

**DATOS GENERALES:**

**ESCUELA:** INGENIERÍA FORESTAL.  
**ÁREA ACADÉMICA:** REPOBLACIÓN FORESTAL.  
**ASIGNATURA:** GENÉTICA FORESTAL.

**TEMA:** Análisis de fenología del ensayo de procedencias de *Pinus patula* Schlect. et Cham en la provincia de Imbabura, sitio Iltaquí en el Periodo 2010-2011.

**RELACIÓN CON FINES**

**DE INVESTIGACIÓN:** INTRODUCCIÓN DE ESPECIES FORESTALES.

**INVESTIGADOR:** JOSÉ FERNANDO TREJO CUASQUER

**LOCALIZACIÓN:**

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

**COMITÉ ASESOR PROPUESTO:**

**DIRECTOR DE TESIS:** ING. RAUL BARRAGÁN

**ASESORES:** ING. WALTER PALACIOS  
ING. ANTONIO JARAMILLO  
ING. GLADYS YAGUANA

## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

En Ecuador no ha existido mayor interés en el tema de la producción de semillas certificadas. Estas son consideradas un insumo fundamental para impulsar el crecimiento de la producción y productividad, sobre todo, cuando se trata de implementar plantaciones forestales o planes de forestación y reforestación. Sin embargo, en el país el sector semillas no ha desarrollado una actividad dinámica, capaz de aportar con variedades mejoradas que permitan lograr estos propósitos.

Tomando en cuenta la falta de investigación sobre fuentes semilleras, se adoptó la decisión de realizar estudios sobre los procesos biológicos del ensayo de procedencias de *Pinus patula* implementado en Iltaqi, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura. El propósito fundamental fue el de complementar el estudio de mejoramiento genético de la plantación, que tuvo inicio con 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 implementó el ensayo de procedencias de *Pinus patula* en el sitio de Iltaqi.

Al igual que el resto de organismos vivos, y de una forma simple, se puede afirmar que los árboles también se rigen por las leyes de la herencia, de hecho árboles deformes, suprimidos, susceptibles al ataque de plagas o enfermedades con seguridad transmiten estas características a su descendencia a través de la semilla, lo que ocasiona plantaciones improductivas. El proyecto de mejoramiento genético de *Pinus patula* mediante el manejo de la plantación como fuente semillera, permitirá abastecer a diferentes usuarios de semilla de calidad tanto

genética, fisiológica como sanitaria, logrando conseguir material certificado. Estas semillas podrán ser utilizadas en diferentes actividades como plantaciones comerciales, forestación y reforestación pero con la garantía de obtener buenos resultados en cuanto al crecimiento y rendimiento de la especie.

Dentro de los procesos fenológicos de la ecología reproductiva de las especies forestales es importante determinar cuál es la época del año en que los individuos producen flores y frutos. Esta información permite la elección de árboles semilleros, para mantener el material genético suficiente y de calidad de las especies.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo general**

Analizar la fenología del ensayo de procedencias de *Pinus patula* Schlect. et Cham, para contribuir con el mejoramiento genético y disponer de una fuente semillera de la especie.

### **1.1.2. Objetivos específicos:**

- Elaborar un calendario de los procesos de floración y fructificación de la especie.
- Determinar la época más adecuada de recolección de frutos, para obtener la mayor cantidad de semilla.
- Determinar la viabilidad de las semillas.
- Evaluar la producción de semillas del ensayo de procedencias.
- Definir el número de semillas por kilogramo para su posible distribución.

## **1.2. Preguntas Directrices**

- ¿Las características macroscópicas utilizadas en la selección de árboles padres tienen influencia en la floración y fructificación?
- ¿El periodo de floración y fructificación es similar para todos los árboles padres escogidos?
- ¿El porcentaje de viabilidad de las semillas garantiza la calidad del material genético?

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

##### 2.1.1 Descripción Taxonómica

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

**Familia:** PINACEAE

**Nombre Común:** Pino rojo, ocote colorado, Pino llorón

##### 2.1.2. Descripción Dendrológica

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 hojas están en grupos de 3, a veces 4, rara vez 5 en algunos fascículos; miden por lo general alrededor de 20 cm.; son delgados y colgantes o algo extendidas; su color es verde claro brillante, con bordes finamente aserrados y los dientecillos muy finos. Tienen 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 (Chuquín, 1990).

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 conjunto de 3 a 6. Frecuentemente se ve en el tronco y en las ramas gruesas 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 desprende del árbol) y se abren parcialmente en diferentes épocas.

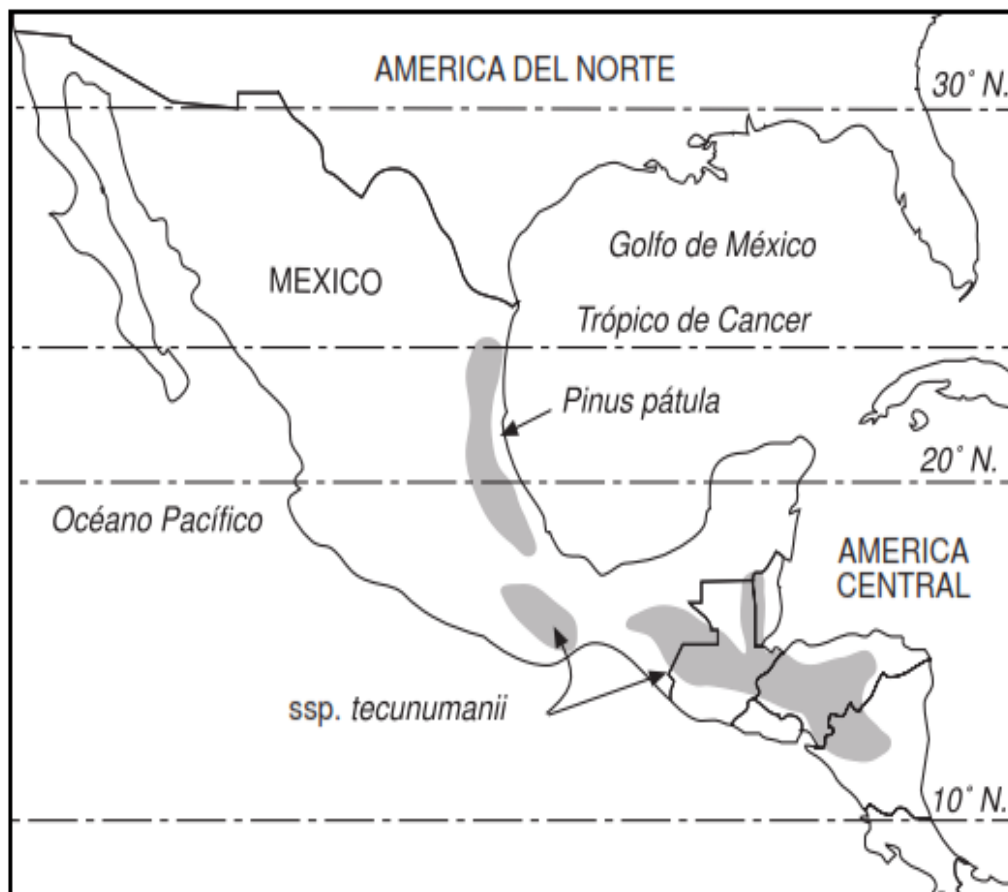
Las escamas son duras, casi uniformes, con el ápice redondeado; limbo deprimido con una punta oscura, muy pequeña y extendida. Miden unos 30 mm de largo por 12 a 14mm de ancho (Chuquín, 1990).

### **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 a altitudes de 1800 a 2700 msnm. En estas zonas se encuentran frecuentemente asociado con *P teocote* (Lamprecht, 1990) (Ver Gráfico 1)

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

**GRÁFICO 1:** Distribución natural de la especie de *Pinus patula*.



Fuente: Martínez, Máximo. (1948).

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 11,8 m a los 15 años, a una altitud de 3450 msnm (Chuquín, 1990).

Los mejores sitios para *Pinus patula* en la sierra están entre 2200 y 3200 msnm donde los climas varían desde secos hasta húmedos, con temperaturas mínimas absolutas entre 0.1 a 3.1 °C en estos sitios el *Pinus patula* tiene un rango de crecimiento medio anual entre 1.3 y 2.4 m de altura (Chuquín, 1990).

## **2.1.4. Ecología**

### **2.1.4.1. Suelos**

En su hábitat natural viven en arena casi pura, en suelos Franco-arenosos (guijarros) y en arcillas arenosas. Fuera de su habitad natural se encuentra 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 los suelos arcillosos impermeables ni en terrenos demasiados húmedos o poco profundos.

La deficiencia de algunos macro y micronutrientes principalmente de Boro y Zinc, causan la reducción en intensidad de crecimiento. Definitivamente no se adapta a los suelos compactos, muy arcillosos, mal drenados y superficiales (GROSS, A. 1987).

### **2.1.4.2. 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. 1996).

### **2.1.4.3. Plagas**

En las plantaciones de *Pinus patula* la principal plaga es *Diplodia pini* y *Rhizina undulata*, especialmente en regiones donde las tormentas de granizo son fuertes. 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 fustes y ápices, pero raras veces la caída de árboles (Lamprecht, 1990).

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



### **2.1.5. Usos**

La madera es suave, es de color claro, ligeramente amarillenta, con vetas moreno pálidas. Es fácil de trabajar y poco resinosa. Apropia para pasta, pilotes de mina y madera de construcción en general (PROFAFOR, 2000).

## **2.2. SILVICULTURA**

El pino es una especie heliófila de rápido crecimiento, alcanza su madurez reproductiva a temprana edad. A partir de los 5 años de edad ya produce semillas viables (Lamprecht, 1990).

### **2.2.1. Información básica de la semilla**

Es posible cosechar semilla viable después de 12 a 15 años de la plantación; pero hay referencias de fructificación a los 5 años de edad.

La semilla es casi triangular, aguda inclinada hasta la mitad en una sola ala de 13 mm de largo, algo engrosada en la base, de color pardo claro con estrías oscuras, puede conservarse en envases cerrados, con 8% de humedad y frío (CARDENAS, 1998).

### **2.2.2. Recolección y procesamiento de la semilla**

Según Betancourt, A. de entre las técnicas más importantes para lograr el desarrollo exitoso de los planes de repoblación forestal, tiene especial interés las de cualificación y recolección de los conos y la extracción y procesamiento de la semilla (Ver Anexo 1).

#### **2.2.2.1. Idoneidad de los conos**

Determinar en qué momento los conos deben ser recolectados, es un asunto al cual hay que prestarle especial atención. El técnico encargado de dirigir las

labores de recolección de los frutos, debe visitar las masas semilleras y tomar algunos conos de diferentes partes de las copas de distintos arboles, para determinar el grado de madurez de los conos. Las normas establecen que de cada árbol seleccionado se obtengan 6 frutos (3 de la parte superior de la copa y 3 de la parte inferior); y que se tomen muestras de por lo menos 3 ó 4 árboles por cada 20 hectáreas. Si la masa semillera está situada en sitios de topografía ondulada o montañosa, las muestras deben representar las partes altas, medias y bajas de las elevaciones del lugar (CORMADERA, OIMT, 1997).

Los conos recolectados se cortan longitudinalmente y se abren para observar las semillas. Cuando estas han adquirido su característica coloración café grisácea y han cambiado su consistencia de lechosa a dura, se puede llevar a cabo la recolección de frutos de la zona en cuestión. En otros países se emplean otros métodos más eficaces, como son el de determinar la densidad o peso específico de la semilla en aceite o en otros líquidos, o bien hallar el contenido de azúcares reductores en la semilla. Así, para los pinos del sur de Estados Unidos, el momento óptimo para la recolección se presenta cuando la densidad descienda a 0.89 y el contenido de azúcares reductores en la semilla desciende a 0.20 % (CORMADERA, OIMT, 1997).

Una indicación práctica que se sigue, es observar el cambio de color del cono, y cuando se corta este comprobar si en el interior tiene color café intenso.

La fecha de recolección de los frutos puede variar entre un año y otro, o entre las distintas regiones, lo cual está en dependencia de las condiciones reinantes durante el largo periodo que transcurre entre la polinización y la maduración de los frutos (CORMADERA, OIMT, 1997).

#### **2.2.2.2. Recolección de los conos.**

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).

Para subir a los árboles, se deben usar escaleras ligeras y correas de seguridad. Los conos se tumban con cuchillas en forma de V fijadas a varas de poco peso, empujando de abajo hacia arriba; no se deben emplear otros tipos de cuchillas u otros implementos que puedan romper las ramitas y destruir los conitos de la cosecha del siguiente año. Como medida de seguridad, no es recomendable recoger del suelo los conos ya tumbados mientras el obrero este subido en el árbol (CORMADERA, OIMT, 1997).

Es más práctico recoger los conos en envases de 5 a 10 gal y vaciarlos en sacos, que recogerlos y echarlos, directamente en los sacos. Los envases ahorran tiempo, permiten efectuar una inspección más cuidadosa del material y simplifican la labor de determinar la cantidad de conos recogidos por cada obrero. Los sacos se pueden colocar en soportes, manteniéndolos con la boca abierta para facilitar la operación de vaciar en ellos los conos contenidos en los envases. Ningún fruto que tenga señales visibles de haber sido perforado por larvas e insectos, o que contengan alguna de ellas, debe ser recogido. Al recogerlos, hay que tener cuidado de que no se mezclen con ellos agujas de pino, hierbas u otros materiales, ya que al procesar las semillas se parten en pequeños pedazos y se mezclan con estas (CORMADERA, OIMT, 1997).

Los sacos que contienen los conos se deben amarrar con cordeles, nunca con alambres. Es necesario colocar en cada saco una etiqueta en la que se consigne la especie, el lugar donde fueron recogidos, el número del lote y otros datos que sean necesarios. Los sacos se deben situar en lugares sombreados hasta que se trasladen a la nave de procesamiento, operación que se aconseja realizar el mismo día que se cosechan los frutos (CORMADERA, OIMT, 1997).

En la nave donde serán procesados los conos, el responsable técnico de estas labores revisara el contenido de cada saco, para comprobar que no se hayan incluido frutos inmaduros (extremadamente verdes), o que estén afectados por insectos o sean de la cosecha del año anterior. Los conos se colocan en la nave, a la sombra y en lugar bien ventilado; preferiblemente, en gavetas de unos 2 m de largo, 1.5 m de ancho y 10 cm de altura; con fondo de tela metálica, reforzado con alambres gruesos o piezas de madera. Las gavetas se sitúan en una nave construida, especialmente, para secadero de semilla, con suficiente separación entre unas y otras para facilitar la aireación (CORMADERA, OIMT, 1997).

### **2.2.2.3. Extracción de las semillas**

La extracción de las semilla 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; este se realiza manualmente, 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 1 kg de semilla limpia, es necesario coleccionar 100 kg de conos (Aguilera, 2001).

Para tener éxito en la extracción de semillas de pino, es necesario: proteger los conos de la lluvia, que una corriente de aire circule entre ellos, evitar los pájaros y roedores y extraer la semilla cuanto antes lo permita la condición de los frutos. La formación de hongos, el sobrecalentamiento y la fermentación o presión sobre las escamas de los conos, pueden provocar que aun los maduros no abran para dejar caer la semilla, disminuye la dehiscencia (CORMADERA, OIMT, 1997).

Después del pre-secado a la sombra, los frutos se colocan al sol para que completen su dehiscencia. Si se dispone de gavetas de secadero los conos se secan al sol en las propias gavetas; pero en el caso contrario, se ponen a secar en mantas pequeñas, en cada una de las cuales se echan los contenidos en una lata de 5 gal

(18.92 l). Se secan al sol en horas de la mañana y se retiran por la tarde al terminar la jornada laboral, o cada vez que haya peligro de producirse lluvias. La exposición de los frutos al sol se prolonga el tiempo que sea necesario, hasta que estén abiertos por lo menos entre el 70% y 75% de ellos. Los que aun no hayan abierto, se continua secando hasta que haya la total apertura del mayor número posible (CORMADERA, OIMT, 1997).

Los conos también se pueden secar artificialmente, pero teniendo precaución de que la temperatura no sea superior a 48 °C ya que se puede afectar la viabilidad de la semilla. Aunque los conos cuando abren entregan casi toda la semilla, es aconsejable batirlos en un tambor giratorio para extraerles el resto (CORMADERA, OIMT, 1997).

#### **2.2.2.4. Procesamiento de la semilla**

Las semillas se deben desalar, limpiar y clasificar, para envasarlas y almacenarlas. Para estas operaciones existen maquinas muy eficientes y que no afecta el poder germinativo de las semillas. Si no se dispone de maquinas idóneas, se exponen a la luz solar para que las alas se sequen y se tornen mas frágiles. Después se someten la frotación manual para partirlas y, posteriormente, se avientan (CORMADERA, OIMT, 1997).

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 hacerla 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).

Después de bien limpias, las semillas se secan al sol, hasta que tengan de 8% a 10% de humedad antes de ponerlas en frio, ya que así pueden conservarse por largo tiempo de 8 años a 9 años. Después de bien secas se desinfectan con vitavax

y se envasan en sacos de polietileno, los cuales se colocan dentro de vasijas que cierren herméticamente y se sitúan en cámara de refrigeración (CORMADERA, OIMT, 1997).

Se aconseja que la temperatura dentro de la cámara de refrigeración no exceda de 5 °C porque la respiración de la semilla y su consiguiente deterioro parece aumentar con rapidez por el incremento de la temperatura de ese nivel. Las comprendidas entre 32 °F (0 °C) y 41 °F (5 °C) parecen ser las más aceptables para el almacenamiento; pero aun dentro de esta fluctuación, las temperaturas más bajas son, probablemente, las mejores. Una vez que la semilla esta en refrigeración, no se debe sacar de la cámara fría hasta que llegue el momento de la siembra. Después que se sacan se debe sembrar dentro de los siguientes 7 días, a lo mucho 10 días (CORMADERA, OIMT, 1997).

En cuanto al resultado de la estratificación en frío no se ha encontrado diferencias entre semillas estratificadas y no estratificadas, después de un largo periodo de almacenamiento (CORMADERA, OIMT, 1997).

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 11 gramos. El periodo de germinación puede ser de 15 a 70 días. A menudo es recomendable un tratamiento previo a la siembra (Lamprecht, 1990).

### **2.2.3. Germinación**

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

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).

### **2.2.3.1. 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 almacenado en la semilla (Vásquez, 2001).

### **2.2.3.2. 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 afectada por la cantidad de agua presente (no germinan en suelos anegados o (encharcados), lo mismo que cuando se siembran muy profundas (Vásquez, 2001).

### **2.2.3.3. 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, 2001).

#### **2.2.3.4. Luz**

En el efecto de la luz en la germinación difiere en distintas especies, algunas lo requieren otras no (Vásquez, 2001).

#### **2.2.3.5. Capacidad germinativa**

Se reporta una capacidad germinativa del 75 al 90 por ciento para el pino pátula. En Zimbabwe, la energía germinativa promedió un 13 por ciento después de 14 días, subiendo al 90 por ciento después de 27 días. Otros períodos para la germinación reportados del sur de África varían entre 15 y 70 días (Wormald, 1995).

#### **2.2.3.6. Ensayo de germinación de Itaqui**

El porcentaje de germinación con semillas obtenidas a los 10.6 años de edad presentó una germinación promedio del 93.83%, valor muy superior a los obtenidos en investigaciones anteriores, ya que los árboles han llegado a su madurez reproductiva. De igual manera se observó una sobrevivencia promedio del 98.51% hasta los 5 meses de edad de las plántulas, lo cual ratifica que el ensayo de Itaqui cumple con los requerimientos para convertirse en una fuente semillera. Mullo y Sandoval a los 7 años en Itaqui – Imbabura obtuvieron semilla fértil con un 33% de viabilidad. Vizcaíno a los 9.3 años registró una germinación promedio de 61.69% (Valenzuela, 2009).

### **2.3. FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN**

Las flores masculinas y femeninas ocurren separadamente en la misma planta. Los conos masculinos (estaminados) son de color amarillo y ocurren abundantemente en racimos en vástagos nuevos, usualmente en la región inferior de la copa. Los conos femeninos (pistilados) son de color purpúreo, tienen espinas deciduas y aparecen de manera solitaria o en grupos, por lo general lateralmente pero rara vez en posición sub-terminal y en la región superior de la copa (Loock, 1977).



A través de su área de distribución natural, el pino pátula florece entre enero y abril, pero con el período de la florescencia en cualquiera de los sitios siendo mucho menor de 4 meses. En las plantaciones la florescencia ocurre por lo general en un brote primaveral, pero puede haber dos florescencias (en primavera y al final del verano). Cuando cultivadas en el vivero, las flores han ocurrido en plantas de tan sólo 2 años de edad; las flores en las plantaciones en el campo son comunes a los 3 años de edad y la producción abundante de conos anual es común de los 8 a 10 años de edad (Wormald, 1995).

La producción de flores masculinas o la sincronización de las flores masculinas y femeninas puede ser pobre a las elevaciones menores, lo que puede resultar en una fertilización pobre de las semillas y una producción baja de las mismas. La producción disminuida de flores masculinas a poca elevación en Colombia se estimuló mediante el abono con nitrógeno y boro (Ladrach, William E. 1985).

Los conos maduros son cónicos y largos, ahusándose hacia el ápice, por lo general sésiles pero rara vez sub-sésiles, con un reflejo asimétrico, ligeramente curvos, de un color lustroso que va de gris a marrón, apareciendo en grupos de tres a seis, con una longitud de 4 a 12 cm y un ancho de 2.5 a 4 cm. Las escamas de los conos son duras, de 2 cm de largo por 1 cm de ancho, una apófisis romboide, planas y ligeramente protuberantes, de color pardo oscuro y con espinas deciduas (Loock, 1977).

Los conos maduran entre 22 y 30 meses, persistiendo después por hasta 2 años en una condición serotina con una pérdida mínima en la viabilidad, antes de abrirse lenta y simétricamente. En Madagascar, los rodales de semillas con una provisión de 500 a 700 árboles por hectárea producen de 1.0 a 1.5 toneladas de conos por hectárea.

Los conos pesan cerca de 50 g cada uno, por lo que se traduce a un promedio de 40 conos por árbol (Wormald, 1995). Las semillas son de tamaño pequeño (3 mm), de color de marrón claro a negro y con alas de color marrón de 13 mm de largo (Loock, 1977).

## **2.4. PROCEDENCIA**

Existe una gran cantidad de términos relacionados con procedencia según Styles (1990), se define como el área geográfica y ambiental donde crecieron los arboles progenitores, dentro de la cual, se formo 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).

## **2.5. DIAGNOSTICO PRELIMINAR DE LA SITUACION PARA CADA ESPECIE**

Es esencial hacer el reconocimiento de la situación para la especie de interés a nivel del país y de la región. Hay que estratificar por regiones ecológicas. Posteriormente, se debe definir el área ecológica a la cual circunscribir la selección de los rodales. Es necesario buscar información sobre el origen del material, la amplitud de la base genética de dicho material y el comportamiento de las distintas fuentes de semilla de sitios diferentes. Esta información puede provenir de resultados de pruebas de procedencia o diferentes introducciones aisladas, generalmente en el país pero también en otras partes del mundo ecológicamente similares. Si existe alguna división clara en el comportamiento de la especie con respecto al clima u otro factor hay que planificar el establecimiento de rodales semilleros para cada zona (Salazar y Boshiner, 1995).

Es científicamente conveniente mantener la diversidad genética de las especies individuales. Cuando se desconoce la amplitud de esta diversidad lo mejor es asegurar la existencia permanente de especies de toda su variedad natural. Una vez definidos los distritos ecológicos, es preciso seleccionar una zona representativa en cada distrito. Los tipos y variedades de bosques suelen reflejar variaciones de otras características, de modo que la selección de una zona, que contenga una variedad representativa de tipos forestales, puede contribuir notablemente el establecimiento de zonas adecuadas para representar una amplia variedad de otros valores científicos (Bassett, 1979).

## **2.6. 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 que inicie la producción / recolección abundante de semillas.

Cuanto mayor sea la intensidad de selección y el raleo aplicado entre y dentro de procedencias en una fuente semillera, el valor genético de las semillas será más apropiado para la zona (sitio). La intensidad de selección que se puede 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).

## **2.7. HUERTO SEMILLERO DE PRODUCCIÓN**

Funciona como una máquina de producir semillas. Su tamaño depende 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 deriva 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 a 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).

## **2.8. IMPORTANCIA DE LAS FUENTES SEMILLRAS**

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 tiene el usuario de la semilla ósea el reforestador, al utilizar material de una fuente de calidad, es de gran importancia, puesto que esta se ha logrado previamente mediante la selección rigurosa de procedencias cuyas variables dasométricas permiten determinar con certeza su adaptabilidad y calidad (Jara, 1995).

## **2.9. ENSAYOS INTERNACIONALES DE PROCEDENCIA DE *Pinus patula*. (INIAP-FAO, 1995)**

En 1982 se iniciaron ensayos internacionales de procedencias de *Pinus patula*. El *Pinus patula* es ya una especie popular en las colinas intermedias (1.500 a 2.500 m) de Nepal y sus posibilidades potenciales para el sector forestal comunal se consideran elevadas. La semilla que hasta ahora ha sido más comúnmente empleada, ha sido a menudo de origen de huertas semilleras del sud de África (por lo tanto, de una base genética restringida, de origen desconocido).

Los ensayos en Nepal incluyen 10 proveniencias mexicanas de *P. patula*, una fuente de una huerta semillera de Nueva Zelandia y una fuente de huerta de

semilla de Sudáfrica. Se incluye también una procedencia mexicana de *Pinus greggii*.

Alguna semilla de origen sudafricano sembrada en una cama abierta, no esterilizada de arena/tierra, sufrió pérdidas considerables por podredumbre (“damping off”) probablemente a causa de riegos excesivos.

A fines de octubre, todos los lotes de semilla fueron repicados a macetas de poliéster, chatas, rellenas con una mezcla para envases de arena/tierra. La sobrevivencia de plántulas fue buena, y pasado el invierno, el crecimiento de las plantitas fue normal. En abril de 1985, una clorosis de agujas provocada por una infección de hongos en las raíces se presentó en algunos individuos dentro de la mayoría de las proveniencias. La enfermedad llegó a ser controlada podando raíces, aislando las plántulas y con tratamientos fungicidas.

En diciembre 1984 se inició un programa de pulverización profiláctica para evitar la enfermedad de las agujas pardas (*Cercoseptoria pini-densiflorae*).

Se volvieron a sembrar los lotes de semillas de los árboles que no habían producido suficientes trasplantes. Por este retardo, la plantación definitiva coincidió con condiciones invernales frías húmedas y abundó el desarrollo de la podredumbre de cuello. Un tercer tentativo de trasplante de estos lotes de semillas al final de enero 1985, usando mudas de dos meses que habían sido mantenidas durante el invierno en los germinadores, dio buen resultado.

Se sembró la semilla en pequeñas bandejas semilleras bajo condiciones estériles, en septiembre de 1984, en una incubadora de polietileno con marco de madera. El medio para la germinación fue arena esterilizada con el calor. Todos los lotes de semilla comenzaron a germinar 10–12 días después de su siembra. Exceptuando tres lotes de semilla (dos mexicanos y uno de Nueva Zelandia) que produjeron menos trasplantes de lo que se esperaba, la germinación fue excelente.

En general, la calidad de las plántulas de todo origen fue muy buena.

El *P. greggii* se diferenció de todas las fuentes de *P. patula* por su mejor sobrevivencia, por ser el más alto y por tener el menor daño al cuello de la raíz. Fue también la única procedencia completamente no afectada por la infección radicular.

La originaria de la huerta semillera de Nueva Zelandia y las 3 mejores fuentes mexicanas eran comparables en términos de sobrevivencia y crecimiento. La fuente de Nueva Zelandia indicó, sin embargo, menor variación.

Fue interesante observar que la fuente de la huerta semillera de África del Sur tenía comparativamente crecimiento en altura y sobrevivencia más pobre así como una variación relativamente alta en altura y en diámetro radicular.

Las plántulas han sido ahora llevadas a plantaciones definitivas en diseños de bloques al azar replicados, con dos sitios de prueba del Proyecto de Investigación Forestal en Nepal Central, Tistung (2.000 m) y Kharidunga (2.600 m), y será interesante ver si cualquiera de las diferencias obvias de comportamiento en el vivero se arrastran al cabo de varios años de desarrollo en las plantaciones.

## **2.10. FUENTES SEMILLERAS ESTABLECIDAS**

### **2.10.1. 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 las mediciones del área basal, altura, porcentaje de germinación y sobrevivencia. Los datos recolectados fueron procesados a través del paquete estadístico SAS (JUMBO, 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, 1980, INEFAN).

Todos los ensayos se establecieron bajo un diseño de bloqueos completos al azar.

Las progenies se distribuyeron en forma aleatoria dentro de cada bloque, considerando el máximo espaciamiento dentro de la misma progenie, es decir que entre una misma progenie se considero una distancia mínima de 9m, esto con el propósito de evitar en lo posible la endogamia (JUMBO, 1998, INEFAN).

## **2.11. BIOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN**

El conocimiento insuficiente de la biología de las especies, sus posibilidades para distintas aplicaciones finales y la variación genética inter e intraespecífica pueden conducir a pérdidas irreversibles en un gran número de especies, incluso antes de que se hayan llevado a cabo estudios adecuados sobre su variación y sus características. Los datos sobre la biología de la reproducción, con información sobre los sistemas de reproducción, la ecología de la polinización y las características de la dispersión de las semillas en el suelo, son indispensables para llegar a comprender plenamente una especie. La estructura genética de las poblaciones de especies arbóreas está en función de esos factores básicos relacionados entre sí (Kageyama y Souza Días, 1985).

## **2.12. PRODUCCIÓN DE SEMILLAS Y SU DISEMINACIÓN.**

Es bien sabido que atributos como tamaño y forma del tronco e índice de iluminación de la copa, son predictores comunes de la calidad y cantidad de semillas producidas a nivel de individuo en bosques manejados (Magalhaes, 1972. Citado por Guariguata, 1998).

Además, en la mayoría de los casos, el diámetro a la altura del pecho se correlaciona de manera positiva con la producción de semillas a nivel de individuo (Surukhan 1980. Leigton 1982. Peters 1990. Chapman 1992, citado por Guariguata, 1998).

La producción de semillas varía considerablemente, probablemente debido a la variación en la producción de polen y las condiciones climáticas durante el período de fertilización. Unos cálculos procedentes del sur de África indican un promedio de 200 semillas por cono maduro, de las cuales de 25 a 80 semillas fueron fertilizadas y por lo tanto viables (Wormald, 1995).

El peso de las semillas reportado de México, el sur de África y Australia variaron entre 97,000 y 166,000 semillas por kilogramo (de 0.0103 a 0.006 gramos por semilla) (Ladrach, William E. 1985).

La producción de semillas no ha sido satisfactoria en huertos de semillas a elevaciones de menos de 1,500 m en Sudáfrica (Wormald, 1995) y de menos de 2,000 m en Colombia (Lambeth, Clements, citado por Vallejo, Carlos. 1988).

### **2.13. CAPACIDAD PARA FLORECER**

Los individuos pertenecientes al conjunto de los árboles forestales se desarrollan desde una etapa juvenil, caracterizada por no presentar floración, a la etapa adulta en la cual se producen las flores, los frutos y las semillas. La variación del periodo juvenil varía marcadamente entre las especies. Las de más rápido crecimiento y que tienen la intolerancia a la sombra, florecen antes que los árboles de crecimiento lento y tolerancia a la sombra (Spurr y Barnes, 1992).

La transición a la edad adulta se encuentra más estrechamente relacionada con el tamaño del árbol que con la edad. Sin embargo, normalmente el peso y el diámetro están muy relacionados con la edad, de tal forma que ambos criterios pueden utilizarse para determinar cuándo puede producirse la primera floración.



A pesar de esto los pequeños árboles en el dosel del bosque forestal, suprimidos por el dosel superior de las poblaciones locales pueden no florecer y ya de tener una edad entre 50 y 100 años e incluso más. Para muchas especies la obtención de un tamaño mínimo determinado, más bien es el número de periodos de crecimiento y estados latentes, es el factor determinante para llegar a la edad adulta o etapa de florecimiento (Spurr y Barnes, 1982).

Los árboles que se encuentran en su habitat natural exhiben una gran variación en su disposición genética para la floración, particularmente en el numero de capullos producidos y en la relación entre los capullos femeninos con respecto a los masculinos. Algunos árboles que se encuentran en su etapa adulta y están situados favorablemente en el dosel superior no florecen o lo hacen rara vez mientras que otros son altamente fructíferos. Algunos producen tantas flores unisexuales masculinas como femeninas en la misma planta (condición monoica) son predominantemente masculinas, mientras que otros son predominantemente femeninos (Spurr y Barnes, 1982).

#### **2.14. PERIODICIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE SEMILLAS**

El florecimiento y la producción de semilla abundante ocurre irregularmente en las localizaciones naturales de los árboles forestales. La naturaleza cíclica de la producción de semillas es uno de los caracteres más importantes de la historia vital y uno de los principales promotores del establecimiento de los árboles provenientes de semillas (Spurr y Barnes, 1982).

La abundancia y periodicidad del florecimiento no solo están controladas por el ambiente interno de la planta, sino fuertemente influidas por el medio ambiente externo, particularmente por la luz, la temperatura y la humedad. Árboles grandes de crecimiento abierto, que estén bien iluminados a través de la corona, y bien abastecidos con humedad, florecen más rápido y abundantemente que los miembros igualmente grandes de las mismas especies en la localidad forestal que no presentan estas características. Estos árboles de crecimiento abierto también

producen normalmente grandes cantidades de semillas cada año y además están bien polinizados (Spurr y Barnes, 1982).

Generalmente, las condiciones más favorables de localización clima, suelo, humedad y nutrientes redundan en la producción mayor de flores y semillas (Spurr y Barnes, 1982) (Ver Anexo 2).

Una vez que se han formado los capullos florales, diversos factores físicos y bióticos causan la mortalidad de las flores y afectan la formación de las semillas. Las heladas primaverales pueden eliminar a las yemas reproductivas recientemente formadas o dañar a los frutos inmaduros. Excesivas temperaturas o severas sequías pueden causar el aborto de frutos inmaduros provocar una marcada reducción del tamaño de la semilla. Los fuertes vientos y granizos pueden dañar mecánicamente la producción de semillas. Los insectos y otros animales que se alimentan de las semillas pueden provocar importantes pérdidas. En general, todo el ciclo reproductivo está adaptado al régimen prevaleciente de los factores de localización y desviación de tales condiciones tienden a interrumpirlo, pero solo temporalmente (Spurr y Barnes, 1982)

La producción masiva de semillas representa grandes cantidades que son suficientes para saciar a todos los consumidores y aun proveen las necesidades para el mantenimiento y dominancia de la especie (Spurr y Barnes, 1982).

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Descripción del área de estudio

##### 3.1.1. Ubicación geográfica, política y extensión

El presente estudio tuvo lugar en Iltaqi, parroquia El Sagrario, cantón Santa Ana de Cotacachi, provincia de Imbabura, dentro de las coordenadas geográficas:

LATITUD	LONGITUD
0° 18' 26'' N	78° 18' 36'' W
0° 18' 24'' N	78° 18' 36'' W
0° 18' 24'' N	78° 18' 40'' W
0° 18' 26'' N	78° 18' 40'' W

El ensayo de procedencias de *Pinus patula* tiene un área de aproximadamente 2 hectáreas (Ver Gráfico 2).

##### 3.1.2. Factores biofísicos

###### 3.1.2.1. Datos climáticos

Precipitación media anual: 1.356mm. No existe ningún mes ecológicamente seco, siendo los de menor precipitación Julio y Agosto (Cañadas, L. 19).

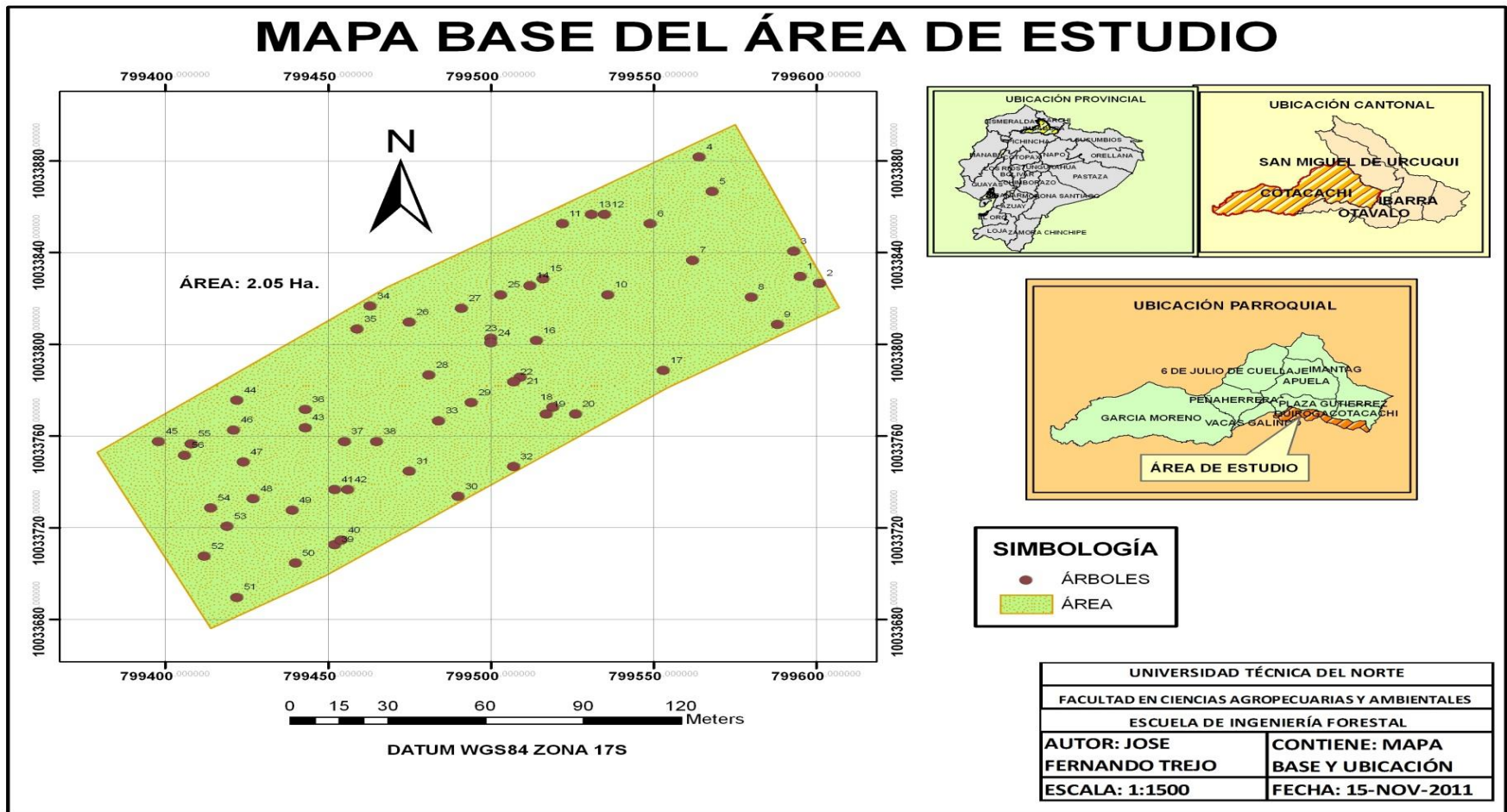
Temperatura: Media 10,5 °C (Mín. 8 °C Máx. 13 °C) (Cañadas, L. 19).

### **3.1.2.2 Altitud**

El sitio donde se realizó la investigación se encuentra a una altura de 2710 msnm.

### **3.1.2.3 Zona de vida**

Según la clasificación Holdridge el sitio tiene una clasificación ecológica de bosque muy húmedo-montano (Bmh-M).



**GRAFICO 2: Mapa base y de ubicación del área de estudio.**  
Elaborado por el autor.

### 3.1.3. Análisis de suelo

#### 3.1.3.1. Análisis químico del suelo

**Cuadro 1. Análisis químico del suelo**

	<b>Análisis Inicial</b>	<b>Análisis Final</b>
PH	5.91 (Ligeramente ácido)	5.91 (Ligeramente ácido)
MATERIA ORGÁNICA	2.41% (Medio)	2.83% (Medio)
NITRÓGENO	0.12% (Bajo)	0.13% (Bajo)
FÓSFORO	9.50 ppm (Bajo)	9.50 ppm (Bajo)
POTASIO	110 ppm (Bajo)	113 ppm (Bajo)
BORO	0.013 ppm (Bajo)	0.011 ppm (Bajo)

FUENTE: Vizcaino, 2008.

Elaborado por el autor

## 3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

### 3.2.1. Materiales

#### 3.2.1.1. Equipos y materiales de campo

- Binoculares
- GPS
- Cámara Fotográfica
- Hipsómetro
- Cinta diamétrica
- Flexómetro

- Cinta de marcaje
- Placas
- Balanza de precisión
- Balanza común
- Fundas plásticas.
- Soga
- Libreta de campo.

#### **3.2.1.2. Equipos y materiales de oficina**

- Computador
- Impresora
- Material de escritorio

#### **3.2.1.3. Materiales de laboratorio**

- Desinfectante para el sustrato (formol)
- Regadera
- Caja de madera

### **3.3. METODOLOGÍA**

#### **3.3.1. Etapas de la investigación**

##### **3.3.1.1. Identificación del área de estudio**

Se realizó la identificación de los diferentes bloques del ensayo y sus procedencias, con la ayuda de un croquis de campo (Ver Anexo 3).

### **3.3.1.2. Selección de árboles semilleros**

Para el estudio se seleccionó a 58 árboles de las 10 procedencias de *Pinus patula*, que presentaron la mejor asociación entre las variables dasométricas diámetro a la altura del pecho (dap) y altura total, se escogieron a 6 árboles de cada procedencia, que presentaron las mejores características dendrométricas, excepto de la procedencia 8 que solo tiene 4 árboles. Valenzuela (2008 – 2009).

### **3.3.1.3. Toma de medidas dasométricas del rodal**

#### **➤ Diámetro a la altura del pecho (d.a.p)**

La medición del dap se la realizó con la cinta diamétrica, a 1.3m del suelo y desde la parte superior del terreno puesto que este es inclinado.

#### **➤ Altura total (h)**

Para obtener el valor de la altura total (**h**), se utilizó un instrumento de medida directa llamado hipsómetro, considerando una distancia horizontal de 20m a partir del árbol y su visibilidad.

#### **➤ Diámetro de copa (d.c.)**

Esta medición se la realizó con un Flexómetro, se tomó la medida en dirección Norte-Sur y Este-Oeste y luego se sacó un promedio.



**Cuadro 2. 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-MAL*	Seed stand B 54	Zomba Plateau	Danida	Malasia
3	41-PP-SUD	Tweffontein	-----	Danida	Sudáfrica
4	39-PP-ZIM	Penhalonga	Manicaland	Danida	Zimbabwe
5	36-PP-SUD*	Bergvliet	E. Transvaal	Danida	Sudáfrica
6	34-PP-KEN	Seed stand 7 (C)	Kinale	Danida	Kenya
7	32-PP-ZIM	Staple ford	-----	Danida	Zimbabwe
8	30-PP-SUD*	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	Sudáfrica
12	24-PP-PER	Cajamarca	Porcón	Cordeco-Bolivia	Perú
13	22-PP-LOJ	Loja	Viv. Predesur	PMGF	Ecuador
14	21-PP-LOJ	Loja	Plaza del Inca	PMGF	Ecuador
15	19-PP-LOJ*	Loja	Carboncillo	PMGF	Ecuador
16	18-PP-LOJ*	Loja	Carboncillo	PMGF	Ecuador
17	16-PP-LOJ*	Loja	Oñacapac	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: DINICE (Dirección nacional de investigación, capacitación y educación del ex INEFAN.1998.)

Elaborado por el autor.

### 3.3.1.4. Estudio de la fenología

Según Finegan (1996), para esta clase de estudios el número mínimo requerido de árboles es de 15 por especie. Para el estudio se usaron los 58 individuos de *Pinus patula*, seleccionados de las 10 procedencias que presentaron las mejores asociaciones entre las variables dasométricas diámetro a la altura del pecho y altura total. Valenzuela (2008 – 2009) (Ver cuadro 3)

La toma de datos se la realizó cada 15 días (mediados y fin de cada mes). El tiempo de duración de la toma de datos fue de un año calendario.

**Cuadro 3. Información de las 10 procedencias que presentaron la mejor correlación entre dap y altura total.**

Nº	Código	Procedencia	Localidad	Proveedor	País
1	45-PP-MEX*	La Venta	Distrito Federal	INIF	México
2	42-PP-MAL*	Seed stand B 54	Zomba Plateau	Danida	Malasia
3	36-PP-SUD*	Bergvliet	E. Transvaal	Danida	Sudáfrica
4	30-PP-COL*	Transvaal	-----	Germicampo	Sudáfrica
5	25-PP-SUD*	Transvaal	Eleandshoogtu	Cordeco-Bolivia	Sudáfrica
6	19-PP-LOJ*	Loja	Carboncillo	PMGF	Ecuador
7	18-PP-LOJ*	Loja	Carboncillo	PMGF	Ecuador
8	16-PP-LOJ*	Loja	Oñacapac	PMGF	Ecuador
9	12-PP-LOJ*	Loja	Colaisana	PMGF	Ecuador
10	08-PP-LOJ*	Loja	Las Zambas	PMGF	Ecuador

Fuente: Valenzuela D. (2009).

Elaborado por el autor.

Los datos que se registraron fueron de carácter cualitativo (floración y fructificación) y cuantitativo (porcentajes del fenómeno desde 0% hasta 100%), según la metodología de Trucios (1977) para las observaciones de los procesos fenológicos se emplearon binoculares marca Pentax de 10 x 42 mm. Para el registro de datos se diseñó una hoja de campo (Ver Anexo 4).

Para determinar los resultados del proceso de floración se hizo el siguiente análisis: Cada árbol en estudio consta de botones florales, flores inmaduras y flores maduras; a la suma de estas fases se le asignó el valor del 100%, pudiendo así, establecer un promedio en porcentaje de las fases del proceso de floración de cada individuo y por consiguiente para cada procedencia, obteniendo como resultado final un porcentaje de las diferentes fases del proceso de floración de las procedencias en estudio.

### **3.3.1.5. Viabilidad de las semillas**

#### **3.3.1.5.1. Recolección de conos**

Los conos se colectaron de la parte alta, media y baja de cada uno de los árboles estudiados, dicha operación se la realizó con la ayuda de sogas y un machete.

Los conos fueron recolectados en fundas de polietileno y etiquetados con el número de procedencia correspondiente.

#### **3.3.1.5.2. Secado de conos**

Los conos recolectados fueron ubicados en cajas de cartón, respectivamente etiquetadas, se las ubicó en un lugar aireado y con incidencia de radiación solar para que los conos se abran y luego obtener la semilla.

### 3.3.1.5.3. Procesamiento de la semilla

Una vez obtenida la semilla se realizó la limpieza de las alas e impurezas, se la colocó en pedacitos de papel con su respectivo código, se las agrupó en una funda plástica y se las almacenó a 4 °C.

### 3.3.1.5.4. Germinación de semillas

Para la germinación de las semillas, se preparó el sustrato cuyas proporciones se muestran en el cuadro 4.

Con un volumen aproximado de 0.5 m<sup>3</sup>. Se colocó el sustrato en una caja de madera (2m x 1.5m x 0.15m), desinfectando dicho sustrato con formol.

Luego se contabilizó un número de 200 semillas por cada procedencia y se procedió a la siembra.

**Cuadro 4. Composición del sustrato.**

TIERRA NEGRA	40 %
TIERRA DE VIVERO	30%
ARENA	30%

Elaborado por el autor.

#### ➤ **Porcentaje de germinación.**

Para el porcentaje de germinación se utilizó la siguiente fórmula:

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

### 3.3.1.6. Producción de semillas

Para la evaluación de la producción de semillas del ensayo de procedencias de *Pinus patula*, se aplicó la metodología utilizada por PROFORESTAL, para evaluar el potencial productivo de las fuentes semilleras.

$$Nfa = Nfrc \times Prc \times Prt \times Prs \times Trp$$

**Donde:**

Nfa: Número de frutos por árbol

Nfrc: Número promedio de frutos en una rama cuaternaria o quinquenaria (según la vigorosidad del árbol).

Prc: Promedio de ramas cuaternarias.

Prt: Promedio de ramas terciarias.

Prs: Promedio de ramas secundarias.

Trp: Total de ramas primarias.

El potencial productivo de semillas se calculó en base al potencial productivo de frutos, para lo cual se secaron cuatro muestras de 10kg de frutos cada una, se extrajo la semilla y se obtuvo el peso promedio, el mismo que se relaciona con el potencial productivo de frutos por árbol y se obtiene el potencial productivo de semillas de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$Ps = \frac{Nfa * Psm}{Nfm}$$

**Donde:**

Ps: Producción de semillas por árbol (Kg).

Nfa: Número de frutos por árbol (número total de frutos).

Psm: Peso de la muestra de semilla (promedio).

Nfm: Número de frutos de la muestra (promedio).

### **3.3.1.7. Cantidad de semillas por kilogramo**

Para definir el número de semillas por kilogramo se procedió a pesar 10 g de semilla limpia en una balanza de precisión, luego se contabilizó el número de semillas existentes en los 10 g para inferir el número de semillas por Kilogramo.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1. ÁRBOLES SELECCIONADOS**

El número de árboles seleccionados, su ubicación y sus características dendrométricas, se muestran en el cuadro 5.

#### **4.2 FENOLOGÍA**

##### **4.2.1. Floración**

Los resultados de la floración se presentan en el gráfico 3. Se puede observar que los botones florales, los cuales son el inicio de la floración, se tienen en mayor porcentaje en los meses de abril, septiembre y diciembre.

El mayor porcentaje de la etapa de madurez de las flores se presenta en los meses de marzo, julio y noviembre.

La duración de las diferentes fases que presenta el proceso de floración de *Pinus patula* en el sitio de Itaquí-Imbabura se muestran en el cuadro 6, con una duración de aproximadamente 2.5 meses.

Cabe recalcar que las flores luego de llegar a su máxima madurez, empieza un proceso de marchites (flores secas), este proceso tiene una duración entre 20 a 30 días.

**Cuadro 5. Número de árboles seleccionados, ubicación en el área de estudio y características dendrométricas.**

<b>Nº</b>	<b>BLOQUE</b>	<b>PROCEDENCIA</b>	<b>DAP</b>	<b>ALTURA</b>	<b>DIAMETRO DE COPA</b>
1	1	8	26,61	18,5	6,7
2		42	26,01	16	7,45
3	2	12	36,92	15,75	7,8
4	4	25	28,81	17,5	7
5		30	35,01	18,75	8,95
6	5	30	34,70	19,5	8,15
7	6	8	27,53	19,5	8,4
8	7	36	33,74	17,25	8,2
9	8	16	23,55	14,75	7,65
10	11	18	29,28	22	8,4
11	12	25	31,83	20	6,75
12		12	30,08	17,5	7,75
13		42	33,90	21,25	8
14	13	12	39,47	21	12,05
15		30	30,24	19,25	7,75
16	14	18	29,60	17,25	7,75
17	16	19	36,92	17,5	8,75
18	17	16	31,51	20,25	8,05
19		8	39,15	23	7,7
20		36	32,79	18,5	8,25
21	18	25	30,88	18	8,15
22		18	34,06	18,5	7,1
23	19	45	28,33	17,75	7,1
24	20	42	28,33	17,5	7,95
25		18	25,46	20	6,85
26	21	12	34,70	20	9
27	22	36	39,47	19,5	9,95
28		19	35,33	21	7,15
29		16	37,88	19	9,6
30	23	30	32,15	20	7,1
31	24	19	31,83	19,75	8,4
32	25	12	34,06	17,5	7,9
33	26	19	32,79	17,5	9
34	27	45	29,60	19	6,5
35	28	19	30,56	15,25	7,85
36		8	37,24	18,5	8,25
37	30	45	33,74	17,5	8,85
38	31	42	25,78	18	7,5
39		36	28,65	20	7,4
40	33	8	30,56	17	7,5
41		12	31,19	18	7,65
42	34	42	34,06	20,5	9,2
43		45	27,06	16	6,95
44	35	16	29,28	17,5	8,4
45	36	30	28,33	19	7,7
46	37	25	25,15	16	8,55
47		19	30,24	17,5	8,95
48	38	25	29,28	17,5	8,75
49		16	29,92	19,75	8,85
50	39	45	32,79	16,5	8,95
51	40	42	34,06	17,75	8,8
52	41	30	32,15	18,5	8,35
53	42	36	34,38	17	7,4
54		45	32,47	17	8,1
55	43	36	31,51	22,25	7,5
56		8	27,69	20	6,65
57	44	25	28,01	18,25	7,85
58		16	30,24	17,25	8,8

Elaborado por el autor.

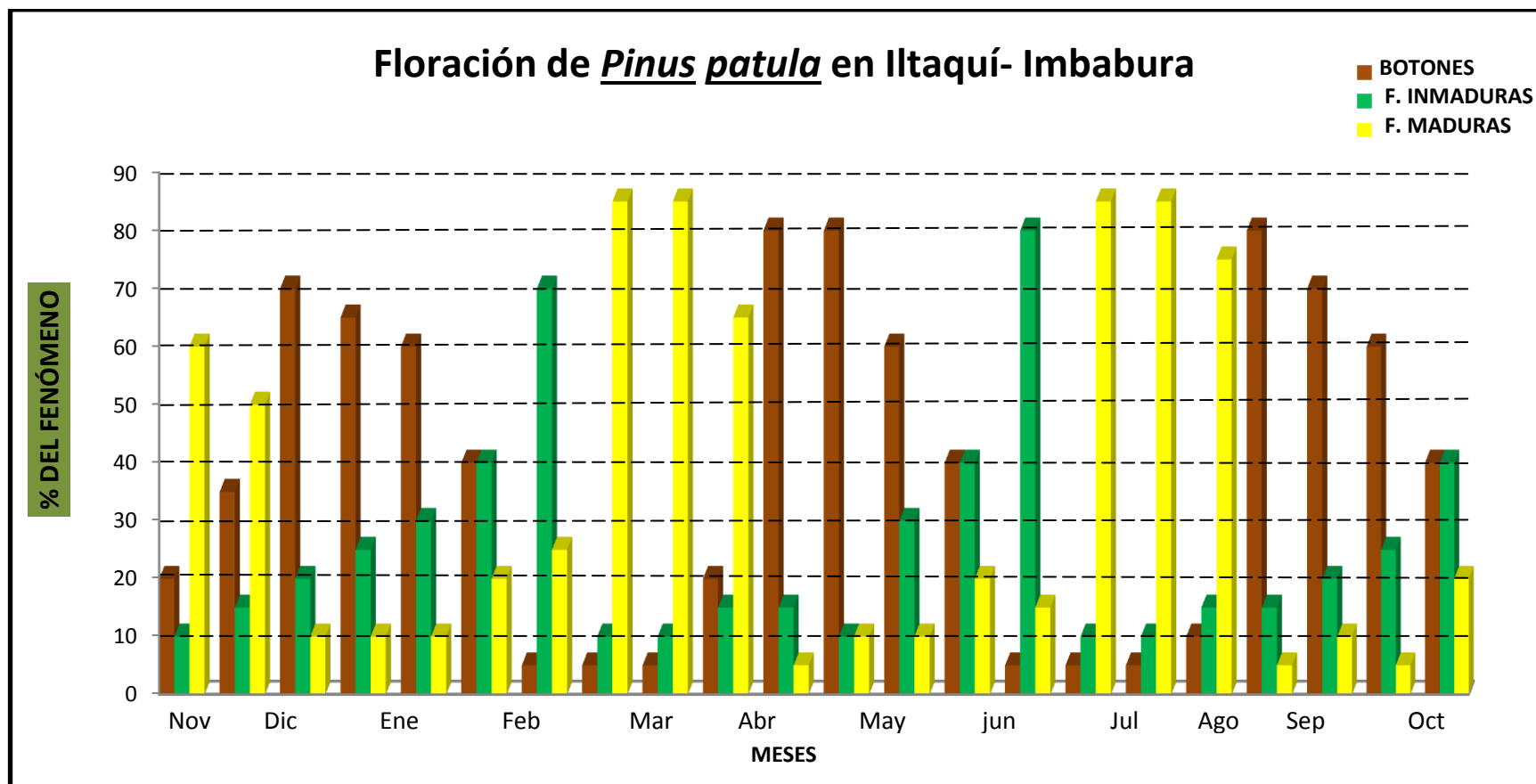


**Cuadro 6. Duración de las fases del proceso de floración de *Pinus patula***

<b>PROCESO</b>	<b>TIEMPO DE DURACIÓN</b>	<b>FECHAS</b>
<b>1. BOTONES</b>	12 a 15 días	Abr – sep - dic
<b>2. FLORES INMADURAS</b>	30 a 40 días	Feb – jun - oct
<b>3. FLORES MADURAS</b>	15 a 20 días	Mar – jul - nov

Elaborado por el autor.

En el ensayo de procedencias de *Pinus patula* existe una variación en cuanto a la capacidad para florecer. De acuerdo a las observaciones realizadas la procedencia 12-PP-LOJ \* proveniente de Ecuador es la que mayor cantidad de flores presentó durante el periodo de investigación, seguida de la procedencia 30-PP-SUD\* de Sudáfrica.



**Gráfico 3:** Picos del período de floración de *Pinus patula* en Itaquí-Imbabura.

Elaborado por el autor.

Las procedencias 12-PP-LOJ \* y 30-PP-SUD\* fueron las que presentaron mayor d.a.p y altura total. Deduciendo así que las características macroscópicas utilizadas en la selección de árboles padres, tiene influencia en el proceso de floración.

#### 4.2.2. Fructificación

Durante el periodo de investigación, los frutos (conos) de *Pinus patula* tuvieron cambios fisiológicos, y estos se clasificaron en tres estados que se detallan en el cuadro 7.

Luego de que los conos llegan a su completa madurez, estos se abren y el tiempo que tardan en abrirse es entre 15 a 20 días. Después de este proceso los conos empiezan a caerse.

**Cuadro 7. Estado y tiempo de formación de los frutos (conos) de *Pinus patula*.**

ESTADO	RANGO-TAMAÑO		TIEMPO	FECHAS
	LARGO	ANCHO		
<b>NUEVOS</b>	0.1 cm a 1 cm	0.1 cm a 0.8 cm	De 20 días a 1 mes	Mar, jul, nov
<b>INMADUROS</b>	1.1 cm a 9 cm	0.8 cm a 4.5 cm	De 10 a 12 meses	Ene a dic
<b>MADUROS</b>	9.1 cm a 11 cm	4.5 cm a 5.5 cm	De 1.5 a 2 meses	Ene a dic

Elaborado por el autor.

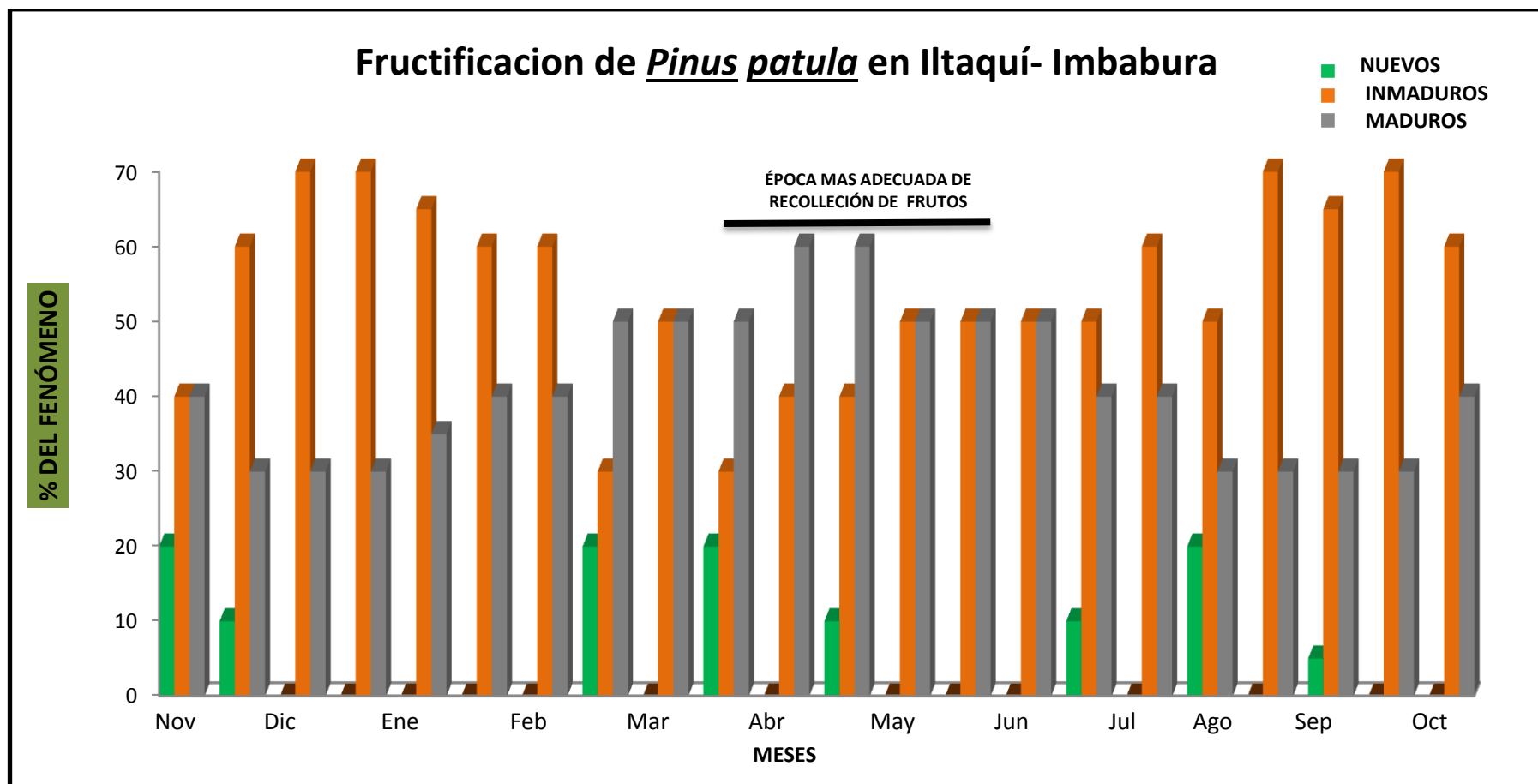
El gráfico 4 muestra los resultados del proceso de fructificación de *Pinus patula*. Entonces el mayor apareamiento de frutos nuevos es en los meses de marzo, abril, agosto y noviembre Siendo en los meses de marzo y abril en donde se puede encontrar la mayor cantidad de frutos nuevos.

Los frutos (conos) maduros se los encuentra durante todo el año, pero en mayor porcentaje en los meses de abril y mayo. Siendo la época más adecuada para su recolección desde el mes de abril, hasta mediados del mes de junio. Pasado este tiempo ya no es factible la recolección de los frutos ya que estos empiezan abrirse para dejar en libertad a sus semillas.

El mayor porcentaje de caída de frutos (conos) se presenta entre julio y agosto. Debido a la cantidad de frutos y a los fuertes vientos de esta época del año que inciden en la caída de los conos.

#### **4.2.3. Caída de acículas.**

Este fenómeno se presentó a fines del mes de marzo extendiéndose hasta fines del mes de abril, todos los árboles presentaron la caída de acículas en un 40% aproximadamente.



**Gráfico 4:** Picos del período de fructificación de *Pinus patula* en Itaquí-Imbabura.

Elaborado por el autor.

### 4.3. VIABILIDAD DE SEMILLAS

Los resultados del estudio de la viabilidad de semillas de *Pinus patula* se detallan en el cuadro 8.

**Cuadro 8. Porcentaje de germinación/procedencia de *Pinus patula*.**

<b>PROCEDENCIA</b>	<b>% GERMINACIÓN</b>
18-PP-LOJ	96
16-PP-LOJ	94
25-PP-SUD	93
08-PP-LOJ	93
12-PP-LOJ	92
19-PP-LOJ	92
30-PP-SUD	91
45-PP-MEX	90
16-PP-LOJ	90
42-PP-MAL	87
<b>PROMEDIO</b>	<b>91.8</b>

Elaborado por el autor.

La germinación inició a los 29 días de haber sido sembradas las semillas, el proceso terminó aproximadamente a los 37 días. El mayor porcentaje de germinación lo obtuvo la procedencia 18-PP-LOJ con el 96% seguida por las procedencias 16-PP-LOJ y 25-PP-SUD con porcentajes de 94 y 93% respectivamente, no relacionándose así con las variables dasométricas d.a.p y altura total, ya que de acuerdo a los datos obtenidos de las mediciones, son las procedencias que tienen un bajo rendimiento en cuanto a d.a.p. y altura.

#### 4.4. EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE SEMILLAS

**Cuadro 9.** Promedio de frutos y semilla de la muestra.

MUESTRA	PROMEDIO (10 Kg.)
FRUTOS	211
SEMILLA	90.21 gramos

Elaborado por el autor.

**Cuadro 10.** Datos de la producción de conos del rodal.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Producción de conos de los árboles seleccionados	u.	19810
Promedio de conos por árbol	u.	342
Peso promedio de cada cono	gramos	47.4

El número de árboles por hectárea del rodal es de 150, obteniendo así una producción de 51300 conos/ha lo que se traduce a 2.43 toneladas/ha, obteniendo una cantidad de 21.90 kg de semilla.

La producción promedio de semilla de los árboles seleccionados, fue de 8.47 kg (Ver anexo 6).

Los resultados de los mejores árboles productores de semilla se muestran en el cuadro 11. Siendo el árbol n° 45 perteneciente a la procedencia 30-PP- SUD con mayor producción de semillas, seguida del árbol n° 12 de la procedencia 12-PP-LOJ y del n° 47 de la procedencia 19-PP-LOJ.

A nivel de procedencias, y con una cantidad de 1.27 kg la procedencia 12-PP-LOJ es la que presenta la mayor producción de semillas, seguida por las procedencias 30-PP- SUD y 19-PP-LOJ (Ver cuadro 12).

**Cuadro 11. Resultados de los mejores árboles productores de semilla.**

<b>Nº</b>	<b>BLOQUE</b>	<b>PROCEDENCIA</b>	<b>FRUTOS POR ÁRBOL</b>	<b>SEMILLAS (Kg.)</b>
45	36	<b>30</b>	800	0,34
12	12	<b>12</b>	700	0,29
47	37	<b>19</b>	700	0,29
32	25	<b>12</b>	650	0,27
40	33	<b>8</b>	600	0,25
44	35	<b>16</b>	600	0,25
14	13	<b>12</b>	500	0,21
15	13	<b>30</b>	500	0,21
19	17	<b>8</b>	500	0,21
26	21	<b>12</b>	500	0,21
41	33	<b>12</b>	500	0,21
49	38	<b>16</b>	500	0,21

Elaborado por el autor.



**Cuadro 12. Resultados de la producción de semilla por procedencia**

Nº	CÓDIGO	SEMILLA (Kg.)
1	12-PP-LOJ	1,27
2	30-PP- SUD	1,19
3	19-PP-LOJ	1,02
4	16-PP-LOJ	1,00
5	08-PP-LOJ	0,90
6	36-PP-SUD	0,74
7	45-PP-MEX	0,70
8	25-PP-SUD	0,60
9	42-PP-MAL	0,59
10	18-PP-LOJ	0,40

Elaborado por el autor.

En el aspecto de producción de frutos y por consiguiente de semillas la procedencia 12-PP-LOJ tiene una relación directamente proporcional con las variables dasométricas d.a.p. y altura total.

#### **4.5. NÚMERO DE SEMILLAS POR KILOGRAMO**

El número resultante de semillas en 10 gramos fue de 1052 semillas, entonces en 1kg podemos encontrar hasta 105 200 semillas provenientes del ensayo de procedencias de *Pinus patula* del sitio de Iltaqi.

## CAPITULO V

### DISCUSIÓN

#### 5.1. FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN

El proceso de floración en el ensayo de procedencias de *Pinus patula* en el sitio de Iltaqui se presenta con mayor intensidad en tres épocas del año: noviembre, marzo y julio, lo que no sucede con esta especie en su distribución natural en donde ocurre por lo general en un brote primaveral (Wormald, T.J. 1995). Siendo las procedencias 12-PP-LOJ y 30-PP-SUD, las que presentaron una mayor cantidad de flores durante la investigación.

La abundancia y periodicidad del florecimiento no solo están controladas por el ambiente interno de la planta, sino fuertemente influidas por el medio ambiente externo, particularmente por la luz, la temperatura y la humedad. (Spurr y Barnes, 1982). Lo que significa que las condiciones climáticas de nuestro país son excelentes para la reproducción de especies forestales, lo cual es una gran ventaja para el desarrollo del sector forestal.

En sitios donde existe las cuatro estaciones los conos maduran entre los 22 a 30 meses (Loock. E.E.M, 1977), en el sitio de Iltaqui-Imbabura los conos maduraron entre los 11 a 12 meses, esto es casi la mitad del tiempo que tardan en madurar en otros países y lo importante es que en el sitio de Iltaqui se presenta el proceso de fructificación aproximadamente cada 4 meses, mejorando la producción de semilla.

## 5.2. PRODUCCIÓN Y VIABILIDAD DE SEMILLA

Las procedencias 12-PP-LOJ y 30-PP-SUD, fueron las que presentaron mayor fructificación y producción de semilla, según Magalhaes, 1972. Citado por Guariguata, 1998 atributos como tamaño y forma del tronco e índice de iluminación de la copa, son predictores comunes de la calidad y cantidad de semillas producidas a nivel de individuo en bosques manejados, Además, en la mayoría de los casos, el diámetro a la altura del pecho se correlaciona de manera positiva con la producción de semillas a nivel de individuo. (Surukhan 1980. Leigton 1982. Peters 1990. Chapman 1992, citado por Guariguata, 1998). Lo que concuerda con los resultados obtenidos ya que tanto la procedencia 12-PP-LOJ y 30-PP-SUD, presentan un dap, altura y diámetro de copa superiores a las demás procedencias que se estudiaron.

En Madagascar, los rodales de semillas con una provisión de 500 a 700 árboles por hectárea producen de 1.0 a 1.5 toneladas de conos por hectárea. Los conos pesan cerca de 50 g cada uno, por lo que se traduce a un promedio de 40 conos por árbol (Wormald, T.J. 1995). En cambio en el ensayo de procedencias de *Pinus patula* en Itaqui encontramos una densidad promedio de 150 arboles/ha resultado de investigaciones anteriores, mejorando notablemente la producción de conos y directamente de la semilla ya que se tiene una producción de 2.43 toneladas de conos por hectárea.

El porcentaje promedio de germinación con semillas obtenidas a los 12 años de edad fue del 91.8%, valor cercano al obtenido por Valenzuela, 2009 que fue del 93.83% valores que demuestran que los árboles han llegado a su madurez reproductiva.

El número de semillas/kg fue de 105,200 semillas, entrando en el rango del peso de las semillas reportado de México, el sur de África y Australia que variaron entre 97,000 y 166,000 semillas por kilogramo (de 0.0103 a 0.006 gramos por semilla). (Ladrach, William E. 1985).

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES

- El proceso de floración del ensayo de *Pinus patula* en el sitio de Itaquí se presenta con mayor intensidad en tres épocas del año.
- Del análisis fenológico del ensayo de procedencias de *Pinus patula* se determinó que la época más adecuada de recolección de frutos (conos) para obtención de semilla empieza en el mes de abril, hasta mediados del mes de junio.
- En la plantación de *Pinus patula* en Itaqui-Imbabura se tiene una producción de 2.43 toneladas de conos por hectárea, obteniendo 21.90 kg de semilla.
- En Itaqui-Imbabura las procedencias con mayor fructificación son: 12-PP-LOJ y 30-PP-SUD.
- Las características macroscópicas utilizadas en la selección de árboles padres si influyen en el proceso de floración y fructificación.
- La procedencia 18-PP-LOJ presenta el mayor porcentaje de germinación.
- El número de semillas por kilogramo es de 105 200 semillas.
- Las condiciones climáticas de nuestro país son excelentes para la reproducción de especies forestales.

## CAPÍTULO VII

### RECOMENDACIONES

- Continuar con el estudio de la fenología del ensayo de procedencias de *Pinus patula*, para conocer si existe cambios en el tema de interés que es el de producción de semilla.
- Realizar la respectiva evaluación del rodal aplicando las diferentes normas, para llegar a obtener semilla certificada.
- Promocionar la producción de semilla del ensayo de procedencias de *Pinus patula* ya que es satisfactoria en cuanto a calidad y cantidad.
- Empezar a fomentar plantaciones de *Pinus patula* con las procedencias 12-PP-LOJ y 30-PP-SUD, ya que presentan un excelente ciclo vital.
- Gestionar la posibilidad de adquirir el sitio de investigación como parte de la FICAYA, para mantener dicho sitio específicamente como área de investigaciones de la especie *Pinus patula*.

## CAPÍTULO VIII

### RESUMEN

El presente estudio tuvo lugar en el ensayo de procedencias de *Pinus patula* implementado en Iltaqi, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura, que tuvo inicio con la segunda fase del Proyecto de Mejoramiento Genético Forestal en la República del Ecuador (PMGF) ejecutado por el ex INEFAN, cuyo objetivo general fue el de analizar la fenología del ensayo de procedencias para contribuir con el mejoramiento genético y disponer de una fuente semillera de la especie.

Para iniciar con la investigación se identificó a los individuos seleccionados de las 10 procedencias que presentaron las mejores asociaciones entre las variables dasométricas dap y altura total, resultantes de la investigación de Darwin Valenzuela en el 2009.

Se midió las variables dasométricas dap, altura total y diámetro de copa, para determinar si las características macroscópicas utilizadas en la selección de árboles padres, influyen en los procesos de floración y fructificación.

Para el estudio de la fenología según Finegan (1996), el número mínimo requerido de árboles es de 15 por especie. Para el desarrollo de la investigación se eligió a 58 individuos de las 10 procedencias de *Pinus patula* ya seleccionadas.

La toma de datos se la realizó cada 15 días (mediados y fin de cada mes). El tiempo de duración de la toma de datos fue de un año calendario. Los datos que se registraron fueron de carácter cualitativo (floración y fructificación) y cuantitativo (porcentajes del fenómeno desde 0% hasta 100%), según la metodología de Trucios (1977) para las observaciones de los procesos fenológicos se emplearon binoculares marca Pentax de 10 x 42 mm.

Para determinar la viabilidad de la semilla, los conos se colectaron de cada uno de los árboles estudiados, procediendo con el secado de conos para extraer la semilla

Dicha semilla fue limpiada, almacenada y etiquetada con su respectivo código.

Para la germinación de las semillas, se preparo el sustrato cuyas proporciones fueron: tierra negra 40%, tierra de vivero 30% y arena en un 30%. Se contabilizaron 200 semillas de cada procedencia y se procedió a la siembra.

Para la evaluación de la producción de semillas del ensayo de procedencias de *Pinus patula*, se aplicó la metodología utilizada por PROFORESTAL, para evaluar el potencial productivo de las fuentes semilleras.

Para definir el número de semillas por kilogramo se pesaron 10 g de semilla limpia, luego se contabilizó el número de semillas existentes en los 10 g para inferir el número de semillas por Kilogramo.

La duración de las diferentes fases que presenta el proceso de floración de *Pinus patula* es de aproximadamente 2.5 meses. Presentándose la fase de maduración con mayor intensidad en los meses de marzo, julio y noviembre.

Durante el periodo de investigación, los frutos (conos) de *Pinus patula* tuvieron cambios fisiológicos: nuevos, con una duración de 20 a 30 días; inmaduros, con una duración de 10 a 12 meses y maduros, con una duración entre 1.5 a 2 meses. La mayor cantidad de conos se presenta en los meses de abril y mayo. Siendo la época más adecuada para su recolección desde el mes de abril, hasta mediados del mes de junio. El tiempo que tardan en abrirse los conos es entre 15 a 20 días.

En el aspecto de producción de frutos y por consiguiente de semillas la procedencia 12-PP-LOJ fue la mejor con una cantidad de 1.27 kg.

En cuanto a la viabilidad la procedencia 18-PP-LOJ con el 96% fue la mejor, seguida por las procedencias 16-PP-LOJ y 25-PP-SUD con porcentajes de 94 y 93% respectivamente, no relacionándose así con las variables dasométricas dap y altura total, ya que de acuerdo a los datos obtenidos de las mediciones, son las procedencias que tienen un bajo rendimiento en cuanto a dap y altura. El número resultante de semillas por kg fue de 105200 semillas.

## CAPÍTULO IX

### SUMMARY

This study was made in the test of the origins of *Pinus patula* implemented in Iltaquí, canton Cotacachi, Imbabura province, which began with the second phase of the Project on the Genetic Improvement Forestry in the Republic of Ecuador (FMIP) executed by the former INEFAN, whose general objective was to analyze the phenology of the test of backgrounds to contribute to the genetic improvement and have a seed source of the species. To start with the research identified the individuals selected from 10 sources that presented the best associations among variables Forest mensuration data were collected d.b.h and total height, resulting from research into Darwin Valenzuela in 2009.

Measured variables Forest mensuration, diameter at breast height, total height and diameter of treetop, to determine whether the macroscopic characteristics used in the selection of parent trees, influence the processes of flowering and fruiting.

For the study of the phenology according Finnegan (1996), the minimum required number of trees is 15 per species. For the development of the research was elected to 58 individuals from 10 sources of *Pinus patula* already selected.

The taking of data was carried out every 15 days (mid and end of each month). The time duration for the collection of data was a calendar year.

The data recorded were of a qualitative nature (flowering and fruiting) and quantitative (percentages of the phenomenon from 0% to 100 %); according to the methodology of Trucios (1977) to the observations of the phenological processes were used binoculars brand Pentax 10 x 42 mm.

To determine the viability of the seed, Cones were collected from the upper part, Medium, and low in each of the sampled trees, and proceeded with the drying of the cones for the extraction of the seed which was duly cleaned stored and labeled with their respective code.



For germination of the seeds, we prepared the substrate whose proportions were: black earth 40 %, a land of nursery 30% and sand in a 30 %. It is counted 200 from each provenance and proceeded to the planting.

For the assessment of seed production of the test of the origins of *Pinus patula*, application of the methodology used by PROFORESTAL, to evaluate the productive potential of the seed sources.

To define the number of seeds per kilogram is proceeded to weigh 10 g of seed clean, then counted the number of seeds in the 10 g to infer the number of seeds per kilogram.

The duration of the different phases of the flowering process of *Pinus patula* is approximately 2.5 months. Presenting the ripening stage with greater intensity in the months of November, March and July.

During the investigation period, the fruits (cones) with *Pinus patula* had physiological changes: new, with a duration of 20 to 30 days; immature, with duration of 10 to 12 months and mature, with a duration between 1.5 to 2 months.

The greatest amount of cones is presented in the months of April and May. Being the time more suitable for your collection from the month of April, until the middle of month of June. The time it takes to open the cones is between 15 and 20 days. In the aspect of fruit production and therefore of seed origin 12-PP-LOJ was the best with a quantity of 1.27 kg.

With regard to the viability of provenance 18-PP-LOJ with 96% was the best, followed by the origins 16-PP-LOJ and 25-PP-SUD with percentages of 94 and 93% respectively, not interacting with the Forest mensuration data were collected variables diameter at breast height and total height, according to data obtained from measurements, are the sources that have a low performance in diameter at breast height and total height.

The resulting number of seeds per kg was 105200 seeds.

## CAPÍTULO X

### BIBLIOGRAFÍA

AGUILERA (2001). Archivo Personal de *Pinus patula* Schl. et Cham. 5 Pág.

<http://www.geocities.com/earlecj/cu/cup/>

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

CÁRDENAS (1988). Breve reseña de las especies recomendadas en la Zonificación de la región interandina. Quito-Ecuador, Centro forestal, Luciano Andrade Marín. 33p.

CORMADERA, OIMT (1997). Manual para la producción de pino. 20-25 Pág.

CORREA, CORNELIUS, MESEN (1993). Mejoramiento genético y semillas forestales. CATIE. Turrialba – Costa Rica. 45 Pág.

DEPARTAMENTO DE MONTES, FAO (1995). Metodología para el establecimiento de ensayos de procedencia. 12 pp.

FINEGAN (1996). Bases ecológicas para el manejo de bosque tropical. Turrialba-Costa Rica. 1-30 Pág.

GALLOWAY (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.

GROOS (1987). Abonos, guía práctica de fertilización cuarta edición. Madrid. 445p.

GUARIGUATA (1998). Consideraciones ecológicas sobre regeneración natural aplicada al manejo forestal.

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES Y AGROPECUARIAS (INIAP) (1995). Ensayos de procedencias de *Pinus patula*. 120 p.

JARA (1995). Identificación y selección de fuentes semilleras. In: Identificación, selección y manejo de fuentes semilleras. Conif. Bogotá, Serie Técnica N° 32. 156 Pág.

JARA (1998). Selección y manejo de fuentes semilleras de América central y República Dominicana, CATIE. Proyecto de semillas Forestales, Turrialba, Costa Rica, Serie Técnica, Reuniones Técnicas N° 3. 85 Pág.

JUMBO (1998), INEFAN/FASE (1998). Proyecto mejoramiento genético forestal de la región interandina del Ecuador fase II. Informe de avance periodo abril 1998-septiembre 1998, Quito-Ecuador. 6 Pág.

KAGEYAMA Y SUZA DÍAS (1985). Aplicación de conceptos genéticos a especies forestales nativas de Brasil. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma. Recursos Genéticos forestales N° 13:1-10, 89 Pág.

LADRACH, WILLIAM (1995). Estimulación del florecimiento de *Pinus patula* mediante la fertilización. Huerto semillero Cali, Colombia. 4 Pág.

LAMBETH, CLEMENTS. CITADO POR VALLEJO (1988). Producción de conos y semillas de *Pinus patula* en relación a la altura. Cali, Colombia. 5 Pág.

LAMPRECHT (1998). Silvicultura de los Trópicos. Edición en Alemania 1990  
Dentsche Gesells chaft fur Technische Zusammenarbeit, Edición en  
español. GTZ. República Federal de Alemania. 267 Pág.

LOOCK. E.E.M (1977). Los pinos de México y Honduras. 244 Pág.

PROSEFOR (1995). Mejoramiento Forestal y conservación de recursos genéticos  
forestales. Turrialba, Costa Rica. 174 Pág.

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

RENTERÍA, JIMÉNEZ, Y LANDA (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.

SALAZAR Y BOSHIER (1995). Establecimiento y manejo de rodales semilleros  
de especies forestales. In: V Curso Internacional sobre mejoramiento y  
conservación de recursos genéticos forestales. CATIE. Turrialba, Costa  
Rica, 4-29 de septiembre de 1995. 297 Pág.

SPURR Y BARNES (1982). Ecología forestal. AGT. Editor S.A. México.

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/C](http://www.ut.edu.co/fif/0941/libros/LIBRO_ARMANDO_VASQUEZ/C)

AP3. DOC

VALENZUELA D (2009). Tesis de grado: “Evaluación del comportamiento de procedencias de *Pinus patula* en las Provincia de Imbabura, sitio Iltaquí. 73 Pág.

VIZCAÍNO Y PUIPALES (2008). Tesis de grado: “Evaluación del comportamiento de procedencias de *Pinus patula* en dos sitios en las Provincia de Imbabura y Pichincha” Pág.

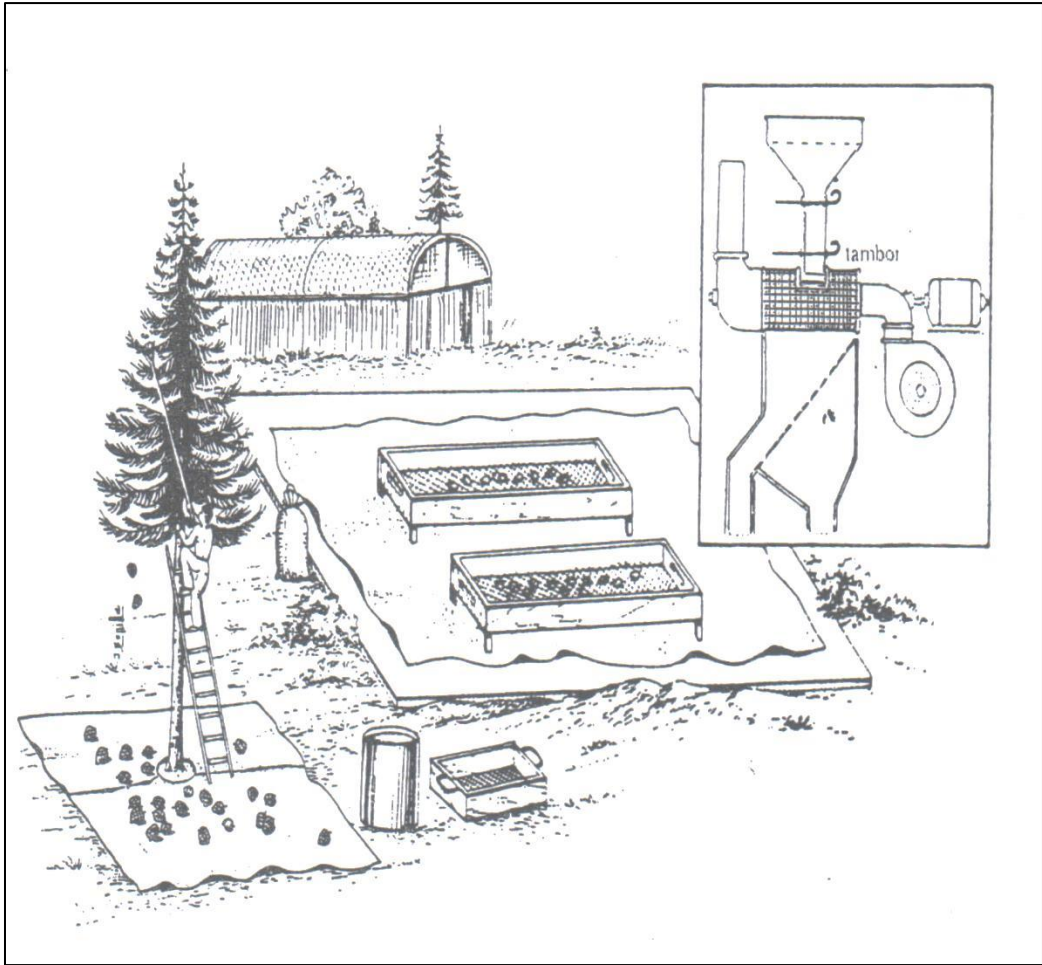
WORMALD, T.J (1995). *Pinus patula*. Bosque Tropical. Instituto de la Comunidad de Naciones Forestales. 212 Pág.

ZEASEN Y JADAN (1987). Zonificación de especies forestales en la Región Interandina, documento preliminar, DINAFAID, Quito- Ecuador, MAG. 92 Pág.

CAPÍTULO XI

# ANEXOS

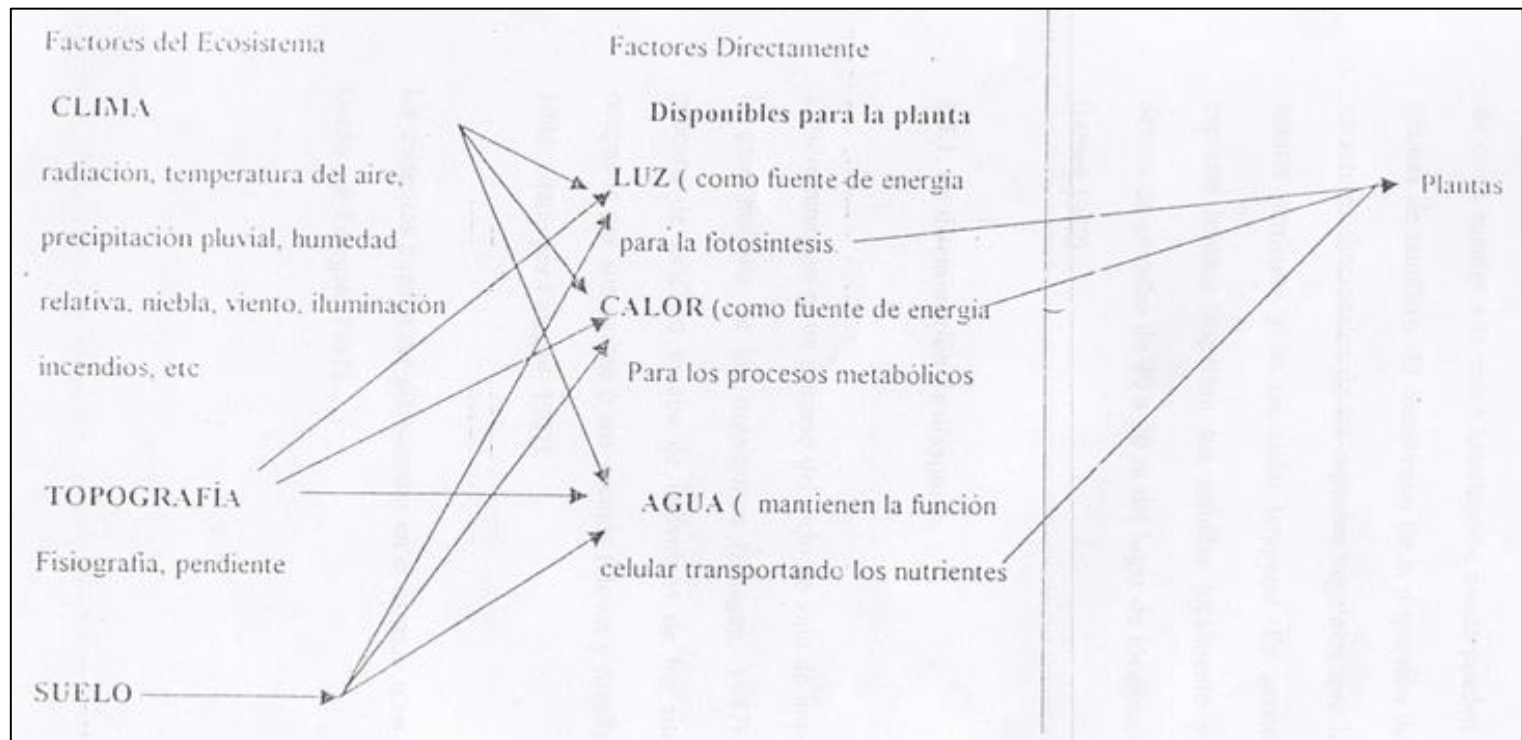
**ANEXO 1.**



**Figura de recolección y procesamiento de la semilla.**

Fuente: CORMADERA, OIMT (1997).

## ANEXO 2.



**Figura de los factores del ecosistema que inciden en los procesos fenológicos de una planta.**

**Fuente:** Spurr y Barnes. (1992).



**ANEXO 3.**

**ANEXO 4.**

**Hoja de campo para el registro de datos de los procesos fenológicos.**

FECHA:			FLORES				FRUTOS		
N° ARBOL	BLOQUE	PROCEDENCIA	Botones	Inmaduras	Maduras	Secas	Nuevos	Inmaduros	Maduros
1	1	8							
2	1	42							
3	2	12							
4	4	25							
5	4	30							
6	5	30							
7	6	8							
8	7	36							
9	8	16							
10	11	18							
11	12	25							
12	12	42							
13	12	12							
14	13	30							
15	13	12							
16	14	18							
17	16	19							
18	17	16							
19	17	8							
20	17	36							
21	18	25							
22	18	18							
23	19	45							
24	20	42							
25	20	18							
26	21	12							
27	22	19							
28	22	36							
29	22	16							
30	23	30							
31	24	19							
32	25	12							
33	26	19							
34	27	45							
35	28	8							
36	28	19							
37	30	45							
38	31	42							
39	31	36							
40	33	8							
41	33	12							
42	34	42							
43	34	45							
44	35	16							
45	36	30							
46	37	25							
47	37	19							
48	38	25							
49	38	16							
50	39	45							
51	40	42							
52	41	30							
53	42	36							
54	42	45							
55	43	36							
56	43	8							
57	44	16							
58	44	25							

**ANEXO 5.**

**EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE *Pinus patula*.**

<b>Nº</b>	<b>BLOQUE</b>	<b>PROCEDENCIA</b>	<b>FRUTOS POR ÁRBOL</b>	<b>SEMILLAS (Kg.)</b>
1	1	8	160	0,07
2	1	42	140	0,06
3	2	12	140	0,06
4	4	25	170	0,07
5	4	30	400	0,17
6	5	30	350	0,15
7	6	8	200	0,08
8	7	36	200	0,08
9	8	16	300	0,13
10	11	18	250	0,11
11	12	25	250	0,11
12	12	12	700	0,29
13	12	42	200	0,08
14	13	12	500	0,21
15	13	30	500	0,21
16	14	18	200	0,08
17	16	19	350	0,15
18	17	16	350	0,15
19	17	8	500	0,21
20	17	36	350	0,15
21	18	25	250	0,11
22	18	18	200	0,08
23	19	45	350	0,15
24	20	42	300	0,13
25	20	18	300	0,13
26	21	12	500	0,21
27	22	36	250	0,11
28	22	19	350	0,15
29	22	16	300	0,13
30	23	30	350	0,15
31	24	19	250	0,11
32	25	12	650	0,28
33	26	19	350	0,15
34	27	45	250	0,11
35	28	19	400	0,17
36	28	8	400	0,17
37	30	45	300	0,13
38	31	42	300	0,13
39	31	36	300	0,13

## ANEXO 6.

### EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE *Pinus patula*.

Nº	BLOQUE	PROCEDENCIA	FRUTOS POR ÁRBOL	SEMILLAS (Kg.)
40	33	8	600	0,25
41	33	12	500	0,21
42	34	42	250	0,10
43	34	45	200	0,08
44	35	16	600	0,25
45	36	30	800	0,34
46	37	25	200	0,08
47	37	19	700	0,29
48	38	25	250	0,10
49	38	16	500	0,21
50	39	45	250	0,10
51	40	42	200	0,08
52	41	30	400	0,17
53	42	36	350	0,14
54	42	45	300	0,13
55	43	36	300	0,13
56	43	8	250	0,11
57	44	25	300	0,13
58	44	16	300	0,13
		<b>TOTAL</b>	<b>19810</b>	<b>8,47</b>

**ANEXO 7.****Resultados de producción de semilla de la procedencia 8.**

<b>N°</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>N° DE BLOQUE</b>	<b>FRUTOS POR ÁRBOL</b>	<b>SEMILLA (Kg.)</b>
1	08-PP-LOJ*	1	160	0,06840569
2		6	200	0,08550711
3		17	500,	0,21376777
4		28	400	0,17101422
5		33	600	0,25652133
6		43	250	0,10688389
			<b>TOTAL</b>	0,9021

**Resultados de producción de semilla de la procedencia 12.**

<b>N°</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>N° DE BLOQUE</b>	<b>FRUTOS POR ÁRBOL</b>	<b>SEMILLA (Kg.)</b>
1	12-PP-LOJ*	2	140	0,05985498
2		12	700	0,29927488
3		13	500	0,21376777
4		21	500	0,21376777
5		25	650	0,2778981
6		33	500	0,21376777
			<b>TOTAL</b>	1,27833128

**ANEXO 8.****Resultados de producción de semilla de la procedencia 16.**

<b>N°</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>N° DE BLOQUE</b>	<b>FRUTOS POR ÁRBOL</b>	<b>SEMILLA (Kg.)</b>
1	16-PP-LOJ*	8	300	0,12826066
2		17	350	0,14963744
3		22	300	0,12826066
4		35	600	0,25652133
5		38	500	0,21376777
6		44	300	0,12826066
			<b>TOTAL</b>	<b>1,00470853</b>

**Resultados de producción de semilla de la procedencia 18.**

<b>N°</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>N° DE BLOQUE</b>	<b>FRUTOS POR ÁRBOL</b>	<b>SEMILLA (Kg.)</b>
1	18-PP-LOJ*	11	250	0,10688389
2		14	200	0,08550711
3		18	200	0,08550711
4		20	300	0,12826066
			<b>TOTAL</b>	<b>0,40615877</b>

**ANEXO 9.****Resultados de producción de semilla de la procedencia 19.**

<b>N°</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>N° DE BLOQUE</b>	<b>FRUTOS POR ÁRBOL</b>	<b>SEMILLA (Kg.)</b>
1	19-PP-LOJ*	16	350	0,14963744
2		22	350	0,14963744
3		24	250	0,10688389
4		26	350	0,14963744
5		28	400	0,17101422
6		37	700	0,29927488
			<b>TOTAL</b>	<b>1,02608531</b>

**Resultados de producción de semilla de la procedencia 25.**

<b>N°</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>N° DE BLOQUE</b>	<b>FRUTOS POR ÁRBOL</b>	<b>SEMILLA (Kg.)</b>
1	25-PP-SUD*	4	170	0,07268104
2		12	250	0,10688389
3		18	250	0,10688389
4		37	200	0,08550711
5		38	250	0,10688389
6		44	300	0,12826066
			<b>TOTAL</b>	<b>0,60710047</b>

**ANEXO 10.****Resultados de producción de semilla de la procedencia 30.**

<b>N°</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>N° DE BLOQUE</b>	<b>FRUTOS POR ÁRBOL</b>	<b>SEMILLA (Kg.)</b>
1	30-PP-SUD*	4	400	0,17101422
2		5	350	0,14963744
3		13	500	0,21376777
4		23	350	0,14963744
5		36	800	0,34202844
6		41	400	0,17101422
			<b>TOTAL</b>	<b>1,19709953</b>

**Resultados de producción de semilla de la procedencia 36.**

<b>N°</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>N° DE BLOQUE</b>	<b>FRUTOS POR ÁRBOL</b>	<b>SEMILLA (Kg.)</b>
1	36-PP-SUD*	7	200	0,08550711
2		17	350	0,14963744
3		22	250	0,10688389
4		31	300	0,12826066
5		42	350	0,14963744
6		43	300	0,12826066
			<b>TOTAL</b>	<b>0,7481872</b>



**ANEXO 11.****Resultados de producción de semilla de la procedencia 42.**

<b>N°</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>N° DE BLOQUE</b>	<b>FRUTOS POR ÁRBOL</b>	<b>SEMILLA (Kg.)</b>
1	42-PP-MAL*	1	140	0,05985498
2		12	200	0,08550711
3		20	300	0,12826066
4		31	300	0,12826066
5		34	250	0,10688389
6		40	200	0,08550711
			<b>TOTAL</b>	<b>0,59427441</b>

**Resultados de producción de semilla de la procedencia 45.**

<b>N°</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>N° DE BLOQUE</b>	<b>FRUTOS POR ÁRBOL</b>	<b>SEMILLA (Kg.)</b>
1	45-PP-MEX*	19	350	0,14963744
2		27	250	0,10688389
3		30	300	0,12826066
4		34	200	0,08550711
5		39	250	0,10688389
6		42	300	0,12826066
			<b>TOTAL</b>	<b>0,70543365</b>