

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
Y AMBIENTALES.**

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

**Evaluación del comportamiento de procedencias de *Pinus patula* Schlect. et
Cham en dos sitios en las provincias de Imbabura y Pichincha**

**Tesis presentada como requisito para optar por el Título de
Ingeniero Forestal.**

AUTORES:

María Isabel Vizcaíno Pantoja

Juan Carlos Pupiales Alvarado

DIRECTOR:

Ing. Carlos Baltasar Eduardo Aguirre Castillo

IBARRA - ECUADOR

2008

DATOS GENERALES

ESCUELA: INGENIERÍA FORESTAL.
ÁREA ACADÉMICA: REPOBLACIÓN FORESTAL
ASIGNATURA: GENÉTICA FORESTAL
TEMA: Evaluación del comportamiento de procedencias de *Pinus patula* Schlect. et Cham en dos sitios en las provincias de Imbabura y Pichincha.

RELACIÓN CON FINES

DE INVESTIGACIÓN: INTRODUCCIÓN DE ESPECIES FORESTALES

INVESTIGADORES: MARÍA ISABEL VIZCAÍNO PANTOJA
JUAN CARLOS PUPIALES ALVARADO

LOCALIZACIÓN:

SITIO I

PROVINCIA: IMBABURA
CANTÓN: COTACACHI
PARROQUIA: EL SAGRARIO
SITIO: ITALQUI

SITIO II

PROVINCIA: PICHINCHA
CANTÓN: RUMIÑAHUI
PARROQUIA: SANGOLQUÍ
SITIO: LA SERRANA

COMITÉ ASESOR

DIRECTOR DE TESIS: ING. CARLOS AGUIRRE
ASESOR: ING. EDGAR VÁSQUEZ
ASESOR: ING. JAIME TORRES
ASESOR: ING. ANTONIO JARAMILLO

**Evaluación del comportamiento de procedencias de *Pinus patula* Schlect. et
Cham en dos sitios en las provincias de Imbabura y Pichincha**

Aprobado:

Decano:

.....
Ing. Galo Varela

Director de tesis

.....
Ing. Carlos Aguirre C. Mg.Sc

Miembros del tribunal:

Asesor

.....
Ing. Edgar Vásquez

Asesor

.....
Ing. Jaime Torres

Asesor

.....
Ing. Antonio Jaramillo Mg.Sc

Biometrista

.....
Ing. Carlos Aguirre C. Mg.Sc

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro agradecimiento al **Ing. Marcelo Quevedo** por permitirnos realizar las evaluaciones en su predio, al **Ing. Raúl Fuentes** por habernos facilitado el sitio de investigación, brindarnos su apoyo y amistad.

Manifestamos nuestro profundo agradecimiento al **Ing. Carlos Aguirre**, Director de Tesis, por brindarnos la oportunidad y el apoyo incondicional para culminar con éxito esta etapa de nuestra vida académica, ya que con la ayuda de sus incalculables conocimientos, su tiempo y esfuerzo se logró la estructuración y perfeccionamiento de la presente investigación.

Deseamos agradecer al **Ing. Edgar Vásquez**, **Ing. Antonio Jaramillo** e **Ing. Jaime Torres**, quienes como asesores formaron parte esencial en la realización de este documento al exponernos sus conocimientos y experiencias.

A la vez queremos agradecer al **Ing. Leonidas Nicolalde** por su colaboración con el manejo del programa SAS. Al Sr. **Eduardo Boada**, **José Vizcaíno**, **Manuel Vizcaíno** y **Víctor Pupiales** por la ayuda prestada en las mediciones. A todos y cada una de las personas que de una u otra forma nos colaboraron y creyeron en nosotros, encaminando nuestros conocimientos y esfuerzos para plasmarlos en la presente investigación.

LOS AUTORES

DEDICATORIA

La presente investigación se la dedico a DIOS, quien guía mi vida y me da fuerzas para seguir mi camino; a mi madre TERESA VIZCAÍNO, quien con amor, dedicación y sacrificio ha hecho todo lo posible para que cumpla mis aspiraciones y sea una persona de bien; a mis tíos ROSARIO y MANUEL VIZCAÍNO, quienes me han brindado su apoyo incondicional en todo lo que me he propuesto; a mi abuelita MARÍA PANTOJA, quien me ha dado siempre su amor y ternura; a mis hermanos DAVID y JOSÉ, quienes me brindan su cariño y aliento; a MANUEL NARVÁEZ, quien ha sabido ganarse el papel de padre en mi vida.

A mi hijo ANTONIO, que es la razón de mí existir y por quién me esfuerzo día a día para ser una buena madre, persona y profesional.

MARÍA

Esta investigación se la dedico a DIOS, quien me motiva espiritualmente y guía el camino de mi vida; a mis padres ESPERANZA ALVARADO y VÍCTOR PUPIALES, quienes con cariño, dedicación y esfuerzo me han inculcado valores y por su apoyo incondicional para cumplir mis metas; a mis hermanas y hermanos, quienes siempre han estado junto a mí brindándome su cariño, ayuda y confianza; a mis tíos y abuelos, quienes me alientan para alcanzar mis objetivos.

JUAN CARLOS

ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	1
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos	3
1.1.1 Objetivo general.....	3
1.1.2 Objetivos específicos.....	3
1.2 Hipótesis.....	4
CAPÍTULO II	5
2 REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1 Clasificación botánica.....	5
2.2 Distribución natural.....	5
2.3 Descripción botánica.....	6
2.4 Ecología.....	7
2.4.1 Requerimientos Ambientales	7
2.4.2 Plagas	8
2.5 Silvicultura.....	9
2.5.1 Propagación.....	9
2.5.1.1 Obtención y manejo de la semilla.....	9

2.5.1.2	Siembra.....	11
2.5.1.3	Germinación.....	12
2.5.1.3.1	Ensayo de Germinación.....	14
2.5.2	Operaciones silviculturales.....	14
2.5.2.1	Raleo.....	14
2.5.2.1.1	Selección de los árboles a ralear.....	15
2.5.2.1.2	Señalamiento de loa árboles a ralear.....	16
2.5.2.1.3	Ejecución.....	19
2.5.2.1.4	Raleo de procedencias.....	19
2.5.3	La poda.....	19
2.5.3.1	Ejecución de la poda.....	20
2.5.3.2	Herramientas para la poda.....	21
2.5.3.3	Características del corte.....	22
2.6	Utilización.....	24
2.7	Procedencia.....	24
2.7.1	Fuentes semilleras.....	25
2.8	Huertos semilleros de producción.....	25
2.9	Ensayos de procedencia y progenie.....	26
2.9.1	Seguimiento y monitoreo de los ensayos de procedencia y progenie.....	26
2.9.1.1	Resultados del ensayo de procedencias de <i>Pinus patula</i> en San Agustín de Callo, Cotopaxi.....	28
2.9.1.2	Ensayo de Procedencias de <i>Pinus patula</i> en tres sitios diferentes en la provincia de Loja.....	31

2.9.1.3	Evaluación de ensayos de progenies y procedencias de <i>Pinus patula</i> en el departamento de Antioquía - Colombia a los 5 años de edad.	32
2.9.1.4	Evaluación de ensayos de progenies y procedencias de <i>Pinus patula</i> en los dos sitios de estudio a los 29 meses de edad.	34
2.9.1.5	Evaluación de ensayos de procedencias de <i>Pinus patula</i> en los dos sitios de estudio a los 80 y 83 mese de edad.	35
CAPÍTULO III.....		37
3 MATERIALES Y MÉTODOS.		37
3.1	Descripción de los sitios de investigación.	37
3.1.1	Localización del área de estudio del sitio I (Iltaquí).	37
3.1.2	Datos climáticos	38
3.1.3	Análisis de suelo.	38
3.1.3.1	Análisis físico.....	38
3.1.3.2	Análisis químico	39
3.1.4	Localización del área de estudio del sitio II (La Serrana).....	40
3.1.5	Datos climáticos	40
3.1.6	Análisis de suelo.	41
3.1.6.1	Análisis físico.....	41
3.1.6.2	Análisis químico	42
3.2	Materiales e instrumentos.	42
3.2.1	Materiales.....	42

3.2.1.1	Materiales de campo	42
3.2.1.2	Materiales de laboratorio.....	42
3.2.2	Instrumentos.....	43
3.2.2.1	Instrumentos de campo	43
3.2.2.2	Instrumentos de laboratorio.....	43
3.3	Factores en estudio.....	43
3.3.1	Procedencias de <i>Pinus patula</i>	43
3.3.2	Diseño experimental.....	44
3.4	Metodología.	45
3.4.1	Recopilación de información.	45
3.4.2	Etapas de la investigación.	45
3.4.2.1	Redelimitación de los bloques e identificación de las procedencias.....	45
3.4.2.2	Toma de datos de las variables.....	46
3.4.2.2.1	Diámetro a la altura del pecho (DAP).....	46
3.4.2.2.2	Altura total (H).....	46
3.4.2.2.3	Altura de fuste (HF)	47
3.4.2.2.4	Altura de copa (HCP).....	47
3.4.2.2.5	Diámetro de copa	47
3.4.2.2.6	Rectitud de fuste.....	47
3.4.2.2.7	Fenología.....	48
3.4.2.2.8	Ataque de plagas y/o enfermedades.....	48
3.4.2.2.9	Recolección de frutos y ensayo de germinación de semillas	49
3.5	Raleo.	50
3.5.1	Raleo previo.	51

3.5.2	Raleo final.....	51
3.6	Análisis de la información	52
3.6.1	Prueba de diferencia de las medias.	52
3.6.2	Análisis de varianza.	52
3.6.3	Prueba de rango múltiple.	53
3.6.4	Análisis de correlación.....	53
3.6.5	Análisis de regresión.....	54
3.6.6	Análisis de costos.....	54
CAPÍTULO IV		55
4 RESULTADOS.....		55
4.1	Ensayo de Iltaqi.....	56
4.1.1	Análisis de las variables.....	56
4.1.1.1	Sobrevivencia.....	56
4.1.1.2	Diámetro a la altura del pecho (DAP).....	57
4.1.1.3	Altura total (H).....	58
4.1.1.4	Altura de fuste (HF)	59
4.1.1.5	Altura de copa (HCP).....	60
4.1.1.6	Diámetro de copa (DC).....	62
4.1.1.7	Rectitud de fuste (RF)	63
4.1.1.8	Fenología.....	64
4.1.1.9	Ataque de plagas y enfermedades	65

4.1.2	Análisis de correlación.....	66
4.1.2.1	Correlación de diámetro a la altura del pecho – altura total	66
4.1.2.2	Correlación de altura de copa – diámetro de copa	67
4.1.3	Análisis de regresión.....	68
4.1.3.1	Regresión de diámetro a la altura del pecho – altura total	68
4.1.3.2	Regresión de altura de copa – diámetro de copa.....	68
4.1.4	Análisis de costos.....	68
4.1.5	Ensayo de germinación de las semillas.....	69
4.1.6	Operaciones silviculturales.....	70
4.1.6.1	Raleo previo.....	70
4.1.6.2	Raleo final.....	72
4.2	Ensayo de La Serrana.....	74
4.2.1	Análisis de las variables.....	74
4.2.1.1	Sobrevivencia.....	74
4.2.1.2	Diámetro a la altura del pecho (DAP).....	75
4.2.1.3	Altura total (H).....	77
4.2.1.4	Altura de fuste (HF)	80
4.2.1.5	Altura de copa (HCP).....	82
4.2.1.6	Diámetro de copa (DC)	84
4.2.1.7	Rectitud de fuste (RF)	86
4.2.1.8	Fenología.....	87
4.2.1.9	Ataque de plagas y enfermedades	88
4.2.2	Análisis de correlación.....	90
4.2.2.1	Correlación de diámetro a la altura del pecho – altura total	90

4.2.2.2	Correlación de altura de copa – diámetro de copa	90
4.2.3	Análisis de regresión.....	91
4.2.3.1	Regresión de diámetro a la altura del pecho – altura total	91
4.2.3.2	Regresión de altura de copa – diámetro de copa.....	91
4.2.4	Análisis de costos.....	91
CAPÍTULO V.....		92
5 DISCUSIÓN.....		92
CAPÍTULO VI.....		96
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		96
6.1	Conclusiones.....	96
6.2	Recomendaciones.....	97
CAPÍTULO VII.....		99
7 RESUMEN.....		99
CAPÍTULO VIII.....		101
8 SUMMARY.....		101

CAPÍTULO IX	103
9 BIBLIOGRAFÍA	103
CAPÍTULO X	108
10 ANEXOS	108

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Información de las procedencias de <i>Pinus patula</i>	44
Cuadro 2. Distribución de semillas de 29 procedencias de <i>Pinus patula</i> recolectadas del sitio I Iltaqui	50
Cuadro 3. Diseño para el análisis de varianza	53
Cuadro 4. Porcentaje de sobrevivencia individual de 29 procedencias de <i>Pinus patula</i> a los 9.3 años de edad en Iltaqui	57
Cuadro 5. Prueba de Duncan de diámetro a la altura del pecho de 29 procedencias de <i>Pinus patula</i> a los 9.3 años de edad en Iltaqui	58
Cuadro 6. Prueba de Duncan de altura total de 29 procedencias de <i>Pinus patula</i> a los 9.3 años de edad en Iltaqui	59
Cuadro 7. Prueba de Duncan de altura de fuste de 29 procedencias de <i>Pinus patula</i> a los 9.3 años de edad en Iltaqui	60
Cuadro 8. Prueba de Duncan de altura de copa de 29 procedencias de <i>Pinus patula</i> a los 9.3 años de edad en Iltaqui	61
Cuadro 9. Prueba de Duncan de diámetro de copa de 29 procedencias de <i>Pinus patula</i> a los 9.3 años de edad en Iltaqui	62
Cuadro 10. Prueba de Duncan de rectitud de fuste de 29 procedencias de <i>Pinus patula</i> a los 9.3 años de edad en.....	64
Cuadro 11. Promedios de ataque de plagas y enfermedades de 29 procedencias de <i>Pinus patula</i> a los 9.3 años de edad en Iltaqui	66
Cuadro 12. Costos de mantenimiento en Iltaqui.....	69
Cuadro 13. Porcentaje de germinación de procedencias de <i>Pinus patula</i>	69

Cuadro 14. Cantidad de individuos eliminados en el raleo previo del sitio I Iltaqui	71
Cuadro 15. Cantidad de individuos eliminados en el raleo final del sitio I Iltaqui	73
Cuadro 16. Porcentaje de sobrevivencia individual de 49 procedencias de <i>Pinus patula</i> a los 9.8 años de edad en La Serrana	75
Cuadro 17. Promedios de diámetro a la altura del pecho de 49 procedencias de <i>Pinus patula</i> a los 9.8 años de edad en La Serrana	77
Cuadro 18. Prueba de Duncan de altura total de 49 procedencias de <i>Pinus patula</i> a los 9.8 años de edad en La Serrana	79
Cuadro 19. Prueba de Duncan de altura de fuste de 49 procedencias de <i>Pinus patula</i> a los 9.8 años de edad en La Serrana	81
Cuadro 20. Prueba de Duncan de altura de copa de 49 procedencias de <i>Pinus patula</i> a los 9.8 años de edad en La Serrana	83
Cuadro 21. Promedios de diámetro de copa de 49 procedencias de <i>Pinus patula</i> a los 9.8 años de edad en La Serrana	85
Cuadro 22. Prueba de Duncan de rectitud de fuste de 49 procedencias de <i>Pinus patula</i> a los 9.8 años de edad en La Serrana	87
Cuadro 23. Prueba de Duncan de ataque de plagas y enfermedades de 49 procedencias de <i>Pinus patula</i> a los 9.8 años de edad en La Serrana	89
Cuadro 24. Costos de mantenimiento en La Serrana.....	91

CAPÍTULO I

1 INTRODUCCIÓN.

La creciente demanda de productos forestales y la disminución de bosque nativo remanente en la región interandina hacen necesaria la investigación para la implementación de fuentes semilleras de especies valiosas y adaptables a las condiciones de suelo y clima

En 1998 se inicia la segunda fase del Proyecto de Mejoramiento Genético Forestal en la República del Ecuador (PMGF) ejecutado por el Ex INEFAN y auspiciado por PROFAFOR – FACE que en coordinación con el proyecto ECOPAR se implementa los ensayos de procedencia de *Pinus patula* en los sitios la Serrana, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha e Iltaqui, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura.

Se ha introducido en Ecuador el *Pinus patula*, originario de México como una alternativa para los dos sitios cuyas características persistentes es la presencia de neblina. Cabe destacar que el *Pinus patula* es una especie resistente a esta condición metereológica, que *Pinus radiata*, muy difundido en el callejón Interandino resultó ser susceptible

La presente investigación es un avance en el estudio del comportamiento de procedencias de *Pinus patula* en los dos sitios, ya que Aguirre y Estévez realizaron la evaluación de los ensayos a los 29 meses de edad y, Mullo y Sandoval los evaluaron entre los 68 y 80 meses en Iltaqi y entre los 71 y 83 meses en La Serrana.

En el presente estudio se dió seguimiento y monitoreo a los sitios experimentales Iltaqi y La Serrana para transformarlos luego en fuentes semilleras, se buscó determinar, en base a investigaciones realizadas y mensuraciones futuras, las mejores procedencias que produzcan semillas de alta calidad y que sean resistentes a problemas fitosanitarios. Se espera promover plantaciones forestales de *Pinus patula* que ofrezcan réditos económicos al inversionista forestal, en áreas cuyas características edafo-climáticas sean compatibles con los requerimientos de la especie.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

- Evaluar el comportamiento de procedencias de *Pinus patula* Schlect. et Cham en dos sitios en las provincias de Imbabura y Pichincha

1.1.2 Objetivos específicos.

- Identificar las procedencias que tengan mayor desarrollo en diámetro a la altura del pecho (DAP), diámetro de copa, altura total, altura de fuste, altura de copa y rectitud del fuste.
- Determinar el porcentaje y tiempo de germinación de las semillas de las procedencias que fructifiquen.
- Evaluar los costos de manejo de cada uno de los sitios durante el periodo de la investigación.

1.2 Hipótesis

H₀: No existen diferencias en el crecimiento entre las procedencias de *Pinus patula*.

H_a: Existen diferencias en el crecimiento al menos en una de las procedencias investigadas.

CAPÍTULO II

2 REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1 Clasificación botánica.

Familia: PINACEAE

Nombre científico: *Pinus patula* Schlect. et Cham.

Nombres comunes: Pino patula, penador de neblinas, ocote, pino llorón, pino triste, pino lacio, pino colorado, pino chino, pino xalacote, pino macho, ocote liso, ocote colorado. (Martínez, M. 1994)

2.2 Distribución natural.

Pinus patula es originario de México. El área de distribución es limitada y discontinua, crece básicamente en tres zonas boscosas, en las faldas al este de la Sierra Madre Oriental, entre los paralelos 18 y 21 a altitudes de 1800 a 2700 m.s.n.m. En esta zona se encuentra frecuentemente asociado con *P. teocote*. (Lamprecht. 1990).

2.3 Descripción botánica.

El árbol de *Pinus patula* alcanza una altura de aproximadamente 35 - 40 m (en plantaciones hasta 50m) y un DAP de hasta 120cm. (Lamprecht, 1990)

El sistema radicular es robusto amplio y profundo (más de 6m), lo cual garantiza un buen arraigamiento, aprovisionamiento de agua y nutrimentos. (Lamprecht, 1990)

La copa es más o menos esférica. Sus acículas en forma de agujas colgantes, le confieren una apariencia característica (pino llorón). (Lamprecht, 1990)

La corteza es suberosa, de color grisáceo-marrón y con profundos surcos longitudinales; en un árbol es maduro, esta puede constituir hasta el 12% del volumen total. En sitios secos y en tierras bajas algunos árboles desarrollan una corteza casi completamente lisa. (Lamprecht, 1990)

Las hojas aciculares están en hacecillos de tres a cuatro (raras veces de cinco) y miden aproximadamente de 15 a 30cm de largo, son colgantes y permanecen en el árbol de 2 a 4 años. (Lamprecht, 1990)

Los conos son brillantes, de color gris claro a marrón, miden de 4 a 12cm de largo y tienen un diámetro de 2.5 a 4 cm. Su forma es cónica, asimétrica y torcida; se

encuentra en haces de 3 a 6. Un cono contiene de 40 a 80 semillas viables, aladas y de color marrón-negruzco. (Lamprecht, 1990)

2.4 Ecología.

2.4.1 Requerimientos Ambientales

En el área de su distribución natural, *Pinus patula* requiere de un clima moderadamente cálido, con temperaturas de 12 a 18 °C (la temperatura absoluta no debe ser menor a -10 °C). (Lamprecht, 1990)

La precipitación media anual varía entre los 1000 y 2000mm, distribuidos preferentemente entre los meses de mayo y octubre. (Lamprecht, 1990)

Pinus patula medra bien en las regiones tropicales y subtropicales, con lluvias de verano o monzónica (Lamprecht, 1990)

Se desarrolla principalmente en zonas templadas con exposiciones norte y aquellas que reciben una gran cantidad de niebla durante el año, es posible encontrarla en lugares donde llegan los vientos húmedos del Golfo de México, aunque también pueden crecer en donde no exista humedad relativa alta. Crece en terrenos de topografía plana y lomeríos con pendientes hasta del 100%.

Se menciona que la regeneración natural de *Pinus patula* se presenta con mayor frecuencia al pie de arbustos de *Baccharis conferta*, supuestamente debido a la protección mecánica que reciben las plántulas contra el pastoreo

Según Wormal (1975) el éxito de los intentos de introducción de *Pinus patula* depende básicamente de tres factores:

a) Disponibilidad de agua en el suelo durante todo el año, es decir, se requiere suelos, profundos que se mantengan húmedos también durante la época seca, pero bien drenados. La distribución de la precipitación anual puede ser más importante que la cantidad.

b) Acidez del suelo, *Pinus patula* crece en suelos de condiciones químicas muy diferentes. El contenido de nutrimentos aparenta ser de importancia secundaria, pero es decisivo que los suelos sean ácidos.

c) Temperatura máxima, *Pinus patula* soporta en períodos de reposo temperaturas hasta de -10°C (heladas leves), pero la temperatura máxima del mes más cálido debe permanecer bajo 29°C para asegurara un desarrollo normal. Con estos valores es posible determinar aproximadamente el límite altitudinal inferior para realizar una arboricultura exitosa.

2.4.2 Plagas

En las plantaciones de *Pinus patula* la principal plaga es *Diplodia pini* y *Rhizina undulada*, especialmente en regiones donde las tormentas de granizo son frecuentes. Entre los insectos dañinos, hasta ahora solo son de importancia los

insectos del orden Lepidóptera devoradores de hojas. En regiones con ventarrones frecuentes, ocurren a menudo quebraduras de fuste y ápices, pero raras veces la caída de árboles. (Lamprecht, 1990).

2.5 Silvicultura.

Especie heliófita de rápido crecimiento alcanza su madurez reproductiva a temprana edad. A partir de los 5 años de edad ya produce semillas viables. (Lamprecht, 1990).

2.5.1 Propagación

Por semillas y estructuras vegetativas, injerto. (Aguilera, 2001)

2.5.1.1 Obtención y manejo de la semilla

Las semillas a utilizar deben provenir de individuos sanos (libres de plagas y enfermedades), vigorosos, con buena producción de frutos, y preferentemente de fuste recto sin ramificaciones a baja altura. Con esto se pretende asegurar que las plantas obtenidas de esas semillas hereden las características de los parentales. Dependiendo del propósito de la plantación, madera o productos celulósicos, se realiza la selección de árboles padres. (Aguilera, 2001)

La obtención de conos puede realizarse escalando el árbol y haciendo el corte manualmente, o con garrochas especiales de corte; esta actividad debe realizarse de tal forma que las ramas y meristemas de crecimiento no se dañen, de lo contrario la producción de frutos de la próxima temporada se verá afectada. Una vez colectados los conos se colocan en sacos para su transporte. Se etiquetan con los datos de campo necesarios para su posterior identificación. (Aguilera, 2001)

En el vivero los frutos se ponen a secar con el fin de disminuir su contenido de agua y concluir con la maduración, lo que propiciará la apertura de los conos. Los métodos de secado pueden ser al aire libre, por una corriente de aire seco a través de ellos, o bien secados al horno. Como esta especie presenta conos serótinicos se recomienda sumergirlos en agua caliente (entre 40 y 60°C) previo al secado, con la finalidad de favorecer su apertura. (Aguilera, 2001)

La extracción de las semillas puede hacerse manualmente golpeando los conos, o de manera mecanizada con una golpeadora de conos. Una vez que las semillas se han liberado el siguiente paso es el desalado; éste se realiza manualmente, en húmedo, o por métodos mecánicos, en seco. La limpieza se realiza por métodos mecánicos, para remover las impurezas y semillas vanas se colocan en tamices vibratorios, con diferentes tamaños de malla, y son expuestas a corrientes de aire; otra opción es la flotación en agua. Para obtener aproximadamente 1kg de semilla limpia, es necesario coleccionar 100kg de conos. (Aguilera, 2001)

La eliminación de las alas se efectúa por frotamiento de las semillas en sacos de fique, que es un método seguro y económico, otras veces se utilizan tamices de diferentes tamaños de malla, que se colocan sobre una lona para recogerlas. También la separación se puede hacer por aventamiento o sea exponer las semillas a corrientes de aire, expulsando las impurezas que son más ligeras, en tanto que las semillas más pesadas caen al piso. (Vásquez, A. 2001)

Las semillas pueden ser almacenadas en sitios frescos por largo tiempo. La tasa de germinación después de un año es de 71 a 85%. El peso de mil semillas varía entre 6 y 11g (95000 a 16500/Kg). El período de germinación puede ser de 15 a 70 días. A menudo es recomendable un tratamiento previo a la siembra. (Lamprecht, 1990).

2.5.1.2 Siembra.

Constituye la acción de distribuir las semillas y enterrarlas en las camas, en las mejores condiciones posibles. Esta acción incluye dos variables importantes: la profundidad y la densidad. Para el *Pinus patula* la profundidad de siembra es superficial y la densidad puede variar entre 600 a 6000 plantas por metro cuadrado, dependiendo de la edad del repique. La semilla se debe sembrar a una profundidad tal que, el riego no la destape, y gaste la menor cantidad de energía posible para salir a la superficie. (Vásquez, A. 2001)

Antes de realizar esta operación se debe preparar el sustrato y desinfectarlo. Para realizarla la siembra se puede escoger entre los siguientes métodos de siembra.

a) **Siembra al voleo:** Las semillas se esparcen uniformemente sobre los bancales, procurando que la densidad de su distribución sea homogénea. (Vásquez, A. 2001)

b) **Siembra en líneas:** Es el método más utilizado ya que la semilla se distribuye uniformemente en cantidad y profundidad, lográndose así una germinación más pareja. Estas líneas son generalmente transversales o longitudinales, que se trazan previamente con una regla, cuerda o tabla que se calibra para tal fin y en algunos casos se adaptan rodillos. (Vásquez, A. 2001)

2.5.1.3 Germinación.

Es la reanudación (activación) del crecimiento del embrión, que culmina cuando aparece la radícula al exterior de la cubierta seminal. (Vásquez, A. 2001)

Las condiciones ambientales para que la germinación se presente tienen que ver con respecto a la humedad (agua), aire, luz y temperatura. (Vásquez, A. 2001)

a) **Agua:** Ninguna semilla puede germinar sino está en presencia de agua, las semillas por lo general tienen un contenido de agua relativamente bajo y los procesos fisiológicos para la germinación ocurren solo cuando la proporción de

agua ha aumentado. El agua penetra a la semilla por un fenómeno llamado "imbibición" que produce al poco tiempo aumento del volumen (hinchazón). Se desatan una serie de cambios, el embrión respira rápidamente y empieza a crecer tomando el alimento que ha estado almacenando en la semilla. (Vásquez, A. 2001)

b) **Aire:** Las semillas de distintas especies tienen diversas exigencias de oxígeno de gran importancia para la germinación, de gran importancia ya que las semillas respiran rápidamente, y es necesario para llevar a cabo las reacciones químicas que transforman las reservas. Los fenómenos respiratorios se intensifican a medida que la plántula se desarrolla. La concentración de oxígeno en el suelo es afectado por la cantidad de agua presente (no germinan en suelos anegados o (encharcados), lo mismo que cuando se siembran muy profundas. (Vásquez, A. 2001)

c) **Temperatura:** Presenta gran interés y constituye un factor capaz de influir en la germinación y crecimiento de las plantas, también actúa ecológicamente siendo en buena parte el factor de mayor importancia en la distribución de las plantas. Las semillas difieren en cuanto a las exigencias de temperatura y depende de las especies y del medio ambiente. Para cualquier especie existe un máximo y un mínimo, por encima o debajo del cual la germinación no ocurre. (Vásquez, A. 2001)

d) **Luz:** El efecto de luz en la germinación difiere en las distintas especies, algunas lo requieren otras no. (Vásquez, A. 2001)

La germinación en condiciones de temperatura de 20 a 22°C y humedad relativa de 90 a 95% la germinación es de 85- 87% según Aguilera (2001). En ensayos realizados por Rentería, Jiménez y Alba (1999) obtuvieron porcentajes de germinación entre el 75 y 84%

2.5.1.3.1 Ensayo de Germinación

El objeto del ensayo de germinación en el laboratorio es determinar el porcentaje de semillas puras de una muestra dada, capaces de producir gérmenes normales. En los laboratorios se define como germinación: el nacimiento y desarrollo de aquellas primeras partes esenciales derivadas del embrión que según la semilla de que se trate son indicativas de la capacidad de esta para producir plantas normales en condiciones favorables. (Vásquez, A. 2001)

2.5.2 Operaciones silviculturales

2.5.2.1 Raleo.

El raleo o entresaca son cortas que reducen artificialmente el número de árboles que crecen en un rodal. Generalmente se efectúa varias veces en la vida del rodal comenzando a los pocos años del cerramiento del dosel. (Vásquez, A. 2000)

2.5.2.1.1 Selección de los árboles a ralear

Naturalmente, se da preferencia, en ausencia de defectos y o daños, a los árboles dominantes y codominantes prometedores.

Los defectos se definen a continuación:

a) **Bifurcación:** Es el hábito o manera de crecer en forma de horqueta origina la formación de dos o más fustes. (IICA, 1976). Un árbol bifurcado no va a producir un fuste de alta calidad.

b) **Curvatura:** En Nueva Zelanda se considera la rectitud de fuste como la característica de mayor importancia.

c) **Inclinación:** Un árbol se considera inclinado cuando su eje longitudinal forma un ángulo menor de 70° con la horizontal (IICA, 1976). Además de producir madera de mala calidad, tienden a caerse cuando están grandes.

d) **Colas de zorro:** Se manifiesta al prolongarse exageradamente el ápice terminal, solo con fascículos de acículas sobre el tallo pero sin presencia de ramas (IICA, 1976). Es más problemático que en la especie *P. radiata*. Siempre deben ser eliminados.

e) **Enfermedades:** No se puede recomendar la eliminación de todos los árboles enfermos, caso contrario el índice de raleo sería muy alto. Sin embargo, es indispensable ralear todos los árboles jóvenes con mortalidad descendente.

f) **Conicidad:** árboles muy cónicos no deben ser favorecidos. Este defecto es más frecuente en *Pinus patula* en sitios difíciles para la especie, donde la mayoría de los árboles pueden presentar un alto grado de conicidad.

g) **Hinchazón en la base:** Normalmente, significa la presencia de raíces enrolladas. Este es un problema en la Sierra. en plantaciones establecidos en sitios inadecuados.

h) **Daños al fuste:** Cortes grandes, quemaduras, etc.

i) **Ramas anormales:** Densidad excesiva de ramas, ramas muy grandes en diámetro y/o longitud. (Galloway, G.1987.).

j) Finalmente, se da preferencia a los árboles con muchas ramas de diámetro pequeño sobre todo las que tienen pocas ramas gruesas. Un árbol con ramas perpendiculares al fuste también es superior al que tiene ramas oblicuas al fuste (Chile, Forestal, 1984).

2.5.2.1.2 Señalamiento de los árboles a ralear.

Para marcar los árboles a entresacar, existen varios tipos de herramientas. Según Troensegaard (1971) se va a marcar los árboles inmediatamente antes del raleo se puede emplear medias de nylon llenas de polvo de yeso. Al golpear un árbol con

el polvo que pasa por la media queda una marca claramente visible en el tronco. La desventaja de este sistema es que la marca puede ser borrada por la lluvia. (Galloway, G.1987.).

Por su facilidad de adquisición y manejo se emplea en muchos casos el machete o hacha para efectuar la marcación. Las desventajas de esta herramienta son dos:

Si se contrata la ejecución del raleo es imposible verificar quien hizo la señal en un árbol tumbado. El contratista puede argumentar que el solo cortó los árboles marcados

Al marcar un árbol con un machete o hacha se deja una herida en el mismo. Así es imposible rectificar una marcación mal hecha; los árboles erróneamente marcados, tienen que tumbarse. (Galloway, G.1987.).

Sin embargo, si se practican con los cuidados necesarios, el machete o hacha pueden ser las herramientas adecuadas. (Galloway, G.1987.).

Las pistolas son las herramientas ideales para esta actividad. Se les llena con una pintura de color amarillo, rojo o anaranjado, la cual posee una buena durabilidad. Normalmente se efectúa dos marcas. La primera marca a nivel de tocón, sirve para comprobar que el contratista ha raleado los árboles según la marcación, la segunda a la altura del pecho, o más alto, facilita la ubicación del árbol a extraerse y ayuda

los marcadores a mantener el control sobre la marcación del rodal; aunque también se presentan algunas desventajas:

- a) Las pistolas son caras y probablemente difíciles de conseguir en Ecuador.
- b) La pintura es cara también.
- c) Las pistolas marcadoras requieren buen mantenimiento y tienen que ser limpiadas diariamente con un disolvente. (Galloway, G.1987.).

Por lo expuesto, es dudoso que las pistolas tengan un amplio uso en la Sierra en un futuro cercano. Otra alternativa puede ser la utilización de brochas para marcar los árboles con pintura, pero esta técnica resulta muy inconveniente y lenta cuando se realiza la primera marcación de raleo por las ramas bajas. (Galloway, G.1987.).

En conclusión, aunque no son ideales, el machete o las medias de nylon con polvo de yeso probablemente son las herramientas apropiadas para hacer la marcación. (Galloway, (3.198T).

Otro tipo de marcación es la utilización de cintas de colores, lo que es ventajoso ante los anteriores métodos, ya que en caso de existir un error en el marcaje únicamente se retira la cinta.

2.5.2.1.3 Ejecución

Existen varias herramientas adecuadas para efectuar el corte en el raleo: la motosierra, la trozadora para dos hombres o el hacha. De las tres la motosierra es obviamente la más rápida y eficiente. En los primeros raleos el hacha también puede resultar efectiva. (Galloway, G.1987.).

Al tumbar los árboles marcados, hay que cuidar de no dañar a los árboles remanentes. Por lo tanto, los operadores de motosierra o los que tumban con hacha tienen que capacitarse en el corte correcto. Además la caída de los árboles a ralearse debe ser dirigida. (Galloway, G. 1987.).

2.5.2.1.4 Raleo de procedencias.

Su objetivo es la eliminación de las procedencias menos adaptadas al medio, y reducir el número de ellas para destinarlas a comprobaciones más críticas (IICA, 1978).

2.5.3 La poda.

En las estrategias de manejo para coníferas presentadas en este documento, primero se ejecuta el raleo y después, si es el caso, se realiza la poda. Por consiguiente, la etapa de selección de los árboles se termina antes de comenzar la poda. (Galloway, G.1987.).

Se recomienda siempre utilizar la poda a alturas variables. Esta práctica tiende a homogenizar los estratos del rodal y reduce el tamaño de corazón nudoso. (Galloway, G.1987.).

2.5.3.1 Ejecución de la poda

Por el hecho de que la plantación a podar ya se raleó, la organización es bastante simple, pues hay que podar todos los árboles en pie. Las siguientes recomendaciones facilitan la ejecución de la poda y mejora su calidad.

- a) **Capacitación.** En general en la Sierra, especialmente al principio, se trabajará con personas sin experiencia en la realización de una poda bien hecha. Por lo tanto, es indispensable entrenarlos en las técnicas correctas.

- b) **Avance de trabajo.** Cada podador debe ocuparse de una o dos filas de árboles. Esto facilita la supervisión de los trabajos, porque el técnico o capataz sabe de antemano el que realizó la poda de un árbol dado.

- c) **Supervisión.** La poda es un trabajo delicado, por lo que es sumamente importante la supervisión. Según Rhoades, (1987), al trabajar con obreros sin experiencia, debería haber un capataz por cada 10 podadores para asegurar la calidad del trabajo. Esta relación podría reducirse una vez que el personal gane experiencia y estén conscientes de la importancia de efectuar la poda con los cuidados debidos.

d) **Control de las herramientas.** En muchos casos será necesario que la entidad ejecutora u otros grupos reforestadores presten las herramientas necesarias para ejecutar raleos y podas. En encuestas realizadas a tenedores de bosques cultivados la mayoría de los propietarios manifestaron que el préstamo de herramientas era un requisito primordial para comenzar las labores del manejo en sus plantaciones. Así, habrá necesidad de designar un responsable de las herramientas y establecer un lugar adecuado para guardarlas. (Galloway, G.1987.).

2.5.3.2 Herramientas para la poda

La herramienta más común para efectuar podas es la sierra curvada o sierra de arco. A falta de estas sierras, también son utilizables (para la poda baja) sierras rectas de carpintería. (Galloway, G.1987.).

Hachas y machetes son peligrosos para la poda. Desafortunadamente, estas herramientas dejan tocones largos con astillas y heridas en el fuste. De los dos, el machete es preferible siempre que se lo utilice con mucho cuidado: cortando primero desde abajo y después de arriba. De esta manera se puede efectuar podas satisfactorias de ramas pequeñas. Por consiguiente. Hay que evitar el uso de hachas en la poda. En Chile, aunque algunas empresas están utilizando motosierras para realizar la primera poda de *P. radiata*, esta práctica no será factible en la gran mayoría de los casos en la Sierra por las razones siguientes:

- a) La motosierra tendría que ser pequeña; el largo de la espada sería de unos 25 cm. Motosierras medianas y grandes definitivamente no funcionarían. Finalmente la compra de dichas motosierras resultaría muy oneroso.
- b) Sin cuidados muy especiales, la motosierra causaría muchos daños a los árboles podados. Es mucho más fácil de controlar la calidad de trabajo utilizando una sierra de mano. (Galloway, G.1987.).

En conclusión, se recomienda que se haga la poda con serruchos. Naturalmente, esto representará una inversión inicial pero esta debe tomarse como una parte del costo de las plantaciones. (Galloway, G. 1987.).

2.5.3.3 Características del corte

La forma en que se realiza el corte de las ramas es fundamental para el éxito de una poda. De ello depende:

- a) El tiempo necesario para que el árbol cicatrice la herida causada por el corte;
- b) La pronta producción de madera limpia, y
- c) La salud futura del árbol. (Galloway, G.1987.).

El corte debe quedar liso y limpio sin dejar pedúnculos ni heridas a la corteza del árbol. Aunque el corte debe ser pegado al fuste, hay que cuidar de no dañar los tejidos en los alrededores de la base de la rama. Las células en dichos tejidos

forman el callo que facilita la rápida cicatrización de la herida. (Galloway, G.1987.).

En la poda de ramas hasta 4 a 5 cm de diámetro se las puede cortar en un solo trazo. Lo importante es agarrarlas bien para que no se raje la corteza cuando se produzca la caída de éstas. (Galloway, G.1987.).

Si, en cambio, una rama tiene 5 a 10 cm es necesario podar la rama con dos cortes. El primer corte se efectúa en el lado inferior de la rama el segundo desde arriba hacia abajo. Esto impide daños a la corteza debajo de la rama cuando esta cae. (Galloway, G.1987.).

No siempre conviene cortar la rama lo más pegado al fuste. En la poda de ramas medianas y grandes es más importante limitar el tamaño de la herida que reducir el largo del tocón de la rama. Con este corte erróneo uno no sólo produce una herida excesivamente grande, sino también destruye muchos tejidos básicos en la cicatrización de la misma. (Galloway, G.1987.).

Durante la ejecución de una poda, además de evitar los defectos señalados, hay que cuidar de no dañar la corteza en los internudos por descuidos con las herramientas. (Galloway, G.1987.).

Finalmente, nunca conviene comenzar la poda de árboles de gran diámetro con el propósito de producir madera libre de nudos. Podas tardías sólo producen gastos

innecesarios y pérdidas de madera de calidad. Además, causan heridas grandes en el árbol donde puede entrar la pudrición. En conclusión, si se va a realizar la poda, hay que hacerla en tiempo oportuno. (Galloway, G.1987.).

2.6 Utilización.

La madera de árboles de plantaciones es liviana, sin un duramen definido, de color blanquecino, presentan de anillos de crecimiento de color marrón, muchos nudos y produce poca resina.

La madera es de poca resistencia, es fácil de trabajar, su impregnación es necesaria y no representa ninguna dificultad.

La madera se emplea para ebanistería solo en casos excepcionales. Es muy apropiada para la construcción de cajas y material de embalaje, para productos menores de carpintería y para la fabricación de tableros aglomerados. También es importante para la industria del papel. (Lamprecht, 1990).

2.7 Procedencia.

Existe una gran cantidad de términos relacionados con procedencia según Styles (1979) citado por Chamorro y Brasales (2006), se define como el área geográfica y ambiental donde crecieron los árboles progenitores, dentro de la cual se formó su constitución genética por selección natural o artificial. La población de

progenitores debe tener una base genética amplia y puede ser nativa o no nativa (introducida).

2.7.1 Fuentes semilleras.

Son rodales establecidos utilizando progenies de polinización controlada o abierta de fenotipos seleccionados a espaciamiento normal de plantación. La identidad de las procedencias se mantiene para poder realizar raleos (aclareos genéticos) entre ellos basados en la estimación de su valor genético y entre individuos dentro de procedencias con base en su fenotipo. Este raleo se realiza antes de que Inicie la producción / recolección abundante de semillas.

Cuanto mayor sea la intensidad de selección y raleo aplicado entre y dentro de procedencias en una fuente semillera, el valor genético de las semillas producidas será más apropiado para la zona (sitio). La intensidad de selección que se pueda aplicar depende del número de procedencias y del número de árboles por procedencia, así como del diseño inicial del ensayo (Granhof, 1991, citado por Correa, Cornelius y Mesen, 1993).

2.8 Huertos semilleros de producción.

Funciona como una máquina de producir semillas. Su tamaño depende directamente de la cantidad de semilla requerida, su vida útil o periodo activo está relacionado con el envejecimiento y la productividad de los árboles y/o con la

accesibilidad a las copas. Sin embargo, en programas dinámicos de mejoramiento su periodo activo frecuentemente está limitado por el avance en las generaciones de mejoramiento y la formación de nuevos y genéticamente mejores huertos semilleros de producción. (PROSEFOR, 1995)

Los huertos de primera generación frecuentemente se derivan de árboles plus seleccionados en rodales naturales o en plantaciones no mejoradas. El aclareo (raleo genético) usualmente se basa en pruebas de progenies complementarias. Normalmente se remueve del 50% al 75% del número original de procedencias con base en los resultados de evaluaciones sucesivas de los ensayos. Este aspecto requiere el establecimiento inicial de un gran número de clones o procedencias con espaciamiento reducido (Granhof 1991, citado por Correa, Cornelius y Mesen ,1993).

2.9 Ensayos de procedencia y progenie.

2.9.1 Seguimiento y monitoreo de los ensayos de procedencia y progenie.

Se realizaron las evaluaciones correspondientes a todos los ensayos de progenies y procedencias instalados durante los años 1996 y 1997. La evaluación consistió en la medición de diámetros y alturas de todas las progenies y los datos recolectados fueron procesados a través del paquete estadístico SAS. (INEFAN, 1998.).

En el siguiente cuadro se presentan la información de localización y fecha de establecimiento de los ensayos de procedencia y progenie instalados por el

Proyecto de Mejoramiento Genético Forestal, entre los que constan los sitios de investigación.

Ubicación y descripción de los ensayos de progenies y procedencias instalados en la Región Interandina del Ecuador.

Especie	Provincia	Cantón	Sitio	Alt.	N°	N°	N°	N°	Fecha de
<i>Pinus radiata</i>	Imbabura	Cotacachi	Iltaqui	2850	40	48	1.73	1920	23-03-96
<i>Pinus radiata</i>	Pichincha	Pedro Moncayo	San Isidro	3100	40	28	1.01	1120	21-03-96
<i>Pinus radiata</i>	Pichincha	Quito	Sigsipamba	3200	40	21	0.76	840	28-03-96
<i>Cupressus lusitanica</i>	Imbabura	Cotacachi	Iltaqui	2780	32	40	1.15	1280	18-03-97
<i>Cupressus lusitanica</i>	Pichincha	Quito	Conocoto	2520	32	49	1.41	1568	20-04-97
<i>Cupressus lusitanica</i>	Pichincha	Rurniñahui	La Serrana	2500	32	30	0.86	960	30-04-097
<i>Pinus tecunumanil</i>	Pichincha	Quito	La Favorita	1680	20	60	1.08	1200	06-02-98
<i>Pinus tecunumanii</i>	Pichincha	Quito	Conocoto	2520	20	30	0.54	600	10-03-98
<i>Pinus tecunumanii</i>	Pichincha	Quito	Conocoto	2510	20	6	0.11	120	27-03-98
<i>Pinus patula</i>	Pichincha	Rurniñahui	La Serrana	2500	49	29	1.28	1911	18-02-98
<i>Pinus patula</i>	Imbabura	Cotacachi	Iltaqui	2710	49	44	1.94	2156	08-05-98
TOTAL						385	11.87	13675	

Los ensayos se encuentran en el rango altitudinal de 1680 a 3200 msnm., tres a *P. radiata* (Imbabura y Pichincha), tres a *C. lusitanica*, (Imbabura y Pichincha), tres a *P. tecunumanii* (Pichincha), y dos a *P. patula* (Imbabura y Pichincha); es decir que el 87% de los ensayos de progenies se encuentran en las provincias de Imbabura y Pichincha. (INEFAN, 1998).

Todos los ensayos se establecieron bajo un diseño de bloques completos al azar. Las progenies se distribuyeron en forma aleatoria dentro de cada bloque, considerando el máximo espaciamiento posible dentro de la misma progenie, es decir que entre una misma progenie se consideró una distancia mínima de 9

metros, éstos con el propósito de evitar en lo posible la endogamia. (INEFAN, 1998).

Los ensayos se ubicaron en sitios con condiciones propicias para la producción de semillas, acceso fácil, lo más cercanos al banco de semillas. (INEFAN, 1998).

2.9.1.1 Resultados del ensayo de procedencias de *Pinus patula* en San Agustín de Callo, Cotopaxi.

El mes noviembre del año de 1984 el Programa Nacional instaló un ensayo de 14 procedencias de *Pinus patula*, la mayor parte de origen Mexicano. (II), Sudáfrica (1) y Ecuador (2). Este, se encuentra ubicado en San Agustín de Callo. Dicho ensayo actualmente está convertido en una fuente semillera bajo la clasificación de Rodal Semillero. (DINICE, 2000.).

Con la instalación del ensayo se pretende obtener procedencias con mejores características para el aprovisionamiento de semillas y lograr mayor productividad y por ende rentabilidad en las plantaciones forestales. (DINICE, 2000).

Los datos de ubicación y descripción del sitio:

Localización:

Provincia: Cotopaxi

Cantón: Latacunga

Parroquia: Mulaló

Sitio: San Agustín de Callo

Propietario: ACOSA

Datos climáticos y edáficos:

Altitud	3200 msnm	Temperatura media anual	7.6° C
Latitud	0007' S	Precipitación media anual	1036.5mm
Longitud	79° 34' W	Zona de Vida:	bmh – M

A los 14 años de edad, se realizó el análisis de varianza, para las variables de altura total (HT), altura comercial (HC), diámetro a la altura del pecho (DAP), volumen total promedio por árbol y por hectárea en (m³), volumen comercial promedio por árbol y por hectárea, porcentaje de árboles rectos y número de árboles /ha. de las procedencias de *Pinos patula* a los 14 años de haber sido plantadas. (DINICE, 2000.).

En el siguiente cuadro se presenta con detalle los promedios de crecimiento de DAP y altura y la producción de madera.

Promedios de crecimiento de las 14 procedencias de *Pinus patula* a los 14 años de edad en Mulaló - Cotopaxi

PROCED	HT m	DAP cm	HC m	VT/ARB (m ³)	VC/ARB (m ³)	VI/Ha (m ³)	VC/Ha (m ³)	% AR	ARB/Ha
1-214	15.84	27.62	13.24	0.33	0.28	104.48	87.16	44.57	224
2-402	15.43	26.40	12.79	0.29	0.24	70.70	80.31	49.03	224
3-641	15.37	27.90	12.68	0.33	0.27	102.32	84.31	51.67	185
4-764	14.56	28.36	11.97	0.32	0.26	69.38	57.23	60.55	162
5464	15.09	26.64	12.33	0.29	0.24	89.97	73.48	61.99	216
6-644	17.34	32.19	14.68	0.50	0.42	114.05	96.30	45.21	185
7-645	15.37	27.22	12.65	0.31	0.26	103.41	85.71	43.12	231
8-1-15.5A	15.53	26.30	13.08	0.29	0.25	110.12	92.62	60.92	231
9-771	15.68	27.31	12.97	0.32	0.26	105.98	87.91	44.34	224
10-767	15.64	27.56	13.39	0.33	0.30	105.06	94.65	51.51	255
11-769	15.48	28.66	12.78	0.35	0.29	104.51	86.28	61.94	201
12-770	15.75	27.16	13.02	0.32	0.26	105.47	87.44	67.91	224
13-5AE-E	15.77	26.80	13.05	0.30	0.26	99.03	84.68	71.29	231
14-ECU	14.32	24.99	11.43	0.24	0.20	54.48	43.08	63.33	131
Prom.	15.5	27.5	12.9	0.32	0.27	97.50	81.50	55.53	208

HI = Altura total; DAP = Diámetro a 1.3m de la altura árbol; HC = Comercial (hasta 7cm del diámetro menor del fuste)

VT/ARB - Volumen total Por árbol; VC/ARB - Volumen Comercial por árbol; VT/Ha - volumen total por hectárea; VC/Ha

- Volumen total por hectárea.

Las procedencia 6 - 644 (La Joya Veracruz, México), es aquella que cuenta con un mejor crecimiento y mayor producción de madera. Esta supera en más del 100 % en volumen/árbol a la procedencia testigo 14 - ECU (Conocoto - Ecuador) y en 43 % a la procedencia 11 - 769 (Tlaixtlipla, Puebla, México) que ocupa el segundo lugar en el ranking.

La procedencia 14 - ECU, es la que registra los promedios más bajos en todas las variables evaluadas. En un segundo puesto se ubica en producción de volumen/ha la procedencia 8 - HS - SA (Sudáfrica) aunque esto depende mucho de la intensidad de raleo que se ha dado. (Jijón, R. Y Sivisaca, R. 2000, DINICE).

La altitud del lugar de origen de las procedencias no influyó en el desarrollo de la especie, así como también la latitud, excepto en el volumen total por hectárea. (DINICE, 2000.).

2.9.1.2 Ensayo de Procedencias de *Pinus patula* en tres sitios diferentes en la provincia de Loja.

Los datos de ubicación y descripción de los sitios:

Localización:

Provincia: Loja

Cantón: Saraguro

Parroquia: Urdaneta

Sitio	Temperatura	Precipitación media	Altitud	Clasificación ecológica
	(°C)	(mm)	(m)	
1. Charigüiña	12.90	700	2900	bh-M
2. Coposo	12.90	700	3000	bh-M
3. Tomos	12.90	700	3100	bh-M

A continuación se citan los valores medios de las procedencias en las tres Localidades a los 8 años de edad.

Sitio	Altura	DAP	Sobrevivencia
	(m)	(cm)	(%)
1. Charigüiña	5.51	10.52	68.64
2. Coposo	4.56	9.19	80.58
3. Tomos	4.15	6.66	64.28

Los valores medios presentados en el cuadro anterior permiten inferir que las procedencias tienen un mejor crecimiento en el sitio 1 (Charigüiña); en cambio en el sitio 2 (Coposo) presentan los promedios más altos de sobrevivencia. (Aguirre, C. y Estévez, M. 1993).

2.9.1.3 Evaluación de ensayos de progenies y procedencias de *Pinus patula* en el departamento de Antioquía - Colombia a los 5 años de edad.

La reforestación con especies comerciales se comenzó en el Departamento de Antioquía en Colombia a principios de los años 50. En 1985 la superficie total plantada ascendía a 40.000 ha, consistentes sobre todo de *Pinus patula*, *Cupressus lusitanica* y *Pinus oocarpa*. Se comenzó un programa de especies y procedencias a finales de los 80, a cargo de dos compañías: Cipreses de Colombia S.A. e Industrias Forestales Doña María Ltda., que incluía 7 estaciones a distintas altitudes, en las que se ensayaron 44 procedencias y 21 especies de los géneros *Cupressus* y *Pinus*. (Atehortúa L. y Restrepo G. 1987)

Condiciones geográficas, climáticas y edáficas de las estaciones experimentales de Antioquía, Colombia

Estación	Lat.	Long.	Alt.	Temp. media	Precipitaciones	ph
	(N)	(W)	(m)	(°C)	(mm)	
1. Yolombó	6°40'	75°00'	1400	22	2500	4.4
2. Caldas	6°03'	75°38'	1850	19	2700	5.0
3. S. Antonio	6°12'	75°43'	2300	16	2300	4.9
4. S. Andrés	6°52'	75°29'	2750	13	2650	4.8

Los lotes de semilla incluidos en los ensayos se elegían, en lo posible, teniendo en cuenta principios homo-climáticos. La semilla se recogió en parte localmente, y en parte se recibió a través del CTFT y el INRA de Francia; ESNACIFOR de Honduras, CATIE de Costa Rica e INDERENA y CVC de Colombia. Se incluyeron también algunos lotes de semilla de empresas comerciales de semilla y de empresas forestales. (Atehortúa L. y Restrepo G. 1987)

Lotes de Semillas usados en Antioquia, Colombia.

N°	ESPECIE	PROCEDENCIA	LAT.	LONG.	ALT.	TEMP.	PRECIPITACIÓN
					(m)	(°C)	(mm)
1	<i>P. patula</i>	Guarne, Antioquia, Colombia	06° 20' N	75° 30' W	2,200	16.0	1,923
2	<i>P. patula</i>	Melsetter, Zimbabwe	19° 54' S	32° 53' E	1,483	15.9	1,082
3	<i>P. patula</i>	África del Sur	27° 00' S	31° 00' E	1,000	17.0	1,000
4	<i>P. patula</i>	África del Sur	25° 07' S	30° 48' E	1,300	17.0	1,200

A los 5 años se evaluaron los ensayos, basándose en mediciones anuales. Los resultados obtenidos en los cuatro ensayos, se resumen a continuación

Resultados de Ensayos de Procedencias a los 5 años.

No.	1. Yolombó			2. Caldas			3. S. Antonio			4. S. Andrés		
	h	DAP	v/ha	h	DAP	v/ha	h	DAP	v/ha	h	DAP	v/ha
	(m)	(cm)	(m ³)	(m)	(cm)	(m ³)	(m)	(cm)	(m ³)	(m)	(cm)	(m ³)
1				9.40	13.0	119.62	7.15	11.3	71.49	5.60	9.0	39.33
2	4.68	6.8	6.14	9.85	13.5	132.36	7.55	12.0	83.19	5.90	10.0	44.44
3				9.40	12.5	113.59	7.58	11.0	73.96	5.50	8.0	36.13
4				10.13	13.8	137.64	7.53	12.0	76.67	6.10	9.0	46.55

2.9.1.4 Evaluación de ensayos de progenies y procedencias de Pinus patula en los dos sitios de estudio a los 29 meses de edad.

Se realizó la evaluación de los ensayos de progenies y procedencias de Pinus patula ubicados en La Serrana, provincia de Pichincha e Ittaqui en Imbabura. (Aguirre, C. y Estévez, M. 1993).

Los resultados obtenidos en los ensayos, se resumen a continuación.

Promedio de altura total (m) y % de sobrevivencia de las 5 mejores procedencias de los ensayos de Pinus patula a los 29 meses de edad.

Procedencia	La Serrana - Pichincha			Procedencia	Ittaqui - Imbabura		
	Nº árb	Prom H.	% Sobv		Nº árb	Prom H.	% Sobv
17-PP-LO3	26	2.79	92.9	23-PP-103	44	2.37	100.0
15-PP-LO3	25	2.68	89.3	06-PP-LO3	43	2.36	97.7
26-PP-MEX	26	2.61	92.9	40-PP-SUD	44	2.36	100.0
18-PP-LO3	26	2.49	92.9	32-PP-ZIM	43	2.35	97.7
12-PP-LO3	25	2.48	89.3	07-PP-LO3	43	2.34	97.7
*Promedio		2.22				2.20	

Promedio de altura (m) obtenido por ensayo.

En los ensayos ubicados en La Serrana e Ittaqui, establecidos en 1998, las alturas promedios son 2.22 m y 2.20 m, respectivamente, pese a la heterogeneidad en crecimiento en altura del ensayo de La Serrana, debido a que este sitio es anegado. El ensayo de Ittaqui establecido en 1999, demuestra una altura promedio de 1.16 m. (Aguirre, C. y Estévez, M. 1993).

En el sitio II (Ittaqui - Imbabura), las familias 23-PP=LO], 06-PP-LO], 40- PP-SUD, 32-PP-ZIM y 07-PP-1-03 ocupan los primeros cinco lugares en altura, con 2.37 m, 2.36 m, 2.36 m, 2.35 m y 2.34 m, respectivamente.

De lo que se puede definir que, las familias que tienen una mayor altura en los tres ensayos corresponden a 7 progenies de Loja y a 6 procedencias. México (2), Zimbabwe (2). Sudáfrica (1) y Kenya (1). (Aguirre, C.y Estévez, M. 1993).

2.9.1.5 Evaluación de ensayos de procedencias de Pinus patula en los dos sitios de estudio a los 80 y 83 mese de edad.

De la evaluación de los ensayos de procedencias de Pinus patula ubicados en Iltaqui en Imbabura y La Serrana, provincia de Pichincha, a los 80 meses para la primera y 83 para la segunda, se obtuvieron los resultados siguientes.

Los promedios de diámetro a la altura del pecho fueron de 15.8 cm en Iltaqui y 15.0 cm en La Serrana; para la variable altura total se registraron promedios de 11.1 m y 10.8 respectivamente. Destacándose las procedencias con mayor crecimiento en estas variables para los dos sitios la 08-PP-LOJ, 09-PP-LOJ y 23-PP-LOJ (Mullo K. y Sandoval X., 2005.).

En Iltaqui el incremento medio anual para DAP fue de 2.35 cm/año, y altura total de 1.65 m/año; y en La Serrana el incremento medio anual para diámetro a la altura del pecho fue de 2.17 cm/año, y altura total de 1.56 m/año (Mullo K. y Sandoval X., 2005.).

Las procedencias que no registraron correlación entre las variables dasométricas DAP y altura total fueron 17 para Iltaqui a los 72 meses, y 9 para La Serrana a los

75 meses. Estas procedencias deben ser eliminadas (Mullo K. y Sandoval X., 2005.).

Procedencias a eliminar

Nº	ITALQUI	LA SERRANA
1	12-PP-LOJ	01-PP-COT
2	13-PP-LOJ	03-PP-COT
3	16-PP-LOJ	07-PP-LOJ
4	17-PP-LOJ	21-PP-LOJ
5	18-PP-LOJ	33-PP-KEN*
6	24-PP-PER	41-PP-SUD
7	17-PP-NZ	46-PP-MEX*
8	29-PP-COL	50-PP-MEX*
9	31-PP-ZIM	51-PP-MEX
10	33-PP-KEN*	
11	38-PP-SUD	
12	43-PP-MEX	
13	45-PP-MEX	
14	46-PP-MEX*	
15	47-PP-MEX	
16	49-PP-MEX	
17	50-PP-MEX*	

* En los dos sitios.

CAPÍTULO III

3 MATERIALES Y MÉTODOS.

Esta investigación corresponde a un avance en el conocimiento del estudio “Evaluación de procedencias de *Pinus patula* en dos sitios en las provincias de Imbabura y Pichincha”. El primer sitio fue establecido el 7 y 8 de mayo de 1998; en el segundo sitio fue establecido el 18 de febrero de 1998. En esta fase se analizó los incrementos periódicos alcanzados a través del tiempo cuyas evaluaciones se llevaron a cabo durante 12 meses.

3.1 Descripción de los sitios de investigación.

3.1.1 Localización del área de estudio del sitio I (Iltaqui).

PROVINCIA:	Imbabura
CANTÓN:	Cotacachi
PARROQUIA:	El sagrario

LOCALIDAD: Comunidad de Iltaqui

ALTITUD: 2710 m.s.n.m.

ÁREA DE ESTUDIO: 1.940 ha.

LATITUD: 0° 18' 26'' N

LONGITUD: 78° 18' 36'' W

Ver el mapa de ubicación en el anexo B 3.

3.1.2 Datos climáticos

PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL: 1356mm. No existe ningún mes ecológicamente seco, siendo los de menor precipitación Julio y Agosto

TEMPERATURA: Media 10.5°C (Mín 8°C Máx 13°C)

CLASIFICACIÓN ECOLÓGICA: bosque muy húmedo- Montano (bmh-M) (Holdridge).

3.1.3 Análisis de suelo.

3.1.3.1 Análisis físico

Descripción del perfil del suelo tomado de Mullo y Sandoval 2005.

Observaciones:

Topografía de suave a ondulado; la humedad está presente a más de 1m

Horizonte 1

0 a 20cm; en húmedo; franco arenoso grueso; poca estructura en bloques subangulares finos, débil; poros intersticiales; raíces finas y medias abundantes.

Horizonte 2

20 a 35cm; 10YR3/1 gris muy oscuro; franco arenoso grueso más arcilla que el horizonte 1; suelo suelto, no plástico, no adherente en húmedo y en seco; poros intersticiales; raíces finas y medias abundantes.

Horizonte 3

35 a 120cm; 10YR3/2 café grisáceo muy oscuro; franco arenoso grueso; suelo suelto, no plástico, no adherente; muchos poros intersticiales Presencia de piedra pómez correspondiente a dos diferentes depósitos.

3.1.3.2 Análisis químico

pH	5.91 (ligeramente ácido)
MATERIA ORGÁNICA	0.44% (bajo)
NITRÓGENO	220 ppm (bajo)
FÓSFORO	36.46 ppm (bajo)
POTASIO	37.37 ppm (bajo)
BORO	0.013 ppm (bajo)

3.1.4 Localización del área de estudio del sitio II (La Serrana)

PROVINCIA:	Pichincha
CANTÓN:	Rumiñahui
PARROQUIA:	Sangolquí
LOCALIDAD:	La Serrana
ALTITUD:	2500 m.s.n.m.
ÁREA DE ESTUDIO:	1.279 ha.
LATITUD:	0° 18' 50''S
LONGITUD:	78° 26' 29''

Ver el mapa de ubicación en el anexo B4.

3.1.5 Datos climáticos

PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL: 1564mm. La cual se distribuye en 10 meses, siendo Julio y agosto los meses ecológicamente secos. (Cañada .L)

TEMPERATURA: Media 15.7°C (Min 12°C; Max 18°C)

CLASIFICACIÓN ECOLÓGICA: bosque húmedo- Montano Bajo (bh-MB) (Holdridge).

3.1.6 Análisis de suelo.

3.1.6.1 Análisis físico

Descripción del perfil del suelo tomado de Mullo y Sandoval 2005.

Observaciones:

Topografía de suave a ondulado

Horizonte 1

0 a 40cm; 10YR3/2 café grisáceo muy oscuro; limoso; estructura en bloques subangulares pequeños, no adherente, no plástico, friable en seco y húmedo, poros intersticiales.

Horizonte 2

40 a 72cm; 10YR3/3 café oscuro; limo arenoso grueso; suelo suelto, no plástico, no adherente; poros intersticiales; raíces abundantes. Pedregosidad presente con piedra pómez en pocas cantidades.

Horizonte 3

72 a 120cm; 10YR3/2 café grisáceo muy oscuro; franco limosa.; estructura bloques subangulares pequeños, plástico, no adherente en seco y húmedo, muy friables en seco y húmedo; raíces abundantes. Presencia de piedra pómez.

3.1.6.2 Análisis químico

pH	5.71 (ligeramente ácido)
MATERIA ORGÁNICA	1.22% (bajo)
NITRÓGENO	610 ppm (medio)
FÓSFORO	43.35 ppm (bajo)
POTASIO	62.29 ppm (medio)
BORO	0.007 ppm (bajo)

3.2 Materiales e instrumentos.

3.2.1 Materiales

3.2.1.1 Materiales de campo

- Cinta de marcaje
- Libreta de campo.
- Escalera.
- Machetes
- Material fotográfico
- Motosierra
- Pintura

3.2.1.2 Materiales de laboratorio

- Materiales de escritorio
- Caja de madera

- Desinfectantes para el sustrato
- Regadera

3.2.2 Instrumentos

3.2.2.1 Instrumentos de campo

- Cámara Fotográfica
- Cintas métricas
- Hipsómetro
- Baliza graduada

3.2.2.2 Instrumentos de laboratorio.

- Computador
- Impresora
- Escáner
- Calculadora.

3.3 Factores en estudio.

3.3.1 Procedencias de *Pinus patula*.

Cuadro 1. Información de las procedencias de *Pinus patula*

Código	Procedencia	Localidad	Proveedor	País
01-PP-COT	Cotopaxi	Mulaló	PMGF	Ecuador
02-PP-COT	Cotopaxi	Mulaló	PMGF	Ecuador
03-PP-COT	Cotopaxi	Mulaló	PMGF	Ecuador
04-PP-COT	Cotopaxi	Mulaló	PMGF	Ecuador
05-PP-COT	Cotopaxi	Mulaló	PMGF	Ecuador
06-PP-LOJ	Loja	Carboncillo	PMGF	Ecuador
07-PP-LOJ	Loja	Las Zambas	PMGF	Ecuador
08-PP-LOJ	Loja	Las Zambas	PMGF	Ecuador
09-PP-LOJ	Loja	Colaisana	PMGF	Ecuador
10-PP-LOJ	Loja	Colaisana	PMGF	Ecuador
12-PP-LOJ	Loja	Colaisana	PMGF	Ecuador
13-PP-LOJ	Loja	Villonaco	PMGF	Ecuador
15-PP-LOJ	Loja	Villonaco	PMGF	Ecuador
16-PP-LOJ	Loja	Oñacapac	PMGF	Ecuador
17-PP-LOJ	Loja	Oñacapac	PMGF	Ecuador
18-PP-LOJ	Loja	Carboncillo	PMGF	Ecuador
19-PP-LOJ	Loja	Carboncillo	PMGF	Ecuador
20-PP-LOJ	Loja	Com Purunuma	PMGF	Ecuador
21-PP-LOJ	Loja	Plaza del Inca	PMGF	Ecuador
22-PP-LOJ	Loja	Viv. Predesur	PMGF	Ecuador
23-PP-LOJ	Loja	Viv. Predesur	PMGF	Ecuador
24-PP-PER	Cajamarca	Porcón	Cordeco-Bolivia	Perú
25-PP-SUD	Transvaal	Eleandshoogtu	Cordeco-Bolivia	Sudáfrica
26-PP-MEX	Veracruz	Las Vegas	Cordeco-Bolivia	México
27-PP-NZ	-----	Bay of Plenty	Cordeco-Bolivia	N. Zelanda
28-PP-BOL	Chapare	Coranipamba	Cordeco-Bolivia	Bolivia
29-PP-COL	-----	Peñas Negras	Smurfit-Cartón	Colombia
30-PP-COL	Transvaal	-----	Germicampo	Sudáfrica
31-PP-ZIM	-----	-----	Profafor	Zimbabwe
32-PP-ZIM	Staple ford	-----	Danida	Zimbabwe
33-PP-KEN	Seed stand	Kiamweri	Danida	Kenya
34-PP-KEN	Seed stand 7 (C)	Kinale	Danida	Kenya
35-PP-SUD	Frankfort	E. Transvaal	Danida	Sudáfrica
36-PP-SUD	Bergvliet	E. Transvaal	Danida	Sudáfrica
37-PP-SUD	Wilgboom	E. Transvaal	Danida	Sudáfrica
38-PP-SUD	Dr. Dewet	E. Transvaal	Danida	Sudáfrica
39-PP-ZIM	Penhalonga	Manicaland	Danida	Zimbabwe
40-PP-SUD	Berlín	Berlín	Danida	Sudáfrica
41-PP-SUD	Tweefontein	-----	Danida	Sudáfrica
42-PP-MAL	Seed stand B 54	Zomba Plateau	Danida	Malasia
43-PP-MEX	Puebla	Huachinango	INIF	México
44-PP-MEX	Zacualtipán	Tianquistenango	INIF	México
45-PP-MEX	La Venta	Distrito Federal	INIF	México
46-PP-MEX	Zacualtipán	Tianquistenango	INIF	México
47-PP-MEX	La Joya	Veracruz	INIF	México
48-PP-MEX	Acaxotitlán	Tejocotal	INIF	México
49-PP-MEX	Tlaixtiipa	Puebla	BLSF	México
50-PP-MEX	Chignahuapan	Tlacotla	INIF	México
51-PP-MEX	Altotonga	Veracruz	INIF	México

Fuente DINICE

3.3.2 Diseño experimental

Se mantuvo el diseño planteado originalmente de bloques al azar; debiendo analizarse por separado cada sitio de investigación. Cada unidad experimental o

parcela está representada por una procedencia, con 1375 árboles para el sitio I Iltaqui y 630 para el sitio II La Serrana (julio 2006). Cabe aclarar que la plantación inicial fue de 2156 plantas en el sitio I Iltaqui y 1047 plantas en el sitio II La Serrana (1998).

3.4 Metodología.

3.4.1 Recopilación de información.

Se realizó 4 mediciones periódicas en los dos sitios (cada 3 meses) a partir de los 8.3 años en Iltaqui y de los 8.8 años en La Serrana. Las variables en estudio fueron: diámetro a la altura del pecho (DAP), diámetro de copa, altura total, altura de fuste, rectitud de fuste, fenología, ataque de plagas y/o enfermedades.

En Iltaqui se contaron con todos los 44 bloques, mientras que, para La Serrana se obviaron los bloques 1, 2, 3, 28 y 29, es decir que se registraron 24 repeticiones.

3.4.2 Etapas de la investigación.

3.4.2.1 Redelimitación de los bloques e identificación de las procedencias.

Se realizó la redelimitación de los bloques con la ayuda del croquis de campo, mediante el pintado de un anillo en los árboles de los vértices. Se identificaron las procedencias en los dos sitios, al realizar esta actividad se identificó que existía una densidad alta; por este motivo se procedió a la marcación de los árboles a eliminarse, basados en las procedencias en que no hubo correlación (entre

diámetro a la altura del pecho y altura total) recomendadas para eliminarse en la investigación realizada por Mullo y Sandoval (2005) y los individuos de mala forma (árboles torcidos y bifurcados).

3.4.2.2 Toma de datos de las variables.

3.4.2.2.1 Diámetro a la altura del pecho (DAP)

Con una cinta métrica se procedió a medir la circunferencia de cada procedencia a 1.3 m del nivel medio del suelo y desde la parte superior del terreno si éste es inclinado, se repintó un anillo para identificar el lugar de medición, luego se realizó la conversión de circunferencia a diámetro utilizando la fórmula:

$$D = C / \pi$$

Donde: D = Diámetro

C = Circunferencia

$$\pi = 3.141592$$

3.4.2.2.2 Altura total (H)

Con un hipsómetro se tomó la distancia vertical desde el nivel medio del suelo hasta el ápice de cada árbol, considerando la inclinación del árbol, árbol y la visibilidad; primero en dirección Norte – Sur, y cuando no era posible por visibilidad e inclinación, se midió en dirección Este – Oeste y se marcó un punto en el fuste para futuras mediciones.

3.4.2.2.3 Altura de fuste (HF)

Con una baliza graduada se midió desde el nivel del suelo hasta el inicio de la copa.

3.4.2.2.4 Altura de copa (HCP)

Se la determinó desde el sitio donde inicia la copa hasta el ápice vegetativo mediante la siguiente fórmula:

$$HCP = H - HF$$

Donde: HCP = Altura de copa

H = Altura total

HF = Altura de fuste

3.4.2.2.5 Diámetro de copa

Se realizaron dos mediciones con una cinta métrica de la proyección de la copa en sentidos opuestos y se sacó un diámetro promedio de la copa.

3.4.2.2.6 Rectitud de fuste

Se realizó ubicándose al pie del árbol en posición Norte – Sur y Este - Oeste juzgando la inclinación o rectitud. Para su clasificación se asignó los valores siguientes:

Clase m3rfica	Descripci3n
3	3rboles rectos,
2	3rboles torcidos
1	3rboles bifurcado

3.4.2.2.7 Fenolog3a.

Se tom3 en cuenta la presencia o ausencia de floraci3n y/o fructificaci3n durante todo el per3odo de evaluaci3n. Por motivo de an3lisis se asignaron los valores siguientes:

Clase	Descripci3n
3	3rboles con frutos,
2	3rboles con flores
1	3rboles sin flores ni frutos

3.4.2.2.8 Ataque de plagas y/o enfermedades

Se determin3 la ausencia o presencia del ataque de plagas y/o enfermedades durante todo el per3odo de investigaci3n, asign3ndoles los valores siguientes:

Clase	Descripci3n
2	3rboles sanos
1	3rboles con plagas y/o enfermedades

3.4.2.2.9 Recolección de frutos y ensayo de germinación de semillas

Se procedió a la recolección de los frutos para el ensayo de germinación de las semillas únicamente en el sitio I Itaqui ya que en el sitio II La Serrana no se encontraron frutos maduros durante el período de la investigación.

La recolección de frutos se realizó de manera aleatoria, de tres individuos por procedencia: los frutos obtenidos de las ramas de los árboles seleccionados se los enfundó con su respectivo código para su correcta identificación; se los ubicó en un sitio aireado y con buena incidencia de sol para que los conos se abran. Una vez obtenida la semilla se la limpió, colocó en fundas plásticas debidamente selladas y etiquetadas y se procedió a su almacenamiento en un refrigerador a temperatura de 4°C.

Se procedió a la siembra en un sustrato que contenía 30% de tierra negra, 30% de tierra del sitio y 40% de arena, luego de desinfectar el sustrato con vitavax, se distribuyó las semillas en la caja de germinación al azar; el ensayo de germinación se lo efectuó únicamente con las 28 procedencias que se detectó una correlación entre las variables diámetro a la altura del pecho y altura total; más la procedencia 09-PP-LOJ cuya altura fue destacable. La distribución de las semillas es la siguiente:

Cuadro 2. Distribución de semillas de 29 procedencias de *Pinus patula* recolectadas del sitio I Iltaqui

30-PP-COL	45-PP-MEX	10-PP-LOJ	08-PP-LOJ	22-PP-LOJ
24-PP-PER	16-PP-LOJ	19-PP-LOJ	18-PP-LOJ	20-PP-LOJ
26-PP-MEX		02-PP-COT	12-PP-LOJ	42-PP-MAL
32-PP-ZIM	01-PP-COT	41-PP-SUD	28-PP-BOL	05-PP-COT
36-PP-SUD	09-PP-LOJ	13-PP-LOJ	25-PP-SUD	27-PP-NZ
21-PP-LOJ	06-PP-LOJ	39-PP-ZIM	07-PP-LOJ	34-PP-KEN

Elaborado por: Los Autores

Para determinar el porcentaje de germinación se aplicó la ecuación siguiente:

$$\% \text{ de Germinación} = \frac{\text{Número de semillas germinadas}}{\text{Número de semillas sembradas}} \times 100$$

3.5 Raleo.

Para realizar esta operación silvicultural se procedió al marcaje de los árboles a eliminar en los dos sitios de investigación, pero se la efectuó únicamente en el sitio I Iltaqui, ya que el propietario del sitio II La Serrana no concedió la autorización para esta actividad.

En Iltaqui se ejecutó un raleo previo al inicio del registro de datos y uno al final de la investigación, ya que se detectó la necesidad de realizar un raleo de procedencias, para así garantizar la calidad de la futura fuente semillera.

3.5.1 Raleo previo.

Se marcó con una X con pintura en la base del tronco y a la altura del DAP bajo los siguientes criterios:

- Procedencias que no tuvieron correlación en la investigación anterior (Mullo y Sandoval, 2005)
- Árboles de mala forma, torcidos y bifurcados

3.5.2 Raleo final.

Para la marcación se utilizó cintas de colores de acuerdo a los criterios siguientes:

- Procedencias que no tuvieron correlación con los datos obtenidos en la presente investigación con cinta blanca.
- Árboles bajo los límites de confianza calculados para cada bloque con cinta roja.

Para el cálculo de los límites de confianza se utilizó la siguiente ecuación:

$$L_i = \bar{x} - (S \cdot t)$$

Donde:

L_i = Límite inferior de confianza

\bar{x} = Media

S = Error estándar

t = Valor tabular de la t de Student al 99.9%

3.6 Análisis de la información

Con los datos de las variables en estudio se realizaron los correspondientes análisis estadísticos

3.6.1 Prueba de diferencia de las medias.

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 \dots\dots\dots = \mu_49$$

H_a = por lo menos una de las procedencias es diferente en su desarrollo

Donde

H_0 = hipótesis nula

H_a = hipótesis alterna

$\mu_1 - \mu_2$ medias de tratamiento.

3.6.2 Análisis de varianza.

El cálculo de los datos se lo realizó con la ayuda del programa estadístico SAS (Statistical Analysis System) con el siguiente modelo estadístico:

$$X_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

X_{ij} = observación en particular

μ = media general

τ_i = efecto de tratamientos

β_j = efecto de los bloques

ϵ_{ij} = error experimental

Cuadro 3. Diseño para el análisis de varianza

Fuentes de Variación	Sitio I “Itaqui”		Sitio II “La Serrana”
	8 años	9.3 años	
	Grados de Libertad	Grados de Libertad	Grados de Libertad
Repeticiones	$(44-1) = 43$	$(44-1) = 43$	$(24-1) = 23$
Procedencias	$(49-1) = 48$	$(29-1) = 28$	$(49-1) = 48$
Error experimental	$(43)(48) = 2064$	$(43)(28) = 1204$	$(23)(48) = 1104$
TOTAL	$(44*49) - 1 = 2156$	$(44*29) - 1 = 1276$	$(24*49) - 1 = 1176$

3.6.3 Prueba de rango múltiple.

Se empleó la prueba de Duncan al 95% de probabilidad estadística, con el propósito de determinar las diferencias de crecimiento entre las procedencias.

Esta prueba se aplicó a las siguientes variables:

- DAP.
- Altura total
- Altura de fuste
- Altura de copa
- Diámetro de copa.
- Rectitud del fuste.
- Ataque de plagas y/o enfermedades

3.6.4 Análisis de correlación.

Se realizó el cálculo del coeficiente de correlación con el propósito de analizar el grado de asociación entre las siguientes variables dasométricas:

Diámetro a la altura del pecho (DAP) – Altura total.

Altura de copa – Diámetro de copa.

3.6.5 Análisis de regresión.

Con el fin de estudiar el ritmo de crecimiento de la especie se realizó el análisis de regresión entre las siguientes variables:

Diámetro a la altura del pecho (DAP) – Altura total.

Altura de copa – Diámetro de copa.

Para este análisis se aplicó el modelo de regresión logarítmica descrito a continuación:

$$Y = bo(x^{bi})$$

Donde:

Y = Variable dependiente

x = Variable independiente

bo y bi = Pendiente lineal, tasa de crecimiento.

Este análisis se lo efectuó únicamente con las procedencias que tuvieron asociación entre las variables diámetro a la altura del pecho y altura total

3.6.6 Análisis de costos.

Los costos fueron determinados para cada sitio de estudio.

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS.

En este documento se presentan los resultados obtenidos desde los 8.3 años a los 9.3 años de edad, correspondientes al sitio I (Iltaqui); y desde los 8.8 años a los 9.8 años de edad correspondientes al sitio II (La Serrana), presentando los dos sitios condiciones edafoclimáticas diferentes. El análisis de los resultados en esta etapa de investigación permitirá definir el comportamiento y selección de las procedencias, motivo de estudio.

El análisis de los resultados en cuanto se refiere al comportamiento silvicultural se realizó sobre la base de las variables siguientes: Supervivencia, diámetro a la altura de pecho, altura total, altura de copa, diámetro de copa, rectitud de fuste, floración y fructificación, ataque de plagas y/o enfermedades y porcentaje de germinación de las semillas.

4.1 Ensayo de Iltaqui.

4.1.1 Análisis de las variables.

Cabe destacar que al calcular la asociación entre las variables, es decir el coeficiente de correlación de las variables diámetro a la altura del pecho – altura total, se detectó que en 21 procedencias no existe correlación, por esta razón únicamente se realizaron el análisis de germinación de las semillas en las procedencias cuya asociación entre las variables es significativa.

4.1.1.1 Sobrevivencia.

El porcentaje de sobrevivencia desde los 8.3 hasta los 9.3 años de edad oscila entre el 18.18% y el 81.58%, siendo su promedio de 56.26%.

Cuadro 4. Porcentaje de sobrevivencia individual de 29 procedencias de *Pinus patula* a los 9.3 años de edad en Itaqui

Procedencia	(%)
09-PP-LOJ	81.58
39-PP-ZIM	79.41
10-PP-LOJ	77.14
30-PP-COL	76.00
08-PP-LOJ	75.00
21-PP-LOJ	73.08
28-PP-BOL	72.41
07-PP-LOJ	70.97
41-PP-SUD	67.86
34-PP-KEN	66.67
19-PP-LOJ	64.52
02-PP-COT	63.64
22-PP-LOJ	62.96
05-PP-COT	61.29
32-PP-ZIM	61.29
42-PP-MAL	60.00
06-PP-LOJ	58.06
01-PP-COT	55.88
36-PP-SUD	55.56
26-PP-MEX	53.85
20-PP-LOJ	50.00
24-PP-PER	44.00
25-PP-SUD	41.67
13-PP-LOJ	34.48
27-PP-NZ	32.00
16-PP-LOJ	29.73
45-PP-MEX	25.00
12-PP-LOJ	19.44
18-PP-LOJ	18.18
Promedio	56.26

4.1.1.2 Diámetro a la altura del pecho (DAP)

En el anexo A2 se presentan los análisis de varianza correspondientes diámetro a la altura del pecho realizadas entre los 8.3 y 9.3 años, detectándose diferencias estadísticas para las fuentes de variación repeticiones y procedencias.

Mediante la prueba de Duncan se observan valores promedios de diámetro a la altura del pecho, determinándose ocho grupos, siendo las procedencias 39-PP-ZIM, 12-PP-LOJ y 13-PP-LOJ con 24.29cm, 24.11cm y 24.07cm respectivamente las que alcanzaron los mayores promedios hasta los 9.3 años de edad. Los menores valores se observan en las procedencias 45-PP-MEX,

26-PP-MEX y 25-PP-SUD con 20.58cm, 20.27cm y 19.10cm respectivamente (ver cuadro)

Cuadro 5. Prueba de Duncan de diámetro a la altura del pecho de 29 procedencias de *Pinus patula* a los 9.3 años de edad en Itaqui

Procedencia	Media (cm)	9.3 años				IMA (cm)			
39-PP-ZIM	24.29			A		2.61			
12-PP-LOJ	24.11	B		A		2.59			
13-PP-LOJ	24.07	B		A		2.59			
08-PP-LOJ	23.74	B		A	C	2.55			
21-PP-LOJ	23.60	B	D	A	C	2.54			
30-PP-COL	23.57	B	D	A	C	2.53			
41-PP-SUD	23.50	B	D	A	C	2.53			
10-PP-LOJ	23.02	E	B	D	A	C	2.48		
01-PP-COT	22.80	E	B	D	A	C	2.45		
09-PP-LOJ	22.76	E	B	D	A	C	2.45		
32-PP-ZIM	22.62	E	B	D	A	C	F	2.43	
07-PP-LOJ	22.49	E	B	D	A	C	F	2.42	
22-PP-LOJ	22.47	E	B	D	A	C	F	2.42	
28-PP-BOL	22.14	E	B	D		G	C	F	2.38
34-PP-KEN	22.11	E	B	D		G	C	F	2.38
36-PP-SUD	22.03	E	B	D		G	C	F	2.37
02-PP-COT	21.91	E		D		G	C	F	2.36
16-PP-LOJ	21.91	E		D		G	C	F	2.36
05-PP-COT	21.85	E		D		G	C	F	2.35
24-PP-PER	21.83	E		D		G	C	F	2.35
19-PP-LOJ	21.78	E		D		G	C	F	2.34
06-PP-LOJ	21.75	E		D		G	C	F	2.34
42-PP-MAL	21.52	E		D		G		F	2.31
18-PP-LOJ	21.32	E				G		F	2.29
27-PP-NZ	21.18	E				G		F	2.28
20-PP-LOJ	21.17	E				G		F	2.28
45-PP-MEX	20.58		H			G		F	2.21
26-PP-MEX	20.27		H			G			2.18
25-PP-SUD	19.09		H						2.05

4.1.1.3 Altura total (H)

En el anexo A3 se presentan los análisis de varianza correspondientes altura total realizadas entre los 8.3 y 9.3 años, detectándose diferencias estadísticas para las fuentes de variación repeticiones y procedencias.

Mediante la prueba de Duncan se observan valores promedios altura total determinándose diez grupos, siendo las procedencias 18-PP-LOJ, 30-PP-COL y 09-PP-LOJ con 15.29m, 15.08m y 15.03m respectivamente las que alcanzaron los mayores promedios hasta los 9.3 años de edad. Los menores valores se observan en las procedencias 27-PP-NZ, 45-PP-MEX y 25-PP-SUD con 13.36m, 13.23m y 12.95m respectivamente (ver cuadro)

Cuadro 6. Prueba de Duncan de altura total de 29 procedencias de *Pinus patula* a los 9.3 años de edad en Itaqui

Procedencia	Media (m)	9.3 años				IMA (m)				
18-PP-LOJ	15.29		A			1.64				
30-PP-COL	15.08	B	A			1.62				
09-PP-LOJ	15.03	B	A		C	1.62				
08-PP-LOJ	14.98	B	D	A		1.61				
12-PP-LOJ	14.78	E	B	D	A	C	1.59			
16-PP-LOJ	14.66	E	B	D	A	C	F	1.58		
36-PP-SUD	14.61	E	B	D	A	C	F	1.57		
13-PP-LOJ	14.57	E	B	D	A	C	F	1.57		
32-PP-ZIM	14.50	E	B	D	A	C	F	1.56		
39-PP-ZIM	14.45	E	B	D	A	C	F	1.55		
06-PP-LOJ	14.44	E	B	D	A	C	F	1.55		
41-PP-SUD	14.36	E	B	D		G	C	F	1.54	
34-PP-KEN	14.22	E	B	D		G	H	C	F	1.53
07-PP-LOJ	14.20	E	B	D		G	H	C	F	1.53
22-PP-LOJ	14.18	E		D		G	H	C	F	1.52
21-PP-LOJ	14.12	E		D		G	H		F	1.52
24-PP-PER	14.07	E	I			G	H		F	1.51
26-PP-MEX	14.01	E	I			G	H		F	1.51
02-PP-COT	14.00	E	I			G	H		F	1.51
28-PP-BOL	13.90	E	I			G	H		F	1.49
20-PP-LOJ	13.89	E	I			G	H		F	1.49
10-PP-LOJ	13.89	E	I			G	H		F	1.49
19-PP-LOJ	13.89	E	I			G	H		F	1.49
42-PP-MAL	13.75		I			G	H	J		1.48
05-PP-COT	13.52		I			G	H	J		1.45
01-PP-COT	13.41		I				H	J		1.44
27-PP-NZ	13.36		I				H	J		1.44
45-PP-MEX	13.23		I					J		1.42
25-PP-SUD	12.95							J		1.39

4.1.1.4 Altura de fuste (HF)

En el anexo A4 se presentan los análisis de varianza correspondientes a altura de fuste realizadas entre los 8.3 y 9.3 años, detectándose diferencias estadísticas para las fuentes de variación repeticiones y procedencias.

Mediante la prueba de Duncan se observan valores promedios de altura de fuste, determinándose cuatro grupos, siendo las procedencias 12-PP-LOJ, 32-PP-ZIM y 41-PP-SUD con 4.17m, 4.15m y 3.90m respectivamente las que alcanzaron los mayores promedios hasta los 9.3 años de edad. Los menores valores se observan en las procedencias 34-PP-KEN, 45-PP-MEX y 27-PP-NZ con 3.44m, 3.42m y 3.16m respectivamente (ver cuadro)

Cuadro 7. Prueba de Duncan de altura de fuste de 29 procedencias de *Pinus patula* a los 9.3 años de edad en Itaqui

Procedencia	Media (m)	9.3 años	
12-PP-LOJ	4.17	A	
32-PP-ZIM	4.15	B	A
41-PP-SUD	3.90	B	A C
13-PP-LOJ	3.89	B	A C
24-PP-PER	3.88	B	A C
09-PP-LOJ	3.87	B	A C
08-PP-LOJ	3.83	B	A C
18-PP-LOJ	3.78	B	A C
21-PP-LOJ	3.76	B	A C
02-PP-COT	3.76	B	A C
16-PP-LOJ	3.75	B	A C
36-PP-SUD	3.73	B	A C
22-PP-LOJ	3.72	B	A C
01-PP-COT	3.71	B	A C
39-PP-ZIM	3.71	B	A C
28-PP-BOL	3.69	B	A C
20-PP-LOJ	3.68	B	A C
05-PP-COT	3.68	B	A C
26-PP-MEX	3.67	B	C
07-PP-LOJ	3.65		C
42-PP-MAL	3.61		D C
06-PP-LOJ	3.61		D C
19-PP-LOJ	3.60		D C
10-PP-LOJ	3.59		D C
30-PP-COL	3.58		D C
25-PP-SUD	3.48		D C
34-PP-KEN	3.44		D C
45-PP-MEX	3.42		D C
27-PP-NZ	3.16		D

4.1.1.5 Altura de copa (HCP)

En el anexo A5 se presentan los análisis de varianza correspondientes altura de copa realizadas entre los 8.3 y 9.3 años, detectándose diferencias estadísticas para las fuentes de variación repeticiones y procedencias.

Mediante la prueba de Duncan se observan valores promedios de altura de copa, determinándose nueve grupos, siendo las procedencias 18-PP-LOJ, 30-PP-COL y 09-PP-LOJ con 11.52m, 11.49m y 11.16m respectivamente las que alcanzaron los mayores promedios hasta los 9.3 años de edad. Los menores valores se observan en las procedencias 45-PP-MEX, 01-PP-COT y 25-PP-SUD con 9.81m, 9.69m y 9.47m respectivamente (ver cuadro)

Cuadro 8. Prueba de Duncan de altura de copa de 29 procedencias de *Pinus patula* a los 9.3 años de edad en Itaqui

Procedencia	Media (m)	9.3 años			IMA (m)
18-PP-LOJ	11.52			A	1.24
30-PP-COL	11.49			A	1.24
09-PP-LOJ	11.16	B		A	1.20
08-PP-LOJ	11.15	B		A	1.20
16-PP-LOJ	10.91	B		A	1.17
36-PP-SUD	10.88	B		A	1.17
06-PP-LOJ	10.84	B		A	1.17
34-PP-KEN	10.78	B	D	A C	1.16
39-PP-ZIM	10.74	B	D	A C	1.15
13-PP-LOJ	10.68	E	B D	A C	1.15
12-PP-LOJ	10.61	E	B D	A C	1.14
07-PP-LOJ	10.55	E	B D	A C	1.13
41-PP-SUD	10.46	E	B D	F C	1.12
22-PP-LOJ	10.46	E	B D	F C	1.12
21-PP-LOJ	10.36	E	B D	F C	1.11
32-PP-ZIM	10.35	E	B D	F C	1.11
26-PP-MEX	10.34	E	B D	F C	1.11
10-PP-LOJ	10.3	E	B D	F C	1.11
19-PP-LOJ	10.29	E	B D	F C	1.11
02-PP-COT	10.24	E	B D	F C	1.10
20-PP-LOJ	10.21	E	B D	F C	1.10
28-PP-BOL	10.21	E	B D	F C	1.10
27-PP-NZ	10.2	E	B D	F C	1.10
24-PP-PER	10.19	E	B D	F C	1.10
42-PP-MAL	10.14	E	B D	F C	1.09
05-PP-COT	9.84	E	D	F C	1.06
45-PP-MEX	9.81	E	D	F	1.05
01-PP-COT	9.69	E		F	1.04
25-PP-SUD	9.47			F	1.02

4.1.1.6 Diámetro de copa (DC)

En el anexo A6 se presentan los análisis de varianza correspondientes a diámetro de copa realizadas entre los 8.3 y 9.3 años, detectándose diferencias estadísticas para las fuentes de variación repeticiones y procedencias.

Mediante la prueba de Duncan se observan valores promedios de diámetro de copa, determinándose cinco grupos, siendo las procedencias 13-PP-LOJ, 12-PP-LOJ y 20-PP-LOJ con 7.54m, 7.31m y 7.28m respectivamente las que alcanzaron los mayores promedios hasta los 9.3 años de edad. Los menores valores se observan en las procedencias 28-PP-BOL, 25-PP-LOJ y 25-PP-SUD con 6.53m, 6.50m y 6.28m respectivamente (ver cuadro)

Cuadro 9. Prueba de Duncan de diámetro de copa de 29 procedencias de *Pinus patula* a los 9.3 años de edad en Iltaqui

Procedencia	Media (m)	9.3 años			IMA (m)
13-PP-LOJ	7.54		A		0.81
12-PP-LOJ	7.31	B	A		0.79
20-PP-LOJ	7.28	B	A	C	0.78
18-PP-LOJ	7.14	B	D	A C	0.77
16-PP-LOJ	7.14	B	D	A C	0.77
01-PP-COT	7.04	B	D	A C	0.76
36-PP-SUD	7.02	B	D	A C	0.75
09-PP-LOJ	6.98	E	B	D A C	0.75
06-PP-LOJ	6.90	E	B	D A C	0.74
08-PP-LOJ	6.89	E	B	D A C	0.74
24-PP-PER	6.85	E	B	D A C	0.74
30-PP-COL	6.85	E	B	D A C	0.74
41-PP-SUD	6.85	E	B	D A C	0.74
07-PP-LOJ	6.85	E	B	D A C	0.74
21-PP-LOJ	6.81	E	B	D C	0.73
42-PP-MAL	6.78	E	B	D C	0.73
22-PP-LOJ	6.73	E	B	D C	0.72
02-PP-COT	6.68	E	B	D C	0.72
34-PP-KEN	6.65	E	B	D C	0.72
32-PP-ZIM	6.63	E	B	D C	0.71
05-PP-COT	6.61	E	B	D C	0.71
27-PP-NZ	6.61	E	B	D C	0.71
26-PP-MEX	6.60	E	B	D C	0.71
19-PP-LOJ	6.59	E	B	D C	0.71
39-PP-ZIM	6.58	E		D C	0.71
45-PP-MEX	6.55	E		D	0.70
28-PP-BOL	6.53	E		D	0.70
10-PP-LOJ	6.50	E		D	0.70
25-PP-SUD	6.28	E			0.68

4.1.1.7 Rectitud de fuste (RF)

En el anexo A7 se presentan los análisis de varianza correspondientes a la rectitud de fuste realizadas entre los 8.3 y 9.3 años, detectándose que existen valores altamente significativos estadísticamente para la fuente de variación repeticiones a los 8.3, 8.6 y 9 años, y valores significativos estadísticamente para procedencias a los 8.3, 8.6 y 9 años, y para repeticiones a los 9.3 años; la fuente de variación procedencias obtuvo un valor no significativo estadísticamente a los 9.3 años.

Mediante la prueba de Duncan se observan valores promedios de rectitud de fuste, determinándose dos grupos, siendo las procedencias, 26-PP-MEX, 24-PP-PER y 12-PP-LOJ con 2.44, 2.40 y 2.38 respectivamente, esto quiere decir que dichas procedencias son las que presentan mayor número de individuos rectos. Los menores valores se observan en las procedencias 39-PP-ZIM, 07-PP-LOJ y 13-PP-LOJ con 2.10, 2.04 y 1.91cm respectivamente, lo que equivale que en estas procedencias en casos aislados se presentaron bifurcaciones, y que en su gran mayoría los individuos son torcidos. (ver cuadro)

Cuadro 10. Prueba de Duncan de rectitud de fuste de 29 procedencias de *Pinus patula* a los 9.3 años de edad en

Procedencia	Media	9.3 años
26-PP-MEX	2.44	A
24-PP-PER	2.40	A
12-PP-LOJ	2.38	A
05-PP-COT	2.36	A
36-PP-SUD	2.35	A
01-PP-COT	2.33	B A
19-PP-LOJ	2.33	B A
27-PP-NZ	2.33	B A
42-PP-MAL	2.33	B A
25-PP-SUD	2.32	B A
32-PP-ZIM	2.31	B A
45-PP-MEX	2.30	B A
10-PP-LOJ	2.28	B A
28-PP-BOL	2.28	B A
41-PP-SUD	2.27	B A
30-PP-COL	2.25	B A
21-PP-LOJ	2.24	B A
02-PP-COT	2.24	B A
06-PP-LOJ	2.23	B A
20-PP-LOJ	2.19	B A
16-PP-LOJ	2.18	B A
34-PP-KEN	2.17	B A
18-PP-LOJ	2.17	B A
09-PP-LOJ	2.15	B A
08-PP-LOJ	2.13	B A
22-PP-LOJ	2.12	B A
39-PP-ZIM	2.10	B A
07-PP-LOJ	2.04	B A
13-PP-LOJ	1.91	B

4.1.1.8 Fenología

En el anexo A8 se presentan los análisis de varianza correspondientes a la floración y fructificación realizadas entre los 8.3 y 9.3 años, detectándose diferencias altamente significativas estadísticamente para las fuentes de variación procedencias y repeticiones a los 8.6 y 9 años; por el contrario valores no significativos estadísticamente para la fuente de variación repeticiones y procedencias a los 8.3 y 9.3 años.

Cabe resaltar que desde los 8.3 hasta los 9.3 años se encontró constantemente la presencia de flores o frutos en el ensayo, además de regeneración natural, lo que indica que la especie se encuentra totalmente adaptada a este sitio.

4.1.1.9 Ataque de plagas y enfermedades

En el anexo A9 se presentan los análisis de varianza correspondientes a la presencia del ataque de plagas o enfermedades realizadas entre los 8.3 y 9.3 años, detectándose que no existen diferencias estadísticas para las fuentes de variación procedencias y repeticiones.

Se observan valores promedios de la presencia del ataque de plagas y enfermedades, determinando que 22 las procedencias que no presentaron ataque de plagas o enfermedades a los 9.3 años. (ver cuadro)

Cuadro 11. Promedios de ataque de plagas y enfermedades de 29 procedencias de *Pinus patula* a los 9.3 años de edad en Iltaqui

Procedencia	Media
01-PP-COT	2.00
02-PP-COT	2.00
05-PP-COT	2.00
09-PP-LOJ	2.00
10-PP-LOJ	2.00
12-PP-LOJ	2.00
13-PP-LOJ	2.00
16-PP-LOJ	2.00
18-PP-LOJ	2.00
19-PP-LOJ	2.00
20-PP-LOJ	2.00
21-PP-LOJ	2.00
22-PP-LOJ	2.00
24-PP-PER	2.00
25-PP-SUD	2.00
27-PP-NZ	2.00
30-PP-COL	2.00
34-PP-KEN	2.00
36-PP-SUD	2.00
39-PP-ZIM	2.00
42-PP-MAL	2.00
45-PP-MEX	2.00
08-PP-LOJ	1.97
06-PP-LOJ	1.96
32-PP-ZIM	1.96
26-PP-MEX	1.96
41-PP-SUD	1.95
07-PP-LOJ	1.92
28-PP-BOL	1.92

Cabe destacar que ataque de plagas no se encontró, pese ha haberse detectado un ataque de un lepidóptero de la familia geometridae (medidores) en un rodal no muy distante de *Pinus radiata*. La presencia de ápice muerto y de cola de zorro son las enfermedades reconocidas en el sitio del ensayo.

4.1.2 Análisis de correlación.

4.1.2.1 Correlación de diámetro a la altura del pecho – altura total

En el anexo A17 se presentan los resultados del análisis de correlación a los 9.3 años, de los cuales se puede determinar que 21 procedencias de las 49 no presentan asociación entre las variables analizadas y por este motivo fueron

eliminadas en raleo final, a excepción de la procedencia 09-PP-LOJ, la cual presenta altos valores promedios en la variable altura total.

Las procedencias que no mostraron correlación fueron: 03-PP-COT, 04-PP-COT, 09-PP-LOJ, 15-PP-LOJ, 17-PP-LOJ, 23-PP-LOJ, 29-PP-COL, 31-PP-ZIM, 33-PP-KEN, 35-PP-SUD, 37-PP-SUD, 38-PP-SUD, 40-PP-SUD, 43-PP-MEX, 44-PP-MEX, 46-PP-MEX, 47-PP-MEX, 48-PP-MEX, 49-PP-MEX, 50-PP-MEX y 51-PP-MEX.

4.1.2.2 Correlación de altura de copa – diámetro de copa

En el anexo A17 se presentan los resultados del análisis de correlación a los 9.3 años, de los cuales se puede determinar que 16 procedencias no presentan asociación entre las variables analizadas.

Las procedencias que no mostraron correlación fueron: 02-PP-COT, 08-PP-LOJ, 09-PP-LOJ, 12-PP-LOJ, 18-PP-LOJ, 20-PP-LOJ, 22-PP-LOJ, 24-PP-PER, 26-PP-MEX, 28-PP-BOL, 32-PP-ZIM, 36-PP-SUD, 39-PP-ZIM, 41-PP-SUD, 42-PP-MAL, 45-PP-MEX,

4.1.3 Análisis de regresión.

4.1.3.1 Regresión de diámetro a la altura del pecho – altura total

En el anexo A18 se presentan los resultados del análisis de regresión a los 9.3 años, de los cuales se puede determinar que la procedencia 27-PP-NZ con 79.3% fue la que obtuvo el mayor coeficiente de regresión; por el contrario la procedencia 41-PP-SUD con 3.8% fue la de menor valor.

4.1.3.2 Regresión de altura de copa – diámetro de copa

En el anexo A18 se presentan los resultados del análisis de regresión a los 9.3 años, de los cuales se puede determinar que la procedencia 27-PP-NZ con 63.6% fue la que obtuvo el mayor coeficiente de regresión; por el contrario las procedencias 22-PP-LOJ y 36-PP-SUD con 0% fueron las de menor valor.

4.1.4 Análisis de costos.

En el anexo A 36 se describen los costos incurridos en el manejo, incluidos los costos del ensayo de germinación de las semillas, ya que este ensayo es necesario para la futura calificación de la fuente semillera. A continuación se resumen los costos efectuados

Cuadro 12. Costos de mantenimiento en Iltaqui

COSTOS TOTALES		
Detalle	Costo por el ensayo	Costo por hectárea
Materiales y equipos	223.00	114.92
Operaciones silviculturales	720.00	371.06
Costos indirectos	2936.00	1513.09
TOTAL SITIO I	3879.00	1999.07

Cabe relevar que estos costos incluyen las operaciones silviculturales realizadas.

4.1.5 Ensayo de germinación de las semillas

Se obtuvo la germinación de semillas de todas las procedencias partir de los 13 días, hecho que corrobora lo observado en el campo, ya que se observa una excelente regeneración natural de la especie.

Cuadro 13. Porcentaje de germinación de procedencias de *Pinus patula*

Procedencia	% Germinación
10-PP-LOJ	100
08-PP-LOJ	93
19-PP-LOJ	90
26-PP-MEX	88
22-PP-LOJ	84
24-PP-PER	72
30-PP-COL	70
02-PP-COT	67
45-PP-MEX	67
12-PP-LOJ	63
18-PP-LOJ	62
21-PP-LOJ	60
41-PP-SUD	60
42-PP-MAL	57
06-PP-LOJ	56
13-PP-LOJ	56
32-PP-ZIM	56
39-PP-ZIM	56
07-PP-LOJ	53
16-PP-LOJ	53
25-PP-SUD	53
28-PP-BOL	52
34-PP-KEN	52
36-PP-SUD	52
05-PP-COT	51
27-PP-NZ	51
20-PP-LOJ	47
01-PP-COT	34
09-PP-LOJ	34
Promedio	61.69

El mayor porcentaje de germinación lo obtuvo la procedencia 10-PP-LOJ con el 100% seguida por las procedencias 08-PP-LOJ y 19-PP-LOJ con porcentajes de 93 y 90% respectivamente. Las procedencias que obtuvieron los menores porcentajes de germinación fueron 01-PP-COT y 09-PP-LOJ con 34% cada una.

Cabe destacar que la germinación fue heterogénea, presentándose con mayor rapidez y porcentaje en aquellos bloques en los que la incidencia del sol no fue directa.

4.1.6 Operaciones silviculturales.

4.1.6.1 Raleo previo.

Para esta actividad el Ing. Raúl Fuentes propietario del sitio del ensayo negoció con la empresa NOVOPAN del Ecuador S.A. para vender el producto del raleo, siendo dicha empresa la encargada de efectuar esta operación.

Cuadro 14. Cantidad de individuos eliminados en el raleo previo del sitio I

Iltaqi

Procedencia	Número de árboles en pie	Número de árboles remanentes	Árboles eliminados	
			Número	%
01-PP-COT	34	24	10	29.41
02-PP-COT	22	17	5	22.73
03-PP-COT	23	20	3	13.04
04-PP-COT	18	14	4	22.22
05-PP-COT	31	25	6	19.35
06-PP-LOJ	31	26	5	16.13
07-PP-LOJ	31	26	5	16.13
08-PP-LOJ	36	32	4	11.11
09-PP-LOJ	39	33	6	15.38
10-PP-LOJ	35	32	3	8.57
12-PP-LOJ	30	8	22	73.33
13-PP-LOJ	29	11	18	62.07
15-PP-LOJ	30	24	6	20.00
16-PP-LOJ	37	11	26	70.27
17-PP-LOJ	23	10	13	56.52
18-PP-LOJ	22	6	16	72.73
19-PP-LOJ	30	27	3	10.00
20-PP-LOJ	34	26	8	23.53
21-PP-LOJ	26	21	5	19.23
22-PP-LOJ	27	25	2	7.41
23-PP-LOJ	31	28	3	9.68
24-PP-PER	25	15	10	40.00
25-PP-SUD	24	19	5	20.83
26-PP-MEX	26	25	1	3.85
27-PP-NZ	25	9	16	64.00
28-PP-BOL	29	25	4	13.79
29-PP-COL	25	9	16	64.00
30-PP-COL	25	20	5	20.00
31-PP-ZIM	32	18	14	43.75
32-PP-ZIM	31	26	5	16.13
33-PP-KEN	31	15	16	51.61
34-PP-KEN	27	23	4	14.81
35-PP-SUD	32	27	5	15.63
36-PP-SUD	27	20	7	25.93
37-PP-SUD	33	28	5	15.15
38-PP-SUD	25	9	16	64.00
39-PP-ZIM	34	29	5	14.71
40-PP-SUD	35	30	5	14.29
41-PP-SUD	28	23	5	17.86
42-PP-MAL	30	25	5	16.67
43-PP-MEX	30	15	15	50.00
44-PP-MEX	18	9	9	50.00
45-PP-MEX	24	10	14	58.33
46-PP-MEX	16	3	13	81.25
47-PP-MEX	16	10	6	37.50
48-PP-MEX	24	18	6	25.00
49-PP-MEX	28	6	22	78.57
50-PP-MEX	20	6	14	70.00
51-PP-MEX	15	12	3	20.00
Promedio	27.63	18.98	8.65	32.79

El porcentaje del raleo fue del 31.32 %, dejando una densidad de 478 árboles por hectárea a los 8 años de edad. Posterior a esta operación se realizó una poda a los árboles remanentes a una altura de 4m, esta actividad también fue realizada por NOVOPAN del Ecuador S.A.

Los deshechos de ramas y pedazos de fuste que no fueron calificados por la empresa como material de uso industrial fueron llevados por los integrantes de la comunidad de Itaqui para consumirlos como leña; hecho que permitió detectar la escasez de fuentes de energía para consumo doméstico.

4.1.6.2 Raleo final.

Para esta actividad el Ing. Raúl Fuentes vendió el producto del raleo al Sr. Tobías Guaján, quien fue el encargado de llevarlo a cabo.

Cuadro 15. Cantidad de individuos eliminados en el raleo final del sitio I Iltaqui

Procedencia	Número de árboles en pie	Número de árboles remanentes	Árboles a eliminar	
			Número	%
01-PP-COT	24	19	5	20.83
02-PP-COT	17	14	3	17.65
03-PP-COT	20	0	20	100.00
04-PP-COT	14	0	14	100.00
05-PP-COT	25	19	6	24.00
06-PP-LOJ	26	18	8	30.77
07-PP-LOJ	26	22	4	15.38
08-PP-LOJ	31	26	5	16.13
09-PP-LOJ	33	31	2	6.06
10-PP-LOJ	32	27	5	15.63
12-PP-LOJ	8	7	1	12.50
13-PP-LOJ	11	10	1	9.09
15-PP-LOJ	24	0	24	100.00
16-PP-LOJ	11	11	0	0.00
17-PP-LOJ	10	0	10	100.00
18-PP-LOJ	6	4	2	33.33
19-PP-LOJ	27	20	7	25.93
20-PP-LOJ	26	17	9	34.62
21-PP-LOJ	21	19	2	9.52
22-PP-LOJ	25	17	8	32.00
23-PP-LOJ	28	0	28	100.00
24-PP-PER	15	11	4	26.67
25-PP-SUD	19	10	9	47.37
26-PP-MEX	25	14	11	44.00
27-PP-NZ	9	8	1	11.11
28-PP-BOL	25	21	4	16.00
29-PP-COL	9	0	9	100.00
30-PP-COL	20	19	1	5.00
31-PP-ZIM	18	0	18	100.00
32-PP-ZIM	26	19	7	26.92
33-PP-KEN	15	0	15	100.00
34-PP-KEN	23	18	5	21.74
35-PP-SUD	27	0	27	100.00
36-PP-SUD	20	15	5	25.00
37-PP-SUD	28	0	28	100.00
38-PP-SUD	9	0	9	100.00
39-PP-ZIM	29	27	2	6.90
40-PP-SUD	30	0	30	100.00
41-PP-SUD	22	18	4	18.18
42-PP-MAL	24	17	7	29.17
43-PP-MEX	15	0	15	100.00
44-PP-MEX	9	0	9	100.00
45-PP-MEX	10	6	4	40.00
46-PP-MEX	3	0	3	100.00
47-PP-MEX	10	0	10	100.00
48-PP-MEX	18	0	18	100.00
49-PP-MEX	6	0	6	100.00
50-PP-MEX	6	0	6	100.00
51-PP-MEX	12	0	12	100.00
Promedio	18.92	9.88	9.04	53.50

El porcentaje del raleo fue del 47.79%, dejando una densidad de 250 árboles por hectárea. En esta actividad se eliminaron 20 de las 49 procedencias

4.2 Ensayo de La Serrana.

4.2.1 Análisis de las variables.

4.2.1.1 Sobrevivencia.

El porcentaje de sobrevivencia desde los 8.8 hasta los 9.8 años de edad oscila entre el 25% y el 78.95%, siendo su promedio de 53.59%.

Cuadro 16. Porcentaje de sobrevivencia individual de 49 procedencias de *Pinus patula* a los 9.8 años de edad en La Serrana

Procedencia	%
17-PP-LOJ	78.95
16-PP-LOJ	73.91
13-PP-LOJ	72.73
39-PP-ZIM	71.43
09-PP-LOJ	70.83
12-PP-LOJ	70.83
25-PP-SUD	70.59
15-PP-LOJ	68.42
36-PP-SUD	68.18
06-PP-LOJ	66.67
19-PP-LOJ	66.67
05-PP-COT	65.00
20-PP-LOJ	63.16
30-PP-COL	63.16
35-PP-SUD	63.16
02-PP-COT	61.90
29-PP-COL	60.87
10-PP-LOJ	60.00
04-PP-COT	58.33
42-PP-MAL	58.33
49-PP-MEX	58.33
48-PP-MEX	57.89
26-PP-MEX	57.32
24-PP-PER	57.14
38-PP-SUD	54.55
31-PP-ZIM	53.85
40-PP-SUD	52.94
08-PP-LOJ	52.70
23-PP-LOJ	52.17
21-PP-LOJ	50.00
22-PP-LOJ	50.00
33-PP-KEN	50.00
34-PP-KEN	50.00
44-PP-MEX	47.62
28-PP-BOL	47.37
51-PP-MEX	45.83
37-PP-SUD	44.00
27-PP-NZ	42.86
32-PP-ZIM	40.91
18-PP-LOJ	38.10
01-PP-COT	37.50
43-PP-MEX	35.00
03-PP-COT	33.33
07-PP-LOJ	33.33
41-PP-SUD	33.33
47-PP-MEX	33.33
46-PP-MEX	29.17
50-PP-MEX	29.17
45-PP-MEX	25.00
Promedio	53.59

4.2.1.2 Diámetro a la altura del pecho (DAP)

En el anexo A20 se presentan los análisis de varianza correspondientes realizadas entre los 8.8 y 9.8 años, detectándose valores altamente significativos

estadísticamente para las fuentes de variación repeticiones y valores no significativos estadísticamente para las fuentes de variación procedencias.

En el cuadro 16 se encuentran valores promedios de diámetro a la altura del pecho, determinándose que las procedencias 50-PP-MEX, 08-PP-LOJ y 12-PP-LOJ con 25.60cm, 24.80cm y 23.64cm respectivamente las que alcanzaron los mayores promedios hasta los 9.8 años de edad. Los menores valores se observan en las procedencias 37-PP-SUD, 06-PP-LOJ y 47-PP-MEX con 18.29cm, 18.03cm y 17.68cm respectivamente

Cuadro 17. Promedios de diámetro a la altura del pecho de 49 procedencias de *Pinus patula* a los 9.8 años de edad en La Serrana

Procedencia	Media (cm)	IMA (cm)
50-PP-MEX	25.60	2.61
08-PP-LOJ	24.80	2.53
12-PP-LOJ	23.64	2.41
21-PP-LOJ	23.34	2.38
17-PP-LOJ	23.25	2.37
16-PP-LOJ	22.82	2.33
23-PP-LOJ	22.77	2.32
22-PP-LOJ	22.65	2.31
15-PP-LOJ	22.64	2.31
46-PP-MEX	22.22	2.27
10-PP-LOJ	22.12	2.26
28-PP-BOL	21.95	2.24
40-PP-SUD	21.84	2.23
04-PP-COT	21.82	2.23
30-PP-COL	21.67	2.21
39-PP-ZIM	21.64	2.21
19-PP-LOJ	21.52	2.20
01-PP-COT	21.49	2.19
25-PP-SUD	21.38	2.18
49-PP-MEX	21.29	2.17
26-PP-MEX	21.24	2.17
02-PP-COT	21.10	2.15
48-PP-MEX	21.00	2.14
20-PP-LOJ	21.00	2.14
24-PP-PER	20.89	2.13
32-PP-ZIM	20.71	2.11
42-PP-MAL	20.58	2.10
29-PP-COL	20.54	2.10
45-PP-MEX	20.53	2.09
18-PP-LOJ	20.50	2.09
13-PP-LOJ	20.46	2.09
51-PP-MEX	20.45	2.09
38-PP-SUD	20.33	2.07
07-PP-LOJ	20.32	2.07
43-PP-MEX	20.28	2.07
03-PP-COT	20.10	2.05
09-PP-LOJ	20.09	2.05
33-PP-KEN	20.06	2.05
05-PP-COT	20.05	2.05
36-PP-SUD	19.93	2.03
27-PP-NZ	19.85	2.03
31-PP-ZIM	19.71	2.01
41-PP-SUD	19.70	2.01
34-PP-KEN	19.63	2.00
35-PP-SUD	19.38	1.98
44-PP-MEX	19.20	1.96
37-PP-SUD	18.29	1.87
06-PP-LOJ	18.03	1.84
47-PP-MEX	17.68	1.80

4.2.1.3 Altura total (H)

En el anexo A21. se presentan los análisis de varianza correspondientes altura total realizadas entre los 8.8 Y 9.8 años, detectándose diferencias estadísticas para las fuentes de variación repeticiones y procedencias.

Mediante la prueba de Duncan se observan valores promedios altura total determinándose nueve grupos, siendo las procedencias 40-PP-SUD, 08-PP-LOJ y 43-PP-MEX con 17.16m, 17.13m y 17.00m respectivamente las que alcanzaron los mayores promedios hasta los 9.8 años de edad. Los menores valores se observan en las procedencias 46-PP-MEX, 41-PP-SUD y 44-PP-MEX con 13.75m, 13.75m y 13.21m respectivamente (ver cuadro)

Cuadro 18. Prueba de Duncan de altura total de 49 procedencias de *Pinus patula* a los 9.8 años de edad en La Serrana

Procedencia	Media (m)	H 9.8años				IMA (m)
40-PP-SUD	17.16			A		1.75
08-PP-LOJ	17.13	B		A		1.75
43-PP-MEX	17.00	B		A	C	1.73
12-PP-LOJ	16.86	B		A	C	1.72
16-PP-LOJ	16.69	B	D	A	C	1.70
24-PP-PER	16.42	E B	D	A	C	1.68
30-PP-COL	16.42	E B	D	A	C	1.68
22-PP-LOJ	16.19	E B	D	A	C	1.65
23-PP-LOJ	16.11	E B	D	A	C F	1.64
06-PP-LOJ	16.07	E B	D	A	C F	1.64
21-PP-LOJ	16.06	E B	D	A	C F	1.64
18-PP-LOJ	15.92	E B	D	A	G C F	1.62
09-PP-LOJ	15.90	E B	D	A	G C F	1.62
49-PP-MEX	15.89	E B	D	A	G C F	1.62
32-PP-ZIM	15.89	E B	D	A	G C F	1.62
17-PP-LOJ	15.87	E B	D	A	G C F	1.62
19-PP-LOJ	15.87	E B	D	A	G C F	1.62
39-PP-ZIM	15.83	E B	D	A	G C F	1.61
45-PP-MEX	15.81	E B	D	A	G C F	1.61
34-PP-KEN	15.80	E B	D	A	G C F	1.61
07-PP-LOJ	15.79	E B	D	A	G C F	1.61
01-PP-COT	15.68	E B	D	A	G C F	1.60
37-PP-SUD	15.64	E B	D	A	G C F	1.60
28-PP-BOL	15.63	E B	D	A	G C F	1.59
26-PP-MEX	15.61	E B	D	A	G C F	1.59
25-PP-SUD	15.54	E B	D	A	G C F	1.59
04-PP-COT	15.46	E B	D	H	A G C F	1.58
05-PP-COT	15.43	E B	D	H	A G C F	1.57
13-PP-LOJ	15.40	E B	D	H	A G C F	1.57
38-PP-SUD	15.38	E B	D	H	A G C F	1.57
27-PP-NZ	15.34	E B	D	H	A G C F	1.57
20-PP-LOJ	15.29	E B	I	D	H A G C F	1.56
15-PP-LOJ	15.23	E B	I	D	H A G C F	1.55
33-PP-KEN	15.17	E B	I	D	H A G C F	1.55
48-PP-MEX	15.14	E B	I	D	H A G C F	1.54
51-PP-MEX	15.13	E B	I	D	H A G C F	1.54
36-PP-SUD	15.04	E B	I	D	H A G C F	1.53
35-PP-SUD	14.97	E B	I	D	H G C F	1.53
42-PP-MAL	14.91	E	I	D	H G C F	1.52
02-PP-COT	14.91	E	I	D	H G C F	1.52
10-PP-LOJ	14.90	E	I	D	H G C F	1.52
31-PP-ZIM	14.86	E	I	D	H G C F	1.52
29-PP-COL	14.64	E	I	D	H G	1.49
03-PP-COT	14.36	E	I	H	G	1.47
50-PP-MEX	14.00		I	H	G	1.43
47-PP-MEX	13.81		I	H	G	1.41
46-PP-MEX	13.75		I	H	G	1.40
41-PP-SUD	13.35		I	H		1.36
44-PP-MEX	13.21		I			1.35

4.2.1.4 Altura de fuste (HF)

En el anexo A22 se presentan los análisis de varianza correspondientes a altura de fuste realizadas entre los 8.8 y 9.8 años, detectándose diferencias estadísticas para las fuentes de variación repeticiones y procedencias.

Mediante la prueba de Duncan se observan valores promedios de altura de fuste, determinándose cinco grupos, siendo las procedencias 45-PP-MEX, 40-PP-SUD y 20-PP-LOJ con 3.00m, 2.88m y 2.83cm respectivamente las que alcanzaron los mayores promedios hasta los 9.8 años de edad. El menor valor se observa en la procedencia 50-PP-MEX con 1.00m respectivamente (ver cuadro)

Cuadro 19. Prueba de Duncan de altura de fuste de 49 procedencias de *Pinus patula* a los 9.8 años de edad en La Serrana

Procedencia	Media (m)	HF 9.8años		
45-PP-MEX	3.00		A	
40-PP-SUD	2.88	B	A	
20-PP-LOJ	2.83	B	A	C
39-PP-ZIM	2.69	B	D	A C
07-PP-LOJ	2.67	B	D	A C
24-PP-PER	2.67	B	D	A C
26-PP-MEX	2.64	B	D	A C
42-PP-MAL	2.64	B	D	A C
22-PP-LOJ	2.63	B	D	A C
09-PP-LOJ	2.62	B	D	A C
19-PP-LOJ	2.62	B	D	A C
01-PP-COT	2.60	B	D	A C
08-PP-LOJ	2.60	B	D	A C
41-PP-SUD	2.60	B	D	A C
13-PP-LOJ	2.58	B	D	A C
03-PP-COT	2.57	B	D	A C
23-PP-LOJ	2.57	B	D	A C
49-PP-MEX	2.57	B	D	A C
35-PP-SUD	2.56	B	D	A C
48-PP-MEX	2.44	B	D	A C
17-PP-LOJ	2.38	B	D	A C
27-PP-NZ	2.38	B	D	A C
04-PP-COT	2.33	B	D	A C
18-PP-LOJ	2.33	B	D	A C
21-PP-LOJ	2.33	B	D	A C
30-PP-COL	2.33	B	D	A C
36-PP-SUD	2.33	B	D	A C
05-PP-COT	2.30	B	D	A C
34-PP-KEN	2.30	B	D	A C
12-PP-LOJ	2.27	B	D	A C
29-PP-COL	2.27	B	D	A C
10-PP-LOJ	2.25	B	D	C
47-PP-MEX	2.25	B	D	C
51-PP-MEX	2.25	B	D	C
33-PP-KEN	2.22	B	D	C
25-PP-SUD	2.17	B	D	C
28-PP-BOL	2.17	B	D	C
02-PP-COT	2.13	D		C
38-PP-SUD	2.13	D		C
32-PP-ZIM	2.11	D		C
06-PP-LOJ	2.09	D		
15-PP-LOJ	2.08	D		
16-PP-LOJ	2.08	D		
31-PP-ZIM	2.00	D		
37-PP-SUD	2.00	D		
43-PP-MEX	2.00	D		
44-PP-MEX	2.00	D		
46-PP-MEX	2.00	D		
50-PP-MEX	1.00			E

4.2.1.5 Altura de copa (HCP)

En el anexo A23. se presentan los análisis de varianza correspondientes a la altura de copa realizadas entre los 8.8 y 9.8 años, detectándose diferencias estadísticas para las fuentes de variación repeticiones y procedencias.

Mediante la prueba de Duncan se observan valores promedios de altura de copa, determinándose siete grupos, siendo las procedencias 43-PP-MEX, 12-PP-LOJ y 40-PP-SUD con 14.36m, 13.91m y 13.36m respectivamente las que alcanzaron los mayores promedios hasta los 9.8 años de edad. Los menores valores se observan en las procedencias 41-PP-SUD, 44-PP-MEX y 47-PP-MEX con 9.17m, 8.80m y 8.56m respectivamente (ver cuadro)

Cuadro 20. Prueba de Duncan de altura de copa de 49 procedencias de *Pinus patula* a los 9.8 años de edad en La Serrana

Procedencia	Media (m)	9.8años	IMA (m)
43-PP-MEX	14.36	A	1.47
12-PP-LOJ	13.91	B A	1.42
40-PP-SUD	13.36	B A C	1.36
45-PP-MEX	13.20	B D A C	1.35
08-PP-LOJ	13.12	B D A C	1.34
49-PP-MEX	13.04	B D A C	1.33
23-PP-LOJ	12.95	B D A C	1.32
30-PP-COL	12.92	B D A C	1.32
07-PP-LOJ	12.85	E B D A C	1.31
18-PP-LOJ	12.63	E B D A C	1.29
06-PP-LOJ	12.53	E B D A C	1.28
19-PP-LOJ	12.53	E B D A C	1.28
17-PP-LOJ	12.53	E B D A C	1.28
21-PP-LOJ	12.35	E B D A C	1.26
32-PP-ZIM	12.32	E B D A C	1.26
22-PP-LOJ	12.31	E B D A C	1.26
24-PP-PER	12.27	E B D A C	1.25
16-PP-LOJ	12.27	E B D A C	1.25
38-PP-SUD	12.19	E B D A C	1.24
01-PP-COT	12.15	E B D A C	1.24
48-PP-MEX	12.14	E B D A C	1.24
37-PP-SUD	12.09	E B D A C	1.23
50-PP-MEX	12.08	E B D A C	1.23
09-PP-LOJ	12.07	E B D A C	1.23
28-PP-BOL	12.07	E B D A C	1.23
25-PP-SUD	11.99	E B D A C	1.22
34-PP-KEN	11.98	E B D A C	1.22
05-PP-COT	11.86	E B D A C	1.21
39-PP-ZIM	11.80	E B D A C	1.20
27-PP-NZ	11.79	E B D A C	1.20
26-PP-MEX	11.76	E B D C	1.20
04-PP-COT	11.58	E B D F C	1.18
10-PP-LOJ	11.47	E B D F C	1.17
02-PP-COT	11.42	E B D F C	1.17
13-PP-LOJ	11.38	E B D F C	1.16
33-PP-KEN	11.38	E B D F C	1.16
15-PP-LOJ	11.34	E B D F C	1.16
20-PP-LOJ	11.31	E B D F C	1.15
36-PP-SUD	11.20	E G D F C	1.14
51-PP-MEX	10.95	E G D F C	1.12
35-PP-SUD	10.77	E G D F C	1.10
31-PP-ZIM	10.74	E G D F C	1.10
42-PP-MAL	10.71	E G D F	1.09
46-PP-MEX	10.63	E G D F	1.08
03-PP-COT	10.27	E G F	1.05
29-PP-COL	10.24	E G F	1.04
41-PP-SUD	9.17	G F	0.94
44-PP-MEX	8.80	G	0.90
47-PP-MEX	8.56		0.87

4.2.1.6 Diámetro de copa (DC)

En el anexo A24 se presentan los análisis de varianza correspondientes realizadas entre los 8.8 y 9.8 años, detectándose valores altamente significativos estadísticamente para las fuentes de variación repeticiones y valores no significativos estadísticamente para las fuentes de variación procedencias.

En el cuadro se observan valores promedios de diámetro de copa, determinándose que las procedencias 50-PP-MEX, 45-PP-MEX y 17-PP-LOJ con 8.83m, 7.23m y 7.18m las que alcanzaron el mayor promedio hasta los 9.8 años de edad. Los menores valores se observan en las procedencias 37-PP-SUD, 41-PP-SUD y 02-PP-COT con 5.98m, 5.96m y 5.78m respectivamente.

Cuadro 21. Promedios de diámetro de copa de 49 procedencias de *Pinus patula* a los 9.8 años de edad en La Serrana

Procedencia	Media (m)	IMA (m)
50-PP-MEX	8.83	0.90
45-PP-MEX	7.23	0.74
17-PP-LOJ	7.18	0.73
38-PP-SUD	7.13	0.73
12-PP-LOJ	7.12	0.73
04-PP-COT	7.10	0.72
08-PP-LOJ	6.95	0.71
28-PP-BOL	6.89	0.70
21-PP-LOJ	6.87	0.70
16-PP-LOJ	6.79	0.69
05-PP-COT	6.79	0.69
20-PP-LOJ	6.78	0.69
01-PP-COT	6.78	0.69
24-PP-PER	6.70	0.68
27-PP-NZ	6.68	0.68
23-PP-LOJ	6.65	0.68
25-PP-SUD	6.63	0.68
03-PP-COT	6.63	0.68
49-PP-MEX	6.62	0.68
42-PP-MAL	6.61	0.67
26-PP-MEX	6.60	0.67
48-PP-MEX	6.59	0.67
36-PP-SUD	6.56	0.67
15-PP-LOJ	6.55	0.67
29-PP-COL	6.54	0.67
47-PP-MEX	6.54	0.67
39-PP-ZIM	6.51	0.66
35-PP-SUD	6.50	0.66
18-PP-LOJ	6.50	0.66
40-PP-SUD	6.48	0.66
43-PP-MEX	6.46	0.66
19-PP-LOJ	6.46	0.66
30-PP-COL	6.46	0.66
51-PP-MEX	6.41	0.65
34-PP-KEN	6.39	0.65
22-PP-LOJ	6.38	0.65
44-PP-MEX	6.38	0.65
10-PP-LOJ	6.37	0.65
46-PP-MEX	6.32	0.64
32-PP-ZIM	6.29	0.64
07-PP-LOJ	6.28	0.64
31-PP-ZIM	6.23	0.64
33-PP-KEN	6.22	0.63
13-PP-LOJ	6.21	0.63
06-PP-LOJ	6.15	0.63
09-PP-LOJ	6.12	0.62
37-PP-SUD	5.98	0.61
41-PP-SUD	5.96	0.61
02-PP-COT	5.78	0.59

4.2.1.7 Rectitud de fuste (RF)

En el anexo A25 se presentan los análisis de varianza correspondientes realizadas entre los 8.8 y 9.8 años, detectándose que existen valores altamente significativos estadísticamente para la fuente de variación procedencias a los 8.8 años, 9.1 años, 9.4 años y 9.8 años y repeticiones a los 9.1 años, y valores significativos estadísticamente para repeticiones a los 8.8 años, 9.4 años y 9.8 años.

Mediante la prueba de Duncan se observan valores promedios de rectitud de fuste, determinándose cinco grupos, siendo las procedencias 45-PP-MEX, 40-PP-SUD y 20-PP- LOJ con 3.00, 2.88 y 2.83 respectivamente, esto significa que dichas procedencias son las que presentan mayor número de individuos rectos. El menor valor se observa en la procedencia 50-PP-MEX que es la única en ubicarse en el grupo E con 1.00 lo que equivale a que en esta procedencia se detectan bifurcaciones. (ver cuadro)

Cuadro 22. Prueba de Duncan de rectitud de fuste de 49 procedencias de *Pinus patula* a los 9.8 años de edad en La Serrana

Procedencia	Media	RF 9.8años	
45-PP-MEX	3.00		A
40-PP-SUD	2.88	B	A
20-PP-LOJ	2.83	B	A C
39-PP-ZIM	2.69	B D	A C
07-PP-LOJ	2.67	B D	A C
24-PP-PER	2.67	B D	A C
26-PP-MEX	2.64	B D	A C
42-PP-MAL	2.64	B D	A C
22-PP-LOJ	2.63	B D	A C
09-PP-LOJ	2.62	B D	A C
19-PP-LOJ	2.62	B D	A C
01-PP-COT	2.60	B D	A C
08-PP-LOJ	2.60	B D	A C
41-PP-SUD	2.60	B D	A C
13-PP-LOJ	2.58	B D	A C
03-PP-COT	2.57	B D	A C
23-PP-LOJ	2.57	B D	A C
49-PP-MEX	2.57	B D	A C
35-PP-SUD	2.56	B D	A C
48-PP-MEX	2.44	B D	A C
17-PP-LOJ	2.38	B D	A C
27-PP-NZ	2.38	B D	A C
04-PP-COT	2.33	B D	A C
18-PP-LOJ	2.33	B D	A C
21-PP-LOJ	2.33	B D	A C
30-PP-COL	2.33	B D	A C
36-PP-SUD	2.33	B D	A C
05-PP-COT	2.30	B D	A C
34-PP-KEN	2.30	B D	A C
12-PP-LOJ	2.27	B D	A C
29-PP-COL	2.27	B D	A C
10-PP-LOJ	2.25	B D	C
47-PP-MEX	2.25	B D	C
51-PP-MEX	2.25	B D	C
33-PP-KEN	2.22	B D	C
25-PP-SUD	2.17	B D	C
28-PP-BOL	2.17	B D	C
02-PP-COT	2.13	D	C
38-PP-SUD	2.13	D	C
32-PP-ZIM	2.11	D	C
06-PP-LOJ	2.09	D	
15-PP-LOJ	2.08	D	
16-PP-LOJ	2.08	D	
31-PP-ZIM	2.00	D	
37-PP-SUD	2.00	D	
43-PP-MEX	2.00	D	
44-PP-MEX	2.00	D	
46-PP-MEX	2.00	D	
50-PP-MEX	1.00		E

4.2.1.8 Fenología

En el anexo A26 se presentan los análisis de varianza correspondientes al floración y fructificación realizadas entre los 8.8 y 9.8 años, detectándose diferencias altamente significativas estadísticamente para la fuente de variación a

los 8.8 años y 9.8 años; por el contrario valores no significativos estadísticamente para la fuente de variación procedencias, así como también repeticiones a los 9.4 y 9.8.

Cabe resaltar que desde los 8.8 hasta los 9.8 años no se encontró de manera constante la presencia de flores o frutos en el ensayo, además de ser tan escasos los frutos no produjeron semilla viable.

4.2.1.9 Ataque de plagas y enfermedades

En el anexo A27 se presentan los análisis de varianza correspondientes a la presencia del ataque de plagas o enfermedades realizadas entre los 8.8 y 9.8 años, detectándose que no existen diferencias estadísticas para las fuentes de variación procedencias y repeticiones, a excepción de la fuente de variación procedencias que obtuvo un valor altamente significativo estadísticamente a los 8.8 años y un valor significativo estadísticamente a los 9.4 años.

Mediante la prueba de Duncan se observan valores promedios de la presencia del ataque de plagas y enfermedades, determinándose dos grupos, siendo 46 las procedencias que no presentaron ataque de plagas o enfermedades 9.8 años. Las procedencias 16-PP-LOJ, 25-PP-SUD y 20-PP-LOJ son las únicas en ocupar el grupo B con un promedio de 1.92, 1.92 y 1.83, lo que nos indica que son las procedencias donde se registraron la presencia del ataque de plagas y enfermedades. (ver cuadro)

Cuadro 23. Prueba de Duncan de ataque de plagas y enfermedades de 49 procedencias de *Pinus patula* a los 9.8 años de edad en La Serrana

Procedencia	Media	APE 9.8años
01-PP-COT	2.00	A
02-PP-COT	2.00	A
03-PP-COT	2.00	A
04-PP-COT	2.00	A
05-PP-COT	2.00	A
06-PP-LOJ	2.00	A
07-PP-LOJ	2.00	A
08-PP-LOJ	2.00	A
09-PP-LOJ	2.00	A
10-PP-LOJ	2.00	A
12-PP-LOJ	2.00	A
13-PP-LOJ	2.00	A
15-PP-LOJ	2.00	A
17-PP-LOJ	2.00	A
18-PP-LOJ	2.00	A
19-PP-LOJ	2.00	A
21-PP-LOJ	2.00	A
22-PP-LOJ	2.00	A
23-PP-LOJ	2.00	A
24-PP-PER	2.00	A
26-PP-MEX	2.00	A
27-PP-NZ	2.00	A
28-PP-BOL	2.00	A
29-PP-COL	2.00	A
30-PP-COL	2.00	A
31-PP-ZIM	2.00	A
32-PP-ZIM	2.00	A
33-PP-KEN	2.00	A
34-PP-KEN	2.00	A
35-PP-SUD	2.00	A
36-PP-SUD	2.00	A
37-PP-SUD	2.00	A
38-PP-SUD	2.00	A
39-PP-ZIM	2.00	A
40-PP-SUD	2.00	A
41-PP-SUD	2.00	A
42-PP-MAL	2.00	A
43-PP-MEX	2.00	A
44-PP-MEX	2.00	A
45-PP-MEX	2.00	A
46-PP-MEX	2.00	A
47-PP-MEX	2.00	A
48-PP-MEX	2.00	A
49-PP-MEX	2.00	A
50-PP-MEX	2.00	A
51-PP-MEX	2.00	A
16-PP-LOJ	1.92	B A
25-PP-SUD	1.92	B A
20-PP-LOJ	1.83	B

Cabe destacar que el ataque de plagas no se detectó, la presencia de ápice muerto y de cola de zorro son las enfermedades reconocidas en el interior del ensayo.

4.2.2 Análisis de correlación.

4.2.2.1 Correlación de diámetro a la altura del pecho – altura total

En el anexo A34 se presentan los resultados del análisis de correlación a los 9.3 años, de los cuales se puede determinar que 24 procedencias de las 49 estudiadas no presentan asociación entre las variables analizadas.

Las procedencias que no presentaron correlación fueron: 03-PP-COT, 06-PP-LOJ, 07-PP-LOJ, 08-PP-LOJ, 10-PP-LOJ, 12-PP-LOJ, 15-PP-LOJ, 17-PP-LOJ, 19-PP-LOJ, 20-PP-LOJ, 21-PP-LOJ, 23-PP-LOJ, 24-PP-PER, 32-PP-ZIM, 33-PP-KEN, 35-PP-SUD, 36-PP-SUD, 38-PP-SUD, 43-PP-MEX, 44-PP-MEX, 45-PP-MEX, 46-PP-MEX, 49-PP-MEX y 51-PP-MEX.

4.2.2.2 Correlación de altura de copa – diámetro de copa

En el anexo A34 se presentan los resultados del análisis de correlación a los 9.3 años, de los cuales se puede determinar que 12 procedencias no presentan asociación entre las variables analizadas.

Las procedencias que no presentaron correlación fueron: 01-PP-COT, 02-PP-COT, 05-PP-COT, 16-PP-LOJ, 18-PP-LOJ, 25-PP-SUD, 30-PP-COL, 34-PP-KEN, 37-PP-SUD y 41-PP-SUD.

4.2.3 Análisis de regresión.

4.2.3.1 Regresión de diámetro a la altura del pecho – altura total

En el anexo A35 se presentan los resultados del análisis de regresión a los 9.3 años, de los cuales se puede determinar que la procedencia 36-PP-SUD con 100% fue la que obtuvo el mayor coeficiente de regresión; por el contrario la procedencia 41-PP-SUD con 3.8% fue la de menor valor.

4.2.3.2 Regresión de altura de copa – diámetro de copa

En el anexo A35 se presentan los resultados del análisis de regresión a los 9.3 años, de los cuales se puede determinar que la procedencia 36-PP-SUD con 100% fue la que obtuvo el mayor coeficiente de regresión; por el contrario las procedencias 39-PP-ZIM con 0.3% fue la de menor valor.

4.2.4 Análisis de costos.

En el anexo A 36 se describen los costos incurridos en el manejo que se resumen a continuación.

Cuadro 24. Costos de mantenimiento en La Serrana

COSTOS TOTALES		
Detalle	Costo por el ensayo	Costo por hectárea
Materiales y equipos	172.80	135.12
Costos indirectos	2790.00	2181.56
TOTAL SITIO II	2962.80	2316.68

CAPÍTULO V

5 DISCUSIÓN.

Con el primer raleo efectuado en Agosto del 2006 en Iltaqi - Imbabura se disminuyó el número de repeticiones por procedencia, consecuentemente se favoreció el crecimiento de los mejores individuos, para que en el futuro integren una fuente semillera.

Las procedencias que no presentaron asociación entre las variables DAP y altura total fueron eliminadas en el raleo que se ejecutó en Abril del 2008 en Iltaqi - Imbabura, propendiendo así a garantizar la calidad de la futura fuente semillera. Cabe destacar que la procedencia 09-PP-LOJ, aunque no presentó una correlación significativa entre las variables antes citadas, fue una de las mejores en cuanto a altura total y mostró valores promedios aceptables en cuanto al DAP, en base a este criterio silvicultural no fue eliminada en esta operación; brindando así la posibilidad de observarla más tiempo y analizar su comportamiento futuro.

En los ensayos de Iltaqui y La Serrana se registraron promedios de diámetro a la altura del pecho de 22.33 y de 21.12 cm respectivamente y promedios de altura total de 14.18 y 15.60 m. Las procedencias con mayor crecimiento en DAP y altura total para Iltaqui - Imbabura fueron 08-PP-LOJ, 12-PP-LOJ, 13-PP-LOJ y 30-PP-COL, y para La Serrana - Pichincha las procedencias 16-PP-LOJ, 22-PP-LOJ, 30-PP-COL y 40-PP-SUD. Cabe relevar que la procedencia 30-PP-COL es la única que coincide entre las mejores en los sitios investigados.

En la fuente semillera de *Pinus patula* en San Agustín de Calló, provincia de Cotopaxi a los 14 años de edad se observó un incremento medio anual para DAP de 1.96 cm/año y para altura total de 1.11 m/año (DINICE 2000). En ensayos realizados en tres sitios en la provincia de Loja a los 8 años el incremento medio anual para DAP fue de 0.59 cm/año y para altura total de 1.10 m/año (Aguirre, C. y Estévez, M. 1993). En ensayos realizados en cuatro sitios en Antioquía, Colombia a los 5 años de edad el incremento medio anual para DAP fue de 2.18 cm/año y para altura total de 1.48 m/año (Atehortúa, L. y Restrepo, G. 1987).

En Iltaqui y La Serrana a los 2.4 años de edad se obtuvo un incremento medio anual para altura de 0.92 m/año (Aguirre, C. y Estévez, M. 1993). A los 6.7 años en Iltaqui - Imbabura el incremento medio anual para DAP fue de 2.35 cm/año y para altura total de 1.45 m/año, y a los 6.9 años en La Serrana - Pichincha el incremento medio anual para DAP fue de 2.17 cm/año y para altura total de 1.56 m/año, detectándose una aceleración en la tasa de crecimiento, que

probablemente se debe al efecto de las operaciones silviculturales realizadas en el período que monitorearon Mullo K. y Sandoval X. (2005).

Cabe destacar que en Iltaqui - Imbabura el incremento medio anual a los 9.3 años de edad para DAP fue de 2.40 cm/año y para altura total de 1.52 m/año, y en La Serrana - Pichincha el incremento medio anual a los 9.8 años de edad para DAP fue de 2.16 cm/año y para altura total de 1.59 m/año. Se puede observar que la tasa de crecimiento para Iltaqui - Imbabura sigue un ritmo interesante, aunque no de una manera acelerada. Por el contrario se denota una tasa de crecimiento aparentemente constante en La Serrana - Pichincha, este comportamiento puede ocurrir, probablemente, por la falta de operaciones silviculturales oportunas.

Mullo y Sandoval a los 7 años en Iltaqui - Imbabura obtuvieron semilla fértil con un 33% de viabilidad, en cambio a los 9.3 años la germinación promedio que se logró fue de 61.69%. EL mayor porcentaje de germinación lo obtuvo la procedencia 10-PP-LOJ con el 100% seguida por las procedencias 08-PP-LOJ y 19-PP-LOJ con porcentajes de 93 y 90% respectivamente. La germinación ocurrió a partir de los 13 días de manera heterogénea detectándose que los bloques en los que la incidencia de luz no fue directa la germinación fue más rápida y con mayores porcentajes.

Cabe relevar que en Iltaqui - Imbabura se observó permanente la presencia de frutos y se obtuvo semillas viables. Por el contrario en La Serrana - Pichincha no se observó la presencia de frutos y tampoco se pudo obtener semilla viable; este

contraste permite inferir que la especie se encuentra acomodada en La Serrana, probablemente las procedencias investigadas dan respuestas negativas a su adaptación.

En La Serrana – Pichincha se observan con frecuencia granizadas, por una parte; y por otra el suelo tiene drenaje deficiente, éstas condiciones edafo-climáticas pueden ser las limitantes de la baja fructificación y la nula producción de semillas viables; en contraposición con Ittaqui – Imbabura, el suelo es bien drenado, requisito que se convierte en una fortaleza, ya que una buena infiltración es un requerimiento de la especie.

Con respecto a los costos de manejo de los sitios investigados, los efectuados en Ittaqui – Imbabura fueron obviamente mayores para el total del ensayo que los de La Serrana – Pichincha, por el manejo realizado; pero si se toma en cuenta los costos por hectárea éstos fueron superiores en La Serrana – Pichincha, este fenómeno se debe a que los costos de asistencia técnica, que son los mayores en los dos sitios, deben ser divididos para una área menor en el sitio antes mencionado.

CAPÍTULO VI

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1 Conclusiones.

- De la evaluación del comportamiento de procedencias de *Pinus patula* se determinó que 20 procedencias en Iltaqui - Imbabura y 24 en La Serrana – Pichincha, deben eliminarse dadas sus deficientes características fenotípicas y dasométricas. La procedencia 09-PP-LOJ pese a no poseer una correlación significativa entre las variables DAP y altura total se mantuvo porque fué una de las mejores en cuanto a altura total y obtuvo valores promedios aceptables en cuanto al DAP.
- En Iltaqui - Imbabura las procedencias con los mejores crecimientos en DAP y altura total son: 08-PP-LOJ, 12-PP-LOJ, 13-PP-LOJ y 30-PP-COL, de igual manera en La Serrana – Pichincha se destacan las procedencias 16-PP-LOJ, 22-PP-LOJ, 30-PP-COL y 40-PP-SUD.

- Respecto a la variable germinación ocurrió a partir de los 13 días de forma heterogénea, obteniéndose porcentajes en el orden del 34 y 100%, siendo el promedio general del ensayo de 61.69 %. Cabe destacar que la procedencia 10-PP-LOJ obtuvo el 100% de germinación.
- Los costos por hectárea del manejo realizado en los sitios monitoreados fue mayor en La Serrana – Pichincha que en Iltaqui – Imbabura, pese a que en este sitio no se realizaron las operaciones silviculturales pertinentes.
- La escasez de frutos y la no producción de semillas viables hasta los 9.8 años, determina que el sitio II La Serrana – Pichincha no pueda ser considerado como una posible fuente semillera; además existen limitaciones edáficas del sitio.

6.2 Recomendaciones.

- Continuar la evaluación de las 29 procedencias existentes en Iltaqui - Imbabura para luego evaluar su calificación de fuente semillera, monitoreando especialmente el comportamiento de la procedencia 09-PP-LOJ.
- Para fomentar plantaciones de *Pinus patula* se debe tomar en cuenta las procedencias 08-PP-LOJ, 12-PP-LOJ, 13-PP-LOJ y 30-PP-COL para áreas comprendidas en las zonas de vida de bmh-M.

- Se debe continuar con los ensayos de germinación de las semillas colectadas en Iltaqi – Imbabura, no solo analizando el porcentaje y tiempo de germinación, sino también la sobrevivencia y calidad de las plántulas.
- El sitio II La Serrana – Pichincha se debe desechar por cuanto sus condiciones edafo-climáticas no permiten que las procedencias de *Pinus patula* cumplan a cabalidad sus funciones de reproducción sexual, además que el propietario del sitio no permite realizar el manejo silvicultural correspondiente.

CAPÍTULO VII

7 RESUMEN.

Se evaluó el comportamiento de procedencias de *Pinus patula* en los sitios de Iltaqui – Imbabura y La Serrana – Pichincha con el propósito de determinar las mejores procedencias en cuanto su desarrollo evaluados a través de sus variables dasométricas, puesto que su objetivo es calificarlas como fuentes semilleras.

El ensayo de Iltaqui se ubica a 2710 m.s.n.m. en la zona de vida bosque muy húmedo montano; La Serrana a 2500 m.s.n.m. pertenece a la formación bosque húmedo montano bajo. El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar.

En esta investigación se determinó los árboles a eliminarse en los ensayos, bajo el criterio de sanidad y forma, esta operación se la ejecutó únicamente en Iltaqui; realizándose luego el análisis de correlación entre las variables DAP y altura total determinándose que 21 procedencias en Iltaqui y 24 en La Serrana no tenían

asociación entre estas variables. Estas procedencias fueron eliminadas solo en Iltaqui ya que el propietario de La Serrana no autorizó esta operación silvicultural.

Mediante el análisis de varianza y la prueba de medias de Duncan se concluyó que las procedencias 08-PP-LOJ, 12-PP-LOJ, 13-PP-LOJ y 30-PP-COL fueron las mejores en Iltaqui, de igual manera en La Serrana se destacan la 16-PP-LOJ, 22-PP-LOJ, 30-PP-COL y 40-PP-SUD.

Las semillas para el ensayo de germinación fueron colectadas solamente en Iltaqui, puesto que en La Serrana no se encontraron frutos maduros ni semillas viables. La germinación ocurrió a los trece días con un porcentaje que oscila entre el 34 y 100%.

Se recomienda continuar con la evaluación del ensayo de Iltaqui para que en el futuro pueda ser calificada como una fuente semillera, La Serrana se desecha para futuras investigaciones ya que las procedencias analizadas no se adaptan a las condiciones edafoclimáticas del sitio.

CAPÍTULO VIII

8 SUMMARY.

The behavior of origins of *Pinus patula* was evaluated in the places of Iltaqui - Imbabura and La Serrana - Pichincha with the purpose of determining the best origins as soon as its development evaluated through its dasometrics variables, since its objective is to qualify them as source of production of seeds.

The rehearsal of Iltaqui is located 2710 m.s.n.m. in the area of life forest very humid mountainous; La Serrana to 2500 m.s.n.m. it belongs to the formation forest humid low mountainous. The used experimental design was at random of blocks.

In this investigation it was determined the trees to be eliminated in the rehearsals, under the approach of sanity and it forms, this operation only executed it to him in Iltaqui; being carried out the correlation analysis then between the variable DAP

and total height being determined that 21 origins in Iltaqui and 24 in La Serrana one didn't have association among these variables. These origins were eliminated alone in Iltaqui the proprietor of La Serrana didn't authorize this silvicultural operation since.

By means of the variance analysis and the test of stockings of Duncan you concluded that the origins 08-PP-LOJ, 12-PP-LOJ, 13-PP-LOJ and 30-PP-COL were the best in Iltaqui, in a same way in The Mountain one stand out the 16-PP-LOJ, 22-PP-LOJ, 30-PP-COL and 40-PP-SUD.

The seeds for the germination rehearsal were only collected in Iltaqui, since La Serrana they were not mature fruits neither viable seeds. The germination happened to the thirteen days with a percentage that oscillates between the 34 and 100%.

It is recommended to continue with the evaluation of the rehearsal of Iltaqui so that in the future it can be qualified as a source semillera, La Serrana is discarded since for future investigations the analyzed origins they don't adapt to the environmental conditions of the place.

CAPÍTULO IX

9 BIBLIOGRAFÍA.

1. AGUIRRE, C. 1993. Diagnóstico de la investigación en el Ecuador, Quito, Ecuador. 5 Pág.
2. AGUIRRE, C. y ESTÉVEZ, M. 1993. Resultados de Investigaciones Silviculturales en el Ecuador. Programa para un Manejo Forestal Sustentable en el Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y Vida Silvestre. Proyecto PD 138/91 REV. 2 (F). Dirección Nacional de Investigación y Capacitación. ITTO. 159 Pág.
3. AGUILERA, M. 2001. Archivo Personal de *Pinus patula* Schl. et Cham. 5 Pág.
<http://www.geocities.com/earlecj/cu/cup/>

4. ATEHORTÚA, L. y RESTREPO, G. 1987. Algunos resultados de ensayos de especies y procedencias del Departamento de Antioquía, Colombia. 8 Pág.

<http://www.fao.org/DOCREP/006/S9280S/S9280S09.htm>

5. CAÑADAS, L. 1983. Mapa bioclimático y ecológico del Ecuador. Quito - Ecuador. 36-37, 155-174 Pág.

6. CHAMORRO, B. y BRAZALES, C. 2006. Evaluación del comportamiento de *Pinus tecunumanii* (Schw) en los sitios Conocoto y La Favorita del cantón Quito en el período 2003 – 2004. Tesis de grado como requisito previo para obtener el título de Ingeniero Forestal. Universidad Técnica del Norte. Ibarra – Ecuador. 70 Pág.

7. CORREA, E; CORNELIUS, J; MESEN, F. 1993. Mejoramiento genético y semillas forestales. CATIE. Turrialba – Costa Rica. 45 Pág.

8. INSTITUTO ECUATORIANO FORESTAL Y DE ÁREAS NATURALES Y VIDA SILVESTRE – INEFAN, PROGRAMA FACE DE REFORESTACIÓN – PROFAFOR / FACE. 1998. Proyecto Mejoramiento Genético Forestal en la Región Interandina del Ecuador. Informe de avance período julio 1996 – diciembre 1996, Quito - Ecuador. 30 Pág.

9. INSTITUTO ECUATORIANO FORESTAL Y DE ÁREAS NATURALES Y VIDA SILVESTRE – INEFAN, PROGRAMA FACE DE REFORESTACIÓN – PROFAFOR / FACE. 1998. Proyecto Mejoramiento Genético Forestal en la Región Interandina del Ecuador Fase II. Informe de avance período abril 1998 – septiembre 1998, Quito - Ecuador. 6 Pág.
10. INSTITUTO ECUATORIANO FORESTAL Y DE ÁREAS NATURALES Y VIDA SILVESTRE – INEFAN, PROGRAMA FACE DE REFORESTACIÓN – PROFAFOR / FACE. 1998. Proyecto Mejoramiento Genético Forestal en la Región Interandina del Ecuador Fase II. Informe de avance período julio 2000 – septiembre 2000, Quito - Ecuador. 2 Pág.
11. INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS (IICA). 1976. Evaluación de plantaciones forestales en el Perú. Ministerio de Agricultura. Lima - Perú. 45 Pág.
12. INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS (IICA). 1978. Metodología sobre ensayos de especies forestales. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Conocoto - Ecuador. 38 Pág.

13. GALLOWAY. G.1987. Criterios y estrategias para el manejo de plantaciones forestales en la sierra ecuatoriana. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección Nacional Forestal, Agencia para el Desarrollo Internacional (USAID), Proyecto DINAF/AID. Quito – Ecuador. 39pag.
14. LAMPRECHT, H. 1998. Silvicultura de los Trópicos. Edición en Alemania 1990 Dentsche Gesells chaft fur Technische Zusamme4narbeit, Edición en español. GTZ. República Federal de Alemania. 267 Pág.
15. MARTÍNEZ, M. 1994. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de Cultura General. México. 21 Pág.
16. MULLO, K. y SANDOVAL, X. 2005. Comportamiento de 49 procedencias de *Pinus patula* Schlect. et Cham en dos sitios en las provincias de Imbabura y Pichincha (2003 – 2004). Tesis de grado como requisito previo para obtener el título de Ingeniero Forestal. Universidad Técnica del Norte. Ibarra - Ecuador. 151 Pág.
17. PROSEFOR. 1995. Mejoramiento Forestal y conservación de recursos genéticos forestales. Turrialba, Costa Rica. 174 Pág.

18. PROFAFOR 2000. Análisis de 14 procedencias de *Pinus patula* plantadas en Cotopaxi, Ecuador. 8 pág.

19. RENTERÍA, A., JIMÉNEZ, H. Y LANDA, J. 1999. Efecto de seis sustratos sobre la germinación de *Pinus patula* Schl. et Cham., *Pinus montezumae* Lamb. y *Pinus pseudostrobus* Lindl. en condiciones de vivero. Foresta Veracruzana, año/vol 1, número 002. Universidad Veracruzana. Xalapa, México. 34 Pág.

20. VÁSQUEZ, A. 2001. Silvicultura de plantaciones forestales en Colombia. Universidad de Tolima, Facultad de Ingeniería Forestal Ibagué – Tolima, Colombia. 297 Pág.

http://www.ut.edu.co/fif/0941/libros/LIBRO_ARMANDO_VASQUEZ/CAP3.DOC

CAPÍTULO X

10 ANEXOS.

Anexo A: Cuadros

Anexo B: Mapas y Croquis

Anexo C: Fotografías

ANEXO C1 Vista del ensayo de Iltaqui – Imbabura



ANEXO C2 Ensayo de Iltaqui – Imbabura antes del raleo previo



ANEXO C3 Selección de los individuos a eliminarse en el raleo previo en Iltaqi – Imbabura



ANEXO C4 Ejecución del raleo previo en Iltaqui – Imbabura



ANEXO C5 Trozado y desramado de los árboles apeados.



ANEXO C6 Apilado y cubicación de las trozas.



ANEXO C7 Cargado de las trozas en los camiones.



ANEXO C8 Vista del ensayo de Itaqui – Imbabura después del raleo previo.



ANEXO C9 Regeneración natural observada en Iltaqui – Imbabura



ANEXO C10 Secado de los frutos obtenidos en Iltaqui – Imbabura



ANEXO C11 Ensayo de germinación de las semillas recolectadas en Ittaqui – Imbabura



ANEXO C12 Toma de muestras de suelo en Iltaqui – Imbabura



ANEXO C13 Vista del ensayo La Serrana - Pichincha



ANEXO C14 Toma de datos en La Serrana – Pichincha



ANEXO C15 Toma de muestras de suelo en La Serrana – Pichincha

