

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

**“Evaluación del crecimiento inicial de 25 procedencias de *Pinus patula*
Schlect.et.Cham en la Granja Experimental “La Pradera” Provincia de
Imbabura (2009 – 2010)**

Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniera Forestal

Autora

Lilian Geovana Yacelga Cabascango

DIRECTOR

Ing. Raúl Barragán

IBARRA- ECUADOR

2011

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

CARRERA DE INGENIERIA FORESTAL

**“Evaluación del crecimiento inicial de 25 procedencias de *Pinus patula*
Schlect. et Cham en la Granja Experimental “La Pradera” Provincia de
Imbabura (2009-2010)”**

**Tesis revisada por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación
como requisito parcial para obtener el Título de:**

INGENIERA FORESTAL

APROBADA:

.....
Ing. Raúl Barragán
Director

.....
Ing. Raúl Arévalo
Asesor

.....
Ing. Galo Varela
Asesor

.....
Ing. Edgar Vásquez
Asesor

IBARRA - ECUADOR
2011



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO 1			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100285959-0		
APELLIDOS Y NOMBRES:	YACELGA CABASCANGO LILIAN GEOVANA		
DIRECCIÓN	San Pablo Calles: Sucre /Ayora		
EMAIL:	yacelgageovana@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:	2918-717	TELÉFONO MÓVIL:	080158289

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Evaluación del crecimiento inicial de 25 procedencias de <i>Pinus patula</i> Schlect. et Cham en la Granja Experimental "La Pradera" Provincia de Imbabura (2009-2010)"
AUTORA:	Lilian Geovana Yacelga Cabascango
FECHA:	01 de Junio del 2011
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	X PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERA FORESTAL
DIRECTOR:	Ing. Raúl Barragán

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, **Lilian Geovana Yacelga Cabascango** con cédula de ciudadanía Nro. **100285950-0** en calidad de autora y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la

publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con Ley de Educación Superior Artículo 143.

2. CONSTANCIAS

La autora manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y es la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, **15 de Junio del 2011**

LA AUTORA:

ACEPTACIÓN:

LILIAN GEOVANA YACELGA CABASCANGO

100285950-0

Esp. Ximena Vallejo

JEFE DE BIBLIOTECA

Facultado por resolución del Honorable Consejo Universitario:



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, **LILIAN GEOVANA YACELGA CABASCANGO**, con cédula de ciudadanía Nro. **100285950-0** manifiesto la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autora de la obra o trabajo de grado denominada **“Evaluación del crecimiento inicial de 25 procedencias de *Pinus patula* Schlect. et Cham en la Granja Experimental “La Pradera” Provincia de Imbabura (2009-2010)”**, que ha sido desarrollada para optar por el título de Ingeniera Forestal en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En condición de autora reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte

LILIAN GEOVANA YACELGA CABASCANGO

100285959-0

Ibarra, 15 de Junio del 2011

Formato del Registro Bibliográfico

Guía: FICAYA-UTN
Fecha:

YACELGA CABASCANGO, LILIAN GEOVANA. Evaluación del crecimiento inicial de 25 procedencias de *Pinus patula* Schlect. et Cham en la Granja Experimental "La Pradera" Provincia de Imbabura (2009-2010)/ TRABAJO DE GRADO. Ingeniera Forestal Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal Ibarra. EC. Junio del 2011. 84 p. anex., diagr.

DIRECTOR: *Ing. Barragán, Raúl.*

Se analizó la progenie de las 25 procedencias mediante las variables, sobrevivencia, diámetro basal, crecimiento en altura, sanidad, en lo que concierne ataque de plagas y enfermedades; elementos que permitieron seleccionar procedencias de reconocida calidad. El Diseño experimental en la investigación se aplicó el diseño de bloques al azar (DBA), con 18 bloques y 21 procedencias. Esta prueba se aplicó a las variables dasométricas Diámetro basal - Altura total

Fecha: 01 de Junio del 2011.

f).....

f).....

Ing. Raúl Barragán
DIRECTOR DE TESIS

Geovana Yacelga
AUTORA

AGRADECIMIENTO

Expreso mi sincero agradecimiento a todos los trabajadores , Docentes y estudiantes y en especial al Coordinador de la Carrera Agropecuaria **Dr. Amado Ayala** por permitirme realizar mi investigación en la Granja Experimental “La Pradera” , brindándome su apoyo y amistad.

Manifestó mi profundo agradecimiento al **Ing. Raúl Barragán**, Director de Tesis, por brindarme la oportunidad y el apoyo incondicional para culminar con éxito esta etapa de mi 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.

Deseo agradecer al **Ing. Edgar Vásquez, Ing. Raúl Arévalo e Ing. Galo Varela**, quienes como asesores formaron parte esencial en la realización de este documento al exponerme sus conocimientos y experiencias. A la vez quiero agradecer a Mi amiga incondicional **Ing. María Isabel Vizcaíno Pantoja** por su colaboración con el manejo del programa Infostat. A mis padres y hermanas por la ayuda prestada en las mediciones durante toda la investigación. A todos y cada una de las personas que de una u otra forma me colaboraron y creyeron en mí, encaminando mis conocimientos y esfuerzos para plasmarlos en la presente investigación.

GEOVANA

DEDICATORIA

La presente investigación se la dedico a Mi Dios, quien guía mi vida y me da fuerzas para seguir mi camino; a mis padres JULIO YACELGA Y ROSA CABASCANGO, quienes con amor, dedicación y sacrificio han hecho todo lo posible para que cumpla mis aspiraciones y sea una persona de bien; inculcándome valores para seguir adelante forjando una persona con calidad humana; a mis hermanas LIGIA Y MAGALI, y a mi sobrina ALLISON quienes siempre han estado junto a mí brindándome su cariño, ayuda y confianza.

GEOVANA

TABLA DE CONTENIDO

Índice General.....	v
Índices de cuadros.....	x
Índices de Gráficos.....	x
CAPITULO I	1
INTRODUCCION.....	1
1.3.OBJETIVO.....	3
1.3.1. Objetivo General.....	3
1.4.HIPOTESIS.....	3
CAPITULO II.....	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 CARACTERISTIAS DE LA ESPECIE.....	4
2.1.1 Descripción Taxonómica.....	4
2.1.2. Descripción Dendrológica.....	4
2.1.3. Distribución Natural.....	5
2.1.4. Crecimiento y Rendimiento.....	6
2.1.5. Comportamiento Radical.....	6
2.1.6. Reacción a la Competencia.....	7
2.2. ECOLOGIA.....	7
2.2.1. Suelos.....	7
2.2.2. Clima.....	8

2.2.3.	Plagas.....	8
2.2.4.	Usos.....	9
2.4.	INFORMACIÓN ADICIONAL.....	9
2.5. TECNICAS SILVICULTURALES EN PLANTACIONES		
FORESTALES.....		
2.5.1	Establecimiento de la Plantación.....	10
2.5.1.1.	Preparación del terreno.....	10
2.5.1.2.	El sitio y las condiciones ecológicas.....	11
2.6.	PLANTACIÓN FORESTAL.....	12
2.6.1.	Sistema de producción forest.....	12
2.6.1.1.	Métodos de plantación.....	13
2.6.2.	Manejo de la plantación.....	13
2.6.2.1.	Deshierbe.....	13
2.6.2.2.	Selección y preparación de la planta en vivero.....	13
2.6.2.3.	Transporte.....	14
2.6.2.4.	Protección.....	14
2.6.2.5.	Mantenimiento.....	14
2.7.	IMPORTANCIA DE LAS FUENTES SEMILLERAS.....	15
2.8.	PROCEDENCIA.....	15
2.9.	FUENTES SEMILLERAS.....	15
2.10.	HUERTO SEMILLERO DE PRODUCCIÓN.....	16
2.11.	METODOLOGIA DE ENSAYOS DE PROCEDENCIAS DE ESPECIES FORESTALES.....	17
2.11.1.	Tipos de ensayos de procedencia.....	18
2.12.	FUENTES SEMILLERAS ESTABLECIDAS.....	18
2.12.1.	Seguimiento y monitoreo de los ensayos de procedencias y progenie.....	18
2.13.	ENSAYO DE PROGENIE.....	19
2.13.1.	Progenie.....	19

2.14.	EVALUACION GENETICA Y ECONOMICA DE ENSAYOS DE PROGENIE.....	19
2.14.1.	Objetivo del mejoramiento.....	20
2.15.	EFFECTO DE CALIDADDE LA PLANTULA EN LA SOBREVIVENCIA ,ALTURA Y CRECIMIENTO DE <i>Pinus patula</i> EN UN AREA QUEMADA.....	20
2.15.1.	Área de estudio.....	20
2.15.2.	Mediciones (sobrevivencia,altura de brinzales,diametro basal).....	21
2.16.	VARIACIÓN EN EL PATRON DE CRECIMIENTO EN ALTURA DE CUATRO ESPECIES DE PINOEN EDADES TEMPRANAS.....	22
2.16.1.	Metodología.....	22
2.16.2.	Variación Interespecífica.....	22
2.17.	CRECIMIENTO DE TRE ESPECIES DE PINO EN UNA PLANTACIÓN ESTABLECIDA EN SANTIAGO CONALTEPEC,IXTLAN,OAXACA.....	24
2.17.1	Metodología Experimental.....	24
2.17.2.	Resultados.....	25
	CAPITULO III.....	26
	3.MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
	3.1.DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE INVESTIGACIÓN	26
	3.1.1. Localización del área de estudio	26
	3.1.2. Análisis de suelos.....	27

3.1.3 Datos climáticos.....	27
3.1.4. Diagrama Ombrotermico.....	28
3.2. MATERIALES Y EQUIPOS.....	29
3.2.1. Mateiales.....	29
3.2.2. Equipos y materiales de oficina.....	29
3.3. FACTORES EN ESTUDIO.....	30
3.3.1. Diseño Experimental.....	31
3.3.2. Tamamaño de la unidad experimental.....	31
3.3.3. Análisis de Varianza.....	31
3.3.4. Prueba de rango múltiple.....	32
3.3.5. Análisis de correlación.....	32
3.3.6. Análisis de regresión.....	32
3.4.METODOLOGIA.....	33
3.4.1. Ratificación de la codificación de las 25 procedencias.....	33
3.4.2. Establecimiento de la plantación.....	34
3.4.2.1. Señalamiento y apertura de hoyos.....	34
3.4.2.2. Plantación.....	34
3.4.2.3. Época de la plantación.....	35
3.4.2.4. Labores culturales.....	35
3.4.2.5. Recopilación de información.....	35
3.4.3. Medición de variables en estudio.....	36
3.4.3.1. Porcentaje de sobrevivencia.....	36
3.4.3.2. Diámetro basal.....	36
3.4.3.3. Altura de la plántula.....	37

3.4.3.4. Ataque de plagas y/o enfermedades.....	37
3.4.3.5. Calidad de la plántula.....	37
CAPITULO IV.....	38
4. RESULTADOS.....	38
4.1. ANALISIS DE VARIABLES.....	38
4.2. Análisis de costos.....	48
CAPITULO V.....	49
5. DISCUSION.....	49
CAPITULO VI.....	51
6. CONCLUSIONES.....	51
CAPITULO VII.....	52
7. RECOMENDACIONES.....	52
CAPITULO VIII.....	53
8. RESUMEN.....	53
CAPITULO IX.....	54
9.SUMMARY.....	54
CAPITULO X.....	55
10. BIBLIOGRAFÍA.....	55
11. ANEXOS.....	56

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.- Valores promedios y desviaciones estándar por procedencias de las variables de crecimiento en altura y número de ciclos producidos en <i>Pinus patula</i> Schl.et.Cham.....	26
Cuadro 2.- Correlación por especie entre las variables del crecimiento en altura y las coordenadas de las procedencias.....	28
Cuadro 3.- Información de las procedencias de <i>Pinus patula</i> Schl. Et.Cham..	33
Cuadro 4.- Diseño para el análisis de variancia.....	34
Cuadro 5.- Coeficientes de correlación Diámetro Basal y Altura Total por procedencia.....	45
Cuadro 6.- Coeficiente de Determinación (R^2).....	46
Cuadro 7.- Resumen de costos del manejo de la plantación.....	46

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.- Isoterma: Estación Ibarra- Aeropuerto periodo 2004 – 2005.....	32
Gráfico 2.- Porcentajes de Sobrevivencias a los 12 meses de edad.....	39
Gráfico 3.- Promedios de Diámetro Basal a los 12 meses de edad.....	40
Gráfico 4.- Incremento Medio Anual de Diámetro Basal por procedencia.....	41
Gráfico 5.- Promedios de Altura total a los 12 meses de edad.....	42
Gráfico 6.- Incremento Medio Anual de Altura Total por procedencia.....	43
Gráfico 7.- Estado fitosanitario por procedencia.....	43
Gráfico 8.- Forma por procedencia.....	44
Gráfico 9.- Curvas de regresión de Diámetro Basal y Altura total por procedencia.....	46

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN.

El limitado conocimiento de la especie de *Pinus patula* en el país hace necesario realizar investigaciones sobre la progenie de dicha especie, a fin de seleccionar procedencias y manejar a futuro fuentes semilleras.

Las primeras investigaciones efectuadas por los egresados de la UTN, proporcionan buenos resultados con excelentes posibilidades para poder determinar las mejores procedencias de la especie mencionada.

Este proyecto es importante, puesto que se dio continuidad a once años de investigaciones secuenciales, sobre el comportamiento de procedencias de *Pinus patula* en Italqui.

Se llevo a cabo la evaluación de la progenie derivada de la recolección de semillas de las 25 procedencias prometedoras, que determino Valenzuela (2009).

Una práctica generalizada y común en el país es el uso de semillas provenientes de uno o muy pocos árboles existentes, sin la información básica acerca de su procedencia, lo cual puede influir negativamente en la producción de las plantaciones, debido a los fenómenos de endogamia y adaptabilidad, que pueden causar susceptibilidad a plagas y enfermedades.

El mejoramiento genético de *Pinus patula* a través del establecimiento y manejo de las fuentes semilleras de clase superior, permitirá a futuro, proporcionar a los usuarios semillas que cumplan con los rigores de calidad genética, física, fisiológica, y sanitaria; criterios que garantizarán la producción de material conocido, el mismo que podrá ser utilizado con eficacia en proyectos de repoblación forestal, más aun si se considera que posibilidades de establecer plantaciones varias de Pino para el establecimiento de una fábrica de pulpa y papel en el país.

La falta de conocimiento sobre los beneficios que genera el uso de semillas certificadas, que garanticen a futuro plantaciones homogéneas de alta productividad que realmente interesen a inversionistas a hacer del Ecuador un país forestal.

La finalidad de este trabajo es complementar y enriquecer el conocimiento sobre producción de semilla de *Pinus patula*, de alta calidad. Se analizó la progenie de las 25 procedencias mediante las variables, sobrevivencia, diámetro basal, crecimiento en altura, sanidad, en lo que concierne ataque de plagas y enfermedades; elementos que permitieron seleccionar procedencias de reconocida calidad en donde se determinó 21 procedencias mejores y excelentes en todos los parámetros estadísticos requeridos.

La información que se realizó es un elemento más para acumular el conocimiento de la especie prometedora *P. patula* que tiene una resistencia excepcional a la neblina, factor climático muy frecuente en el callejón interandino en el rango altitudinal entre 2500 a 3800 m.s.n.m. en cuya área muy pocas especies forestales se adaptan y demuestran posibilidades, para sustentar programas de conservación y/o producción forestal.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

Evaluar el crecimiento inicial de 25 procedencias de *Pinus patula* Schlect. et Cham en la Granja Experimental “La Pradera “ periodo (2009-2011), que han sido seleccionadas las mejores de un ensayo anterior que contenía 27 procedencias

1.1.2. Objetivos específicos.

- Determinar la sobrevivencia de las 25 procedencias de *Pinus patula* Schlect. et Cham en el campo.
- Identificar las procedencias que demuestran un buen desarrollo en diámetro basal y altura total
- Analizar la calidad de plántula de las procedencias en términos de crecimiento proporcional en diámetro basal y altura total.
- Evaluar la incidencia de plagas y/o enfermedades durante la investigación.
- Establecer los costos de mantenimiento durante el periodo de la investigación

1.2. HIPÓTESIS

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

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

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

2.1.1. Descripción Taxonómica

Nombre botánico: *Pinus patula Schl.et. Cham.*

Familia: PINACEAE

Nombre Común: Pino rojo, Ocote colorado

2.1.2. Descripción Dendrológica (COZOO, D. citado por Chuquin P., 1990).

El *Pinus patula Schl.et. Cham.*, es un árbol de 10 a 25 metros de altura, de corteza escamosa y roja, sobre todo en la parte superior del tronco; ramas colocadas irregularmente; ramillas rojizas y escamosas, con ligero tinte blanquecino en sus partes más tiernas.

Las acículas están en grupos de 3, a veces 4, rara vez 5 en algunos fascículos; miden por lo general alrededor de 20cm., pero la cifra varía entre 15 y 30 cm.; son delgados y colgantes o algo extendidas; su color es verde claro brillante, con bordes finamente aserrados y los denticillos muy finos. Tiene dos haces fibrovasculares y sus canales resiníferos son medios, ocasionalmente con uno o dos internos, hasta 4, pero la cifra predominante es de 3, sus yemas son amarillentas, largas y erguidas.

Los conillos son laterales, algo atenuados en ambas extremidades, con las escamas extendidas y provista de una punta fina y caediza. Conos largamente cónicos, de 7 a 9 cm., a veces hasta 12, duros, sésiles reflejados, algo encorvados, oblicuos y puntiagudos; por lo general agrupados, en conjuntos de 3 a 6. Frecuentemente se ve en el tronco y en las ramas gruesas e en este caso suelen ser solitarios, quedando embutidos en la corteza. Su color es amarillento ocre con tinte rojizo, lustroso. Son tensamente persistentes (no se separan de la ramilla

aunque esta muera y se desprenda del árbol) y se abren parcialmente en diferentes épocas.

Las escamas son duras, casi uniformes, con el ápice redondeado; limbo deprimido con una punta oscura, muy pequeña y extendida. Miden unos 30 mm. De largo por 12 a 14 mm. de ancho.

2.1.3. 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, en esta zona se encuentra frecuentemente asociado con *P.teocote*. (Lamprecht, 1990).

Pinus patula Schl. et Cham. es una especie del genero *Pinus* con uno de los mayores rangos de distribución ya que la podemos encontrar desde los 1400 hasta los 3100 msnm en México esto significa que está compuesta por un gran número de poblaciones y que tienen identidades genéticas diferentes e interacciones particulares en sus sitios de procedencia; por lo tanto en su conjunto estas poblaciones tienen una gama de respuestas diferenciadas al ser establecidas en sitios particulares, esta característica nos ofrece una gran posibilidad de manejo que permita una alta producción en corto tiempo y una alta posibilidad de establecimiento de bancos de genes para su conservación eficiente de ahí que mapear fuentes parentales para sitios específicos es una tarea que nos asegura el sensato manejo de la especie y sus poblaciones. (Wornald, 1975).

En América Central se encuentra a altitudes que van de 1000 a 1500 m.s.n.m. y una pluviosidad de 1500 a 3000 mm., pueden adaptarse a una gran variedad de suelos.

Especies que demandan luz, pero es capaz de tolerar algo de sombra. Sensitiva al viento (copa quebradiza). Algo sensitiva a la sequía y al fuego. (Lamprecht, 1990).

En el Ecuador esta especie es importante en vista de su buen crecimiento y ausencia de problemas sanitarios en rodales ubicados en las faldas del volcán Cotopaxi, han logrado una altura dominante de 11.8m. a los 15 años, a una altitud de 3450 m.s.n.m.

Los mejores sitios para *Pinus patula* en la sierra están entre 2200 y 3200 m.s.n.m., donde los climas varían desde secos hasta húmedos, con temperaturas mínimas absolutas entre -0.1 a 3.1 °C. En estos sitio el *Pinus patula* tiene un rango de crecimiento medio anual entre 1.3 y 2.4 metros de altura. (COZOO, D. citado por Chuquin P., 1990).

2.1.4. Crecimiento y Rendimiento.

El *pino patula* es probablemente uno de los pinos tropicales de mayor tamaño y más rápido crecimiento. Los árboles maduros tienen por lo general de 20 a 30 m de altura, ocasionalmente 40 m, y pueden alcanzar hasta 1 m de diámetro. (COZOO, D. citado por Chuquin P., 1990).

El *pino patula* tiende a tener una buena forma, con hasta el 50 por ciento del tronco libre de ramas. El crecimiento en altura culmina a los 25 años, aproximadamente. (GONZÁLEZ L., H. D. 2001)

2.1.5. Comportamiento Radical.

El *pino patula* forma una raíz pivotante con raíces laterales bien distribuidas y aumenta con facilidad la profundidad de las raíces en busca de humedad cuando las condiciones del suelo lo permiten. Forma relaciones con ectomicorrizas cuando el inoculo se encuentra presente en el suelo y requiere de micorrizas para un crecimiento saludable. (COZOO, D. citado por Chuquin P., 1990).

2.1.6. Reacción a la Competencia.

El *pino patula* es intolerante a la sombra y sensible a la competencia por el agua durante sequías prolongadas. Cuando se planea plantarlo en áreas de vegetación alta o potencialmente secas, la preparación del sitio deberá incluir un cierto grado de corta de la vegetación. La necesidad de remover las malas hierbas y el momento de hacerlo variarán dependiendo del sitio; el *pino patula* es sensible a la competencia durante sus primeros años. El desyerbado, tanto mecánico como químico, ha tenido éxito en el sur de África. Debido al rápido crecimiento del *pino patula*, las plántulas plantadas con un espaciamiento de 2.4 m pueden a menudo ocupar un sitio en su totalidad después de 2 años, necesitando de un entresacado precomercial a la edad de alrededor de 6 años, pero eliminando la necesidad de limpiezas periódicas subsiguientes. (GUTIÉRREZ, Millán; Ladrach, William. 1980)

2.2. ECOLOGÍA

2.2.1. Suelos.

En su hábitat natural, vive bien en arena casi pura, en suelos franco-arenosos (guijarros) y en arcillas arenosas. Fuera de su hábitat natural se encuentra en una gran variedad de suelos; prácticamente los mejores suelos son los friables profundos, siempre y cuando exista la suficiente humedad, pero no crece satisfactoriamente en suelos arcillosos impermeables ni en terrenos demasiados húmedos o pocos profundos.

La deficiencia de algunos macro y micro nutrientes principalmente de boro y zinc, causan la reducción en intensidad de crecimiento. Son poco adaptables a suelos compactos, muy arcillosos, mal drenados y superficiales. (GROOS, A. 1987)

2.2.2. Clima.

La especie requiere de temperatura media de 12 °C pero el área de distribución se extiende entre los 10 y 19 °C. Es susceptible a los vientos fuertes que resecan las acículas y quiebra las ramas. Es resistente a las heladas. (GALLOWAY, G. 1986)

2.2.3. Plagas.

Entre las enfermedades más serias se encuentran *Diplodea pinea*, que se comporta como un patógeno de las heridas y causa la muerte regresiva y el marchitamiento de los terminales, y las enfermedades de las raíces *Armillariella* y *Heterrobasidion annosum*. (Lamprecht, 1990).

El *Pino patula* es también susceptible al ataque por una variedad de plagas de insectos, especialmente por ciertas familias del orden Lepidóptera y por los áfidos negros. Sin embargo, por lo general, el *pino patula* ha probado ser notablemente libre del daño por insectos y enfermedades a través de las áreas alrededor del mundo en donde ha sido plantado. (Lamprecht, 1990).

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).

Sobre suelos con impedimento de drenaje y sobre suelos compactos, las acículas se fusionan y ocurre la clorosis. (ZEASER, D y JADAN, S.1987)

En árboles jóvenes y adultos, la principal plaga que ataca esta especie es el descortezador *Dendroctonus mexicanus*. Los conos y semillas son atacados por *Conophthorus conicolenses* y *Apolychosis synchysis*. El escarabajo *Conophthorus mexicanus*, en la fase adulta, ataca el pedúnculo o por la base del cono; ocasionalmente ataca a los conillos. (Lamprecht, 1990).

2.3. USOS

La madera es suave, de color claro, ligeramente amarillenta, con vetas moreno pálidas. Es fácil de trabajar y poco resinosa. Apropia para pasta, sillas, muebles, pilotes de mina y madera de construcción en general. (PROFAFOR 2009)

2.4. INFORMACION ADICIONAL

El *Pino patula* es probablemente uno de los pinos tropicales de mayor tamaño y más rápido crecimiento. Los árboles maduros tienen por lo general de 20 a 30 m de altura, ocasionalmente 40 m, y pueden alcanzar hasta 1 m de diámetro. La población de *P. patula ssp. tecunumanii* puede ser dividida entre procedencias de alta y baja elevación, con los árboles de baja elevación creciendo hasta alcanzar un tamaño similar al del *pino patula*, y los árboles de altas elevaciones alcanzando 50m de altura y 1.5 m de diámetro. El *pino patula* tiende a tener una buena forma, con hasta el 50 por ciento del tronco libre de ramas. El crecimiento en altura culmina a los 25 años, aproximadamente. . (WIKIPEDIA 2009. Pinus patula)

Los incrementos anuales en volumen promedio reportados en la literatura varían en extremo, dependiendo de la calidad del sitio y el manejo del rodal. En sitios buenos careciendo de una temporada excesivamente seca, los rodales bien manejados pueden rendir incrementos en bruto anuales promedio de 35 m³ por ha por año e incrementos utilizables anuales promedio de 27 m³ por ha por año en una rotación de 30 años si no se necesitan maderos grandes (>40 cm). Los maderos grandes requieren tanto de rotaciones mayores (35- 40 años) como de una densidad del rodal más baja para obtener árboles de más de 50 cm de diámetro. (WIKIPEDIA 2009. Pinus patula)

Las semillas forestales están consideradas como una de las fuentes más importantes de germoplasma, motivo por el cual las investigaciones sobre su morfología resultan prioritarias.

2.5. TECNICAS SILVICULTURALES EN PLANTACIONES FORESTALES

2.5.1. Establecimiento de la plantación

2.5.1.1.Preparación del terreno (SÁNCHEZ, 1995)

El establecimiento de una plantación es la formación de cultivos de árboles sanos y vigorosos, ya sea por plantación o siembra directa. Como cualquier otro cultivo es necesario preparar el terreno para obtener buenos resultados. Esta preparación es parte integral del establecimiento de una plantación, cuyo fin es asegurar una alta supervivencia y rápido crecimiento.

El terreno debe prepararse de tal manera que ofrezca las mejores condiciones de crecimiento a las plantas, con miras a obtener la máxima producción a un costo bajo.

Las plántulas deben encontrar las condiciones óptimas para su crecimiento inicial, sobre todo los primeros años que son críticos y decisivos para el buen desarrollo de la plantación.

Esto se consigue mediante las siguientes actividades:

- a.** Limpiar la estación de la vegetación existente, con el fin de reducir o eliminar la competencia que podría impedir el establecimiento adecuado de la plantación.
- b.** Labrar el terreno:
 - Para facilitar la plantación y su establecimiento y estimular el rápido desarrollo de las raíces.
 - Reducir la cubierta de vegetación que compite por agua, luz y nutrientes.
 - Reducir la erosión y facilitar el almacenamiento de agua, mediante barreras físicas a la escorrentía.

- Eliminación de obstáculos físicos que detengan el crecimiento de los árboles, y dificultan las operaciones de deshierbe cuando se utiliza maquinaria. Establecer sistemas de drenajes en estaciones húmedas o anegadas.

El propósito principal es hacer lo máximo con el menor costo posible, la preparación del terreno a veces es la operación más costosa en la silvicultura.

El grado de preparación del terreno depende de tres factores:

- a. Las condiciones del terreno y su cubierta vegetal.
- b. De las especies a plantar
- c. Del sitio, las condiciones ecológicas y climáticas

Muchas especies de *Pinus* como *Pinus patula*, *Pinus caribaea*, *Cupressus lusitánica*, toleran la competencia de hierbas o gramíneas, aunque se atrasen un poco.

2.5.1.2. El sitio y las condiciones ecológicas

Las condiciones del terreno en cuanto a su topografía, pendientes, profundidad efectiva de los suelos, condiciones climáticas y ecológicas; determinan las mejores formas para lograr el máximo provecho del suelo, con el fin de obtener una alta supervivencia y una buena adaptación de los árboles plantados, rompiendo las barreras que impidan un buen enraizamiento y optimizando la aireación y drenaje del terreno. . (WIKIPEDIA 2009. *Pinus patula*)

La cuestión radica en encontrar el nivel óptimo de rendimiento de un cultivo que se refleje en un buen crecimiento sin excederse en costos. . (WIKIPEDIA 2009. *Pinus patula*)

La preparación de la estación se puede hacer por tres formas (Semicol):

- Métodos manuales
- Métodos mecanizados
- Métodos químicos

2.6. PLANTACIÓN FORESTAL

2.6.1.1.Sistema de producción forestal

Las plantaciones forestales como un sistema de producción tienen una base de recursos, una base de productos y una base de deshechos. La base de recursos está integrada por elementos como son: el suelo, la fauna, los microorganismos, el clima, la vegetación y la flora que constituyen los componentes principales del sistema; éstos una vez que han sido estudiados y conocidos con alguna profundidad se ponen al servicio de la producción y crecimiento del componente florístico y faunístico.

Conocer cuáles son sus relaciones, incluyendo la actividad del hombre que con la energía y el trabajo que ingresa a través de la producción de plántulas, selección de semillas, preparación de tierras, manejo silvicultural de las cosechas, permiten activar la potencialidad de la base de recursos al servicio de la producción o base de los productos que se obtienen, tales como la madera, extractivos de los árboles, frutos, fibras, o servicios como la amenidad, el paisaje, la producción de oxígeno, sombra.

Como base de deshechos el sistema produce detritus, materia orgánica, restos de animales, oxígeno, entre otros. (SÁNCHEZ, 1995).

2.6.1.2. Métodos de plantación (SÁNCHEZ, 1995).

Se entiende por plantación, la colocación en un hueco de los arbolitos en el sitio definitivo; en las mejores condiciones posibles. Existen varios métodos de plantación que dependen de algunos factores como:

- Tamaño y edad de las plántulas
- El sistema de plantación (raíz desnuda o cespedón)
- De las especies a plantar
- Topografía y condiciones del terreno
- Clima

2.6.2. Manejo de la plantación

2.6.2.1 Deshierbe

Si el terreno presenta problemas de malezas se recomienda realizar deshierbes manuales o mecánicos dependiendo de las condiciones del terreno. Si éste presenta pendientes mayores a 12%, para evitar la erosión del suelo se recomienda remover la vegetación solamente en los sitios donde se sembrarán las plantas, franjas o alrededor de las cepas. Esta actividad podrá realizarse por medio de chapear la vegetación con machetes, o retirarla manualmente. (SÁNCHEZ, 1995).

2.6.2.2. Selección y preparación de la planta en vivero

Seleccionar las plantas más vigorosas, libres de plagas y enfermedades. Aunque las características físicas dependerán de la especie, existen criterios generales que indican buena calidad en las plantas.

La raíz deberá ocupar por lo menos el 50% del volumen total del envase, el diámetro basal del tallo deberá ser ≥ 0.25 cm, la altura total del vástago no mayor a 30 cm, y por lo menos $\frac{1}{4}$ parte de la longitud total del tallo con tejido leñoso, endurecimiento. Se recomienda aplicar un riego a saturación un día antes del transporte de las plantas. (SÁNCHEZ, 1995).

2.6.2.3. Transporte

Se deben utilizar vehículos cerrados y trasladar las plantas debidamente cubiertas, para protegerlas del viento e insolación, y con ello evitar su deshidratación. Con la finalidad de evitar que la planta sufra el menor estrés posible, idealmente el tiempo de transporte no debe exceder a 3 hrs. (SÁNCHEZ, 1995).

2.6.2.4. Protección

Para proteger la plantación contra factores de disturbio como el pisoteo y ramoneo del ganado, se recomienda colocar una cerca en el perímetro de la plantación.

2.6.2.5. Mantenimiento

Durante los primeros 2 años de haber establecido la plantación se recomienda realizar deshierbes alrededor de las plantas, en un radio de 20 cm alrededor de la cepa, por lo menos 1 vez al año; esto preferentemente una o dos semanas posterior al inicio de la temporada lluviosa. Preclareos, aclareos y cortas intermedias.

Para estimular el crecimiento de los mejores individuos de una plantación, se hacen cortas para eliminar los individuos mal conformados, plagados, enfermos, muertos o dañados. En una plantación donde el producto final será la madera aserrada, la poda de ramas laterales debe ser una operación importante. Las podas deben efectuarse durante los primeros años de la plantación, cortando aproximadamente el 40% del follaje. Esta labor reduce el riesgo de incendio. (SÁNCHEZ, 1995).

2.7. IMPORTANCIA DE LAS FUENTES SEMILLERAS.

La importancia de las mejores fuentes de semilla y su evaluación y su selección forma uno de los principales componentes de cualquier programa de semillas forestales. Todo programa de reforestación debe considerar esta etapa fundamental, con el propósito de obtener el material genético a corto plazo mientras los programas de mejoramiento aportan a los resultados para establecer sistemas más avanzados y sofisticados, que suministren semilla de calidad reconocida.(JARA, 1998).

La garantía que obtiene el usuario de la semilla en este caso el reforestador, al utilizar material de una fuente de calidad, es de gran importancia, puesto que está se ha logrado mediante la selección rigurosa de procedencias cuyas variables dasométricas permiten determinar con certeza su adaptabilidad y calidad. (JARA, 1995)

2.8. PROCEDENCIA

Existe una gran cantidad de términos relacionados con procedencia según Styles (1979), se define como el área geográfica y ambiental donde crecieron los árboles progenitores, dentro de la cual, se formó su constitución genética por selección natural o artificial. La población de progenitores debe tener una base genética amplia y puede ser nativa o introducida.

2.9. 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. (GRANHOF, 1991, citado por Correa, Cornelius y Mesen, 1993).

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).

2.10. HUERTO SEMILLERO 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. (GRANHOF 1991, citado por Correa, Cornelius y Mesen ,1993).

2.11. METODOLOGÍA DE LOS ENSAYOS DE PROCEDENCIA DE ESPECIES FORESTALES.

Para proceder en tal sentido, un determinado país ha de ensayar primero toda una gama de especies potenciales y sus respectivas procedencias. Algunos países tropicales han iniciado ya extensos programas de selección y luego plantaciones piloto, pero esto no se aplica a otros. El presente documento se propone servir de guía básica de los tópicos que deben tenerse presentes para el escogitamiento, a través de ensayos de procedencias.

El término (procedencia) denota la fuente geográfica de la semilla o material vegetal o las plantas procedentes de tal fuente. En general cabe afirmar que las especies forestales de distribución geográfica amplia presentan considerables variaciones en cuanto a anatomía, morfología y fisiología. (Departamento de montes, FAO, 1995).

Los estudios gen ecológicos de las especies forestales aportan información sobre la estructura y amplitud de la variación fenotípica y genotípica. La variabilidad puede guardar relación con la distribución de factores ambientales continuos o discontinuos, como tipo de suelo y altitud, exposición o latitud, con los factores conexos de precipitación, temperatura y fotoperiodo. La aportación relativa de la genética y el ambiente a la variación (lo mismo en caracteres taxonómicos clásicos que en características fisiológicas estudiadas más recientemente, como la fotorreacción o la reacción termo periódica) puede evaluarse criando plantitas de distintas fuentes de semilla en condiciones relativamente uniformes, como en cámaras de crecimiento, invernaderos, viveros o en ensayos de campo. (Departamento de montes, FAO, 1995).

2.11.2. Tipos de ensayos de procedencia.

Para localizar la mejor o mejores procedencias de una especie para un determinado lugar, país o región pueden ser necesarios varios tipos y etapas o fases de ensayo de procedencia. La selección depende de la información con que se cuente, del grado de variación natural en la especie y de la variación entre las posibles estaciones de plantación. En la elección influirán también los objetivos de la serie de ensayos, los recursos de que se disponga y la importancia de la especie en el programa nacional. Quizá resulte posible reducir a una sola varias de las fases o bien combinar el ensayo de procedencias de varias especies similares o efectuar paralelamente varias de las fases. Adicionalmente, en precedentes ensayos de especies, pueden compararse dos o más procedencias de algunas especies. (Departamento de montes, FAO, 1995)

Tratándose de una especie de distribución amplia es improbable que un solo experimento permita indicar la mejor procedencia ni siquiera para un solo tipo de estación. Por tanto, cabe recurrir a las siguientes etapas para cada uno de los tipos principales de estación: 1. fase de muestreo de amplitud de toda la gama; 2. fase de muestreo restringido; 3. fase de prueba (fase de comportamiento del cultivo). (Departamento de montes, FAO, 1995)

2.12. FUENTES SEMILLERAS ESTABLECIDAS.

2.12.1. 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 área basal, altura, porcentaje de germinación y sobrevivencia. Los datos recolectados fueron procesados a través del paquete estadístico SAS. (JUMBO, C. 1998. INEFAN).

Los ensayos se encuentran en el rango altitudinal de 1680 a 3200 msnm, el 87% de los ensayos se encuentran en las Provincias de Pichincha e Imbabura. (JUMBO, C. 1998. INEFAN).

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 considero una distancia mínima de 9 metros, esto con el propósito de evitar en lo posible la endogamia. (JUMBO, C. 1998. INEFAN).

2.13. ENSAYO DE PROGENIE

2.13.1. Progenie

Los árboles producidos a partir de la semilla de un árbol progenitor se conocen como su progenie. Las pruebas de progenie se utilizan para determinar el valor genético de los árboles progenitores o para determinar otras características genéticas. Algunas veces la prueba de los propágulos vegetativos de un determinado donador se conoce como prueba de progenie, pero se denomina por la común prueba clonal. (TORRES, J.1990-2000)

2.14. EVALUACION GENETICA Y ECONOMICA DE ENSAYOS DE PROGENIE

Desde el inicio un programa de mejoramiento genético forestal enfrenta el desafío de optimizar la información que arroja, para efectuar una selección eficiente de los mejores genotipos. Esto se dificulta en la primera generación de mejora, debido a que la información de los individuos de la población es puramente visual. En este

contexto, existen diversas metodologías de evaluación para generaciones avanzadas de mejora, que varían en su eficiencia y complejidad estadística. Dentro de las herramientas disponibles, se encuentra el índice de selección multicriterio, que permite una evaluación simultánea de rasgos fenotípicos simplificando a su vez de manera considerable la complejidad en la selección de segunda generación. Además, tiene la ventaja de incluir la componente económica en el análisis, cosa que pocos métodos hacen. (Torres, J. 1990-200)

2.14.1. Objetivo de mejoramiento

Los rasgos incluidos en la evaluación dependen del objetivo de mejoramiento u objetivo de producción, que es considerado el paso más importante en la definición de la estrategia de un programa, ya que entrega la dirección hacia dónde se quiere llegar. (Torres, J. 1990-2000)

El objetivo de mejoramiento se define como todos los rasgos que afectan la rentabilidad de su proceso productivo, es decir, aquellos que influyen en los ingresos y los costos. Estas características son incluidas luego en el valor genético agregado ponderadas por su valor económico. (Torres, J. 1990-2000)

2.15. EFECTO DE CALIDAD DE LA PLANTA EN LA SOBREVIVENCIA Y ALTURA Y CRECIMIENTO DE *Pinus patula* EN UN ÁREA QUEMADA

2.15.1. Área de estudio

El área de estudio se localiza en el estudio de Puebla, en el Ejido Chignahuapan, en las inmediaciones de Chignahuapan. El rodal donde se ubican las parcelas se encuentran en las coordenadas 19°51'00" de latitud norte y 98°05'00" longitud oeste (INEGI, 1984). El clima de la zona de estudio corresponde al tipo de climas templado lluvioso y dentro de estos al templado subhúmedo, con abundantes

lluvias en verano y escasas en invierno la precipitación media anual es de 1,096mm, con el 85% de las lluvias de mayo a octubre. (SOSA Y RODRÍGUEZ 2003)

El área de estudio se encuentra a 2260 msnm con una pendiente del 8%. La vegetación donde predominan la especie de *Pinus patula*.

2.15.2. Mediciones

Cada planta fue etiquetada al momento de la plantación, y se la midió altura y diámetro. La segunda medición se midió en el mes de junio del 2002 (un año después) y en cada una de las plantas y unidades se tomaron las siguientes variables: Altura (cm, desde el cuello de la raíz hasta la yema apical de la planta con el flexómetro), diámetro (mm, cuello de la raíz con el calibrador). (SOSA Y RODRÍGUEZ 2003)

Sobrevivencia

La sobrevivencia categoría de planta y tratamiento en general. Los resultados indican una supervivencia del 93%, así como un 92% para el área quemada y un 94% para la no quemada, sin diferencias significativas en los tratamientos ($p=0,8779$), ni entre las categorías de tamaño ($p=0,1801$), resultando además una interacción no significativa entre ambos factores ($p=0,2931$). (SOSA Y RODRÍGUEZ 2003)

Altura de brinzales

Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en los factores tratamiento ($p=0,0001$) y categoría ($p=0,001$). Sin embargo, la intersección de ambos no resultó significativa ($p=0,5313$). Las medias para el área quemada y no quemada fueron 49,3 y 55 cm; en tanto que los promedios por categoría de tamaño, de la menor a mayor, fueron: 34; 37,7; 54,3; 82,6 cm. (SOSA Y RODRÍGUEZ 2003)

Diámetro Basal

Para el DB se presentaron diferencias significativas en los tratamientos ($p=0,0057$) y categorías ($p=0,0001$), pero no así para su interacción ($p=0,3023$). Las media para el área quemada y no quemada 7 y 7,5 mm, respectivamente; en tanto que los promedios por categoría de tamaño, de la menor a la mayor fueron: 5,9; 6,1; 6,9 mm (sin diferencias entre sí) y 10,1mm. (SOSA Y RODRÍGUEZ 2003)

2.16. VARIACIÓN EN EL PATRÓN DE CRECIMIENTO EN ALTURA DE CUATRO ESPECIES DE *PINUS* EN EDADES TEMPRANAS

2.16.1. Metodología

La plantación experimental se ubica en la finca “Los Ayacahuites” (20/ 13’ latitud N y 98/ 03’ longitud W), en el Km. 102.6 de la carretera federal Pachuca-Tuxpan, en el poblado de Patoltecoya, Huauchinango, Puebla. La plantación se sitúa en un terreno forestal, con una pendiente de 60% y con exposición Sur. La altitud aproximada es de 1440 metros sobre el nivel del mar. Se tiene un clima templado lluvioso (García, 1981), con una temperatura media anual de 15.9/C y una precipitación anual promedio de 2534 mm. El ensayo experimental incluye un total de 30 procedencias de cuatro especies de pinos subtropicales: 10 de *Pinus greggii*, 5 de *P. maximinoi*, 11 de *P.patula* y 4 de *P.tecunumanii*. Las procedencias representan una proporción diferente de la distribución natural de cada especie. (SALAZAR GARCÍA, 1999)

2.16.2. Variación interespecífica.

La tasa de crecimiento promedio anual en altura varió desde 1.92 m en *P. patula* hasta 2.50 m en *P. maximinoi*; *P. greggii* y *P. tecunumanii* presentaron valores

promedio de 2.19 y 2.44 m, respectivamente. Es importante señalar que aunque *P. patula* tuvo la menor tasa de crecimiento promedio anual de las cuatro especies evaluadas, el crecimiento en altura en el año fue de casi dos metros (1.92 m), lo cual no es nada despreciable, comparado con otras especies de pino que tienen tasas de crecimiento mucho menores. Además, es posible que el menor crecimiento de *P.patula* esté relacionado con las desventajas iniciales de la especie ya que la planta tenía una menor edad (3 meses menor) al momento de establecer la plantación. Por otro lado, es posible que las diferencias en las tasas de crecimiento en altura observadas entre las especies no se mantengan al pasar el tiempo, debido a que las especies pueden modificar su tasa y su curva de crecimiento en altura con la edad (Zobel y Talbert, 1988); *Pinus patula* presentó una amplia variación entre procedencias en la tasa promedio de crecimiento en altura, con valores en las procedencias extremas que van de 1.65 hasta 2.15 m en la procedencia de Tlahuelompan, lo que representa una diferencia entre ellas de 30% a favor de la segunda. En el caso del número de ciclos de crecimiento desarrollados, se observó una variación similar, con diferencias de alrededor del 20% entre las procedencias con valores promedio extremos, Tlaxco y Huayacocotla. (Cuadro1) (SALAZAR GARCÍA, 1999)

Cuadro 1.- Valores promedios y desviaciones estándar por procedencia de las variables de crecimiento en altura y número de ciclos producidos en *Pinus patula* Schl. Et Cham.

PROCEDENCIAS	CRECIMIENTO ANUAL EN ALTURA (m)	CICLOS DE CRECIMIENTO (No.)
Pinal de Amoles, Qro.	2.03 ± 0.41	5.64 ± 1.39
Encarnación, Hgo.	1.81 ± 0.44	5.54 ± 1.65
Zacualtipan, Hgo.	1.98 ± 0.48	6.16 ± 1.30
Tlahuelompan, Hgo.	2.15 ± 0.52	6.22 ± 1.41
Huayacocotla, Ver.	1.97 ± 0.38	6.38 ± 1.13
Estación Apulco, Hgo.	2.02 ± 0.59	6.15 ± 1.52
Acaxochitlán, Hgo.	1.87 ± 0.51	5.76 ± 1.51
Ahuazotepec, Pue.	1.83 ± 0.48	5.95 ± 1.45
Zacatlán (Norte), Pue.	2.03 ± 0.41	5.77 ± 1.32
Zacatlán, Pue.	1.74 ± 0.43	5.51 ± 1.50
Tlaxco, Tlax.	1.65 ± 0.54	5.08 ± 1.61

Fuente SALAZAR GARCÍA, 1999

A diferencia de las especies anteriores, en *P. patula* se encontró una correlación positiva altamente significativa ($p \leq 0.01$) moderadamente elevada ($r = 0.75$) entre el crecimiento en altura y el número de los ciclos de crecimiento formados, lo cual implica que las procedencias de *P. patula* con mayor crecimiento en altura también forman más ciclos de crecimiento, *Pinus patula* la tasa de crecimiento en altura ($r = -0.82$) y el número de ciclos ($r = -0.80$) se asociaron en forma negativa con la altitud. Esto implica que las procedencias originarias de sitios más bajos presentaron mayor crecimiento en altura y desarrollaron mayor número de ciclos de crecimiento. (Cuadro 2) (SALAZAR GARCÍA, 1999)

Cuadro 2.- Correlaciones por especie entre las variables del crecimiento en altura y las coordenadas de las procedencias.

	ESPECIE	CRECIMIENTO ANUAL	NUMERO DE CICLOS
Latitud	<i>P. greggii</i> (n=10)	0.89 **	-0.10 n.s.
	<i>P. maximinoi</i> (n=5)	0.76 n.s.	-0.54 n.s.
	<i>P. patula</i> (n=11)	0.55 n.s.	0.43 n.s.
	<i>P. tecunumanii</i> (n=4)	-0.91 n.s.	0.82 n.s.
Longitud	<i>P. greggii</i>	0.58 n.s.	0.36 n.s.
	<i>P. maximinoi</i>	0.84 n.s.	-0.73 n.s.
	<i>P. patula</i>	0.19 n.s.	0.02 n.s.
	<i>P. tecunumanii</i>	-0.98 *	0.99 **
Altitud	<i>P. Greggii</i>	0.16 n.s.	0.27 n.s.
	<i>P. Maximinoi</i>	0.12 n.s.	-0.48 n.s.
	<i>P. Patula</i>	-0.82 **	-0.80 **
	<i>P. Tecunumanii</i>	-0.98 *	0.99 **

Fuente SALAZAR GARCÍA, 1999

2.17. CRECIMIENTO DE TRES ESPECIES DE PINO EN UNA PLANTACIÓN ESTABLECIDA EN SANTIAGO COMALTEPEC, IXTLÁN, OAXACA

2.17.1. Metodología experimental

El área de estudio se localiza en el paraje denominado “ Las Cascadas” ubicado dentro del predio comunal de Santiago Comaltepec, Ixtlán, Oaxaca $96^{\circ} 28' 27''$, Oeste, $17^{\circ} 34' 14''$ Norte (INEGI, 1993;1984). El tratamiento silvícola que se

aplicó en el área donde se encontró la plantación es el método de selección en grupo.

Para elegir el árbol representativo del sitio, se midió el diámetro basal y altura de todos los pinos existentes dentro de los sitios divididos en 4 cuadrantes, se eligió el árbol que presentó la altura y el diámetro promedio del sitio, libres de daños físicos, bifurcación, plagas y enfermedades. (SALAZAR GARCÍA, 1999)

2.17.2. Resultados

Para el crecimiento en altura presentó mejor ajuste en las tres especies el modelo Schumacher, para *P. patula* con SCE 0.129165, para *P. pseudostrobus* con SCE de 0.037408 y para *P. ayacahuite* con SCE de 0.000133. . González (1997), González (2000) y González (2001) realizaron trabajos relacionados en crecimientos de pinos empleando modelos de ajuste y mencionan que el modelo Schumacher como uno de los que presentaron buen ajuste. *P. patula* a la edad de un año presentó una pendiente muy pronunciada formando una inflexión, debido a que fue la etapa en que presentó un crecimiento acelerado, que en lo sucesivo indicó una misma tendencia pero de forma gradual hasta los seis años, registró un incremento total de 3.69 m de altura, con incremento medio anual de 0.61 m. *P. pseudostrobus* y *P. ayacahuite* registraron crecimiento lento a la edad de un año en relación con lo posterior, ambas mejoraron considerablemente entre 2 y 4 años. Para el crecimiento en diámetro el modelo de mejor ajuste para las tres especies fue el monomolecular, para *P. patula* la SCE fue de 0.936305, para *P. pseudostrobus* con SCE de 0.729329 y para *P. ayacahuite* con SCE de 0.216538. Con base a estos resultados se observó que el crecimiento en diámetro de *P. patula* var. *longipedunculata* fue mejor, superó a *P. pseudostrobus* y *P. ayacahuite*, existe evidencia que en diferentes y mismas especies interactúa la competencia debido a que con la presencia de más de una, influye en el crecimiento de las demás (Ramírez y Zepeda, 1994).

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación es un seguimiento secuencial de (Mullo y Sandoval 2005) luego sigue (Vizcaíno 2008), donde determinó 27 procedencias y (Valenzuela 2009) establece que 25 procedencias de *Pinus patula* Schlect. et Cham son las mejores y tienen un alto porcentaje de germinación este conocimiento fue muy fundamental para la investigación sobre “Evaluación del crecimiento inicial de 25 procedencias de *Pinus patula* Schlect. et Cham en la Granja Experimental “La Pradera” Provincia de Imbabura (2010-2011).

3.1. DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Localización del área de estudio. (Boada C. 2006)

PROVINCIA:	Imbabura
CANTÓN:	Antonio Ante
PARROQUIA:	Chaltura
LOCALIDAD:	Granja la pradera
ALTITUD:	2.375m.s.n.m.
AREA DE ESTUDIO:	16000m ²
PENDIENTE:	1% Mínima 40% Máxima
SUELOS: (Textura)	Franco, franco arenoso
LATITUD	LONGITUD
0° 21' 23, 5'' N	78° 12' 30, 5'' W
0° 21' 22, 2'' N	78° 12' 12, 4'' W

(Ver el mapa de ubicación anexo A.1.)

3.1.2. Análisis de suelos

Análisis químico del suelo

De acuerdo al análisis realizado se obtuvieron los siguientes datos:

	RESULTADOS	SIGNIFICADO
pH	5,91	Ligeramente ácido
Nitrógeno	0,12%	Bajo
Fosforo	9,50ppm	Bajo
Potasio	110ppm	Bajo
Boro	0.013ppm	Bajo
Materia orgánica	2,63%	Bajo

3.1.3. Datos climáticos.

PRECIPITACION: 582,27mm anuales

TEMPERATURA: Mínima: 9.8°C

Máxima: 22.2°C

HUMEDAD RELATIVA: 68.9%

NUBOSIDAD: 34.6 y 36.6%

CLASIFICACION ECOLOGICA: Bosque seco montano bajo (B.s.m.b.)

(Holdridge)

3.1.4. Diagrama Ombrotérmico

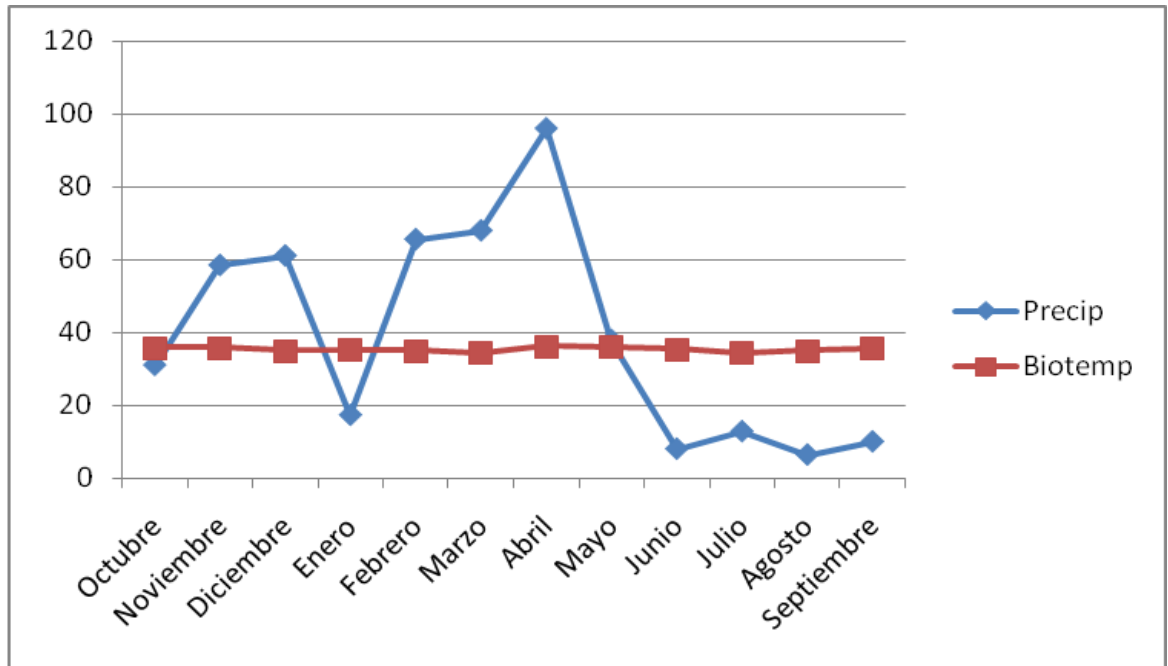


Gráfico N° 1. Isoterma: Estación Ibarra –Aeropuerto periodo 2004-2005

De acuerdo al diagrama Ombrotérmico los meses de mayor precipitación son: Febrero, Marzo, Abril, y los meses secos Enero, junio, Julio, Agosto, y Septiembre

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1. Materiales

Materiales y Equipos de campo

- Cámara Fotográfica
- Calibrador o Pie de Rey
- Plantas.
- Clavos
- Estacas
- Hoyadora
- Libreta de campo.
- Letreros
- Piola
- Palas
- Regla graduada

3.2.2. Equipos y materiales de oficina.

- Calculadora
- Computador
- Impresora
- Material de escritorio

3.3. Factores en estudio

Cuadro 3. Información de las procedencias de *Pinus patula*

Nº	Código	Procedencia	Localidad	Proveedor	País
1	45-PP-MEX	La venta	Distrito Federal	INIF	México
2	42-PP-MEX	Seed stand B 54	Zomba Plateau	Danida	México
3	41-PP-SUD	Tweefontein	Danida	Sudáfrica
4	39-PP-ZIM	Penhalonga	Manicaland	Danida	Zimbabwwe
5*	36-PP-SUD	Bergvliet	E. Transvaal	Danida	Sudáfrica
6	34-PP-KEN	Seed stand 7©	Kinale	Danida	Kenya
7	32-PP-ZIM	Staple ford	Danida	Zimbabwwe
8	30-PP-COL	Transvaal	Germicampo	Sudáfrica
9*	28-PP-BOL	Chapare	Coranipamba	Cordeco-Bolivia	Bolivia
10	26-PP-MEX	Veracruz	Las Vegas	Cordeco-Bolivia	México
11	25-PP-SUD	Transvaal	Eleandshoogtu	Cordeco-Bolivia	Bolivia
12	24-PP-PER	Cajamarca	Porcón	Cordeco-Bolivia	México
13	22-PP-LOJ	Loja	Viv.Predesur	PMGF	Sudáfrica
14*	21-PP-PER	Perú	Plaza del Inca	PMGF	Perú
15	19-PP-LOJ	Loja	Carboncillo	PMGF	Ecuador
16	18-PP-LOJ	Loja	Carboncillo	PMGF	Ecuador
17	16-PP-LOJ	Loja	Oñacap	PMGF	Ecuador
18	13-PP-LOJ	Loja	Villonaco	PMGF	Ecuador
19	12-PP-LOJ	Loja	Colaisana	PMGF	Ecuador
20	10-PP-LOJ	Loja	Colaisana	PMGF	Ecuador
21	08-PP-LOJ	Loja	Las Zambas	PMGF	Ecuador
22*	07-PP-LOJ	Loja	Las Zambas	PMGF	Ecuador
23	06-PP-LOJ	Loja	Carboncillo	PMGF	Ecuador
24	05-PP-COT	Cotopaxi	Mulaló	PMGF	Ecuador
25	01-PP-COT	Cotopaxi	Mulaló	PMGF	Ecuador

Fuente DINACE

Las procedencias marcadas (*) no fueron tomadas en cuenta para establecer el ensayo, ya que de un análisis de correlación previo a la plantación se determinó que las procedencias 36-PP-SUD, 28-PP-BOL, 21-PP-PER y 07-PP-LOJ no presentaron asociación entre las variables dasométricas diámetro basal y altura total, al nivel del 95% de probabilidad estadística. El resultado de éste análisis se lo presenta en el (Anexo B 1)

3.3.1. Diseño experimental

En la investigación se aplicó el diseño de bloques al azar (DBA), con 18 bloques y 21 procedencias.

Modelo Estadístico.

$$X_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

X_{ij} = observación en particular

μ = media general

t_i = efecto de tratamientos

β_j = efecto de bloques

ε_{ij} = error experimental

3.3.2. Tamaño de la unidad experimental

La unidad experimental ocupó una superficie de $87,75\text{m}^2$ (13,5m X 6,5m) en la cual se plantaron 21 plántulas

3.3.3. Análisis de Varianza

El cálculo de los datos se lo realizó con la ayuda del programa estadístico infostat. En el cuadro 4, se presenta el esquema de ADVA.

Cuadro 4. Diseño para el análisis de varianza

Fuentes de Variación	Grados de Libertad
Procedencias	20
Bloques	17
Error experimental	360
TOTAL	377

3.3.4. Prueba de rango múltiple.

Se empleo la prueba de Duncan al 95% de probabilidad estadística, con el propósito de determinar las diferencias de crecimiento entre las procedencias. Esta prueba se aplico a las variables dasométricas Diámetro basal - Altura total

3.3.5. Análisis de correlación

Se realizó el cálculo del coeficiente de correlación de cada una de las procedencias, con el propósito de analizar el grado de asociación entre las variables dasométricas diámetro basal y altura total.

3.3.6. Análisis de regresión

Con el propósito de analizar la tendencia del comportamiento de la especie, en su crecimiento inicial se realizó el análisis de regresión lineal; cuyo modelo estadístico se presenta a continuación:

$$\hat{Y} = b_0 + xb_1 + \varepsilon$$

Donde:

\hat{Y} = Variable respuesta

b_0 = Intercepto

b_1 = Pendiente de la recta

x = Variable independiente

ε = Erro estándar de los coeficientes

3.4. METODOLOGIA.

3.4.1. Ratificación de la codificación de las 25 procedencias

Se realizó el cambio de fundas debido a que las fundas que se encontraban eran pequeñas y las plantas no tenían suficiente espacio para su desarrollo, también se efectuó la poda de raíces y la corrección de los códigos de las 25 procedencias en estudio.

Además se procedió a realizar un análisis de correlación, límites de confianza y se determinó que algunas de las plántulas no cumplían los parámetros adecuados para obtener una plantación homogénea tanto en altura, dap y calidad de la plántula, en donde se eliminaron plántulas de las que fueron entregadas por el Ing. Darwin Valenzuela. Después se realizó otro análisis de correlación con la finalidad de ver si las 25 procedencias cumplen con los parámetros requeridos para el ensayo, lo cual se tomó datos con la ayuda de los estudiantes del 5^{to} semestre de forestal y el Ing. Carlos Aguirre, de donde se obtuvo solamente las 21 procedencias que cumplían los parámetros estadísticos al 99% y las 4 procedencias eliminadas no. (Ver anexo B.1)

3.4.2. Establecimiento de la plantación

Se estableció la plantación con las 21 procedencias donde se efectuó un espaciamiento de 2 x 2 m., se cuenta con 18 bloques y cada uno tiene un individuo por procedencia.

Se realizó la limpieza general del área, remoción de troncos y ramas debido a que era un área donde no se habían realizado ninguna actividad ni manejo en un largo periodo de tiempo.

3.4.2.1. Señalamiento y apertura de hoyos

Una vez efectuada la limpieza del terreno, se procedió a la señalización ubicando una estaca, cada 2m sitio en el cual se realizo posteriormente el hoyo de 40x40x40cm.utilizando una pala de desfonde, el mismo se realizó en todos los bloques.

3.4.2.2. Plantación

En el vivero se hizo una selección total de las plántulas, esto se realizó con la ayuda del análisis de coeficiente de correlación y quedaron 21 procedencias las cuales fueron plantadas en el ensayo

Las plántulas seleccionadas fueron plantadas de acuerdo al croquis de distribución de procedencias, después se retiraron las fundas, colocándolos a los arbolitos en posición vertical y a una profundidad adecuada; luego se relleno el hoyo y apisonando la tierra con el pie para eliminar los espacios de aire y evitar así de alguna manera la posterior muerte de las plántulas.

Luego de establecida la plantación se procedió a ubicar los letreros para cada uno de los bloques. Así mismo se cerco el área total del ensayo.

3.4.2.3. Época de la plantación

La plantación se efectuó los días 5 y 6 de febrero de 2010 con un número de 378 plántulas.

3.4.2.4. Labores culturales

En el sitio se efectuaron tres coronamientos, un coronamiento por cada cuatro meses, debido a que no existía mucha lluvia donde esta labor facilitó las mediciones tanto de altura como de diámetro basal.

3.4.2.5. Recopilación de información

Se tomó los datos de las variables: porcentaje de sobrevivencia, diámetro basal, altura, ataque de plagas y/o enfermedades.

La medición de las variables antes citadas se efectuó en cada individuo de la plantación. Se realizó una medición inicial, y luego cada dos meses por el periodo de un año, con esta información registrada se efectuó el análisis dasométricos, determinando el grado de correlación entre las variables: diámetro basal y altura.

3.4.3. Medición de variables en estudio

Concluida la plantación, se colocaron, estacas junto a cada plántula con el objeto de evitar variaciones en las mediciones, estas se mantuvieron durante todo el periodo de investigación.

La primera medición se realizó el 10 de febrero de 2010, a partir de esta fecha, se tomaron las mediciones cada dos meses (60 días), de los parámetros dasométricos.

3.4.3.1. Porcentaje de sobrevivencia.

El porcentaje de sobrevivencia fue evaluada a partir de los 15 días posteriores a la plantación, (primera observación) y luego cada dos meses se realizó el conteo de las procedencias en cada uno de los bloques para esto se tomó en cuenta la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de sobrevivencia} = \frac{\text{Número de plántulas muertas}}{\text{Número de plántulas inicial}} \times 100$$

3.4.3.2. Diámetro basal.

Para la medición del diámetro basal se utilizó un calibrador o pie de rey al nivel del cuello de la plántula. Las mediciones fueron realizadas por la misma persona desde la medición inicial hasta la última con la finalidad de reducir el margen de error en la toma de datos.

3.4.3.3. Altura de la plántula.

Establecida la plantación, se realizó una medición inicial de altura total, se utilizo una regla graduada al cm. Tomando como punto inicial la estaca, y como punto superior la yema apical o ápice, la toma de datos de altura se realizo cada dos meses durante un año.

3.4.3.4. Ataque de plagas y/o enfermedades

Se evaluó mediante observaciones cualitativas del estado de cada una de las plántulas durante el tiempo en que se realizó la investigación. Para ello se utilizo códigos compuestos por números tomando como base criterios utilizados para plantaciones y bosque natural.

Estado	Calificación
Sano	3
Enfermo	2
Muerto	1

3.4.3.5. Calidad de la plántula

Se observo cual de las plántulas provenientes, de las 21 procedencias mostraron un mejor crecimiento en altura y diámetro basal; correlación entre diámetro basal y altura total; la rectitud del tallo que se califico de la forma siguiente:

Forma	Calificación
Recto	3
Torcido	2
Bifurcado	1

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS

En este documento se presentan los resultados obtenidos durante la investigación realizada. El sitio de investigación presenta condiciones edafo-climáticas aceptables para el desarrollo de la especie. El análisis de los resultados en esta fase de investigación permitió corroborar el comportamiento y crecimiento de las procedencias mejores.

El análisis de los resultados en cuanto se refiere al comportamiento silvicultural se efectuó en base de las variables siguientes: Supervivencia, diámetro basal, altura, calidad de plántula, ataque de plagas y/o enfermedades.

4.1. Supervivencia

La supervivencia se observó desde los 0 meses hasta los 12 meses de edad (1 año) que duró la investigación dando un 95,23% de supervivencia total. (Anexo B .2)

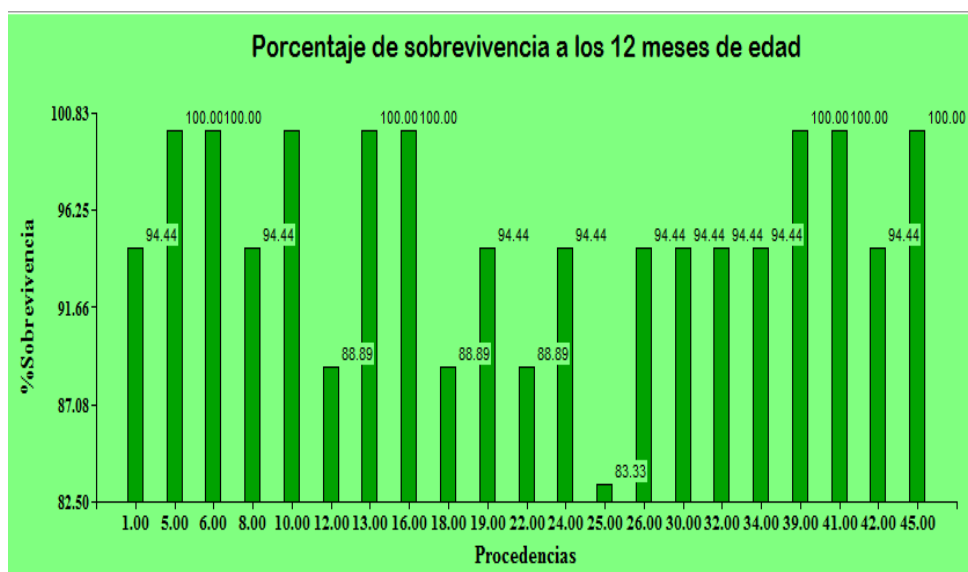


Gráfico 2. Porcentajes de supervivencia a los 12 meses.

Como se observa en el gráfico precedente el 44,44% de las procedencias no presentaron mortalidad; siendo la sobrevivencia más baja la registrada por la procedencia 25-PP-SUD con 83,33%.

4.2. Diámetro basal

4.2.1. Análisis de varianza del diámetro basal

De acuerdo al análisis de varianza (Anexo B.3) realizado con la ayuda del programa estadístico infostat se obtuvo que la fuente de variación procedencias durante todo el periodo de investigación no presentó diferencias estadísticas al nivel del 95 % de probabilidad estadística; al igual que la fuente de variación Bloques a los 0 meses; mientras que, a los dos meses se registró diferencias significativas al nivel del 95% de probabilidad estadística, y al 99% a los cuatro, seis, ocho, diez y 12 meses.

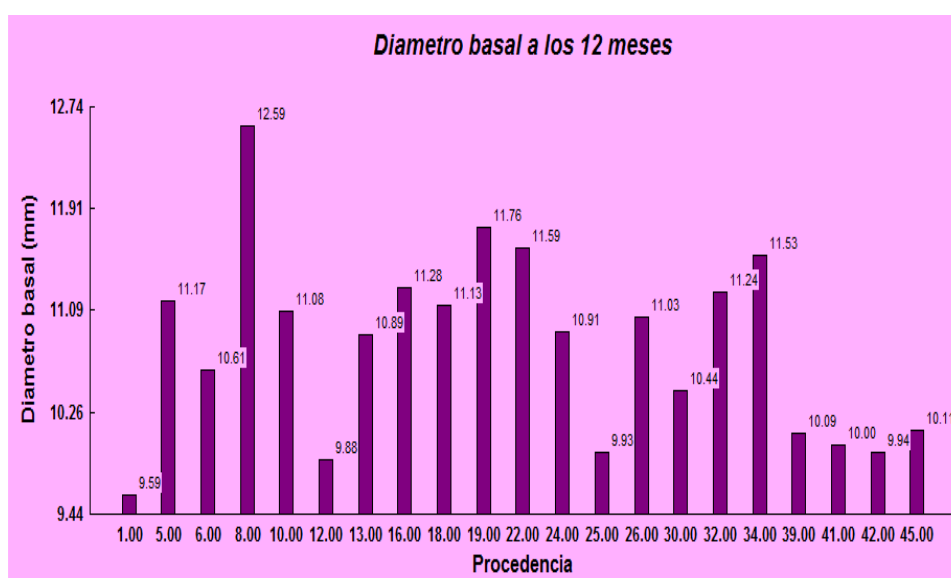


Gráfico 3. Promedios de diámetro basal a los 12 meses.

En el gráfico precedente se observa que las procedencias que alcanzaron los mayores diámetros basales promedios son: 08-PP-LOJ con 12,59 mm y la 19-PP-LOJ con 11,76 mm; por el contrario las procedencias 12-PP-LOJ y 01-PP-COT, con 9,88 y 9,59 mm fueron las que presentaron los menores promedios en esta variable.

4.2.2. Análisis de varianza del incremento medio anual (IMA)

Del análisis de varianza del incremento medio anual de diámetro basal se determina que no existen diferencias significativas al 95% de probabilidad estadística para la fuente de variación procedencias, mientras que para bloque el valor del F calculado es altamente significativo.

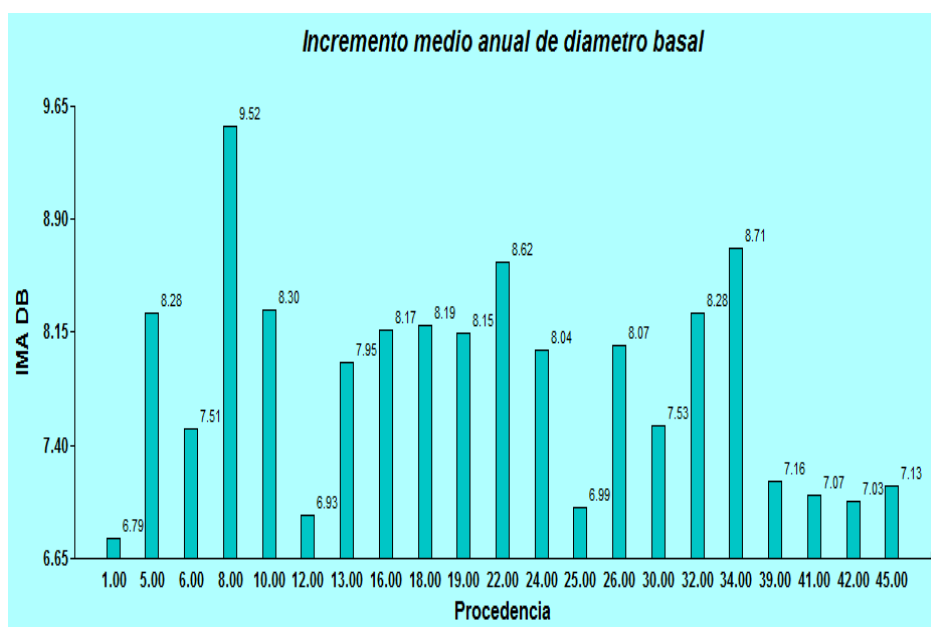


Gráfico 4. Incremeento medio anual de diámetro basal por procedencia.

Del gráfico anterior se destaca que las procedencias que obtuvieron mayor incremento medio anual son las siguientes 08-PP-LOJ con 9,52mm, 34-PP-KEN con 8,71mm y las que tuvieron un menor incremento son 12-PP-LOJ con 6,93mm y 01-PP-COT con 6,79mm.

4.3. Altura total

4.3.1. Análisis de varianza de altura total

Realizado el análisis de varianza (Anexo B.4) se obtuvo F calculados no significativos al 95% de probabilidad estadística para las fuentes de variación procedencias desde los cuatro hasta los 12 meses de edad; y bloques desde los 0 a los dos meses; significativos al 95% de probabilidad estadística para la fuente de variación procedencias en la medición inicial y a los dos meses de edad. Para la fuente de variación bloques se encontraron diferencias altamente significativas al 99% de probabilidad estadística a partir de los cuatro hasta los 12 meses de edad.

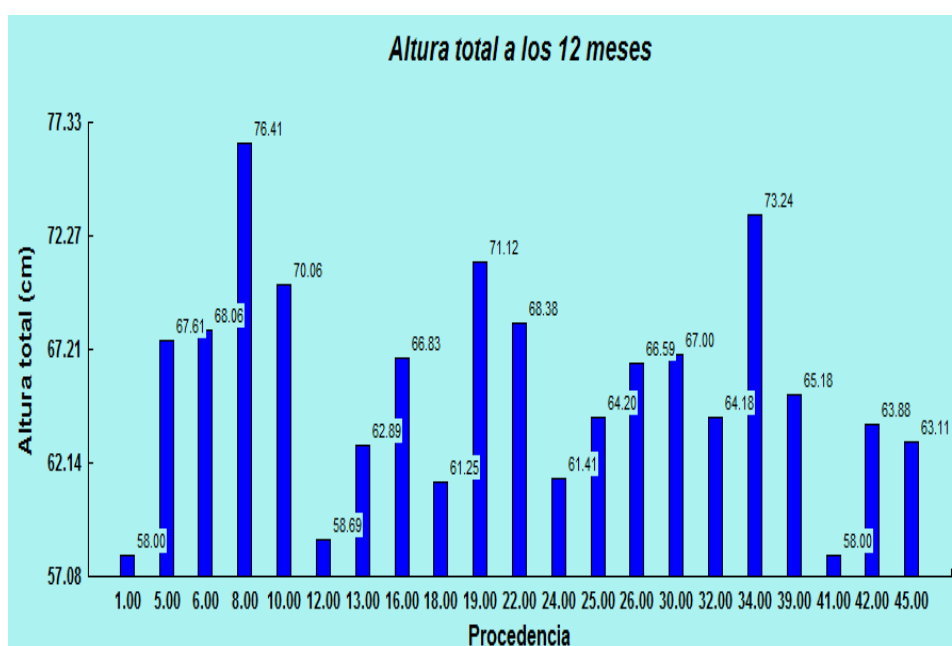


Gráfico 5. Promedios de altura total a los 12 meses.

En el gráfico se observa que las procedencias que alcanzaron las mayores alturas totales promedios son la 08-PP-LOJ con 76,41cm y la 34-PP-KEN con 73,24 cm; por el contrario las procedencias 01-PP-COT ; 41-PP-SUD con 58,00 cm y 12-PP-LOJ con 58,69 cm fueron las que presentaron los menores promedios en esta variable.

4.3.2. Prueba de Duncan de Altura total

En el Anexo B.7 se observa de acuerdo al análisis realizado de la prueba de Duncan se forman dos grupos que son las procedencias 34-PP-KEN y 06-PP-LOJA con 35,61cm y 34,22 cm las que obtuvieron mayor promedio y las de menor valor son las procedencias 13-PP-LOJ, 16-PP-LOJ y 12-PP-LOJ con 29,08cm; 20,33cm; 29,42cm respectivamente.

4.3.3. Análisis de varianza del incremento medio anual

Del análisis se detecta que el F calculado para la fuente de variación procedencias es inferior a sus correspondientes tabulares al 99 y 95% de probabilidad estadística, por lo tanto es un valor no significativo, a diferencia de la fuente de variación bloque cuyo valor es altamente significativo.

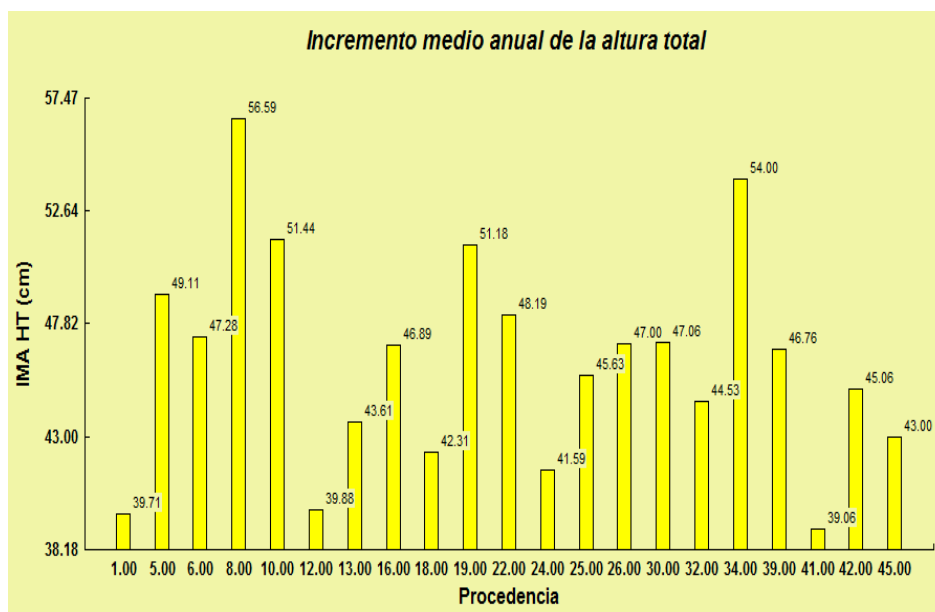


Gráfico 6. Incremento medio anual de altura total por procedencia.

En el gráfico anterior se visualiza que las procedencias que obtuvieron un mayor incremento en altura es la 08-PP-LOJ con 56,59 cm y 34-PP-KEN con 54,00 cm por lo contrario las de menor incremento son 12-PP-LOJ con 39,88cm; 01-PP-LOJ con 39,71 y 41-PP-SUD con 39,06 cm.

4.4. Sanidad

4.4.1. Análisis de varianza de sanidad

Se obtuvo que en la primera y segunda medición fueran significativas debido a que estaban adaptándose al tipo de suelo y aclimatándose al lugar de la plantación y en el resto de mediciones ya se encontraron no significativas.

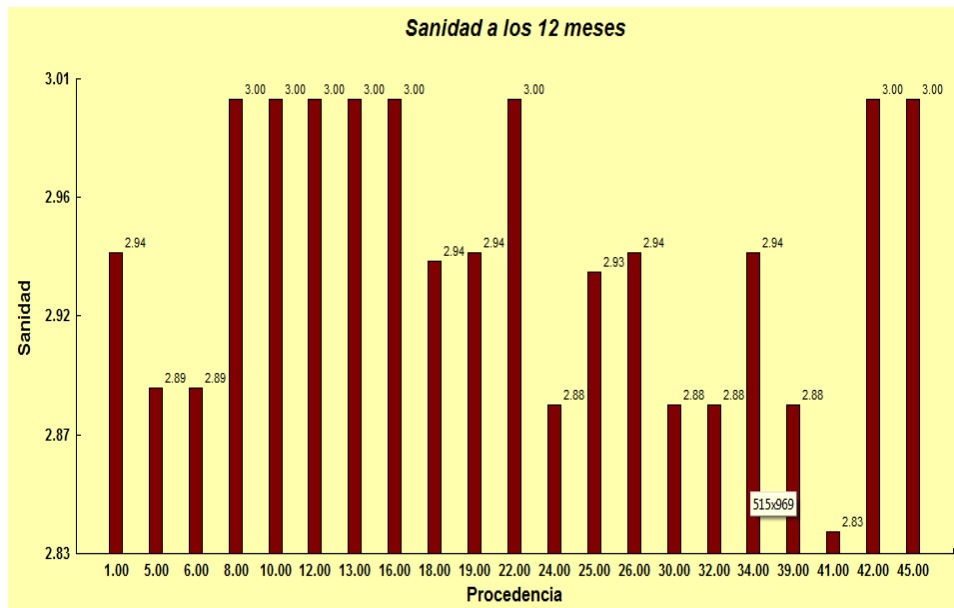


Gráfico 7. Estado fitosanitario por procedencia.

Del gráfico anterior se resalta que el 50% de las procedencias presentan en su totalidad plántulas sanas. Cabe destacar que no se encontró la presencia de plagas o enfermedades, lo que se observó fueron plantas con acículas amarillentas; pese a ello todos los promedios en sanidad son cercanos a tres (sanos); es decir, que la plantación tiene en su mayoría individuos sanos.

4.5. Forma

4.5.1. Análisis de varianza de forma

Realizado el análisis se detecta que para las fuentes de variación procedencias y bloques durante todo el periodo de investigación se obtuvieron valores no significativos al 95% probabilidad estadística. (Ver anexo B.5)

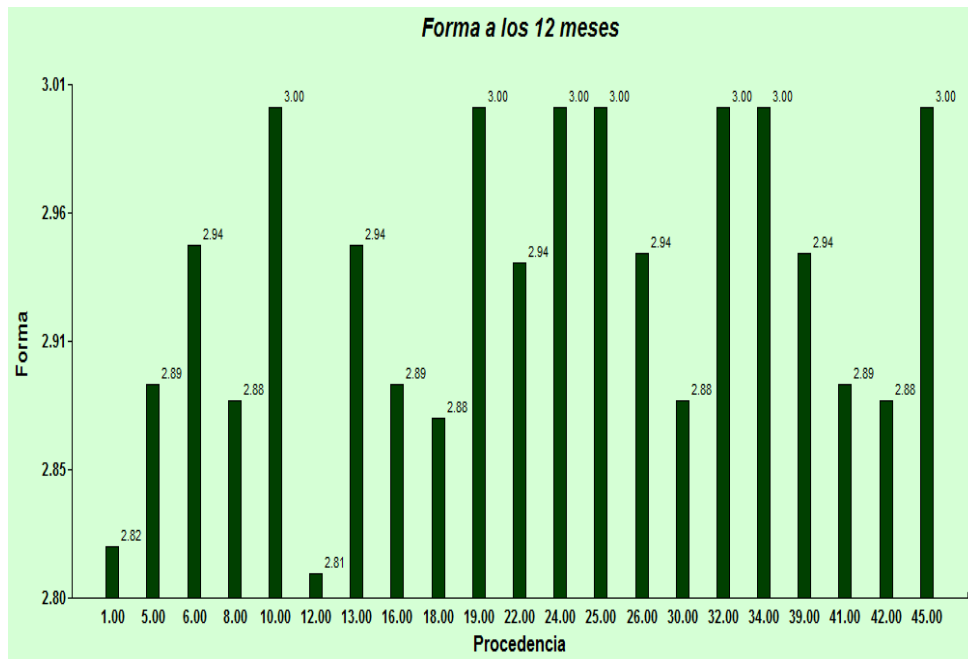


Gráfico 8. Forma por procedencia

En el gráfico anterior se observa que las procedencias que el 50% de las procedencias presentan en su totalidad plántulas rectas. Cabe destacar que no se encontró la presencia de árboles bifurcados, lo que se observó colas de zorro; a pesar de ello todos los promedios de forma son cercanos a tres (rectos); es decir, que la plantación tiene en su mayoría individuos rectos.

4.6. Análisis de correlación

Del análisis de correlación entre diámetro basal y altura total a los doce meses de edad obtuvo que todas las procedencias presentan asociación entre las variables dasométricas mencionadas. (Ver cuadro 5)

Cuadro 5. Coeficientes de correlación diámetro basal – altura total por procedencia

Coeficientes de correlación DB-HT 12 meses					
Procedencias	r	n		95	99
01-PP-COT	0,8593	17	**	0,456	0,575
05-PP-COT	0,8492	18	**	0,444	0,561
06-PP- LOJ	0,8959	18	**	0,444	0,561
08-PP-LOJ	0,9452	17	**	0,456	0,575
10-PP- LOJ	0,7960	18	**	0,444	0,561
12-PP- LOJ	0,8481	17	**	0,456	0,575
13-PP- LOJ	0,8147	18	**	0,444	0,561
16-PP- LOJ	0,8467	18	**	0,444	0,561
18-PP- LOJ	0,8648	16	**	0,468	0,59
19-PP- LOJ	0,7768	17	**	0,456	0,575
22-PP- LOJ	0,8866	16	**	0,468	0,59
24-PP-PER	0,8931	17	**	0,456	0,575
25-PP-SUD	0,7689	15	**	0,482	0,606
26-PP-MEX	0,8960	17	**	0,456	0,575
30-PP- COL	0,8266	16	**	0,468	0,59
32-PP-ZIM	0,8210	17	**	0,456	0,575
34-PP- KEN	0,9320	17	**	0,456	0,575
39-PP-ZIM	0,9301	17	**	0,456	0,575
41-PP-SUD	0,8472	18	**	0,444	0,561
42-PP-MEX	0,8873	17	**	0,456	0,575
45-PP-MEX	0,8560	18	**	0,444	0,561

4.7. Análisis de regresión

Al realizar el análisis de regresión lineal se obtuvieron coeficientes de determinación (R^2) del orden de 0,973 a 0,994; lo cual determina un ajuste casi perfecto a la recta de regresión, como se evidencia en el (cuadro 6)

Cuadro 6.- Coeficientes de determinación (R^2)

Procedencia	n	R^2	bo	b1
01-PP-COT	17	0,989	-0,38	6,3629
05-PP-COT	18	0,985	-1,07	6,9827
06-PP- LOJ	18	0,969	-0,94	6,8647
08-PP-LOJ	17	0,985	-1,29	6,9535
10-PP- LOJ	18	0,975	-0,65	6,5061
12-PP- LOJ	17	0,973	-0,7	6,319
13-PP- LOJ	18	0,983	-0,36	6,3085
16-PP- LOJ	18	0,969	-0,73	6,3121
18-PP- LOJ	16	0,987	-0,27	5,9897
19-PP- LOJ	17	0,986	-0,64	6,5005
22-PP- LOJ	16	0,992	-0,82	7,0494
24-PP-PER	17	0,975	-0,23	6,3619
25-PP-SUD	15	0,993	-0,59	6,5951
26-PP-MEX	17	0,993	-0,77	6,7606
30-PP- COL	16	0,994	-0,38	6,5978
32-PP-ZIM	17	0,977	-0,62	6,6142
34-PP- KEN	17	0,991	-0,93	6,7968
39-PP-ZIM	17	0,990	-0,99	6,7029
41-PP-SUD	18	0,987	-0,08	6,1574
42-PP-MEX	17	0,988	-0,45	6,4041
45-PP-MEX	18	0,994	-0,16	6,3871

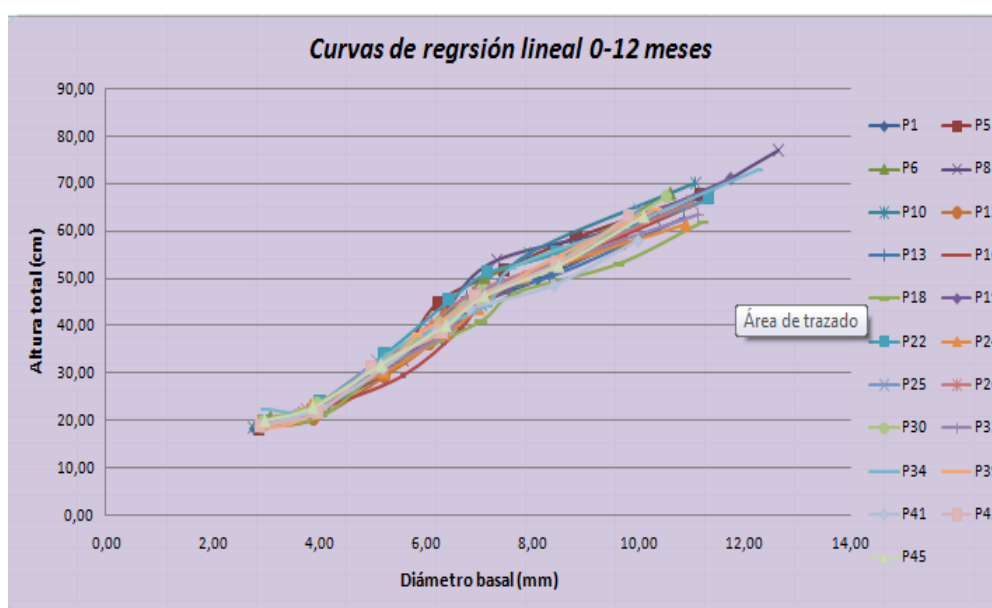


Gráfico 9. Curvas de regresión de diámetro basal y altura total por procedencia.

En el gráfico anterior se observa que las procedencias durante el periodo de investigación presentan un crecimiento homogéneo, destacándose levemente la procedencia 08-PP-LOJ.

4.8. Análisis de costos.

Para determinar los costos se realizaron en base a los registros de adquisición de materiales, insumos, transporte y mano de obra (jornales) durante el periodo de investigación, con un total de 1585,00 USD/ha. Estos rubros se encuentran desglosados en el anexo B.10

Cuadro 7.- Resumen de costos de manejo de la plantación

Actividad	Costo Total	Costo Total/ha
Mano de obra	561,60	1170,00
Materiales y Equipos	199,20	415,00
Total	760,80	1585,00

CAPITULO V

5. DISCUSIÓN

Sosa y Rodríguez (2003) en Puebla – México analizaron el efecto de calidad de la planta en la sobrevivencia y crecimiento de *Pinus patula*, obtuvieron al año de edad una sobrevivencia promedio del 93%, una altura de 52 cm y un diámetro basal 7,25 mm.

En la presente investigación se obtuvo una sobrevivencia del 95,23% de las 21 procedencias de *Pinus patula*, ligeramente mayor a la obtenida por Sosa y Rodríguez; cabe mencionar que la sobrevivencia más baja registrada fue en la procedencia 25-PP-SUD con 83,33%. Además, durante todo el periodo de evaluación no se evidenció la incidencia de plagas y/o enfermedades en ninguna de las procedencias de *Pinus patula*.

En el ensayo se observa que las procedencias que alcanzaron los mayores diámetros basales promedios es la 08-PP-LOJ con 12,59 mm y la 19-PP-LOJ con 11,76 mm; por el contrario las procedencias 12-PP-LOJ y 01-PP-COT, con 9,88 y 9,59 mm fueron las que presentaron los menores promedios en esta variable; siendo el diámetro basal promedio de 12,17mm, superior a la registrada por Sosa y Rodríguez.

Salazar (1999), Pachuca-Tuxpan - México, estudiando la variación en el patrón de crecimiento en altura de cuatro especies de Pino obtuvo al año de edad 192 cm de altura total.

Al investigar sobre el crecimiento de tres especies en altura de pino en Veracruz – México, Ramírez y Cepeda (1999), registraron un incremento medio anual de altura de *Pinus patula* de 61 cm.

Las procedencias que obtuvieron una mayor altura son 08-PP-LOJ con 76,41cm y la 34-PP-KEN con 73,24 cm; por el contrario las procedencias 01-PP-COT ; 41-PP-SUD con 58,00 cm y 12-PP-LOJ con 58,69 cm , presentaron los menores

promedios en esta variable dasométrica;teniendo como altura promedio de 74.82 cm, menor a la altura obtenida en la investigación de Sosa y Rodríguez.

El incremento medio anual que se registro en la investigación es de 55,30cm dando como un resultado menor a la de Sosa y Rodríguez que es de 65 cm, que probablemente se debe a que el suelo es muy compacto y la sequedad que nos toco en el año de plantación.

Cabe destacar que todas las procedencias presentaron una asociación entre las variables dasométricas diámetro basal y altura total altamente significativa al nivel del 99% de probabilidad estadística, así también se registró un coeficiente de determinación entre el 0.973 y 0.994, lo que determina un ajuste casi perfecto a la recta de regresión lineal.

De acuerdo a las investigaciones realizadas por Jorge Gayoso tiene como resultados de costos altos como es de US\$ 2.246/hectárea.

En donde cabe destacar que nuestros costo son bajos comparados con los de J. Gayoso, es de 1585,00 USD/ha.esto se debe a la poca cantidad de plántulas utilizadas en la investigación, otra seria que la poca lluvia que tuvimos durante la investigación no existió mucha maleza en donde no se realizó varias limpiezas en la plantación y no se utilizó ningún fertilizante ni fungicidas ya que no existió plagas ni enfermedades durante todo el año de investigación.

CAPITULO VI

6. CONCLUSIONES

- La sobrevivencia total hasta el año de edad fue de 95%, siendo la procedencia 25-PP-SUD con 83,33%, la que obtuvo la menor sobrevivencia.
- Las procedencias 08-PP-LOJ y 34-PP-KEN son las que registraron los mejores crecimientos en diámetro basal y altura total durante el año de investigación.
- Todas las procedencias presentaron asociación entre el diámetro basal y altura total, demostrando que existe un crecimiento proporcional de la especie.
- Durante el periodo de evaluación no hubo incidencia de plagas y/o enfermedades en ninguna de las procedencias de *Pinus patula*.
- Los costos establecimiento y manejo de la plantación en el primer año de edad ascendieron a 1585,00 USD/ha, que corresponde el 70% a la mano de obra es decir al manejo silvicultura y el 30% a materiales y equipos de campo.

CAPITULO VII

7. RECOMENDACIONES

- Se debe continuar con la evaluación del ensayo para tener un conocimiento más claro sobre el comportamiento y desarrollo de la especie.
- Para futuras plantaciones de *Pinus patula* en condiciones edafo – climáticas similares es recomendable utilizar semilla recolectada de las procedencias 08-PP-LOJ y 34-PP-KEN porque fueron las que sobresalieron en las variables dasométricas evaluadas en la investigación.
- En el ensayo se desprende que las procedencias 01-PP-LOJ, 12-PP-LOJ y 41-PP-SUD son las que registraron un bajo rendimiento en los parámetros dasométricos, recomendando que se les debería prestar atención especial en la próxima investigación; ya que, una plantación deberá contar con individuos sanos, vigorosos y de buen crecimiento.

CAPITULO VIII

8. RESUMEN

El limitado conocimiento de la especie de *Pinus patula* en el país hace necesario realizar investigaciones sobre la progenie de dicha especie, a fin de seleccionar procedencias y manejar a futuro fuentes semilleras.

Se analizó la progenie de las 25 procedencias mediante las variables: sobrevivencia, diámetro basal, crecimiento en altura, sanidad, en lo que concierne ataque de plagas y enfermedades; elementos que permitieron seleccionar procedencias de reconocida calidad. El Diseño experimental en la investigación se aplico el diseño de bloques al azar (DBA), con 18 bloques y 21 procedencias. Esta prueba se aplico a las variables dasométricas Diámetro basal - Altura total.

Se hizo el análisis de correlación en donde se realizó el cálculo del coeficiente de correlación de cada una de las procedencias, con el propósito de analizar el grado de asociación entre las variables dasométricas diámetro basal y altura total, en donde se obtuvo solo 21 procedencias que cumplían los parámetros estadísticos al 99% y las 4 procedencia restantes fueron eliminadas al no cumplir los parámetros estadísticos requeridos.

Del análisis de correlación entre diámetro basal y altura total a los doce meses de edad obtuvo que todas las procedencias presentan asociación entre las variables dasométricas mencionadas. Al realizar el análisis de regresión lineal se obtuvieron coeficientes de determinación (R^2) del orden de 0,973 a 0,994; lo cual determina un ajuste casi perfecto a la recta de regresión, como se evidencia en el cuadro

En esta investigación los costos se realizaron en base a los registros de adquisición de materiales, insumos, transporte y mano de obra (jornales) durante el periodo de investigación, con un total de 1585,00 USD/ha., los cuales fueron distribuidos de la siguiente manera: el 70% a la mano de obra es decir al manejo silvicultura y el 30% a materiales y equipos de campo.

CAPITULO IX

9. SUMMARY

The limited knowledge of the species of *Pinus patula* in the country does necessary to make investigations on the lineage of this species, in order to select origins and to handle to future semilleras sources. I analyze the lineage of the 25 origins by means of the variables, sobreexperience, basal diameter, growth in height, health, in which attack of plagues and diseases concerns; elements that allowed to select origins of recognized quality. Experimental Diseño in the investigation I am applied the design of blocks at random (DBA), with 18 blocks and 21 origins. This test I am applied to the dasométricas variables basal Diameter - Overall height Analysis of correlation in where the calculation of the coefficient of correlation of each one of the origins was made, in order to analyze the degree of association between the dasométricas variables basal diameter and overall height, from where one obtained only the 21 eliminated origins that fulfilled the statistical parameters to 99% and the 4 origins no. (To see annexed B.1) The plantation took place days 5 and 6 of February of 2010 with a 378 number of plántulas. Volume the data of the variables: percentage of sobreexperience, basal diameter, height, attack of plagues and/or diseases. Of the analysis of variance of the annual average increase of basal diameter one determines that significant differences to 95% of statistical probability for the variation source do not exist origins, whereas for block the value of the calculated F is highly significant. From the analysis of correlation between basal diameter and overall height to the twelve months of age it obtained that all the origins present/display association between the mentioned dasométricas variables. When making the linear regression analisis obtained coefficients of determination (R²) of the order of 0.973 to 0,994; which determines an almost perfect adjustment to the regression straight line, as patula is demonstrated in the picture In the present investigation were obtained an sobreexperience of 95.23% of the 21 origins of *Pinus*

CAPITULO X

10. BIBLIOGRAFÍA.

1. CAÑADAS, L. 1983. Mapa bioclimático y ecológico del Ecuador. Quito - Ecuador. 36-37, 155-174.pp
2. CORREA, E; CORNELIUS, J; MESEN, F. (1993) Mejoramiento genético y semillas forestales. CATIE. 53 pp.
3. COZZO, D. Arboles forestales, maderas y silvicultura de la Argentina, Buenos Aires, edit.Ache, 1972 156 pp.
4. CALLAHAM, R. Z. y W. Metcalf. 1959. Altitudinal races of *Pinus ponderosa* confirmed. J. of For. 57: 500-502.pp
5. DEPARTAMENTO DE MONTES, FAO, 1995, Metodología para el establecimiento de ensayos de procedencias.12 pp.
6. GALLOWAY, G. 1986. Guía sobre la repoblación Forestal en la sierra Ecuatoriana, Quito-Ecuador. Programa Nacional Forestal. Agencia Internacional para el desarrollo. 261 pp.
7. GROOS, A. 1987. Abonos, guía práctica de la fertilización cuarta edición. Madrid. 445 pp.
8. GUTIÉRREZ, Millán; Ladrach, William. 1980. Resultados a tres años de la siembra directa de semillas de *Cupressus lusitanica* y *Pinus patula* en la finca los guaduales departamento del cauca. Informe

- de Investigación 60. Cali, Colombia: Cartón de Colombia S.A. 6 pp.
9. GONZÁLEZ L., H. D. 2001. Calidad de sitio mediante análisis troncal y crecimiento entre verticilos en regeneración de *Pinus patula*. Tesis Maestría en Ciencias. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, México. 117 pp.
 10. GONZÁLEZ Z., M. 2000. Crecimiento e incremento de la regeneración natural de *Pinus patula* (Mtz) Perry y su relación con características ambientales al sur de Nuevo León. Tesis profesional. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 98 pp.
 11. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES Y AGROPECUARIAS, INIAP 1995, Ensayos de procedencias de *Pinus patula*. 120 p.
 12. JARA, L.F (com.). 1998. Selección y manejo de fuentes semilleras de América central y República Dominicana. CATIE: Proyecto de semillas Forestales, Turrialba, Cosa Rica, Serie Técnica, Reuniones Técnicas N° 3. 85pp.
 13. JARA, L.F. 1995. Identificación y selección de fuentes semilleras. *In*: Identificación, selección y manejo de fuentes semilleras. Conif, Bogotá, Serie Técnica N° 32. 156 pp.
 14. JUMBO, C. 1998. INEFAN/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 pp.

15. LAMPRECHT, H. 1998. Silvicultura de los Trópicos. Edición en Alemania 1990 Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Edición en español. GTZ. República Federal de Alemania. 267 pp.
16. PROSEFOR. 1995. Mejoramiento Forestal y conservación de recursos genéticos forestales. 24 pp.
17. PROFAFOR 2000. Análisis de 14 procedencias de *Pinus patula* plantadas en Cotopaxi, Ecuador. 8 pp.
18. RAMÍREZ M., H. y M. Zepeda B. 1994. Rendimientos maderables de especies forestales, actualidades de México. *In*: Memorias de la IV Reunión Nacional de Plantaciones Forestales. SFFS-INIFAP. México. 15-21pp.
19. ROMERO J, ALBA J. 2004. Desarrollo de fuentes parentales de *Pinus patula* Schl. Et. Cham. en un rango altitudinal. Forestal Veracruzana, año/Vol.6 , número 002 Universidad Veracruzana, Xalapa, México, 37-40pp
20. SÁNCHEZ, 1995. Manejo de Plantaciones forestales en Colombia Universidad de Tolima, Facultad de Ingeniería Forestal Ibagué-Tolima, Colombia. 325 pp.

21. SALAZAR GARCÍA, 1999, Variación de crecimiento en altura de cuatro especies de *Pinus* en edades tempranas. Centro de Investigación Regional del Golfo Centro. INIFAP. Melchor Ocampo No.234, Zona Centro. 91700, Veracruz, Veracruz. Desp. 313-322pp.
22. SILVA R. s.f. Notas sobre la evaluación de la sobrevivencia en plantaciones forestales. Revista Forestal Venezolana 39-54.pp
23. TORRES, J.1990-200 Evaluación genética y económica de ensayo de progenie base de un índice de multicriterio. Departamento de Silvicultura, Universidad de Chile. Casilla 9206, Santiago, Chile
[http://www revistacienciasforestales.uchile.cl/1999-2000.../n1- 2a6](http://www.revistacienciasforestales.uchile.cl/1999-2000.../n1-2a6) pp.
24. VASQUEZ, A.2001. Silvicultura de plantaciones forestales en Colombia Universidad de Tolima, Facultad de ingeniería Forestal Ibagué-Tolima, Colombia .297pp.
25. VALENZUELA, D.2008-2009 Evaluación del comportamiento de *Pinus patula* Schleet.et Cham en la provincia de Imbabura Periodo 2008-2009 .73pp.
26. VARGAS H., J. J. y V. Jacob C. 1993.Variación genética en la elongación del brote terminal de *Pinus patula*. Resúmenes de Ponencias del Primer Congreso Mexicano Sobre Recursos Forestales. Saltillo, Coah., Méx. 94.pp.
vargashj@colpos.colpos.mx.

27. WIKIPEDIA 2009. Pinus patula,
http://es.wikipedia.org/wiki/Pinus_patula.
28. WORMALD, T.J. 1975. *Pinus patula*. Tropical Forestry Paper No. 7.
Oxford Forstry Institute. University of Oxford. UK. 73 pp.
29. ZEASEN, D y JADAN, S. 1987. Zonificación de especies forestales en
la
Región Interandina, documento preliminar, DINAF-AID,
Quito- Ecuador, MAG. 92pp.
30. ZOBEL, B.J. y J. Talbert. 1988. Técnicas de mejoramiento genético de
árboles forestales. Editorial Limusa, México. 545 pp.

11.2. ANEXO B. CUADROS DE RESULTADOS

Anexo B.1. Coeficiente de correlación de la preselección a la plantación

Nº	Procedencias	R	Significancia	95%	99%
1	01-PP-COT	0,648030981	**	0,482	0,606
2	05-PP-COT	0,640981609	**	0,482	0,606
3	06-PP-LOJ	0,644850973	**	0,482	0,606
4	07-PP-LOJ	0,553928312	*	0,482	0,606
5	08-PP-LOJ	0,664444417	**	0,482	0,606
6	10-PP-LOJ	0,840403724	**	0,482	0,606
7	12-PP-LOJ	0,64558564	**	0,482	0,606
8	13-PP-LOJ	0,77150251	**	0,482	0,606
9	16-PP-LOJ	0,694013961	**	0,482	0,606
10	18-PP-LOJ	0,797662286	**	0,482	0,606
11	19-PP-LOJ	0,704368566	**	0,482	0,606
12	21-PP-PER	0,606933374	*	0,482	0,606
13	22-PP-LOJ	0,646377373	**	0,482	0,606
14	24-PP-PER	0,713720847	**	0,482	0,606
15	25-PP-SUD	0,776435068	**	0,482	0,606
16	26-PP-MEX	0,819228569	**	0,482	0,606
17	28-PP-BOL	0,571626093	*	0,482	0,606
18	30-PP-COL	0,740393681	**	0,482	0,606
19	32-PP-ZIM	0,666628746	**	0,482	0,606
20	34-PP-KEN	0,835572801	**	0,482	0,606
21	36-PP-SUD	0,574352664	*	0,482	0,606
22	39-PP-ZIM	0,678342555	**	0,482	0,606
23	41-PP-SUD	0,693128845	**	0,482	0,606
24	42-PP-MEX	0,673447349	**	0,482	0,606
25	45-PP-MEX	0,640208242	**	0,482	0,606

Anexo B. 2. Cuadro de resultados del % de Supervivencia

Nº	Procedencias	0 meses	12 meses	% de Supervivencia
1	01-PP-COT	18	17	94,44
2	05-PP-COT	18	18	100,00
3	06-PP-LOJ	18	18	100,00
4	08-PP-LOJ	18	17	94,44
5	10-PP-LOJ	18	18	100,00
6	12-PP-LOJ	18	16	88,89
7	13-PP-LOJ	18	18	100,00
8	16-PP-LOJ	18	18	100,00
9	18-PP-LOJ	18	16	88,89
10	19-PP-LOJ	18	17	94,44
11	22-PP-LOJ	18	16	88,89
12	24-PP-PER	18	17	94,44
13	25-PP-SUD	18	15	83,33
14	26-PP-MEX	18	17	94,44
15	30-PP-COL	18	17	94,44
16	32-PP-ZIM	18	17	94,44
17	34-PP-KEN	18	17	94,44
18	39-PP-ZIM	17	17	100,00
19	41-PP-SUD	18	18	100,00
20	42-PP-MEX	18	17	94,44
21	45-PP-MEX	18	18	100,00
		377	359	95,23

Anexo B.7. Prueba de Duncan en altura total a los cuatro meses de edad

Nº	Procedencia	Medias	n	Rango	
1	13-PP-LOJ	29,08	18	A	
2	16-PP-LOJ	29,33	18	A	
3	12-PP-LOJ	29,42	17	A	
4	10-PP-LOJ	29,89	18	A	
5	24-PP-PER	30,33	18	A	B
6	19-PP-LOJ	30,56	18	A	B
7	01-PP-COT	30,65	17	A	B
8	26-PP-MEX	30,67	18	A	B
9	39-PP-ZIM	30,72	17	A	B
10	41-PP-SUD	31,00	18	A	B
11	42-PP-MEX	31,18	17	A	B
12	18-PP-LOJ	31,29	17	A	B
13	45-PP-MEX	31,89	18	A	B
14	32-PP-ZIM	32,00	18	A	B
15	25-PP-SUD	32,48	17	A	B
16	08-PP-LOJ	32,89	18	A	B
17	30-PP-COL	33,00	18	A	B
18	05-PP-COT	33,33	18	A	B
19	22-PP-LOJ	34,16	16	A	B
20	06-PP-LOJ	34,22	18	A	B
21	34-PP-KEN	35,61	18		B
	PROMEDIO	31,60			

11.3. ANEXO C. FOTOGRAFÍAS DE LA PLANTACIÓN

Instalación de la plantación

Fotografía N° 1



Preparación del terreno previo a la plantación y colocación de los letreros

Fotografía N° 2



Plantación de los arbolitos de acuerdo al croquis realizado en el terreno

Fotografía 3



Manejo Silvicultura riego después de la plantación para que los arbolitos se adapten al terreno

Fotografía 4



Realizando el coronamiento y la limpieza de malezas alrededor del árbol

Toma de datos durante la Investigación

Fotografía N° 5



Realizando la toma de datos de la altura total con la regla graduada en cm. (a los 2 meses de plantadas)

Fotografía N° 6



Realizando la toma de datos de la altura total con la regla graduada en cm. (a los 12 meses de plantadas)

Fotografía N° 7



Realizando la medición del diámetro basal con el calibrador a los 2 meses de edad

Fotografía N° 8



Realizando la medición del diámetro basal con el calibrador a los 12 meses de edad

