.25	<.0001(**)

### Dependent Variable: VOL

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	17	1.68159775	0.09891751	7.00	<.0001
Error	36	0.50904742	0.01414021		

Corrected Total	53	2.19064517		
-----------------	----	------------	--	--

R-Square 0.767627  
 Coeff Var 55.00856  
 Root MSE 0.118913  
 VOL Mean 0.216171

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	4	0.05711025	0.01427756	1.01	0.4153
ESPECIES	13	1.57537681	0.12118283	8.57	<.0001(**)

**PRUEBA DE TUKEY**

DAP				DAMHT				HT			
Tukey Group	Mean	N	ESPECIES	Tukey Group	Mean	N	ESPECIES	Tukey Group	Mean	N	EPECIES
A	33.475	5	PTENUIFO	A	19.515	5	PTENUIFO	A	17.686	5	EGLOBCAJ
A				A				A			
B A	28.644	4	PTENUIFG	B A	19.150	3	PRADNZEL	A	16.477	5	PTENUIFO
B A				B A				A			
B A	28.633	3	PRADNZEL	B A	16.956	4	PTENUIFG	A	16.267	3	PRADNZEL
B A				B A				A			
B A C	22.187	4	CLUSITAF	B A C	15.966	4	CLUSITAF	A	15.869	4	PTENUIFG
B C				B A C				A			
B D C	18.721	2	PPALUALA	B D A C	11.672	5	CLUSITSJ	A	14.731	5	EDALRYMP
B D C				B D A C				A			
B D C	16.580	5	EGLOBCAJ	B D A C	11.132	5	EGLOBCAJ	A	14.568	4	CLUSITAF
B D C				B D C				A			
B D C	16.562	5	CLUSITSJ	B D C	10.829	2	PPALUALA	B A	12.815	5	CLUSITSJ
D C				B D C				B A			
D C	14.375	5	EDALRYMP	B D C	10.601	5	EDALRYMP	B A	12.440	5	EFASTIGA
D C				D C				B A			
D C	12.920	5	ECINEREA	D C	8.039	5	ECINEREA	B A	12.350	2	PPALUALA
D C				D C				B A			
D C	11.902	5	EBOTRYOA	D C	8.000	1	PCARIBHO	B A C	11.594	5	ECINEREA
D C				D C				B A C			
D C	11.757	5	EFASTIGA	D C	7.953	5	EFASTIGA	B A C	11.192	5	EBOTRYOA
D C				D C				B C			
D C	9.867	1	PCARIBHO	D C	7.778	5	EBOTRYOA	B C	7.433	1	PCARIBHO
D C				D				B C			
D C	8.325	4	PECHINTE	D	6.271	4	PECHINTE	B C	7.408	4	PECHINTE
D				D				C			
D	6.500	1	EPOLYANT	D	5.300	1	EPOLYANT	C	5.200	1	EPOLYANT

F				AB				VOL			
Tukey Group	Mean	N	ESPECIES	Tukey Group	Mean	N	ESPECIES	Tukey Group	Mean	N	EPECIES
A	0.6500	1	EPOLYANT	A	0.09253	5	PTENUIFO	A	0.5558	5	PTENUIFO
A				A				A			
A	0.6467	1	PCARIBHO	B A	0.07295	4	PTENUIFG	B A	0.4829	3	PRADNZEL
A				B A				B A			
A	0.5792	4	PECHINTE	B A C	0.06497	3	PRADNZEL	B A	0.4685	4	PTENUIFG
A				B C				B A			
A	0.5621	5	EDALRYMP	B D C	0.04065	4	CLUSITAF	B A C	0.3139	4	CLUSITAF
A				B D C				B A C			
A	0.5563	4	CLUSITAF	B D C	0.03922	2	PPALUALA	B A C	0.2085	5	EGLOBCAJ
A				B D C				B C			
A	0.5023	5	CLUSITSJ	B D C	0.02384	5	CLUSITSJ	B C	0.1746	2	PPALUALA
A				B D C				B C			
A	0.4564	5	EGLOBCAJ	B D C	0.02375	5	EGLOBCAJ	B C	0.1717	5	CLUSITSJ
A				D C				B C			
A	0.4517	3	PRADNZEL	D C	0.01721	5	EDALRYMP	B C	0.1470	5	EDALRYMP
A				D C				C			
A	0.4503	5	EBOTRYOA	D C	0.01564	5	ECINEREA	C	0.0930	5	EFASTIGA
A				D				C			
A	0.4502	5	EFASTIGA	D	0.01360	5	EFASTIGA	C	0.0736	5	ECINEREA
A				D				C			
A	0.4384	5	ECINEREA	D	0.01259	5	EBOTRYOA	C	0.0670	5	EBOTRYOA
A				D				C			
A	0.4050	2	PPALUALA	D	0.00797	1	PCARIBHO	C	0.0422	1	PCARIBHO
A				D				C			
A	0.3688	4	PTENUIFG	D	0.00570	4	PECHINTE	C	0.0272	4	PECHINTE
A				D				C			
A	0.3402	5	PTENUIFO	D	0.00330	1	EPOLYANT	C	0.0113	1	EPOLYANT

SUP				
Tukey	Group	Mean	N	ESPECIES
	A	0.8800	5	EDALRYMP
	A			
B	A	0.7800	5	EGLOBCAJ
B	A			
B	A C	0.7000	5	CLUSITSJ
B	A C			
B D	A C	0.5600	5	CLUSITAF
B D	A C			
B D	A C	0.5600	5	EFASTIGA
B D	A C			
E B D	A C	0.5000	5	ECINEREA
E B D	A C			
E B D	A C	0.5000	5	EBOTRYOA
E B D	C			
E B D F	C	0.3800	5	PTENUIFO
E D F	C			
E D F	C	0.3200	5	PTENUIFG
E D F				
E D F		0.2400	5	PECHINTE
E D F				
E D F		0.1800	5	PPALUALA
E F				
E F		0.0800	5	PRADNZEL
E F				
E F		0.0600	5	PCARIBHO
F				
F		0.0200	5	EPOLYANT
F				
F		0.0000	5	ECAMALSU

EVALUACIÓN ANTERIOR (Noviembre 91' – 13 años de edad)

ESPECIE	CAP	DAP	DAMHT	CAMHT	HT	F	AB	VOL	SUP
PCARIBHOND					2.0				18
PECHINTEXCHE					1.6				92
PPALUALACLAY					1.1				78
PTENUIFOLMEX	29.5	9.4	5.3	16.7	5.8	0.35	0.0076	0.0141	72
PRADNZEL	34.0	10.8	6.2	19.4	6.6	0.38	0.0110	0.0249	84
PTENUIFGUAT	25.5	8.1	4.9	15.3	5.9	0.38	0.0056	0.0118	70
EBOTRYOAUS	20.2	6.4	4.2	13.2	6.4	0.50	0.0039	0.0118	78
ECAMALSUNCH									0
EDALRYMPBTP	24.3	7.7	4.7	14.6	6.8	0.39	0.0054	0.0143	96
EFASTIGATALLAG	25.0	8.0	4.6	14.4	6.9	0.39	0.0059	0.0137	76
ECINEREAGUNNA	20.7	6.6	4.3	13.6	6.4	0.46	0.0037	0.0104	94
EGLOBCAJAM	37.1	11.8	6.9	21.8	10.3	0.38	0.0138	0.0512	86
EPOLYANTHENE					0.9				88
CLUSITSJCR	14.0	4.5	3.2	10.0	4.7	0.52	0.0016	0.0040	94
CLUSITAFSR	14.1	4.5	3.1	9.7	4.6	0.49	0.0017	0.0039	100

## ANEXO XVII

### ENSAYO 7 - COMPORTAMIENTO DE FAMILIAS - MG

BLOQUES:3

FAMILIAS: 10

**Dependent Variable: DAP**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	115.8841781	10.5349253	1.08	0.4254
Error	18	175.1961013	9.7331167		
Corrected Total	29	291.0802794			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    DAP Mean  
0.398118    15.08610    3.119794    20.67992

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	2	18.91152478	9.45576239	0.97	0.3975
ESPECIES	9	96.97265328	10.77473925	1.11	0.4058(ns)

**Dependent Variable: DAMHT**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	60.8711642	5.5337422	2.02	0.0895
Error	18	49.3197367	2.7399854		
Corrected Total	29	110.1909009			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    DAMHT Mean  
0.552416    10.41690    1.655290    15.89043

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	2	14.96836214	7.48418107	2.73	0.0920
ESPECIES	9	45.90280203	5.10031134	1.86	0.1252(ns)

**Dependent Variable: HT**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	76.9157382	6.9923398	2.29	0.0576
Error	18	55.0293144	3.0571841		
Corrected Total	29	131.9450526			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    HT Mean  
0.582938    12.92871    1.748481    13.52401

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	2	25.53772503	12.76886251	4.18	0.0324
ESPECIES	9	51.37801313	5.70866813	1.87	0.1240(ns)

**Dependent Variable: F**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	0.07279977	0.00661816	0.79	0.6495
Error	18	0.15116285	0.00839794		
Corrected Total	29	0.22396263			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    F Mean  
0.325053    14.96950    0.091640    0.612180

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	2	0.00022913	0.00011457	0.01	0.9865
ESPECIES	9	0.07257064	0.00806340	0.96	0.5016(ns)

**Dependent Variable: AB**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	0.00129593	0.00011781	0.98	0.4953
Error	18	0.00215844	0.00011991		
Corrected Total	29	0.00345437			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    AB Mean  
0.375156    31.02140    0.010951    0.035300

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	2	0.00019038	0.00009519	0.79	0.4673
ESPECIES	9	0.00110555	0.00012284	1.02	0.4579(ns)

**Dependent Variable: VOL**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	0.15396508	0.01399683	2.44	0.0447

Error	18	0.10307761	0.00572653		
Corrected Total	29	0.25704270			
		R-Square 0.598986	Coeff Var 26.33606	Root MSE 0.075674	VOL Mean 0.287339
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	2	0.03878950	0.01939475	3.39	0.0564
ESPECIES	9	0.11517558	0.01279729	2.23	0.0700(ns)

**PRUEBA DE TUKEY**

DAP					DAMHT					HT				
Tukey Group	Mean	N	FAMILIAS		Tukey Group	Mean	N	FAMILIAS		Tukey Group	Mean	N	FAMILIAS	
A	23.287	3	464		A	17.640	3	450		A	15.364	3	20	
A					A					A				
A	23.187	3	450		A	17.034	3	236		A	14.680	3	450	
A					A					A				
A	21.888	3	236		A	16.728	3	32		A	14.672	3	133	
A					A					A				
A	21.066	3	133		A	16.677	3	20		A	14.599	3	236	
A					A					A				
A	20.965	3	32		A	16.437	3	17		A	14.240	3	17	
A					A					A				
A	20.457	3	17		A	15.988	3	464		A	13.489	3	225	
A					A					A				
A	20.212	3	20		A	15.694	3	133		A	12.711	3	32	
A					A					A				
A	20.129	3	466		A	15.013	3	466		A	12.076	3	466	
A					A					A				
A	18.274	3	209		A	14.117	3	209		A	11.839	3	209	
A					A					A				
A	17.334	3	225		A	13.578	3	225		A	11.570	3	464	
F					AB					VOL				
A	0.69322	3	20		A	0.044352	3	464		A	0.37499	3	450	
A					A					A				
A	0.66137	3	17		A	0.044303	3	450		A	0.35367	3	17	
A					A					A				
A	0.65589	3	32		A	0.039024	3	236		A	0.34351	3	20	
A					A					A				
A	0.62930	3	236		A	0.036131	3	133		A	0.34152	3	236	
A					A					A				
A	0.61769	3	225		A	0.035914	3	32		A	0.30195	3	133	
A					A					A				
A	0.60733	3	450		A	0.035853	3	17		A	0.28406	3	32	
A					A					A				
A	0.60125	3	209		A	0.032880	3	466		A	0.23658	3	464	
A					A					A				
A	0.57440	3	466		A	0.032744	3	20		A	0.22430	3	466	
A					A					A				
A	0.56488	3	133		A	0.026651	3	209		A	0.21953	3	225	
A					A					A				
A	0.51646	3	464		A	0.025146	3	225		A	0.19329	3	209	
SUP					Continuación cuadro Supervivencia									
A	0.8333	3	225		A									
A					A	0.4722	3	450						
A	0.7778	3	133		A									
A					A	0.4167	3	464						
A	0.7500	3	20											
A														
A	0.7222	3	209											
A														
A	0.6667	3	17											
A														
A	0.6667	3	32											
A														
A	0.6111	3	466											
A														
A	0.5833	3	236											

EVALUACIÓN ANTERIOR (Agosto 00' – 12 años de edad)

DAP				DAMHT				HT				
Tukey Group	Mean	N	FAMILIA	Tukey Group	Mean	N	FAMILIA	Tukey Group	Mean	N	FAMILIA	
A	18.463	3	450	A	11.2900	3	450	A	13.221	3	20	
A				A				A				
A	18.183	3	133	A	11.2461	3	20	B A	12.557	3	450	
A				A				B A				
A	18.074	3	20	A	11.1242	3	236	B A	12.365	3	133	
A				A				B A				
A	18.039	3	236	A	10.8610	3	32	B A	11.969	3	236	
A				A				B A				
A	17.753	3	17	A	10.7890	3	133	B A	11.908	3	17	
A				A				B A				
A	17.236	3	32	A	10.7337	3	17	B A	11.263	3	225	
A				A				B A				
A	16.942	3	464	A	10.2028	3	209	B A	10.809	3	32	
A				A				B A				
A	16.922	3	466	A	9.7611	3	225	B A	10.270	3	466	
A				A				B A				
A	16.067	3	209	A	9.5828	3	464	B A	10.031	3	209	
A				A				B				
A	15.031	3	225	A	9.2988	3	466	B	9.502	3	464	
F				AB				VOL				
A	0.42685	3	225	A	0.027667	3	450	A	0.13537	3	20	
A				A				A				
A	0.40722	3	209	A	0.026898	3	133	B A	0.12953	3	450	
A				A				B A				
A	0.40715	3	32	A	0.026526	3	17	B A C	0.12057	3	236	
A				A				B A C				
A	0.38930	3	17	A	0.026259	3	236	B A C	0.11923	3	133	
A				A				B A C				
A	0.38789	3	20	A	0.026156	3	20	B A C	0.11761	3	17	
A				A				B A C				
A	0.38433	3	450	A	0.024401	3	32	B A C	0.10528	3	32	
A				A				B A C				
A	0.38309	3	236	A	0.023126	3	466	B A C	0.09062	3	225	
A				A				B				
A	0.36456	3	133	A	0.022816	3	464	B	C	0.08359	3	209
A				A				C				
A	0.33232	3	464	A	0.020556	3	209	C	0.07343	3	466	
A				A				C				
A	0.31042	3	466	A	0.018569	3	225	C	0.07048	3	464	
SUP				Continuación cuadro Supervivencia								
A	0.8333	3	225	A								
A				A	0.6111	3	466					
A	0.7778	3	133	A								
A				A	0.5833	3	236					
A	0.7500	3	20	A								
A				A	0.4722	3	450					
A	0.7222	3	209	A								
A				A	0.4167	3	464					
A	0.6667	3	17									
A												
A	0.6667	3	32									

# ANEXO XVIII

## ENSAYO 8 - PRIMERA FASE - IEF

BLOQUES:4

ESPECIES: 3

### Dependent Variable: DAP

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	403.5632765	80.7126553	3.76	0.0688
Error	6	128.6654293	21.4442382		
Corrected Total	11	532.2287057			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    DAP Mean  
0.758252    24.45064    4.630792    18.93935

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	3	57.8631940	19.2877313	0.90	0.4943
ESPECIES	2	345.7000825	172.8500412	8.06	0.0200(*)

### Dependent Variable: DAMHT

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	223.3372954	44.6674591	5.53	0.0300
Error	6	48.4434139	8.0739023		
Corrected Total	11	271.7807092			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    DAMHT Mean  
0.821756    20.03078    2.841461    14.18547

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	3	36.9645805	12.3215268	1.53	0.3013
ESPECIES	2	186.3727149	93.1863574	11.54	0.0088(**)

### Dependent Variable: HT

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	320.5144704	64.1028941	14.20	0.0028
Error	6	27.0900969	4.5150162		
Corrected Total	11	347.6045674			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    HT Mean  
0.922066    13.56209    2.124857    15.66762

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	3	3.4407974	1.1469325	0.25	0.8560
ESPECIES	2	317.0736730	158.5368365	35.11	0.0005(**)

### Dependent Variable: F

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	0.01300972	0.00260194	0.52	0.7534
Error	6	0.02987670	0.00497945		
Corrected Total	11	0.04288642			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    F Mean  
0.303353    12.06945    0.070565    0.584660

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	3	0.00493466	0.00164489	0.33	0.8042
ESPECIES	2	0.00807507	0.00403753	0.81	0.4879(ns)

### Dependent Variable: AB

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	0.00356480	0.00071296	2.95	0.1099
Error	6	0.00144801	0.00024134		
Corrected Total	11	0.00501281			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    AB Mean  
0.711137    47.64428    0.015535    0.032606

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	3	0.00071319	0.00023773	0.99	0.4604
ESPECIES	2	0.00285161	0.00142581	5.91	0.0382(*)

### Dependent Variable: VOL

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	0.61792098	0.12358420	4.76	0.0419

Error	6	0.15567895	0.02594649		
Corrected Total	11	0.77359993			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	VOL Mean	
	0.798760	47.20092	0.161079	0.341263	

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	3	0.12869204	0.04289735	1.65	0.2745
ESPECIES	2	0.48922894	0.24461447	9.43	0.0141(*)

#### PRUEBA DE TUKEY

DAP				DAMHT				HT			
Tukey Group	Mean	N	ESPECIES	Tukey Group	Mean	N	ESPECIES	Tukey Group	Mean	N	ESPECIES
A	24.355	4	PPATULAN	A	18.403	4	PPATULAN	A	19.768	4	PRADNZEL
A				A				A			
B A	20.838	4	PRADNZEL	A	15.232	4	PRADNZEL	A	18.8164		PPATULAN
B				B	8.921	4	PDURALGE	B	8.4194		PDURALGE
B	11.625	4	PDURALGE								
F				AB				VOL			
A	0.61593	4	PDURALGE	A	0.04763	4	PPATULAN	A	0.5264	4	PPATULAN
A				A				A			
A	0.58564	4	PPATULAN	B A	0.03878	4	PRADNZEL	A	0.4369	4	PRADNZEL
A				B				B	0.0604	4	PDURALGE
A	0.55241	4	PRADNZEL	B	0.01141	4	PDURALGE				
SUP											
A	0.7969	4	PPATULAN								
A											
A	0.6719	4	PDURALGE								
A											
A	0.5469	4	PRADNZEL								

#### EVALUACIÓN ANTERIOR (Julio 92' - 8 años de edad)

ESPECIE	CAP	DAP	DAMHT	CAMHT	HT	F	AB	VOL	SUP
PPATULANZEL	29.0	9.2	5.2	16.3	7.2	0.34	0.0070	0.0167	98.4
PDURALGENMEX					1.6				85.9
PRADNZEL	26.5	8.4	5.5	17.2	8.1	0.44	0.0061	0.0217	87.5

# ANEXO XIX

## ENSAYO 9 - COMPORTAMIENTO DE FAMILIAS - MG

BLOQUES:4

FAMILIAS: 11

### Dependent Variable: DAP

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	13	39.0763388	3.0058722	0.38	0.9644
Error	30	234.3596497	7.8119883		
Corrected Total	43	273.4359886			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    DAP Mean  
0.142909    18.05326    2.794993    15.48193

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	3	7.29865928	2.43288643	0.31	0.8169
ESPECIES	10	31.77767955	3.17776795	0.41	0.9327(ns)

### Dependent Variable: DAMHT

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	13	16.8938528	1.2995271	0.25	0.9940
Error	30	152.9948793	5.0998293		
Corrected Total	43	169.8887321			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    DAMHT Mean  
0.099441    18.98694    2.258280    11.89386

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	3	6.61620682	2.20540227	0.43	0.7313
ESPECIES	10	10.27764596	1.02776460	0.20	0.9945(ns)

### Dependent Variable: HT

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	13	15.51234419	1.19325725	1.47	0.1878
Error	30	24.40846338	0.81361545		
Corrected Total	43	39.92080758			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    HT Mean  
0.388578    7.681801    0.902006    11.74212

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	3	10.61548939	3.53849646	4.35	0.0117
ESPECIES	10	4.89685480	0.48968548	0.60	0.7996(ns)

### Dependent Variable: F

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	13	0.08924143	0.00686473	0.96	0.5116
Error	30	0.21512966	0.00717099		
Corrected Total	43	0.30437109			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    F Mean  
0.293199    14.26737    0.084682    0.593534

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	3	0.03915496	0.01305165	1.82	0.1648
ESPECIES	10	0.05008647	0.00500865	0.70	0.7182(ns)

### Dependent Variable: AB

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	13	0.00032066	0.00002467	0.46	0.9313
Error	30	0.00161556	0.00005385		
Corrected Total	43	0.00193622			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    AB Mean  
0.165612    36.57394    0.007338    0.020065

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	3	0.00005978	0.00001993	0.37	0.7752
ESPECIES	10	0.00026089	0.00002609	0.48	0.8868(ns)

### Dependent Variable: VOL

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	13	0.01989796	0.00153061	0.42	0.9479

Error	30	0.10809894	0.00360330		
Corrected Total	43	0.12799690			

R-Square 0.155457  
 Coef Var 40.72858  
 Root MSE 0.060027  
 VOL Mean 0.147384

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	3	0.00722227	0.00240742	0.67	0.5782
ESPECIES	10	0.01267569	0.00126757	0.35	0.9578(ns)

**PRUEBA DE TUKEY**

DAP				DAMHT				HT			
Tukey Group	Mean	N	FAMILIAS	Tukey Group	Mean	N	FAMILIAS	Tukey Group	Mean	N	FAMILIAS
A	17.774	4	101	A	12.998	4	101	A	12.2625	4	100
A				A				A			
A	16.028	4	161	A	12.267	4	99	A	12.2242	4	101
A				A				A			
A	15.689	4	162	A	12.133	4	69	A	11.9500	4	162
A				A				A			
A	15.596	4	100	A	12.085	4	162	A	11.9471	4	161
A				A				A			
A	15.336	4	831	A	11.950	4	100	A	11.8042	4	99
A				A				A			
A	15.272	4	70	A	11.893	4	831	A	11.7958	4	831
A				A				A			
A	15.253	4	782	A	11.806	4	161	A	11.6929	4	782
A				A				A			
A	15.188	4	69	A	11.650	4	163	A	11.5583	4	163
A				A				A			
A	15.092	4	99	A	11.620	4	782	A	11.4538	4	69
A				A				A			
A	14.850	4	163	A	11.378	4	70	A	11.2413	4	70
A				A				A			
A	14.225	4	844	A	11.054	4	844	A	11.2333	4	844
F				AB				VOL			
A	0.65917	4	99	A	0.026573	4	101	A	0.17919	4	101
A				A				A			
A	0.62588	4	69	A	0.021780	4	161	A	0.16083	4	162
A				A				A			
A	0.61875	4	163	A	0.020513	4	162	A	0.15988	4	100
A				A				A			
A	0.61075	4	831	A	0.020417	4	100	A	0.15730	4	69
A				A				A			
A	0.60750	4	844	A	0.019779	4	69	A	0.15416	4	99
A				A				A			
A	0.59263	4	162	A	0.019620	4	70	A	0.15060	4	161
A				A				A			
A	0.59108	4	782	A	0.019393	4	782	A	0.14238	4	831
A				A				A			
A	0.57042	4	100	A	0.019120	4	831	A	0.13907	4	163
A				A				A			
A	0.55621	4	70	A	0.018754	4	99	A	0.13451	4	782
A				A				A			
A	0.54983	4	161	A	0.018346	4	163	A	0.12803	4	70
A				A				A			
A	0.54667	4	101	A	0.016417	4	844	A	0.11527	4	844
SUP				Continuación cuadro Supervivencia							
A	0.8750	4	782	A	0.7500	4	69				
A				A							
A	0.8333	4	100	A	0.7500	4	162				
A				A							
A	0.8333	4	161	A	0.7500	4	99				
A				A							
A	0.8333	4	163	A	0.7500	4	844				
A				A							
A	0.8333	4	70	A	0.6667	4	844				
A				A							
A	0.7917	4	101	A	0.5417	4	831				

EVALUACIÓN ANTERIOR (Agosto 00' – 11 años de edad)

DAP				DAMHT				HT						
Tukey	Group	Mean	N	FAMILIA	Tukey	Group	Mean	N	FAMILIA	Tukey	Group	Mean	N	FAMILIA
A		13.983	4	101	A		9.7142	4	101	A		9.3125	4	100
A					A					A				
A		13.000	4	100	A		9.0850	4	162	A		9.0317	4	101
A					A					A				
A		12.956	4	161	A		8.9104	4	161	A		8.9613	4	162
A					A					A				
A		12.783	4	162	A		8.7542	4	100	A		8.9167	4	161
A					A					A				
A		12.605	4	69	A		8.7488	4	69	A		8.8750	4	99
A					A					A				
A		12.590	4	70	A		8.6721	4	70	A		8.5667	4	782
A					A					A				
A		12.358	4	831	A		8.4583	4	99	A		8.5525	4	69
A					A					A				
A		12.192	4	163	A		8.4363	4	782	A		8.5463	4	70
A					A					A				
A		12.071	4	844	A		8.2917	4	831	A		8.5208	4	844
A					A					A				
A		12.046	4	99	A		8.2542	4	163	A		8.4625	4	163
A					A					A				
A		11.753	4	782	A		8.0542	4	844	A		8.4467	4	831
A														
F				AB				VOL						
A		0.52458	4	782	A		0.016074	4	101	A		0.07263	4	101
A					A					A				
A		0.50725	4	162	A		0.013925	4	100	A		0.06481	4	162
A					A					A				
A		0.50250	4	99	A		0.013847	4	161	A		0.06170	4	100
A					A					A				
A		0.48458	4	101	A		0.013293	4	162	A		0.06064	4	161
A					A					A				
A		0.48142	4	161	A		0.013214	4	69	A		0.05779	4	69
A					A					A				
A		0.47888	4	69	A		0.012955	4	70	A		0.05431	4	70
A					A					A				
A		0.47625	4	70	A		0.012337	4	831	A		0.05276	4	99
A					A					A				
A		0.46542	4	163	A		0.012246	4	163	A		0.05031	4	782
A					A					A				
A		0.46467	4	831	A		0.011779	4	99	A		0.04923	4	163
A					A					A				
A		0.46167	4	100	A		0.011704	4	844	A		0.04741	4	831
A					A					A				
A		0.44833	4	844	A		0.011202	4	782	A		0.04455	4	844
A														
SUP														
A		0.8750	4	782	Continuación cuadro Supervivencia									
A					A		0.7500	4	69					
A		0.8333	4	100	A									
A					A		0.7500	4	162					
A		0.8333	4	161	A									
A					A		0.7500	4	99					
A		0.8333	4	163	A									
A					A									
A		0.8333	4	70	A		0.6667	4	844					
A					A									
A		0.7917	4	101	A									
A					A		0.5417	4	831					
A														

# ANEXO XX

## ENSAYO 10 - TERCERA FASE - IEF

BLOQUES:4

ESPECIES: 3

### Dependent Variable: DAP

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	59.57105687	11.91421137	13.27	0.0034
Error	6	5.38524799	0.89754133		
Corrected Total	11	64.95630486			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    DAP Mean  
0.917094    6.110947    0.947387    15.50311

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	3	22.12698160	7.37566053	8.22	0.0151
ESPECIES	2	37.44407527	18.72203764	20.86	0.0020(**)

### Dependent Variable: DAMHT

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	12.29686036	2.45937207	2.99	0.1076
Error	6	4.93888423	0.82314737		
Corrected Total	11	17.23574459			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    DAMHT Mean  
0.713451    8.627208    0.907275    10.51644

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	3	10.11262564	3.37087521	4.10	0.0670
ESPECIES	2	2.18423472	1.09211736	1.33	0.3333(ns)

### Dependent Variable: HT

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	33.47069720	6.69413944	8.63	0.0103
Error	6	4.65190011	0.77531669		
Corrected Total	11	38.12259731			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    HT Mean  
0.877975    6.013656    0.880521    14.64202

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	3	9.43813481	3.14604494	4.06	0.0682
ESPECIES	2	24.03256239	12.01628119	15.50	0.0043(**)

### Dependent Variable: F

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	0.06079533	0.01215907	3.56	0.0768
Error	6	0.02047496	0.00341249		
Corrected Total	11	0.08127030			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    F Mean  
0.748063    11.75729    0.058417    0.496854

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	3	0.00878157	0.00292719	0.86	0.5119
ESPECIES	2	0.05201376	0.02600688	7.62	0.0225(*)

### Dependent Variable: AB

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	0.00038424	0.00007685	25.98	0.0005
Error	6	0.00001775	0.00000296		
Corrected Total	11	0.00040199			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    AB Mean  
0.955850    7.927922    0.001720    0.021694

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	3	0.00016370	0.00005457	18.45	0.0020
ESPECIES	2	0.00022054	0.00011027	37.28	0.0004(**)

### Dependent Variable: VOL

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	0.02530426	0.00506085	4.20	0.0549

Error	6	0.00723296	0.00120549		
Corrected Total	11	0.03253722			
		R-Square	Coeff Var	Root MSE	VOL Mean
		0.777702	21.20932	0.034720	0.163703
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	3	0.01772486	0.00590829	4.90	0.0471
ESPECIES	2	0.00757940	0.00378970	3.14	0.1164(ns)

**PRUEBA DE TUKEY**

DAP				DAMHT				HT			
Tukey Group	Mean	N	ESPECIES	Tukey Group	Mean	N	ESPECIES	Tukey Group	Mean	N	ESPECIES
A	17.8163	4	EVIMINAL	A	11.1147	4	EVIMINAL	A	15.9002	4	EVIMINAL
B	15.1633	4	EBOTRYOI	A	10.2853	4	EBOTRYOI	A	15.3609	4	EGLOBULU
B				A				B	12.6650	4	EBOTRYOI
B	13.5297	4	EGLOBULU	A	10.1493	4	EGLOBULU				
F				AB				VOL			
A	0.57190	4	EGLOBULU	A	0.027380	4	EVIMINAL	A	0.18700	4	EVIMINAL
A				B	0.020674	4	EBOTRYOI	A	0.17530	4	EGLOBULU
B	0.50705	4	EBOTRYOI	B				A			
B				B	0.017028	4	EGLOBULU	A	0.12881	4	EBOTRYOI
B	0.41161	4	EVIMINAL								
SUP											
A	0.86000	4	EVIMINAL								
B	0.71000	4	EGLOBULU								
B											
B	0.70000	4	EBOTRYOI								

**EVALUACIÓN ANTERIOR (Septiembre 97' – 6 años de edad)**

HT				SUP			
Tukey Grouping	Mean	N	ESPECIE	Tukey Grouping	Mean	N	ESPECIE
A	8.6610	4	EVIMINAL	A	1.00000	4	EVIMINAL
B	7.3040	4	EGLOBULU	A	0.98000	4	EGLOBULU
C	2.8753	4	EBOTRYOI	A	0.94000	4	EBOTRYOI

# ANEXO XXI

## ENSAYO 11 - COMPORTAMIENTO DE FAMILIAS - MG

BLOQUES:3

FAMILIAS: 7

**Dependent Variable: DAP**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	82.8829661	10.3603708	2.95	0.0884
Error	12	52.9436922	4.4119743		
Corrected Total	20	135.8266583			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    DAP Mean  
0.610211    14.08448    2.100470    14.91337

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	2	13.46390129	6.73195064	1.53	0.2568
ESPECIES	6	69.41906485	11.56984414	2.62	0.0732(ns)

**Dependent Variable: DAMHT**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	19.59996586	2.44999573	1.78	0.1775
Error	12	16.52102378	1.37675198		
Corrected Total	20	36.12098965			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    DAMHT Mean  
0.542620    13.16497    1.173351    8.912675

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	2	3.24465333	1.62232666	1.18	0.3410
ESPECIES	6	16.35531254	2.72588542	1.98	0.1479(ns)

**Dependent Variable: HT**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	14.17022013	1.77127752	4.12	0.0140
Error	12	5.15376015	0.42948001		
Corrected Total	20	19.32398028			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    HT Mean  
0.733297    10.11962    0.655347    6.476003

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	2	1.87265224	0.93632612	2.18	0.1557
ESPECIES	6	12.29756789	2.04959465	4.77	0.0104(*)

**Dependent Variable: F**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	0.01229093	0.00153637	1.56	0.2352
Error	12	0.01182439	0.00098537		
Corrected Total	20	0.02411532			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    F Mean  
0.509673    8.547859    0.031391    0.367233

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	2	0.00077346	0.00038673	0.39	0.6837
ESPECIES	6	0.01151747	0.00191958	1.95	0.1533(ns)

**Dependent Variable: AB**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	0.00056725	0.00007091	2.37	0.0866
Error	12	0.00035972	0.00002998		
Corrected Total	20	0.00092697			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    AB Mean  
0.611945    28.46939    0.005475    0.019231

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	2	0.00007624	0.00003812	1.27	0.3156
ESPECIES	6	0.00049101	0.00008183	2.73	0.0655(ns)



EVALUACIÓN ANTERIOR (Agosto 96' - 1 año de edad)

HT				SUP			
Tukey Grouping	Mean	N	FAMILIA	Tukey Grouping	Mean	N	FAMILIA
A	0.63262	3	4	A	0.98889	3	5
A				A			
A	0.61411	3	1	A	0.98889	3	2
A				A			
A	0.59487	3	2	A	0.98889	3	6
A				A			
A	0.58207	3	6	A	0.97778	3	3
A				A			
A	0.54341	3	7	A	0.97778	3	4
A				A			
A	0.53870	3	5	A	0.95556	3	7
A				A			
A	0.52254	3	3	A	0.92222	3	1

## ANEXO XXII

### ENSAYO 12 - SEGUNDA FASE - IEF

BLOQUES:4

ESPECIES: 3

DAP				DAMHT				HT			
Tukey Group	Mean	N	ESPECIE	Tukey Group	Mean	N	ESPECIE	Tukey Group	Mean	N	ESPECIE
A	16.0060	4	PPATULAN	A	9.9595	4	PPATULAN	A	10.8613	4	PRADCHIL
B	14.2030	4	PPSEUDGU	B	8.2244	4	PPSEUDGU	A	9.9214	4	PPATULAN
C	11.9208	4	PRADCHIL	B	7.7821	4	PRADCHIL	B	7.3321	4	PPSEUDGU
F				AB				VOL			
A	0.423333	4	PRADCHIL	A	0.021151	4	PPATULAN	A	0.081268	4	PPATULAN
A	0.401786	4	PPATULAN	A	0.016921	4	PPSEUDGU	B	0.057907	4	PRADCHIL
B	0.339583	4	PPSEUDGU	B	0.011783	4	PRADCHIL	B	0.044906	4	PPSEUDGU
SUP											
A	0.8929	4	PPATULAN								
A	0.8929	4	PPSEUDGU								
A	0.8929	4	PRADCHIL								

EVALUACIÓN ANTERIOR (Septiembre 95' – 4 años de edad)

HT				SUP			
Tukey Grouping	Mean	N	ESPECIE	Tukey Grouping	Mean	N	ESPECIE
A	1.9940	4	PPATULAN	A	0.89286	4	PRADCHIL
A	1.9720	4	PRADCHIL	A	0.89286	4	PPSEUDGU
A	1.2952	4	PPSEUDGU	A	0.89286	4	PPATULAN

## ANEXO XXIII

### ENSAYO 13 - COMPORTAMIENTO DE FAMILIAS - MG

BLOQUES:3

FAMILIAS: 6

**Dependent Variable: DAP**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	96.0169712	13.7167102	1.57	0.2483
Error	10	87.1006885	8.7100689		
Corrected Total	17	183.1176597			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    DAP Mean  
0.524346    9.740370    2.951283    30.29949

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	2	27.21160217	13.60580108	1.56	0.2568
ESPECIES	5	68.80536900	13.76107380	1.58	0.2514(ns)

**Dependent Variable: DAMHT**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	24.20595038	3.45799291	1.52	0.2636
Error	10	22.71087553	2.27108755		
Corrected Total	17	46.91682591			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    DAMHT Mean  
0.515933    8.104574    1.507013    18.59460

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	2	7.23254189	3.61627094	1.59	0.2510
ESPECIES	5	16.97340850	3.39468170	1.49	0.2748(ns)

**Dependent Variable: HT**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	21.01230147	3.00175735	3.28	0.0440
Error	10	9.15744130	0.91574413		
Corrected Total	17	30.16974277			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    HT Mean  
0.696469    5.669253    0.956945    16.87956

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	2	8.58405648	4.29202824	4.69	0.0366
ESPECIES	5	12.42824499	2.48564900	2.71	0.0841(ns)

**Dependent Variable: F**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	0.02262236	0.00323177	1 0.87	0.0006
Error	10	0.00297356	0.00029736		
Corrected Total	17	0.02559591			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    F Mean  
0.883827    4.534029    0.017244    0.380324

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	2	0.00030343	0.00015172	0.51	0.6152
ESPECIES	5	0.02231893	0.00446379	15.01	0.0002(**)

**Dependent Variable: AB**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	0.00228451	0.00032636	1.38	0.3117
Error	10	0.00236929	0.00023693		
Corrected Total	17	0.00465380			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    AB Mean  
0.490892    20.56527    0.015392    0.074847

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	2	0.00079425	0.00039713	1.68	0.2356
ESPECIES	5	0.00149026	0.00029805	1.26	0.3531(ns)

**Dependent Variable: VOL**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	0.10822939	0.01546134	3.35	0.0412
Error	10	0.04609872	0.00460987		
Corrected Total	17	0.15432811			

R-Square 0.701294    Coeff Var 14.13360    Root MSE 0.067896    VOL Mean 0.480388

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	2	0.04875744	0.02437872	5.29	0.0271
ESPECIES	5	0.05947195	0.01189439	2.58	0.0948(ns)

**PRUEBA DE TUKEY**

DAP				DAMHT				HT			
Tukey Group	Mean	N	FAMILIAS	Tukey Group	Mean	N	FAMILIAS	Tukey Group	Mean	N	FAMILIAS
A	32.802	3	197	A	20.015	3	197	A	18.3893	3	197
A				A				A			
A	31.896	3	1	A	19.683	3	1	A	17.4808	3	193
A				A				A			
A	31.198	3	193	A	18.588	3	195	A	16.5869	3	1
A				A				A			
A	30.429	3	195	A	18.171	3	194	A	16.5417	3	195
A				A				A			
A	28.012	3	196	A	17.800	3	193	A	16.4607	3	196
A				A				A			
A	27.459	3	194	A	17.312	3	196	A	15.8181	3	194
F				AB				VOL			
A	0.44250	3	194	A	0.08580	3	197	A	0.59014	3	197
				A				A			
B	0.39351	3	1	A	0.08266	3	1	A	0.51355	3	1
B				A				A			
B	0.37933	3	196	A	0.07957	3	193	A	0.47054	3	195
B				A				A			
C B	0.37167	3	195	A	0.07508	3	195	A	0.45728	3	193
C B				A				A			
C B	0.37161	3	197	A	0.06548	3	196	A	0.42564	3	194
C				A				A			
C	0.32333	3	193	A	0.06050	3	194	A	0.42517	3	196
SUP											
A	1.0000	3	195								
A											
A	0.9167	3	197								
A											
A	0.8750	3	196								
A											
A	0.8750	3	193								
A											
A	0.7917	3	194								
A											
A	0.7917	3	1								

EVALUACIÓN ANTERIOR (Agosto 97' – 6 años de edad)

<b>DAP</b>				<b>DAMHT</b>				<b>HT</b>			
Tukey Group	Mean	N	FAMILIA	Tukey Group	Mean	N	FAMILIA	Tukey Group	Mean	N	FAMILIA
A	14.719	3	197	A	8.1361	3	197	A	8.1722	3	197
A				A				A			
A	13.500	3	195	A	7.7167	3	195	B A	7.6750	3	193
A				A				B A			
A	13.353	3	193	A	7.6750	3	196	B A	7.3833	3	195
A				A				B A			
A	12.175	3	196	A	7.5556	3	1	B A	6.7417	3	196
A				A				B A			
A	12.167	3	1	A	7.4139	3	193	B A	6.3667	3	194
A				A				B			
A	12.058	3	194	A	6.7917	3	194	B	6.0389	3	1
<b>F</b>				<b>AB</b>				<b>VOL</b>			
A	0.5508	3	196	A	0.017356	3	197	A	0.043628	3	197
A				A				A			
A	0.3983	3	1	A	0.014750	3	195	A	0.036425	3	195
A				A				A			
A	0.3500	3	195	A	0.014064	3	193	A	0.034633	3	196
A				A				A			
A	0.3267	3	194	A	0.012417	3	196	A	0.033667	3	193
A				A				A			
A	0.3125	3	193	A	0.011844	3	1	A	0.028161	3	1
A				A				A			
A	0.3114	3	197	A	0.011800	3	194	A	0.024142	3	194
<b>SUP</b>											
A	1.0000	3	195								
A											
A	0.9580	3	193								
A											
A	0.9580	3	197								
A											
A	0.9580	3	196								
A											
B A	0.8750	3	194								
B											
B	0.7080	3	1								

## ANEXO XXIV

### ENSAYO 14 - COMPORTAMIENTO DE FAMILIAS - MG

BLOQUES:3

FAMILIAS: 6

**Dependent Variable: DAP**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	91.87411326	13.12487332	19.35	<.0001
Error	10	6.78217708	0.67821771		
Corrected Total	17	98.65629034			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    DAP Mean  
0.931254    3.164045    0.823540    26.02806

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	2	1.04695842	0.52347921	0.77	0.4878
ESPECIES	5	90.82715483	18.16543097	26.78	<.0001(**)

**Dependent Variable: DAMHT**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	39.84963184	5.69280455	17.76	<.0001
Error	10	3.20473866	0.32047387		
Corrected Total	17	43.05437050			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    DAMHT Mean  
0.925565    3.347548    0.566104    16.91101

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	2	0.64286735	0.32143367	1.00	0.4009
ESPECIES	5	39.20676450	7.84135290	24.47	<.0001(**)

**Dependent Variable: HT**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	26.56693840	3.79527691	10.77	0.0006
Error	10	3.52262891	0.35226289		
Corrected Total	17	30.08956731			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    HT Mean  
0.882929    3.279675    0.593517    18.09684

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	2	2.26813618	1.13406809	3.22	0.0833
ESPECIES	5	24.29880222	4.85976044	13.80	0.0003(**)

**Dependent Variable: F**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	0.00012194	0.00001742	0.87	0.5597
Error	10	0.00020005	0.00002000		
Corrected Total	17	0.00032198			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    F Mean  
0.378702    1.063290    0.004473    0.420645

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	2	0.00003770	0.00001885	0.94	0.4218
ESPECIES	5	0.00008424	0.00001685	0.84	0.5495(ns)

**Dependent Variable: AB**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	0.00144146	0.00020592	17.23	<.0001
Error	10	0.00011948	0.00001195		
Corrected Total	17	0.00156095			

R-Square    Coeff Var    Root MSE    AB Mean  
0.923455    6.266571    0.003457    0.055160

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUES	2	0.00002475	0.00001237	1.04	0.3902
ESPECIES	5	0.00141672	0.00028334	23.71	<.0001(**)



EVALUACIÓN ANTERIOR (Agosto 97' – 6 años de edad)

DAP				DAMHT				HT			
Tukey Group	Mean	N	FAMILIA	Tukey Group	Mean	N	FAMILIA	Tukey Group	Mean	N	FAMILIA
A	13.767	3	14	A	7.8500	3	14	A	7.3500	3	1
A				A				A			
A	12.739	3	44	A	7.7028	3	44	A	7.3083	3	44
A				A				A			
A	12.606	3	2	A	7.1583	3	1	A	7.3000	3	14
A				A				A			
A	12.217	3	1	A	7.0694	3	2	A	7.2028	3	2
A				A				A			
A	12.033	3	17	A	6.9056	3	17	A	6.8694	3	17
A				A				A			
A	11.800	3	18	A	6.8028	3	18	A	6.8167	3	18
A				A				A			
F				AB				VOL			
A	0.37528	3	44	A	0.015017	3	14	A	0.035917	3	14
A				A				A			
A	0.35722	3	18	A	0.012856	3	44	A	0.035392	3	44
A				A				A			
A	0.34750	3	1	A	0.012761	3	2	A	0.030333	3	1
A				A				A			
A	0.33250	3	14	A	0.011825	3	1	A	0.029553	3	2
A				A				A			
A	0.33056	3	17	A	0.011483	3	18	A	0.026881	3	18
A				A				A			
A	0.31389	3	2	A	0.011458	3	17	A	0.026261	3	17
A				A				A			
SUP											
A	0.9792	3	17								
A											
A	0.9583	3	18								
A											
A	0.9583	3	1								
A											
A	0.9375	3	14								
A											
A	0.9167	3	2								
A											
A	0.9167	3	44								

## ANEXO XXV

### LISTA DE ESPECIES Y PROCEDENCIAS EVALUADAS

A	B	C	D	E	F
P.TAEDA T.FOR	1	C.LUSITANICA AF.SUR	6	1	1
P.ELLIOTTI FLORIDA	1	C.LUSITANICA SJ-COSTA RICA	6	2	1
P.RADIATA C.POR	1	C.PIRAMIDALE C.CER	1	3	2
P.TAEDA MSTO	1	E.BOTRYOIDES AUSTRALIA	6	4	3
P.PATULA N.ZEL	1	E.BOTRYOIDES AUSTRALIA	10	4	3
P.TAEDA F.DEL	1	E.Camaldulensis Sunchubamba	6	5	4
P.ELLIOTTI F.P.CLA	1	E.CINEREA GUNNING AREA	6	6	5
P.TAEDA F.NAS	1	E.Dalrympleana Barrington Tops	6	7	6
P.TENUIFOLIA GUATEMALA	1	E.FASTIGATA TALLAGANDA	6	8	7
E.GLOBULUS HUANCAYO	1	E.GLO.MA. AUSTRALIA	1	9	8
E.GLO.MA. AUSTRALIA	1	E.GLOBULUS CAJAMARCA	6	10	9
C.PIRAMIDALE C.CER	1	E.GLOBULUS CAJAMARCA	10	10	9
P.PINASTER PORTUGAL	2	E.GLOBULUS HUANCAYO	1	11	9
P.RADIATA ESPAÑA	2	E.GLOBULUS PERÚ	2	12	9
P.HALEPENSIS PORTUGAL	2	E.Polyanthemos New ENGLAND	6	13	10
P.RADIATA N.ZELANDA	2	E.VIMINALIS AUSTRALIA	2	14	11
E.GLOBULUS PERÚ	2	E.VIMINALIS AUSTRALIA	10	14	11
E.VIMINALIS AUSTRALIA	2	P.CARIBEA HONDURAS	6	15	12
P.PATULA ZIMBAWE AFRICA	3	P.cooperi Mexico	12	16	13
P.PATULA TARTAR	4	P.Duralgensis MEXICO	8	17	14
P.pseudostrobus PORCÓN	4	P.Duralgensis MEXICO	12	17	14
P.PATULA PORCÓN	4	P.ECHINATA TEXAS CHEROKEE	6	18	15
P.RADIATA COCHAMARCA	4	P.ELLIOTTI F.P.CLA	1	19	16
P.PATULA PORCÓN	5	P.ELLIOTTI FLORIDA	1	20	16
P.PATULA COCHAMARCA	5	P.HALEPENSIS PORTUGAL	2	21	17
P.pseudostrobus COCHAMARCA	5	P.hartweggii Mexico	12	22	18
P.RADIATA COCHAMARCA	5	P.PALUSTRIS ALABAMA CLAY	6	23	19
P.pseudostrobus TARTAR	5	P.PATULA COCHAMARCA	5	24	20
P.CARIBEA HONDURAS	6	P.PATULA N.ZEL	1	25	20
P.ECHINATA TEXAS CHEROKEE	6	P.PATULA N.ZEL	12	25	20
P.PALUSTRIS ALABAMA CLAY	6	P.PATULA N.ZEL	8	25	20
P.TENUIFOLIA MEXICO	6	P.PATULA PORCÓN	4	26	20
P.RADIATA N.ZELANDA	6	P.PATULA PORCÓN	5	26	20
P.TENUIFOLIA GUATEMALA	6	P.PATULA TARTAR	4	27	20
E.BOTRYOIDES AUSTRALIA	6	P.PATULA ZIMBAWE AFRICA	3	28	20
E.Camaldulensis Sunchubamba	6	P.PATULA ZIMBAWE AFRICA	7	28	20
E.Dalrympleana Barrington Tops	6	P.PATULA ZIMBAWE AFRICA	14	28	20
E.FASTIGATA TALLAGANDA	6	P.PINASTER PORTUGAL	2	29	21
E.CINEREA GUNNING AREA	6	P.pseudostrobus COCHAMARCA	5	30	22
E.GLOBULUS CAJAMARCA	6	P.pseudostrobus Guatemala	12	31	22

E.Polyanthemos New ENGLAND	6	P.pseudostrobis PORCÓN	4	32	22
C.LUSITANICA SJ-COSTA RICA	6	P.pseudostrobis TARTAR	5	33	22
C.LUSITANICA AF.SUR	6	P.pseudostrobis Zimbawe África	11	34	22
P.PATULA ZIMBAWE AFRICA	7	P.pseudostrobis Zimbawe África	13	34	22
P.PATULA N.ZEL	8	P.RADIATA C.POR	1	35	22
P.Duralgensis MEXICO	8	P.RADIATA Chile	12	36	23
P.RADIATA N.ZELANDA	8	P.RADIATA COCHAMARCA	4	37	23
P.TAEDA ZIMBAWE ÁFRICA	9	P.RADIATA COCHAMARCA	5	37	23
E.BOTRYOIDES AUSTRALIA	10	P.RADIATA ESPAÑA	2	38	23
E.VIMINALIS AUSTRALIA	10	P.RADIATA N.ZELANDA	2	39	23
E.GLOBULUS CAJAMARCA	10	P.RADIATA N.ZELANDA	6	39	23
P.pseudostrobis Zimbawe África	11	P.RADIATA N.ZELANDA	8	39	23
P.PATULA N.ZEL	12	P.rudis Mexico	12	40	24
P.pseudostrobis Guatemala	12	P.TAEDA F.DEL	1	41	25
P.RADIATA Chile	12	P.TAEDA F.NAS	1	42	25
P.cooperi Mexico	12	P.TAEDA MSTO	1	43	25
P.rudis Mexico	12	P.TAEDA T.FOR	1	44	25
P.hartweggii Mexico	12	P.TAEDA ZIMBAWE ÁFRICA	9	45	25
P.Duralgensis MEXICO	12	P.TENUIFOLIA GUATEMALA	1	46	26
P.pseudostrobis Zimbawe África	13	P.TENUIFOLIA GUATEMALA	6	46	26
P.PATULA ZIMBAWE AFRICA	14	P.TENUIFOLIA MEXICO	6	47	26

A : Lista de especies con sus procedencias por orden de ensayo

B : Número de ensayo

C : Lista de especies con sus procedencias por orden alfabético

D : Número de ensayo

E : Número de especie con su procedencia (TOTAL = 47)

F : Número de especie (independientemente de su procedencia) (Total = 26)

