

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

ESCUELA DE INGENIERIA FORESTAL

**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.**

AUTOR:

José Fernando Trejo Cuásquer

DIRECTOR

Ing. Raúl Barragán

ASESORES

Ing. Walter Palacios

Ing. Antonio Jaramillo

Ing. Gladys Yaguana

AÑO

2010 – 2011

LUGAR DE INVESTIGACIONES

Ensayo de procedencias de *Pinus patula* en el sitio de Iltaqui, parroquia El
Sagrario, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura

BENEFICIARIOS

Comunidad de Imbabura

ARTÍCULO CIENTÍFICO

PROBLEMA

A nivel del país existe poca información sobre Mejoramiento Genético de las especies forestales, el cual se da a través de la selección apropiada de material de propagación sexual y asexual proveniente de fuentes semilleras. Al realizar plantaciones forestales con material sin selección alguna, desconociendo su origen y calidad, se originan plantaciones heterogéneas, con problemas fitosanitarios y con defectos, lo que desmotiva a los inversionistas forestales; en los pocos casos que se utiliza material certificado, sea semilla o plántula proveniente de semilla certificada; esta es importada, lo que aumenta los costos de plantación.

JUSTIFICACIÓN

El conocimiento de la fenología nos ayuda a determinar las épocas más propicias para la recolección de frutos y así obtener la mayor cantidad de semillas. La fenología será la base para la investigación del mejoramiento genético del ensayo de procedencias de *Pinus patula*, con lo cual apoyará para conseguir la producción de semilla certificada, apoyando así al desarrollo del sector forestal en nuestro país.

Objetivos

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.

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.

Materiales y equipos

Trabajo de campo: Binoculares, GPS, cámara fotográfica, hipsómetro, cinta diamétrica, flexómetro, cinta de marcaje, placas, balanza de precisión, balanza común, fundas plásticas., sogas, libreta de campo.

Equipos y materiales de oficina: Computador, impresora, material de escritorio.

Materiales de laboratorio: Desinfectante para el sustrato, regadera, caja de madera.

Metodología

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.

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).

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 realizo con un Flexómetro, se tomo la medida en dirección Norte-Sur y Este-Oeste y luego se saco un promedio.

Estudio de la fenología.

Según Finegan (1996), para esta clase de estudios el número mínimo requerido de arboles 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).

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 el registro de datos se diseño una hoja de campo.

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 asigno 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.

Viabilidad de las semillas.

Recolección de conos.- Los conos se colectaron de la parte alta, media y baja de cada uno de los arboles estudiados, dicha operación se la realizo con la ayuda de un machete. Los conos fueron recolectados en fundas de polietileno y etiquetados con el número de procedencia correspondiente.

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

Procesamiento de la semilla.- Una vez obtenida la semilla se realizó la limpieza de las alas e impurezas, se la coloco en pedacitos de papel con su respectivo código, se las agrupo en una funda plástica y se las almaceno a 4 °C.

Germinación de semillas.- Para la germinación de las semillas, se preparo el sustrato cuyas proporciones fueron: 40% de tierra negra, 30% tierra de vivero y 30% de arena.

Con un volumen aproximado de 0.5 m³. Se coloco 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.

Porcentaje de germinación.- Para el porcentaje de germinación se utilizó la siguiente fórmula:

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

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 quaternaria (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).

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.

RESULTADOS

Árboles seleccionados.

El número de árboles seleccionados fue de 58, distribuidos en toda el área de estudio, y con las mejores características dendrométricas.

Fenología.

Floración.- De acuerdo a las observaciones los botones florales, los cuales son el inicio de la floración, se tienen en mayor porcentaje en los meses de Diciembre, Abril y Septiembre. El mayor porcentaje de la etapa de madurez de las flores se presenta en los meses de Noviembre, Marzo y Julio. La duración de las diferentes fases que presenta el proceso de floración de *Pinus patula* en el sitio de Iltaquí-Imbabura tiene 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. 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. 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.

Fructificación. - Durante el periodo de investigación, los frutos (conos) de *Pinus patula* tuvieron cambios fisiológicos, y estos se clasificaron en tres estados: nuevos, con dimensiones de 0.1 a 1cm de largo por 0.1 a 0.8cm de ancho con un tiempo de duración entre 20 días a 1 mes; inmaduros, con dimensiones de 1.1 a 9cm de largo por 0.8 a 4.5cm de ancho con un tiempo de duración entre 10 a 12meses y maduros, con dimensiones de 9.1 a 11cm de largo por 4.5 a 5.5cm de ancho con un tiempo de duración entre 1.5 a 2 meses. Luego de que los conos llegaran 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.

Entonces el mayor apareamiento de frutos nuevos es en los meses de Noviembre, Marzo, Abril y Agosto. 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.

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.

Viabilidad de semillas.

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.

Evaluación de la producción de semillas.

La producción total de semilla de los árboles seleccionados, fue de 8.47 kg. 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. 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.

Número de semillas por kilogramo.

El número resultante de semillas en 10 gramos fue de 1052 semillas, entonces en 1kg podemos encontrar hasta 105200 semillas provenientes del ensayo de procedencias de *Pinus patula* del sitio de Iltaqi.

DISCUSIÓN

Floración y Fructificación.

El proceso de floración en el ensayo de procedencias de *Pinus patula* en el sitio de Iltaqi 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.

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.

CONCLUSIONES

- 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 Iltaqi-Imbabura las procedencias con mayor fructificación son: 12-PP-LOJ y 30-PP-SUD, siendo las procedencias que tienen los mayores crecimientos en dap y altura.
- Las características macroscópicas utilizadas en la selección de árboles padres si influyen en el proceso de fructificación.
- La procedencia 12-PP-LOJ con 1.28 kg es la mejor en producción de semilla.
- La procedencia 18-PP-LOJ presenta el mayor porcentaje de germinación, 96%.
- Del ensayo de procedencias de *Pinus patula* en Iltaqi, se determinó el número de semillas por kilogramo y es de 105200 semillas/kg
- 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.

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 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.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilera. (2001). Archivo Personal de *Pinus patula* Schl. et Cham. 5 Pág.
<http://www.geocities.com/earlecj/cu/cup/>
2. Cañadas, L. (1983). Mapa bioclimático y ecológico del Ecuador. Quito - Ecuador. 36-37, 155-174 Pág.
3. Cárdenas. (1988). Breve reseña de las especies recomendadas en la Zonificación de la región interandina. Quito-Ecuador, Centro forestal, Luciano Andrade Marín. 33p.
4. CORMADERA, OIMT. (1997). Manual para la producción de pino. 20-25 Pág.
5. Correa, Cornelius, Mesen, (1993). Mejoramiento genético y semillas forestales. CATIE. Turrialba – Costa Rica. 45 Pág.
6. Departamento de montes, FAO, (1995). Metodología para el establecimiento de ensayos de procedencia. 12 pp.
7. Finegan (1996). Bases ecológicas para el manejo de bosque tropical. Turrialba-Costa Rica. 1-30 Pág.
8. 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 DINAFAID. Quito – Ecuador. 39pag
9. Groos (1987). Abonos, guía práctica de fertilización cuarta edición. Madrid. 445p.
10. Guariguata, (1998). Consideraciones ecológicas sobre regeneración natural aplicada al manejo forestal.

11. Instituto Nacional De Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIAP). (1995). Ensayos de procedencias de *Pinus patula*. 120 p.
12. Jara, (1995). Identificación y selección de fuentes semilleras. In: Identificación, selección y manejo de fuentes semilleras. Conif. Bogotá, Serie Técnica N° 32. 156 Pág.
13. 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.
14. 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.
15. 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.
16. Ladrach, William. (1995). Estimulación del florecimiento de *Pinus patula* mediante la fertilización. Huerto semillero Cali, Colombia. 4 Pág.
17. Lambbeth, Clements. Citado por Vallejo, (1988). Producción de conos y semillas de *Pinus patula* en relación a la altura. Cali, Colombia. 5 Pág.
18. Lamprecht, (1998). Silvicultura de los Trópicos. Edición en Alemania 1990 Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Edición en español. GTZ. República Federal de Alemania. 267 Pág.
19. Loock. E.E.M, (1977). Los pinos de México y Honduras. 244 Pág.
20. PROSEFOR. (1995). Mejoramiento Forestal y conservación de recursos genéticos forestales. Turrialba, Costa Rica. 174 Pág.
21. PROFAFOR (2000). Análisis de 14 procedencias de *Pinus patula* plantadas en Cotopaxi, Ecuador. 8 pág.
22. Rentería, Jiménez, y Landa (1999). Efecto de seis sustratos sobre la germinación de *Pinus patula* Schl. et Cham., *Pinus montezumae* Lamb. y *Pinus pseudostrabus* Lindl. En condiciones de vivero. Foresta Veracruzana, año/vol. 1, número 002. Universidad Veracruzana. Xalapa, México. 34 Pág.
23. 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.
24. Spurr y Barnes (1982). Ecología forestal. AGT. Editor S.A. México.
25. Vásquez A. (2001). Silvicultura de plantaciones forestales en Colombia. Universidad de Tolima, Facultad de Ingeniería Forestal Ibagué – Tolima, Colombia. 297 Pág.
http://www.ut.edu.co/fif/0941/libros/LIBRO_ARMANDO_VASQUEZ/CAP3.DOC
26. Valenzuela D. (2009). Tesis de grado: "Evaluación del comportamiento de procedencias de *Pinus patula* en las Provincia de Imbabura, sitio Ilaquí. 73 Pág.
27. Vizcaíno M y Pupiales J. (2008). Tesis de grado: "Evaluación del comportamiento de procedencias de *Pinus patula* en dos sitios en las Provincia de Imbabura y Pichincha" Pág.
28. Wormald, T.J. (1995). *Pinus patula*. Bosque Tropical. Instituto de la Comunidad de Naciones Forestales. 212 Pág.
29. Zeasen y Jadan. (1987). Zonificación de especies forestales en la Región Interandina, documento preliminar, DINAF-AID, Quito- Ecuador, MAG. 92 Pág.