

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

ÍNDICE

	Página
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
RESUMEN.....	V
ÍNDICE.....	VII
LISTA DE CUADROS.....	X
LISTA DE FIGURAS	XI
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
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
3. MATERIALES Y MÉTODOS	43
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
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	50
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
5. CONCLUSIONES	120
6. RECOMENDACIONES.....	122

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

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

Lista de cuadros

	Página
CUADRO 1	CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS EN PENDIENTE SEGÚN SU CAPACIDAD DE USO 16
CUADRO 2	CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS POR LA PENDIENTE 16
CUADRO 3	GANANCIAS ESPERADAS DE VARIAS CLASES DE HUERTOS SOBRE MATERIAL DE PLANTACIÓN COMERCIAL..... 24
CUADRO 4	CRECIMIENTO <i>PINUS PATULA</i> 32
CUADRO 5	CRECIMIENTO <i>PINUS PSEUDOSTROBUS</i> 34
CUADRO 6	CRECIMIENTO <i>PINUS RADIATA</i> 36
CUADRO 7	CALIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS 47
CUADRO 8	ENSAYOS DE INTRODUCCIÓN DE ESPECIES FORESTALES EVALUADOS 69
CUADRO 9	ENSAYOS DE MEJORAMIENTO GENÉTICO EVALUADOS 70
CUADRO 10	CALIFICACIÓN DE LA CALIDAD 72
CUADRO 11	PRUEBA DE TUKEY - ENSAYO 6 75
CUADRO 12	PRUEBA DE TUKEY - ENSAYO 1 81
CUADRO 13	PRUEBA DE TUKEY - ENSAYO 12 83
CUADRO 14	PRUEBA DE TUKEY - ENSAYO 2 87
CUADRO 15	PRUEBA DE TUKEY - ENSAYO 8 90
CUADRO 16	PRUEBA DE TUKEY - ENSAYO 10 92
CUADRO 17	PRUEBA DE TUKEY - ENSAYO3..... 95
CUADRO 18	PRUEBA DE TUKEY - ENSAYO 7 97
CUADRO 19	PRUEBA DE TUKEY - ENSAYO 9 100
CUADRO 20	PRUEBA DE TUKEY - ENSAYO 13 102
CUADRO 21	PRUEBA DE TUKEY - ENSAYO 14 104
CUADRO 22	PRUEBA DE TUKEY - ENSAYO 11 107
CUADRO 23	ARBORETOS EVALUADOS CON LAS ESPECIES SELECCIONADAS, PROCEDENCIAS Y RESULTADOS PARA LOS ENSAYOS DE IEF 114
CUADRO 24	ARBORETOS EVALUADOS CON LAS FAMILIAS SELECCIONADAS Y RESULTADOS PARA LOS ENSAYOS DE COMPORTAMIENTO DE FAMILIAS - MG..... 115
CUADRO 25	ARBORETOS EVALUADOS CON LOS ÁRBOLES SELECCIONADOS PARA CADA ESPECIE Y RESULTADOS PARA LOS ENSAYOS DE SELECCIÓN MASAL - MG 116
CUADRO 26	RESUMEN DE LOS ARBORETOS EVALUADOS, CARACTERÍSTICAS GENERALES Y ESPECIES SELECCIONADAS 117
CUADRO 27	RELACIÓN DE TODOS LOS ENSAYOS INSTALADOS EN LOS ARBORETOS EVALUADOS 119

Lista de figuras

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

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