



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
ESTADO DE HIDALGO**

**INSTITUTO DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS**

EFFECTO DEL TIPO DE ENVASE EN LA CALIDAD Y COSTO DE PRODUCCIÓN
DE *Pinus patula* Schiede ex Schlechtendal & Chamisso var. *patula* EN VIVERO

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN MANEJO DE RECURSOS FORESTALES

PRESENTA:

ALBERTO PERALTA CRUZ

TULANCINGO DE BRAVO, HIDALGO.

MAYO DEL 2007

La presente tesis titulada: **Efecto del tipo de envase en la calidad y costo de producción de *Pinus patula* Schiede ex Schlechtendal & Chamisso var. *patula* en vivero**, realizada por el alumno **Alberto Peralta Cruz**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido revisada y aceptada por el mismo como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN MANEJO DE RECURSOS FORESTALES.

DIRECTOR

Dr. José González Ávalos

ASESOR

LC. Adriana Hernández Lazcano

ASESOR

MC. Ramón Razo Zarate

ASESOR

Dr. Carlos César Maycotte Morales

ASESOR

Dr. Leopoldo Mohedano Caballero

DEDICATORIA

A Dios.

A mis padres, la Sra. Cosme Cruz López y el Sr. Prisciliano Peralta Gómez por sus consejos y quienes sin escatimar esfuerzo alguno han sacrificado gran parte de su vida para formarme y educarme; y a quienes nunca podré pagar, ni aun con las riquezas más grandes del mundo.

A mis Hermanos, Luis Miguel e Ismael, por su apoyo y confianza.

A mis amigos, por los grandes momentos y experiencias que compartimos juntos

A todas las personas que influyeron en mi formación personal.

AGRADECIMIENTOS

A la *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, por la confianza y apoyo recibidos para efectuar mis estudios, y principalmente al *Centro de Investigaciones Forestales*.

Al *Dr. José González Avalos* del Centro de Investigaciones Forestales, por su dirección y apoyo recibidos durante la presente investigación.

A la *L.C. Adriana Hernández Lazcano*, por su ayuda en el análisis financiero de la producción de planta y sus grandes consejos.

A *Dr. Leopoldo Mchedano Caballero*, por su tiempo dedicado a la revisión y corrección de la presente investigación.

Al *M.C. Ramón Razo Zarate* por el tiempo dedicado a la revisión y facilidades otorgadas.

Al *Dr. Carlos César Maycotte Morales* por su valiosa asesoría e importantes sugerencias durante el desarrollo de la investigación.

A mis compañeros de licenciatura *Aidé Nayeli García Vargas* y *Oscar G. Romero González*, por su amistad y apoyo brindado durante mi permanencia en la licenciatura.

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	x
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	3
General	3
Específicos	3
Hipótesis	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. Descripción de la especie	5
2.1.1. Nombre científico y nombres comunes	5
2.1.2. Descripción taxonómica	5
2.1.3. Descripción botánica	6
2.2. El ambiente donde se desarrolla <i>Pinus patula</i>	7
2.3. La producción de brinzales	8
2.3.1. Sistema de producción en envases rígidos	9
2.3.2. Tipos de envases	10
2.3.3. Tamaño del envase	12
2.3.4. Medio de crecimiento	13
2.4. Calidad del brinzal	14
2.4.1. Factores que influyen en la calidad del brinzal	15

2.4.2. Criterios de la calidad de planta	16
2.4.2.1. Criterios morfológicos	16
2.4.2.1.1. Altura	17
2.4.2.1.2. Diámetro	17
2.4.2.1.3. Relación altura/diámetro	18
2.4.2.1.4. Relación tallo/raíz	18
2.4.2.1.5. Índice de calidad de Dickson	19
2.4.2.1.6. Arquitectura del tallo	19
2.4.2.1.7. Arquitectura de la raíz	20
2.4.2.2. Criterios fisiológicos	20
2.4.2.2.1. Potencial de crecimiento de raíz	21
2.4.2.2.2. Resistencia al frío	22
2.4.2.2.3. Balance hídrico	23
2.4.2.2.4. Transpiración	24
2.4.2.2.5. Condiciones nutrimentales del brinjal	24
2.4.2.2.6. Carbohidratos	26
2.4.3. Características genéticas	27
2.4.4. Características extrínsecas	27
2.4.4.1. Micorrizas	28
2.4.4.2. Temperatura	29
2.4.4.3. Luz	29
2.4.4.4. Humedad	30
2.4.4.5. Dióxido de carbono	30

2.5. La evaluación económica de la producción de planta	31
2.5.1. Costos de producción	32
2.5.2. Costos de mano de obra	33
2.5.3. Costo de mantenimiento	33
2.5.4. Relación beneficio/costo	33
2.5.5. Punto de equilibrio	34
2.6. Costos de producción de planta en México	34
 III. MATERIALES Y METODOS	 36
3.1. Origen de la semilla	36
3.2. Colecta de los conos y semilla	37
3.3. Trabajo en laboratorio	37
3.3.1. Tratamiento de los conos	37
3.3.2. Medición de conos y semillas	38
3.4. Trabajo en vivero	39
3.4.1. Envases	39
3.4.2. Medio de crecimiento	41
3.4.3. Llenado de envases	41
3.4.4. Siembra	41
3.4.5. Riegos	42
3.4.6. Fertilización	42
3.5. Variables de medición	42
3.6. Cuantificación de la biomasa	43

3.7. Índices de calidad de planta	44
3.8. Evaluación del costo de producción	45
3.8.1. Costo de materiales y herramientas	45
3.8.2. Nómina	45
3.8.3. Ingresos	46
3.8.4. Punto de equilibrio	46
3.8.5. Relación beneficio/costo	47
3.9. Análisis de los datos	47
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
4.1. Variación morfológica de conos	48
4.1.1. Longitud de cono	48
4.1.2. Diámetro de cono	49
4.1.3. Peso de cono	51
4.1.4. Número de semillas por cono	52
4.2. Variación morfológica de semillas	54
4.3. Emergencia de plántulas	56
4.3.1. Entre familias	56
4.3.2. Entre tamaños de cavidades	57
4.4. Variación morfológica de los brinzales	59
4.4.1. Número de cotiledones	59
4.4.2. Longitud de cotiledones	60
4.4.3. Diámetro entre familias	61

4.4.4. Diámetro entre envases	62
4.4.5. Diámetro entre meses	63
4.4.6. Altura entre familias	65
4.4.7. Altura entre envases	66
4.4.8. Altura entre meses	67
4.5. Calidad de planta	69
4.5.1. Índice de Dickson	69
4.5.2. Índice de robustez	72
4.5.3. Relación tallo/raíz	75
4.6. Análisis del costo de producción de plántulas	77
4.6.1. Materiales y herramientas	77
4.6.2. Nómina	79
4.6.3. Ingresos	80
4.6.4. Punto de equilibrio	81
4.6.4.1. Primer año	81
4.6.4.2. Segundo año	83
4.6.5. Relación beneficio/costo	85
4.6.6. Relación Calidad/costo del brinzal	85
V. CONCLUSIONES	87
VI. LITERATURA CITADA	88

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Costo de producción de planta en los viveros del Estado de Hidalgo para el periodo 2006.	34
Cuadro 2. Informe de resultados de producción de plantas y sus costos, reportados por el Programa Nacional de Reforestación para el año 2002.	35
Cuadro 3. Dimensiones de la charola de 112 cavidades.	39
Cuadro 4. Dimensiones de la charola de 60 cavidades	40
Cuadro 5 Dimensiones de la charola de 49 cavidades	40
Cuadro 6. Estadísticas del peso de las semillas por familia, de la procedencia de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo.	56
Cuadro 7. Análisis de varianza para el índice de calidad de Dickson de las plántulas de <i>Pinus patula</i> producido bajo tres tipos de envase, 15 familias procedentes de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo.	70
Cuadro 8. Análisis de varianza para el índice de calidad de Robustez de las plántulas de <i>Pinus patula</i> producidas bajo tres tipos de envases, provenientes de 15 familias de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo.	73
Cuadro 9. Análisis de varianza de la Relación Tallo/Raíz de las plántulas de <i>Pinus patula</i> de 15 familias de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo, producidas bajo tres tipos de envases.	75
Cuadro 10. Costos de producción y calidad de planta en <i>Pinus patula</i> .	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del ejido La Mojonera, Hidalgo, México.	36
Figura 2. Longitud promedio de los conos de <i>Pinus patula</i> de 15 familias procedentes de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo.	49
Figura 3. Diámetro promedio de los conos de <i>Pinus patula</i> de 15 familias procedentes de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo.	50
Figura 4. Peso promedio de los conos de <i>Pinus patula</i> de 15 familias procedentes de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo.	52
Figura 5. Número de semillas promedio por cono, de <i>Pinus patula</i> de 15 familias procedentes de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo.	53
Figura 6. Peso promedio de las semillas de <i>Pinus patula</i> de 15 familias procedentes de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo.	55
Figura 7. Emergencia promedio de <i>Pinus patula</i> de 15 familias procedentes de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo.	57
Figura 8. Emergencia promedio de las plántulas de <i>Pinus patula</i> cultivadas en tres tipos de envase de 15 familias procedentes de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo.	58
Figura 9. Número de cotiledones promedio en las plántulas de <i>Pinus patula</i> de 15 familias de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo.	59
Figura 10. Longitud promedio de cotiledones de las plántulas de <i>Pinus patula</i> de 15 familias de La Mojonera, Zacualtipán; Hidalgo.	61
Figura 11. Incremento promedio en diámetro de las plántulas de <i>Pinus patula</i> de 15 familias procedentes de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo.	62
Figura 12. Incremento promedio del diámetro en las plántulas de <i>Pinus patula</i> de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo, cultivadas bajo tres tipos de envase.	63
Figura 13. Incremento promedio mensual del diámetro en plántulas de <i>Pinus patula</i> procedentes de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo.	64

Figura 14. Incremento promedio en altura de las plántulas de <i>Pinus patula</i> de 15 familias procedentes de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo.	66
Figura15. Incremento promedio en altura de las plántulas de <i>Pinus patula</i> de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo, producidos bajo tres tipos de envases.	67
Figura 16. Incremento promedio mensual en altura de las plántulas de <i>Pinus patula</i> de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo.	68
Figura 17. Índice de calidad de Dickson promedio de las plántulas de <i>Pinus patula</i> producida bajo tres tipos de envases.	71
Figura 18. Índice de calidad de Dickson promedio de las plántulas de <i>Pinus patula</i> de 15 familias procedentes de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo.	71
Figura 19. Índice de robustez promedio de las plántulas de <i>Pinus patula</i> de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo, producidas bajo tres tipos de envases.	73
Figura 20. Índice de robustez promedio de las plántulas de <i>Pinus patula</i> de 15 familias procedentes de La Mojonera, Zacualtipán; Hidalgo.	74
Figura 21. Índice de relación tallo/raíz promedio de las plántulas de <i>Pinus patula</i> procedentes de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo, producidas bajo tres tipos de envases.	76
Figura 22. Relación tallo/raíz promedio de las plántulas de <i>Pinus patula</i> de 15 familias procedentes de La Mojonera, Zacualtipán; Hidalgo.	76
Figura 23. Punto de equilibrio económico para la producción de planta en charola de 80 ml de capacidad, para el primer año de producción.	81
Figura 24. Punto de equilibrio económico para la producción de planta en charola de 125 ml de capacidad, para el primer año de producción.	82
Figura 25. Punto de equilibrio económico para la producción de planta en charola de 165 ml de capacidad, para el primer año de producción.	82

Figura 26. Punto de equilibrio económico para la producción de planta en charola de 80 ml de capacidad, para el segundo año de producción.	83
Figura 27. Punto de equilibrio económico para la producción de planta en charola de 125 ml de capacidad, para el segundo año de producción.	84
Figura 28. Punto de equilibrio económico para la producción de planta en charola de 165 ml de capacidad, para el segundo año de producción.	84
Figura 29. Relación Beneficio/Costo en producción de planta en tres tipos de contenedores para el primer y segundo año.	85

RESUMEN

El deterioro que han sufrido los recursos forestales en México han tenido como consecuencia una reducción de la superficie ocupada por el bosque. Ante tal situación la Comisión Nacional Forestal implementó la producción de planta para detener y revertir los procesos de degradación, para lo cual entre otras acciones es necesaria la producción de planta de calidad.

El presente trabajo se realizó en el vivero universitario de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo con el objetivo de analizar la calidad de planta de *Pinus patula* y sus costos de producción, producidas en tres tamaños de contenedores rígidos; evaluando características morfológicas y el efecto de la familia en la calidad de planta.

Se colectaron los conos de 15 familias, los cuales se etiquetaron y almacenaron en costales y trasladados al laboratorio de semillas forestales del Centro de Investigaciones Forestales de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. De cada familia se eligieron, al azar, 50 conos. A estos se les midió su longitud y diámetro con ayuda de un vernier digital, y el peso del cono; todos los conos fueron colocados en un horno para secado, después del secado se extrajeron las semillas de forma manual; a cada cono se le conto el número de semillas y el peso de las semillas. Las semillas colectadas fueron etiquetadas por cono y familia, y almacenadas. Para detectar estas diferencias estadísticas entre los tratamientos aplicados, se practicaron análisis de varianza y pruebas de comparación de medias para las variables paramétricas, para la comparación de medias entre las familias se le realizó la prueba de tukey. Las variables morfológicas de los conos presentaron diferencia significativa ($p \leq 0.0001$) entre familias.

Las variables morfológicas analizadas de los brinzales fueron: altura del brinzal, diámetro del tallo, peso seco de la parte aérea, peso seco de la parte radical, longitud de la raíz principal, relación peso seco de la parte aérea/peso seco de la parte radicular, lo anterior se aplicó a quince familias de *Pinus patula*. Para las variables de altura del brinzal y diámetro del tallo se llevó un registro del crecimiento, esto por mes durante seis meses. Los resultados encontrados indicaron que existe diferencia significativa ($p \leq 0.0001$), en las características morfológicas, a nivel de familia. En la calidad de planta se detectó que los brinzales producidos en envases de 165 ml obtuvieron un costo y una calidad mayores. Los brinzales presentaron diferencias estadísticamente significativas entre familias y tipo de envases en términos de crecimiento en diámetro, altura, índice de robustez, relación tallo/raíz e índice de calidad de Dickson.

El costo de producción se determinó mediante la estimación de producción de un millón de plantas, los insumos requeridos para el mantenimiento de éstas, y la infraestructura necesaria para su producción.

Palabras clave: Índice de calidad de planta, *Pinus patula*, tipo de envase, variables morfológicas.

I. INTRODUCCIÓN

Los recursos forestales con que cuenta México han disminuido considerablemente, se ha estimado que anualmente se pierden entre 370 y 678 mil hectáreas de cubierta forestal debido, principalmente, al mal manejo del recurso, incendios, cambios de uso de suelo, plagas, enfermedades, crecimiento de la mancha urbana y el sobrepastoreo, entre otros (SEMARNAT, 2003). En respuesta al problema anterior en el país, las Instituciones oficiales como la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), entre otras, se han dado a la tarea de incentivar, la producción de planta forestal, a través de programas oficiales.

En los últimos años ha aumentado considerablemente la producción de planta en el país con diferentes propósitos, entre los cuales se incluyen las plantaciones forestales comerciales, la recuperación y restauración de áreas degradadas y la reforestación en áreas urbanas (Valli, 1990). Los datos oficiales señalan que tan solo para abastecer los programas de reforestación urbana y de restauración ecológica, a cargo del gobierno federal, se produjo en el año 2003 la cifra de 245 millones de plantas y se proyectaba aumentar dicha cifra, en forma considerable, durante los próximos años (www.conafor.gob.mx). Sin embargo, no es la cantidad de planta que se produce en los viveros y la cantidad que es plantada en campo, sino que es la calidad de éstas y la relación con su crecimiento y supervivencia en el campo, lo que da señales de haber logrado un programa de reforestación exitoso (Bautista, 2003).

En la producción de planta en vivero uno de los principales objetivos es obtener plantas de calidad para lograr buena supervivencia en campo, y asegurar una buena cobertura en el dosel superior del bosque. El control de la calidad debe visualizarse de dos formas: la primera, con relación a alcanzar estándares morfológicos y fisiológicos en el vivero, y la segunda, consiste en comprobar estadísticamente tales estándares en campo (Cetina, 1997). Por lo tanto, una planta de calidad puede definirse como aquella que reúne las características morfológicas y fisiológicas adecuadas para sobrevivir y crecer satisfactoriamente bajo las condiciones ambientales del sitio (Duryea 1984).

La calidad de planta está determinada también por el origen o procedencia del germoplasma utilizado, la forma de propagación (sexual o asexual), el tipo y tamaño de contenedor, la mezcla de sustrato empleado, el sistema de producción, y el manejo e infraestructura utilizados (Enríquez *et al.*, 2003).

Para la producción de plantas forestales es necesario considerar los requerimientos dentro del sistema del vivero, además de estimar los costos fijos y variables (Landis *et al.*, 1990). Después de obtener y organizar esta información se deben analizar los costos de producción, ya que éstos estarán afectando el costo final de la planta producida, se debe de considerar que cada especie tiene su propio nivel óptimo de requerimientos ambientales y costos de de producción asociados que afectan la calidad de la planta (Landis *et al.*, 1990).

Es necesario realizar diferentes ensayos de producción de brinzales en envases rígidos, con el fin de determinar el tipo de envase óptimo para mejorar la calidad, además se debe de incluir el análisis de los costos de producción, para elegir la mejor combinación para cada especie que se pretenda producir (Landis *et al.*, 1990; Pineda y Olivas, 2000).

1.1 Objetivos

1.1.1 General

- Analizar la calidad de planta de *Pinus patula* y sus costos de producción, bajo un sistema semi-tecnificado.

1.1.2 Específicos

- Evaluar el efecto del tipo de envase sobre la calidad de planta.
- Evaluar el efecto de la familia sobre la calidad de planta.
- Evaluar el costo de producción de los brinzales y su relación con la calidad de la planta.

1.2 Hipótesis

Ho: El tamaño de envase influye sobre la calidad de los brinzales.

Ha: El tamaño de envase no influye sobre la calidad de los brinzales.

Ho: La calidad de los brinzales es influenciada por el árbol (familia) del cual proviene la semilla.

Ha: La calidad de los brinzales no es influenciada por el árbol (familia) del cual proviene la semilla.

Ho: El costo de producción de los brinzales es afectado por el tipo de envase empleado para su producción.

Ha: El costo de producción de los brinzales no es afectado por el tipo de envase empleado para su producción.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Descripción de la especie

Entre las especies de pinos de mayor importancia forestal en México destaca *Pinus patula*, el cual, en forma natural se distribuye en los estados de Querétaro, Hidalgo, Puebla, Veracruz y Distrito Federal (Martínez, 1992), San Luís Potosí, Morelos, Nuevo León, Tamaulipas y Tlaxcala (Vela, 1980). Se caracteriza por tener un rápido crecimiento en sus primeros años, además de ser precoz en la producción de conos y semillas. Entre los usos de *Pinus patula* se pueden mencionar la madera para aserrío, muebles, postes y combustible, así como material celulósico y construcciones en general (Nepomuceno *et al.*, 1994).

2.1.1. Nombre científico y nombres comunes

Nombre científico: *Pinus patula* Schiede ex Schldl. & Cham. Nombres comunes: Pino, pino triste, ocote pino colorado, ocote colorado, ocote macho (Puebla, Querétaro, México), pino xalocote (Vela, 1980).

2.1.2. Descripción taxonómica

Taxonómicamente, de acuerdo con Perry (1991), *Pinus patula* se encuentra ubicado dentro de la siguiente categoría: Reino: Vegetal; División: Espermatofita;

Subdivisión: Gymnospermae; Orden: Coniferales; Familia: Pinaceae; Género: *Pinus*; Subgénero: Diploxylon o pinos duros; Sección: Serotinae; Subsección: Patula; Especie: *Pinus patula* Schiede ex Schlechtendal & Chamisso var. *patula*.

2.1.3. Descripción botánica

Árbol de 15 a 35 metros de altura y 80 cm de diámetro, con fuste recto, de copa más o menos redondeada, corteza escamosa y de color rojizo (Eguiluz, 1978; Martínez, 1992). Las ramas son delgadas, frecuentemente un poco caídas, con una corteza delgada y de un color rojo amarillento, con un ligero tinte blanquecino en las partes más tiernas.

Las hojas se encuentran agrupadas en fascículos de tres unidades, ocasionalmente cuatro y raramente cinco, delgadas, de 15 a 25 cm de longitud, colgantes o algo extendidas, de color verde brillante, con los bordes finamente serrados; estomas presentes en las caras dorsal y ventral de las hojas; de uno a cuatro canales resiníferos, comúnmente tres por lo general su posición es media, ocasionalmente uno o dos internos; la pared exterior del endodermo delgada a ligeramente gruesa, dos haces fibrovasculares, contiguos pero distantes, vaina del fascículo clara, de color café grisáceo, de 10 a 15 mm de longitud y persistente. Los conillos con pedúnculo no solamente se encuentran en las ramas, también se hayan en el fuste principal, en grupos de dos, tres, cuatro y hasta diez ó más, en grupos densos.

2.2. El ambiente donde se desarrolla *Pinus patula*

El clima en el cual se desarrolla *Pinus patula*, corresponde a los subtipos C(fm) que es templado húmedo con lluvias todo el año, siendo la del mes más seco mayor a 40 mm. y C(w) que es templado subhúmedo presenta lluvias en verano; la precipitación es variable de, 600 a 2 500 mm anuales, normalmente los mejores rodales se encuentran entre 1 000 y 1 400 mm anuales. La temperatura media anual es de 14°C, con extremas máximas de 40°C y mínimas de -14°C. No soporta vientos fuertes ni brisas marinas (Vela, 1976; Eguiluz, 1978); Nepomuceno *et al.*, (1994) reporta que la distribución con un buen crecimiento oscila entre los intervalos de 1 500 a 3 000 msnm.

Pinus patula prefiere las exposiciones topográficas oeste y en los estados de Veracruz e Hidalgo se le encuentra en masas puras o asociado con *Pinus pseudostrobus*, *P. teocote*, *P. montezumae*, *P. montezumae*, *Abies religiosa* y *Liquidambar styraciflua* (Vela, 1976).

En *Pinus patula*, al igual que sucede en *P. greggii*, *P. oocarpa* y *P. radiata*, los conos son de tipo tenazmente persistente (serotinos), en los cuales la semilla no madura toda a la vez, y el cono se va abriendo poco a poco, dispersando la semilla en diferente época, siendo ésta una circunstancia favorable para la propagación, pues de salir todas las semillas al mismo tiempo se perderían en caso de caer en un terreno poco favorable (Martínez, 1992).

Debido a lo delgado de la corteza los árboles de *Pinus patula* no resisten los incendios fuertes; sin embargo, en caso de destrucción total por incendio, la regeneración se asegura debido al cono serótino que abre con el calor del incendio.

2.3. La producción de brinzales

En México el sistema tradicional de la producción de brinzales ha sido en envases de polietileno negro, no obstante, éste presenta grandes problemas de producción y un alto costo en el transporte debido al volumen y peso del suelo de los envases (Venator y Liegel, 1985). Actualmente, se ha implementado en la producción de brinzales el uso de envases rígidos (Prieto *et al.*, 1999). Entre las alternativas empleadas están los envases rígidos tipo cono, estos se han manejado poco en nuestro país debido principalmente a factores climáticos, técnicos y de demanda. En condiciones favorables es posible establecer un sistema mecanizado de producción, con la ventaja de que se puede transportar sin la necesidad de una maceta, y reduce el volumen y el costo del transporte. Otro método utilizado en la producción de brinzales es conocido como raíz desnuda, en donde los brinzales son manejados a campo abierto, en este sistema se debe contar con que los requerimientos de agua y clima adecuados para el crecimiento (Landis *et al.*, 1990).

2.3.1. Sistema de producción en envases rígidos

La producción de brinzales en envases rígidos requiere de estructuras relativamente costosas. Los brinzales crecen en altas densidades y se utiliza menos sustrato, comparado con el sistema a raíz desnuda. Los brinzales producidos en envases rígidos tienen tasas altas de crecimiento, especialmente en ambientes totalmente controlados, de esta forma el cultivo puede ser producido en una estación de crecimiento (Landis *et al.*, 1990).

La función de cualquier contenedor es la de almacenar una pequeña cantidad de sustrato, que a su vez abastece a las raíces con agua, aire, nutrimentos minerales, y además provee soporte físico, mientras la planta está aun en el vivero (Landis *et al.*, 2000a). Una de las principales funciones de los envases rígidos es permitir el desarrollo y crecimiento de la raíz en una dirección, evitando el crecimiento en espiral, otras características operativas de los envases rígidos son las consideraciones económicas, de manejo en el vivero y en el sitio de plantación (Tinus y McDonald, 1979). El costo de los brinzales producidos en envases rígidos es mayor que los obtenidos para plantaciones a raíz desnuda, pero es menos probable que durante el manejo se dañe el sistema radicular, lo cual permite mayor tasa de sobrevivencia de los brinzales plantados (Young, 1991).

2.3.2. Tipos de envases

Diferentes tipos de envases rígidos han sido probados en los viveros forestales de Norteamérica durante los últimos 25 años, teniendo claro que un tipo de envase no puede cubrir todas las necesidades del viverista, debido a que existen diferencias en las prácticas de cultivo, infraestructura de los viveros y en los sitios de plantación (Landis *et al.*, 1990). Montoya y Cámara (1996) señalan que la elección del envase debe ser cuidadosa, para utilizar el más adecuado, las características a observar son: interior del envase, autorepicado, material del envase, volumen y funcionalidad del envase, entre otras.

Hoy en día, los contenedores para la producción de especies forestales son producidos en una gran variedad de materiales y formas: Ray Leach Single Cell® (cono de plástico rígido, de corte circular), Roottrainer® (bandeja de poliestireno rectangular) Paperpot (celdas de papel y cartón individuales de forma hexagonal, generalmente utilizadas en sistemas mecanizados), Styroblock® (charolas de forma circular o cuadrada), etc., y de diferentes tamaños (Landis *et al.*, 2000a).

A través del tiempo y a nivel mundial se ha conocido una gran variedad de envases como:

- Tubos de bambú: se encuentran en desuso por el alto costo de recolección y por las leyes forestales, es difícil de manejar por el alto costo de llenado,

mano de obra, transporte, uniformidad de tamaño y la dificultad de extraer el brinzal sin que sufra daños (Flores 1979, Galván 1987, Montoya y Cámara 1996).

- Macetas de barro: presentan inconvenientes fundamentales para producción de brinzales, 1) su elevado peso, y 2) su fragilidad, lo que dificulta su manejo, y 3) la inducción de un fuerte crecimiento en espiral del sistema radicular en la base de la maceta. Este tipo de envases se encuentra en desuso por el alto costo de producción y porque al ser reutilizados llevan consigo patógenos que pueden ser dañinos para los brinzales, y además, una excesiva fragilidad, lo cual hace que su manejo sea delicado, pesado y estorboso (Flores 1979, Galván 1987, Montoya y Cámara 1996).
- Bolsa de polietileno: bolsa de plástico transparente u opaco con agujeros inferiores normalmente de 36 cm² de boca y 15 cm de profundidad, con una capacidad útil de 450 cm², se llenan habitualmente a mano, con un rendimiento de 1 500 bolsas por jornal. Es un envase muy barato y ligero. Pero puede producir una fuerte espiralización del sistema radical, y generalmente el cepellón es difícil de extraer. Mucha de la mortandad que puede observarse a los 35-40 años de edad en algunas reforestaciones, son efecto tardío de los daños sufridos en los sistemas radicales durante la producción en vivero (Flores 1979, Galván 1987, Montoya y Cámara 1996).

- Envases rígidos: Uno de los problemas más serios en la producción de brinzales es la tendencia del crecimiento de la raíz en espiral a los lados del envase. Este problema ha sido resuelto con el diseño de envases rígidos con costillas orientadas verticalmente en la parte interna del envase, esto con el fin de evitar el crecimiento de la raíz en espiral (Landis *et al.*, 1990).

2.3.3. Tamaño del envase

El concepto del tamaño del envase incluye todas las dimensiones, volumen, altura, diámetro y forma. El volumen es una de las características más importantes de un envase; porque en general, en el envase más grande se puede producir brinzales más grandes (Kingham, 1974). El tamaño ideal de un envase depende de factores biológicos (tamaño de la semilla y tamaño final del brinjal) y económicos.

El volumen del envase no es el único dato a tener en cuenta, la profundidad que pueda permitir alcanzar el sistema radicular es también destacable. Esta elección es importante, ya que existen especies que tienden a tener grandes crecimientos y por tanto exigen envases de mayor dimensión (Montoya y Cámara, 1996).

Usualmente mientras más grandes sean los brinzales mayor es su adaptación en el campo; sin embargo, los costos de producción en envases de gran tamaño aumenta en proporción directa al tamaño del brinjal, esto se debe a que se reduce la capacidad de producción de los invernaderos y al periodo más prolongado

durante el cual los brinzales deben permanecer en vivero. Así pues, las ventajas económicas esperadas a partir de la producción de brinzales dentro de envases se obtendrá sólo con el uso de envases de menor tamaño, que son menos convenientes (Daniel *et al.*, 1982).

2.3.4. Medio de crecimiento

Un medio de crecimiento ideal debe poseer características culturales (aquellas que influyen en el crecimiento de la planta) y operativas (aquellas que afectan las operaciones del vivero). Las primeras se refieren a: pH ligeramente ácido (entre 5.5 y 6.5), alta capacidad de intercambio catiónico (120-170 meq/100g), baja fertilidad inherente, porosidad adecuada (60 a 80% de porosidad total; 25 a 35% de porosidad de aireación; 25 a 55% de porosidad de retención de humedad) y una condición libre de plagas y enfermedades. Las características operativas que deben poseer el medio de crecimiento son: costos razonables y disponibilidad, alto grado de uniformidad y ser reproducibles, baja densidad, estabilidad dimensional, facilidad de mezclado y de llenado de los contenedores, facilidad de rehumedecimiento, y la formación de un cepellón firme (Prieto *et al.*, 1999; Landis *et al.*, 2000a).

Además, debe permitir que las raíces del brinzal respiren y encuentren el agua y los nutrientes minerales que necesitan. Siempre debe permitir la mejor conformación de las raíces (Harold *et al.*, 1988). Tinus y McDonald (1979) señalan

que los sustratos deben de ser susceptibles de fertilizar, ligeros, estériles y con capacidad de retenciones de agua.

Muchos materiales pueden ser utilizados como sustratos; arena, composta, turba natural (Peat moss), *Sphagnum*, vermiculita, y algunos materiales sintéticos, pero por razones funcionales y económicas, las mezclas de turba y vermiculita son las mas usadas. El sustrato más universalmente utilizado, puro o en mezclas, es la turba natural (Peat moss); pues cumple prácticamente la mayor parte de las condiciones exigibles a un buen sustrato (Montoya y Cámara, 1996). En los viveros forestales de México, se han usado en forma tradicional mezclas de suelo natural, tales como la tierra de monte, tierra agrícola y arena, estudiándose la proporción adecuada para mejorar el desarrollo de los brinzales.

2.4. Calidad del brinzal

La calidad de planta en otros países inicialmente fue considerada por los productores de plantas en vivero e invernadero, así como por los forestales dedicados a la reforestaciones, desde un punto de vista morfológico; hasta recientemente se ha enfatizado la calidad fisiológica o vigor (Duryea y Landis, 1984). Es necesario siempre una buena condición fisiológica para obtener una alta calidad da planta, esto implica la necesidad de entender los procesos fisiológicos y la forma en que las reservas de carbohidratos de un brinzal determinan su sobrevivencia y crecimiento en campo (Fry y Poole, 1980)

Entonces, “la calidad de una planta en términos integrales, incluye los rasgos morfológicos y fisiológicos que pueden ser cuantitativos, eslabonados al éxito de la reforestación” (Duryea y Landis, 1984). Duryea (1985) define a una planta de calidad como aquella que reúne las características morfológicas y fisiológicas adecuadas para sobrevivir y crecer satisfactoriamente bajo las condiciones ambientales del sitio en que será plantada. Por su parte Johnson y Cline (1991) definen a una planta de alta calidad como aquella que puede sobrevivir al ser expuesta a condiciones ambientales desfavorables en forma prolongada, y posteriormente presentar un crecimiento vigoroso. En cuanto South y Mexal (1984) sugieren que la constitución de una brinzal de alta calidad varía con los objetivos de manejo. Willen y Sutton (1980) agregan al concepto de calidad el hecho de que un lote de plantas pueda con la meta de un ciclo de producción a un costo mínimo. Cualquiera que sea el caso, el concepto de alta calidad asume nuevas dimensiones una vez que se consideran factores de tipo logístico y económico. Johnson y Cline (1991) proponen, por consiguiente, que las mejores plántulas son aquellas que se producen a un bajo costo, además de que se ajusten a la preparación del sitio y al sistema de plantación, y al mismo tiempo puedan sobrevivir y crecer bien después del trasplante.

2.4.1. Factores que influyen en la calidad del brinzal

La calidad del brinzal depende de las características genéticas del germoplasma (propiedades intrínsecas) y de las técnicas utilizadas para su reproducción en

vivero (características extrínsecas), y se refleja en la capacidad para adaptarse y desarrollarse en las condiciones climáticas y edáficas del sitio de plantación (Prieto *et al.*, 1999).

2.4.2. Criterios de la calidad de planta

Hoy en día hay muchos métodos para caracterizar la calidad, estos fueron generados experimentalmente y ahora se están usando operativamente aunque se desconocen los mecanismos internos. Pero sin un entendimiento básico las pruebas realizadas de vigor permanecen como una caja negra. Estas pruebas ya se encuentran al alcance de viveros y universidades, y según Munson (1986) el beneficio potencial de estas pruebas de calidad puede ser muy alto en relación a su costo.

2.4.2.1. Criterios morfológicos

La morfología es definida por Thompson (1984) como la forma o estructura de un organismo o cualquiera de sus partes, cuya evaluación podría incluir el número de estomas o dientes en el borde de las hojas. No obstante, sólo algunos criterios morfológicos, como altura, diámetro del tallo, arquitectura del tallo y raíz, y la relación parte aérea/raíz podrían ser suficientes para definir la calidad de las plantas y predecir su tolerancia al estrés, así como su crecimiento y supervivencia en campo.

La morfología también sirve como un indicador del estado fisiológico de la planta, ya que varias características morfológicas, tales como la condición de la yema, color de follaje u hojas secundarias, se correlacionan con diferentes estados de desarrollo fisiológico. Si bien la evaluación o caracterización morfológica es rápida y económica, en ocasiones no es lo suficientemente precisa, ya que en algunas fases de la producción las plantas pueden sufrir estrés por diversas causas sin alterar su apariencia morfológica (Thompson, 1984).

2.4.2.1.1. Altura

Es la característica morfológica más fácil de determinar en una plántula. Tiene poco valor como indicador único de la calidad de planta, pero combinado con el diámetro y arquitectura del tallo, adquiere mayor importancia. Nienstaedt (1981) considera que una mayor altura corresponde con una mayor calidad de planta, por tener mayor capacidad fotosintética y de transpiración debido a un mayor número de hojas.

2.4.2.1.2. Diámetro

Probablemente es la medición morfológica más usada para evaluar la calidad de planta (Wilkinson, 1969), aunque otros buenos indicadores incluyen la relación altura/diámetro. El diámetro comúnmente refleja la resistencia de las plantas y el tamaño del sistema radical (Johnson *et al.*, 1985), ya que al poseer mayor

diámetro las plantas son más resistentes a torceduras, toleran más los daños por insectos y otros animales, y están mejor aisladas del calor que aquellas de diámetro más pequeño.

2.4.2.1.3. Relación altura/diámetro

La combinación de altura y diámetro del tallo constituye un buen criterio morfológico de plántulas de calidad. El cociente de robustez, calculado mediante la división de la altura (cm) entre el diámetro del tallo (mm), ofrece una buena medida de calidad tanto en plantas producidas a raíz desnuda como en contenedor.

2.4.2.1.4. Relación tallo/raíz

En la investigación de la calidad de plantas se usa con frecuencia la relación tallo/raíz (peso seco de tallo dividido entre peso seco de raíz), pero tiene un uso muy limitado en la producción comercial, ya que esta relación cambia con el tiempo y con el tamaño de la planta, lo que hace difícil el comparar e integrar dichos datos.

2.4.2.1.5. Índice de calidad de Dickson

Dickson *et al.* (1969) propusieron otro índice de calidad con base en mediciones morfológicas en el cual se involucra la biomasa y la relación parte aérea/raíz, además de la altura y el diámetro:

$$\text{Índice de calidad} = \frac{\text{peso seco total (g)}}{\text{altura (cm) / diámetro (mm) + Peso seco de tallo(g) / Peso seco de raíz (g)}}$$

La evaluación de calidad de planta que involucre una combinación de varias características morfológicas genera un indicador muy conveniente del comportamiento en campo a largo plazo, así como de las condiciones fisiológicas de diferentes lotes de plantación. Además, ofrece un método adecuado para la evaluación, durante la estación de crecimiento y del desarrollo vegetal.

2.4.2.1.6. Arquitectura del tallo

Se refiere a la manera en la cual el tallo y sus ramas se desarrollan y el rumbo en el cual se distribuye su follaje. Anteriormente los criterios más usuales para describir tallos de plantación se basaban en la presencia de hojas secundarias, yemas de invierno y corteza del tallo, poniendo muy poca atención en la arquitectura del tallo. A partir de 1930, el diámetro del tallo y un valor mínimo de longitud del tallo y raíz llegó a ser parte de la clasificación de los lotes de plantas. La arquitectura del tallo en una planta de calidad deberá ser apropiada al tamaño

del sistema radical, y el número de hojas deberán maximizar la absorción de luz solar pero minimizar el gasto transpiratorio (Johnson y Cline, 1991).

2.4.2.1.7. Arquitectura de la raíz

Se refiere a la orientación espacial del sistema radical (extensión y configuración de varios componentes). Huberman (1935), citado por Cano (1998), reconoció la importancia de la arquitectura de la raíz en la calidad de planta y desarrolló un índice de extensión de raíz, sumando longitud total de raíces mayores de 2 cm de longitud, medidos desde el cuello de la raíz hasta la punta de ésta. Otras mediciones incluyen el número de raíces mayores de 0.3 mm, la fibrosidad, la morfología de la raíz central, el desarrollo de micorrizas, la adherencia del suelo a las raíces, el daño de las raíces, la masa de raíces, el volumen de raíces, el largo de la raíz, el área de la raíz, la relación tallo/raíz y el estado de humedad de las raíces.

2.4.2.2. Criterios fisiológicos

Las características de las plantas reflejan tanto las condiciones pasadas como las condiciones presentes, las cuales pueden ser relacionadas directamente con el comportamiento futuro de la plantas en campo. Son muchos los parámetros fisiológicos que pueden ser usados como indicadores de calidad, pero sólo unos

pocos (relaciones nutricionales, carbohidratos, hídricas, latencia y resistencia al frío) han recibido suficiente atención en plantas de pino (Cano, 1998).

Los investigadores recientemente se han enfocado sobre la fisiología de los brinzales. Resultados de estos trabajos indican que 1) las condiciones fisiológicas de los brinzales tienen influencia sobre la sobrevivencia y el crecimiento, y 2) las condiciones fisiológicas del brinzal no pueden ser determinadas visualmente (Ritchie, 1984).

2.4.2.2.1. Potencial de crecimiento de raíz

El potencial de crecimiento de raíz (PCR) se define como la capacidad de las plántulas para hacer crecer sus raíces cuando se colocan en ambientes favorables (calor, humedad y luz). Debe hacerse notar que el PCR es diferente del crecimiento de raíz que ocurre en un ambiente natural, ya que el PCR los brinzales crecen en el vivero en donde pueden ser controlados los factores culturales como el tiempo de la extracción, las labores culturales que estimulen la fibrosidad de la raíz, la fertilización, el riego, la poda aérea y el almacenamiento en frío (Ritchie y Tanaka, 1990).

El crecimiento de la raíz que ocurre después de la plantación raramente iguala al PCR. La expresión de éste es frecuentemente afectada por la temperatura del suelo, el manejo y la calidad de la planta; el tiempo apropiado para su medición es

inmediatamente antes de que el lote se plante, porque el PCR cambia constantemente. Es conviene destacar que la prueba proporciona únicamente datos del potencial de la planta para emitir raíces, ya que se evalúa en condiciones favorables, y este “potencial” podría no expresarse al momento de la plantación en el sitio (Ritchie y Dunlap, 1980).

2.4.2.2.2. Resistencia al frío

Es importante para los viveristas y reforestadores por dos razones: primero por los graves daños que se producirían en el caso de exponer brinzales no endurecidos a las heladas y, en segundo lugar, para determinar indirectamente el estado de latencia y de resistencia al estrés de los brinzales (Warrington y Rook, 1980).

Lavender (1985) define la resistencia al frío como la habilidad de los brinzales o de sus tejidos para sobrevivir o resistir lesiones al ser expuestas a temperaturas congelantes. El nivel de resistencia al frío es frecuentemente definido por una temperatura letal, tal como LT_{50} , la cual representa la temperatura mínima a la que el 50 % de un grupo de brinzales o 50 % de un tejido específico muere. La resistencia al frío es baja durante el periodo de crecimiento (Ritchie, 1984; Glerum, 1985; Burr, 1990).

2.4.2.2.3. Balance hídrico

El agua es uno de los factores ambientales más importantes que afectan la fisiología vegetal; así, el estado hídrico de la planta es de suma importancia. Además de ser constituyente de las células, el agua es un solvente de gases y nutrimentos debido a su movimiento por las células y órganos; es también un reactivo en muchos procesos bioquímicos. La causa primaria de la mortalidad de las plántulas después de la plantación es la falta de agua (Duryea y Landis, 1984).

La escasez de agua puede causar alteraciones fisiológicas irreversibles que se reflejaran en la supervivencia y crecimiento de las plantas. El grado de hidratación de la planta puede expresarse en términos de potencial hídrico o de contenido relativo de agua (Joly, 1985). Entonces, si tenemos plántulas con follaje con contenidos relativos de agua iguales o menores de 80 %, los brinzales se encuentran en condiciones de estrés hídrico. Por ello debe procurarse que al momento de la plantación el brinzal mantenga el mayor contenido de agua posible. El potencial hídrico de la planta es mejor descriptor del nivel de hidratación y del estado fisiológico de la planta, específicamente, si en forma simultánea, se determinan sus principales componentes (potencial osmótico y potencial de turgencia), por lo que el registro continuo de dicho potencial es de gran importancia en la producción de plantas de calidad.

2.4.2.2.4. Transpiración

La transpiración se puede definir como la pérdida de vapor de agua de una hoja u órgano de la planta. La tasa de transpiración depende de tres factores importantes: A) el gradiente o déficit de presión de vapor entre la hoja y el aire; B) la resistencia que ofrezca el aire o capa frontera que rodea la hoja y C) la resistencia que ofrezca la hoja. Regularmente la determinación de la transpiración se hace a través de la medición del vapor de agua expulsado por la hoja en determinado lapso de tiempo o por medio de la asociación entre la transpiración y la resistencia al intercambio de gases (o su inverso, la conductancia). En este último caso es importante medir la resistencia o la conductividad estomática (Gutiérrez *et al.*, 1998). La conductividad estomática se puede calcular de las pérdidas de vapor de agua. La forma más exacta es midiendo las pérdidas de vapor de agua de hojas encerradas en cámaras foliares, empleando técnicas de intercambio de gases (Davenport, 1975; citado por Beadle *et al.*, 1988).

2.4.2.2.5. Condiciones nutrimentales del brinjal

Una buena nutrición es fundamental para la producción de brinzales de calidad. Es tan básico como la luz y el agua. Es importante hacer énfasis en el análisis de nutrimentos en los brinzales. Un análisis del contenido de estos en los brinzales nos puede mostrar un desbalance, una deficiencia o un exceso (Bigg y Schalau, 1990).

Todos los brinzales tienen definidos los requerimientos de nutrimentos minerales. Hay 16 elementos comúnmente aceptados, llamados minerales esenciales, los cuales son: C, O, H, P, Ca, Mg, K, Fe, Cl, Mn, Zn, Bo, Cu, Mb. La ausencia de algún elemento esencial puede tener serias consecuencias. En el comienzo de una temporada de crecimiento los brinzales son pequeños y necesitan relativamente pocos nutrimentos. El crecimiento de los brinzales es exponencial y así como la temporada vaya progresando hay que incrementar la adición nutrimentos (Bigg y Schalau, 1990).

El N, P, y K, afectan a las especies en diferentes formas con respecto a la tolerancia al frío. Un incremento en el K generalmente se eleva la tolerancia, mientras que un exceso de P ha mostrado la disminución a la tolerancia al frío en algunas especies. El N puede aumentar la tolerancia si se aplica a finales del verano, después de que el crecimiento en altura ha cesado; si se aplica al inicio del verano el N puede prolongar el crecimiento de la parte aérea, retardar el letargo y disminuir la tolerancia (Van den Driessche, 1984).

Los fertilizantes pueden ser aplicados en diferentes periodos o etapas de desarrollo del brinjal, cuando se aplica en vivero es con el fin de reducir el tiempo de estancia en éste, y proporcionarle las características deseables de vigor y resistencia a los efectos adversos del ambiente (Cordero, 1996). Las plantas requieren de cantidades específicas de cada uno de los elementos esenciales para mantener un crecimiento normal y un estado saludable; una deficiencia

nutrimental moderada puede ocasionar un estrés fisiológico en la planta, que reduce el crecimiento y ocasiona alteraciones en la morfología (Cano, 1998). Sin embargo, es necesario que cada vivero comience a desarrollar sus propios estándares de análisis de nutrientes, a causa de la variación que existe entre especies, etapas de crecimiento de las plantas y practicas culturales; y poder así determinar si tales niveles en las plantas son lo adecuados, excesivos o deficientes (Landis *et al.*, 2000b).

2.4.2.2.6. Carbohidratos

Los carbohidratos son el producto directo de la fotosíntesis que proporcionan el esqueleto básico de carbón para la síntesis de todos los demás compuestos orgánicos, constituyen más del 75% de la biomasa total. El brinzal depende de su reservas de carbohidratos durante el periodo que va desde la extracción en el vivero hasta que se planta en campo, posteriormente depende de la fotosíntesis para satisfacer la demanda de crecimiento y respiración (Marshall, 1985). Dado que en los periodos de estrés la fotosíntesis se reduce drásticamente, la cantidad de reservas acumuladas por el brinzal puede ser un indicador de su capacidad para tolerar y sobrevivir a esas condiciones (Cano, 1998). Se ha demostrado que un alto contenido de estos en los brinzales incrementa la tasa de supervivencia en el sitio de plantación (Prieto *et al.*, 1999). Marshall (1986) encontró en un estudio que se realizó en *Pseudotsuga menziessi*, que la mortalidad de raíces laterales,

bajo condiciones de sequía, se debió fundamentalmente a la incapacidad de éstas para mantener los costos de respiración durante el periodo de estrés.

2.4.3. Características genéticas

La genética del germoplasma es importante debido a que define las características intrínsecas del material a propagar, lo cual se manifiesta a través del crecimiento, vigor y supervivencia (Prieto *et al*, 1998). Por ello es importante conocer parte de composición genética (genotipo) del brinzal, el origen o procedencia y la fuente del germoplasma. El origen se refiere al área geográfica dentro del rango de distribución natural de la especie donde crecieron los árboles progenitores, y la procedencia es un termino no taxonómico que se refiere a un área geográfica limitada donde crecieron estos árboles progenitores, dentro de la cual se esperan modificaciones de la constitución genética de los árboles como respuesta a las condiciones locales particulares del sitio.

2.4.4. Características extrínsecas

Entre las características extrínsecas destacan el tipo de envase, tamaño de envase y medio de crecimiento, los cuales fueron abordados con anterioridad. Además de los anteriores se pueden incluir a los siguientes:

2.4.4.1. Micorrizas

Las raíces de los árboles forestales están asociadas específicamente con hongos que viven en ellas, la unión de ambas es llamada micorriza. La relación entre la raíz y el hongo es simbiótica, ya que ambas salen beneficiadas con la asociación. El valor de las micorrizas en el crecimiento de los árboles se conoce desde hace sólo algunas décadas. Algunos árboles como el género *Pinus* no se pueden desarrollar ni crecer normalmente sin tener elaboradas dichas asociaciones (Max y Barnett, 1974).

Los beneficios que obtienen los árboles de las ectomicorrizas según Max y Barnett (1974), Hocker (1979), Spurr y Barnes (1980) y Pritchett (1986) son:

- Incrementan la superficie de absorción de agua y nutrientes.
- Son capaces de absorber y acumular nitrógeno, fósforo, potasio y calcio en el manto fúngico.
- Los árboles adquieren resistencia a factores extremos del suelo, como sequía, altas temperaturas, toxinas y pH.
- Brindan protección contra el ataque de patógenos.

2.4.4.2. Temperatura

La temperatura afecta a numerosas reacciones químicas implicadas en el metabolismo del brinjal y también controla otros procesos relacionados con el crecimiento, como la transpiración (Landis *et al.*, 1992). El rango donde los brinzales realizan en forma eficiente sus procesos metabólicos fluctúa entre 20° y 28° C, temperaturas inferiores limitan los procesos y más altas les provocan estrés, afectando su desarrollo (Prieto *et al.*, 1999).

2.4.4.3. Luz

La luz es definida como aquella parte del espectro magnético que es visible para el ojo humano. Las plantas utilizan para realizar la fotosíntesis una radiación entre 400 y 700 nanómetros, una llamada Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA) (Flores, 1996; Azcón y Talón, 2000). La forma para controlar la calidad y cantidad de luz en los viveros es mediante el uso de mallas sombra, normalmente con 40 a 60% de penetración de luz solar (Vera, 1986). El tiempo y tipo de malla sombra depende de la especie a reproducir y de las condiciones climáticas del sitio, aun debe considerarse que ésta sólo debe ponerse en las etapas iniciales de crecimiento, ya que si se deja hasta el final del proceso, el brinjal puede estar muy succulento, sin significación y sin adaptación al terreno donde se plantará (Prieto *et al.*, 1999).

2.4.4.4. Humedad

El mantenimiento correcto de la humedad atmosférica es importante biológicamente, debido a que una baja humedad expone a los brinzales a un estrés hídrico causando por una transpiración excesiva, una correcta humedad promueve un crecimiento rápido, y una excesiva humedad promueve el crecimiento de hongos patógenos y otras plagas de vivero. Es difícil mantener los niveles óptimos de humedad, ya que la humedad relativa varía mucho con la temperatura (Landis *et al.*, 1992). Los niveles óptimos de humedad cambian durante las etapas de desarrollo del brinzal; durante la germinación el sustrato debe tener entre 70 y 80% de humedad, con un 80% de humedad ambiental; mientras que en la etapa de desarrollo, el sustrato debe tener de 50 a 70% de humedad y de 60 a 70% de humedad ambiental (Vera, 1995), y durante la etapa de endurecimiento, la humedad relativa ambiental afuera es usualmente aceptada (Landis *et al.*, 1992).

2.4.4.5. Dióxido de carbono

El carbono es uno de los 16 nutrientes que son esenciales para el crecimiento de la planta, ya que alrededor del 40% del peso seco de una planta típica está compuesta de carbono. Las plantas obtienen este carbono del CO₂ en el aire por medio de las estomas en las hojas. El nivel normal de CO₂ en el ambiente, de aproximadamente 350 ppm, es el adecuado para un crecimiento normal, aunque

las plantas tienen la capacidad para utilizar concentraciones más altas. Las concentraciones de dióxido de carbono entre 350 y 1 000 ppm favorecen la tasa de crecimiento de los brinzales; concentraciones inferiores a 350 ppm no favorecen el crecimiento, concentraciones entre 1 000 y 2 500 ppm provocan beneficios marginales y concentraciones por encima de 2 500 ppm pueden provocar fitotoxicidad en algunas especies (Landis *et al.*, 1992).

2.5. La evaluación económica de la producción de planta

La evaluación económica de los proyectos es una herramienta para la toma de decisiones, a través de ella se dispone de la información sobre el proyecto, cuanto más fidedigna, válida y precisa sea la información, mayores serán la probabilidades de obtener los parámetro, los fines y los medios del proyecto (Nacional Financiera, 1998)

Nacional Financiera (1998) informa que la evaluación tiene como objetivo determinar hasta qué punto las características de un proyecto, corresponden a los patrones de uso óptimo económico, en las diferentes situaciones del contexto general. Para facilitar el análisis, se obtiene un coeficiente numérico que, expresado como parámetro, refleja las ventajas de un proyecto. Normalmente el numerador expresa ventajas y el denominador desventajas, por lo tanto, entre mayor sea el coeficiente, mejor es el proyecto en la escala de prioridades.

Gittinger (1983) menciona que para llevar a cabo un proyecto lo primero es definir el tipo y la magnitud de éste, también, hay que considerar los costos y beneficios y cuáles son sus posibilidades de rendimiento aceptable. Sin embargo, una vez conocidos estos costos y beneficios es importante asignar un precio y un valor económico.

En los casos que los proyectos estén estimados a largo plazo es inevitable que los costos tiendan a incrementar conforme pasan los años. Los costos se estiman a valores actuales, por lo que la planeación financiera deberá contemplar una forma aproximada al incremento de los costos, por lo tanto, es necesario hacer una reprogramación de estos (Patiño, 1970).

2.5.1. Costos de producción

Son aquellos que influyen directamente en la producción y que están divididos en costos fijos y variables, los costos fijos son aquellos que se generan a consecuencia de la operación de la empresa, y los costos variables son todos aquellos que están directamente involucrados en la elaboración y venta del producto (Nacional Financiera, 1998).

El costo de producción es el reflejo de las determinaciones realizadas en el estudio técnico. Un error en los costos de producción se puede atribuir a un error de cálculo en el estudio temático (Baca, 2001).

2.5.2. Costos de mano de obra

El proyecto de trabajo debe considerar el número de trabajadores que serán necesarios para la realización de cada una de las operaciones. Los proyectos deberán relacionarse con la disponibilidad de mano de obra, lo cual puede variar bastante en la región (Patiño, 1970).

2.5.3. Costo de mantenimiento

Para el cálculo de este rubro se requiere la misma consideración de necesidades de inversión en personal capacitado, área disponible, o inversión de equipo, etc., además de que este costo dependerá del tipo de mantenimiento que se pretende dar (Torres y Magaña, 2001).

2.5.4. Relación beneficio/costo

Complementando los índices del valor actual, la relación beneficio/costo reporta que cada peso invertido arroja beneficios actuales a este indicador, atendiendo a las determinaciones que se han establecido (Nacional Financiera, 1998). La relación beneficio costo expresa la rentabilidad en términos relativos. Su interpretación es en centavos por cada peso invertido (Gallardo, 1998).

2.5.5. Punto de equilibrio

Es un indicador de suma importancia en el análisis de viabilidad de un proyecto, ya que permite identificar cuál es el nivel en que deberá operar el proyecto sin incurrir en pérdidas, aun cuando no se logren utilidades (Nacional Financiera, 1998). El análisis del punto de equilibrio es una técnica útil para estudiar las relaciones entre los costos.

2.6. Costos de producción de planta en México

Los costos de producción de planta en los viveros del estado de Hidalgo se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Costo de producción de planta en los viveros semi tecnificados del Estado de Hidalgo para el periodo 2006.

Nombre del vivero	Municipio	Capacidad de producción	Nombre de especies	Tipo de envase de producción	Costo de producción \$
Sta. María Magdalena	Tepeji del Río	1'000.000	<i>P. cembroides</i>	Contenedor de 112 cavidades	0.75
Fontezuelas	Metztitlan	1'000,000	<i>Pinus gregii</i> <i>Pinus cembroides</i> <i>Pinus gregii</i> <i>P. montezumae</i> <i>P. pseudostrobus</i>	Bolsa de polietileno	0.90
Mexe	Francisco I Madero	500,000	<i>Pinus cembroides</i> <i>Pinus gregii</i>	Bolsa de polietileno	0.90
Tasquillo	Tasquillo	1'000,000	<i>Pinus cembroides</i> <i>P. pseudostrobus</i>	Contenedor de 112 cavidades	0.70
Chalahuiyapa	Huejutla	500,000	<i>Cedrela mexicana</i> <i>Gmelina arborea</i> <i>Melina azederach</i>	Bolsa de polietileno	0.80
Universitario	Tulancingo	500,000	<i>Pinus patula</i> <i>P. montezumae</i>	Contenedor de 112 cavidades	0.75
Los planes	Huejutla		<i>Cedrela mexicana</i> <i>Melina azederach</i>	Bolsa de polietileno	0.80

Datos por comunicación personal.

En el Cuadro 2 se presentan datos del costo de producción unitario de las plantas producidas en diversos viveros forestales del país.

Cuadro 2. Producción de plantas y sus costos, reportados por el Programa Nacional de Reforestación para el año 2002.

Entidad Federativa	Producción de planta (miles)	Sup. reforestada ha	Ptto. ejercido gasto corriente e inversión (\$)	Costo unitario por planta
Aguascalientes	3,129	2,635	3,490,490	1.12
Baja California	931	2,300	3,353,126	3.60
Baja California Sur	371	500	828,476	2.23
Campeche	7,938	6,810	17,748,317	2.24
Coahuila	14,529	12,551	9,099,661	0.63
Colima	2,963	1,987	2,616,045	0.88
Chiapas	7,780	8,590	12,114,425	1.56
Chihuahua	5,594	3,174	5,331,535	0.95
Distrito Federal	662	6,278	5,427,191	8.20
Durango	8,961	4,500	9,587,493	1.07
Guanajuato	4,328	4,814	2,961,901	0.68
Guerrero	11,054	7,510	6,002,314	0.54
Hidalgo	5,850	3,060	3,457,564	0.59
Jalisco	19,154	17,510	16,686,396	0.87
Edo. de México	21,415	18,954	24,376,979	1.14
Michoacán	10,638	15,229	20,117,981	1.89
Morelos	3,820	4,939	4,145,133	1.09
Nayarit	6,187	4,722	6,280,461	1.02
Nuevo León	1,088	1,069	1,888,408	1.74
Oaxaca	8,947	6,703	7,651,682	0.86
Puebla	9,000	24,971	12,060,493	1.34
Querétaro	4,975	3,858	5,080,872	1.02
Quintana Roo	3,372	4,205	6,027,011	1.79
San L. Potosí	11,670	14,655	6,080,772	0.52
Sinaloa	3,500	2,832	3,569,590	1.02
Sonora	911	2,430	2,578,424	2.83
Tabasco	3,050	2,325	2,980,041	0.98
Tamaulipas	6,703	4,282	5,740,880	0.86
Tlaxcala	672	1,365	2,918,673	4.34
Veracruz	25,289	22,547	25,510,514	1.01
Yucatán	2,455	3,644	4,065,330	1.66
Zacatecas	2,228	3,823	4,754,874	2.13
TOTAL	219,164	224,772	244,533,051	1.64

www.conafor.gob.mx/programas_nacionales_forestales/pronare/resultados2002.htm.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Origen de la semilla

El germoplasma fue colectado en el ejido La Mojonera, municipio de Zacualtipán, Estado de Hidalgo. Se localiza entre las coordenadas geográficas 20° 37' 11" y 20° 37' 43" latitud norte y a los 98° 36' 22" y 98° 37' 37" latitud oeste, con una altitud media de 2 060 msnm. El sitio de colecta colinda al norte con la carretera a Tlahuelompa, Hgo., al sur con el Ejido Atopixco, al este con el ejido El Reparo y al oeste con los predios Tlatoxca, San Miguel de la Ferrería y Tlachique.

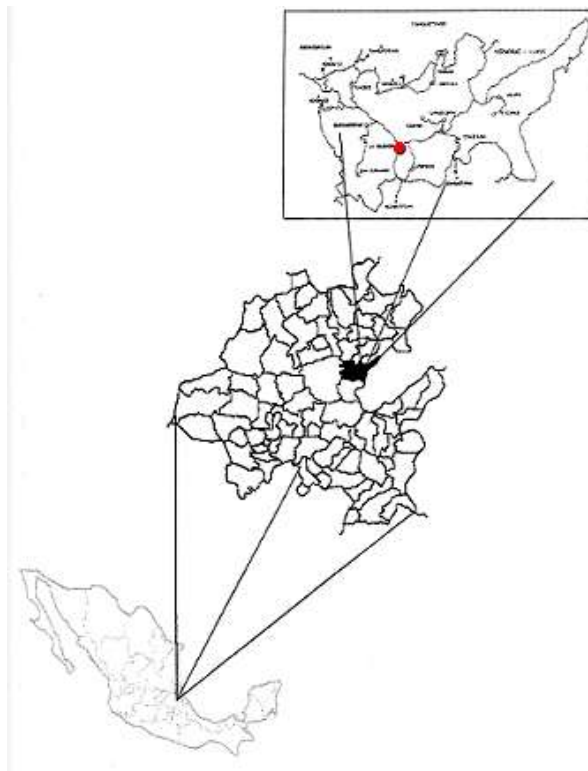


Figura 1. Ubicación del ejido La Mojonera, Hidalgo, México.

El clima, de acuerdo a García (1988), es el C(fm) templado húmedo con lluvias en verano, los meses de sequía van de febrero a mayo. El suelo predominante en esta área es el *Feozem haplico* (Hh + Rc + J/2) en asociación con las unidades *Regosol calcarico* y *Litosol*, con clasificación textural franco o migajón; presenta una topografía ondulada con pendiente media del 10% y una exposición dominante norte y noroeste.

3.2. Colecta de los conos y semilla

La semilla se colectó de 15 árboles los cuales se eligieron por ser los más vigorosos, con buena conformación y sanos. De cada árbol se colectaron 200 conos, los cuales se guardaron en costales y se etiquetaron para su identificación. Los costales se trasladaron al laboratorio de Semillas Forestales del Centro de Investigaciones Forestales de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

3.3. Trabajo en laboratorio

3.3.1. Tratamiento de los conos

Los conos colectados se almacenaron en la cámara fría del laboratorio de semillas, a una temperatura de 5°C, hasta el momento de su selección para sus mediciones.

3.3.2. Medición de conos y semillas

De cada árbol fueron seleccionados 50 conos al azar, a los cuales se les midió su longitud (tomada desde la base hasta la punta en línea recta) y diámetro promedio (dos mediciones perpendiculares en el centro del cono) con un vernier digital (Mitutoyo modelo CD 6" CS), con precisión a centésimas de cm. También fueron pesados en verde en una balanza analítica (Sartorius modelo CP1124), con precisión a las centésimas de gramo.

Posteriormente, todos los conos de cada árbol se pusieron a secar en las estufas de secado a una temperatura de 40°C por un periodo de cuatro a seis días, para abrir las escamas y poder extraer las semillas.

Posteriormente se realizó la extracción de la semilla manualmente mediante el golpeteo de los conos para liberar sus semillas; la semilla obtenida de los 50 conos por árbol se mezcló homogéneamente para obtener una muestra representativa de árbol, para la siembra. Las semillas obtenidas de cada árbol se pusieron en recipientes de plástico debidamente identificados.

Se eligió una muestra al azar de 50 semillas de cada árbol, las cuales fueron pesadas de manera individual en una balanza analítica (Sartorius modelo CP1124) con precisión a las centésimas de gramo.

3.4. Trabajo en vivero

La fase de vivero, del presente trabajo, se llevó a cabo en el vivero Universitario de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, en la ciudad de Tulancingo de Bravo, Hidalgo.

3.4.1. Envases

Para la siembra y producción de los brinzales en este experimento se utilizaron tres tipos de envases rígidos, los cuales se describen a continuación:

- Charola de 112 cavidades (Poli-block, s): el contenedor (poli-block) está recubierto de hidróxido de cobre, compuesto que realiza la poda de la raíz principal, estimulando el desarrollo de raíces secundarias y más pequeñas, haciendo que el sistema radicular en general sea más fibroso y eficiente, permitiendo mayor absorción de nutrimentos y agua. En el Cuadro 3 se presentan las características.

Cuadro 3. Dimensiones de la charola de 112 cavidades.

Ancho	35 cm
Largo	58.5 cm
Altura	11 cm
Volumen	80 m
Plantas/m ²	528
Diámetro superior de la cavidad	3.6 cm

- Charolas de 60 cavidades (Poli-block, s): están hechas con el mismo material que las de charola de 112 cavidades (Poli-block, s) y con las mismas características físicas, lo que las diferencia es el número de cavidades y volumen. En el Cuadro 4 se presenta las características del envase.

Cuadro 4. Dimensiones de la charola de 60 cavidades

Ancho	36 cm.
Largo	60 cm.
Altura	10.4 cm.
Volumen	165 ml
Plantas/m ²	260
Diámetro superior de la cavidad	5.3 cm

- Charola con 49 tubetes (Súper cell): está hecha de plástico negro de alta densidad, el fondo de cada tubete tiene cuatro orificios, tres en las partes laterales en forma de triángulo y el cuarto en el centro, en forma de círculo, cada envase tiene cuatro estrías verticales en la parte interna, que dirigen el crecimiento de la raíz, sus dimensiones se muestra en Cuadro 5.

Cuadro 5. Dimensiones de la charola de 49 cavidades y del contenedor tipo cono.

Medidas del Cono		Medidas de las Charolas	
Altura	19 cm.	Altura	16.5 cm.
Diámetro	4 cm.	Ancho	30 cm.
Capacidad	125 ml.	Largo	30 cm.
		Densidad x m ²	490 Plántulas x m ²

3.4.2. Medio de crecimiento

Se empleó una mezcla compuesta de turba (peat moss), agrolita y vermiculita en una proporción de 1.55:1:1, al momento de preparar el sustrato se adicionaron 3.5 kilogramos de fertilizante de lenta liberación (Osmocote 18-06-12).

3.4.3. Llenado de envases

El sustrato fue ligeramente mojado antes de llenar los envases. Una vez preparado el sustrato, se procedió al llenado de 30 charolas de 60 cavidades, 15 charolas de 112 cavidades y 15 rejillas con tubetes (49 cavidades en cada rejilla). El llenado se realizó de forma manual.

3.4.4. Siembra

Previo a la siembra se dio un riego ligero a los envases llenos con sustrato con el fin de que tuvieran humedad para que la semilla pudiera entrar en estado de actividad germinativa. La siembra se realizó en forma manual, colocando una semilla en cada cavidad del envase, a una profundidad de entre 0.5 cm a 1.0 cm aproximadamente.

3.4.5. Riegos

El riego se realizó con un sistema mecanizado de aspersores, cada tercer día y para todos los casos el riego fue hasta capacidad de campo del sustrato.

3.4.6. Fertilización

Se realizaron aplicaciones con fertilizantes foliares (TECHNIGRO) de tres etapas, iniciador (7-40-17), de desarrollo (20-7-19) y el finalizador (4-25-35) cada dos meses.

3.5. Variables de medición

La medición de las variables se realizó desde el momento de la primera planta emergida hasta los seis meses de edad, esta planta es conocida como brinzal. Debido a que es el tiempo promedio que permanecen las plantas en el vivero antes de salir a campo.

Emergencia: Una vez que inicio la emergencia ésta se registró diariamente, anotando la fecha de germinación, el número de brinzales emergidos por familia y tipo de envase.

Altura: Se midió con una regla graduada de 30 cm con aproximación al milímetro, las medidas se tomaron a partir del cuello de la raíz hasta la yema apical del brinzal. La toma de datos se realizó de manera mensual.

Diámetro: El diámetro se midió en el cuello de la raíz con un vernier digital (Mitutoyo, modelo CD 6" CS), con aproximación a centésimas de centímetro, la medida se realizó sin maltratar el tallo. La toma de datos se realizó de manera mensual.

Número y longitud de cotiledones: El número de cotiledones se contó a cada uno de los brinzales del experimento. Para la longitud de cotiledones sólo se eligió, al azar, un cotiledón por brinzal, el cual fue medido con una regla con aproximación al milímetro.

3.6. Cuantificación de la biomasa

A los seis meses de edad, los brinzales se extrajeron de manera manual de los envases, se colocaron sobre una mesa y posteriormente se les lavó el sustrato de la raíz en una cubeta con agua para dejarlos libres de éste.

Cada brinzal se seccionó a la altura del cuello de la raíz para obtener por separado los valores del peso de la parte aérea y de la parte radical, cada parte se guardó en bolsas de papel, etiquetando la bolsa con el número de árbol y envase. Ambas partes se secaron en un horno de secado (GRIEVE modelo LW201C) a una

temperatura de 60°C durante 72 horas. Posteriormente, la parte aérea y radicular se pesaron en una balanza analítica (Sartorius modelo CP1124) con una aproximación a centésimas de gramo.

3.7. Índices de calidad de planta

Índice de robustez: Se obtuvo mediante el cociente de la altura del brinjal (cm) entre el diámetro del tallo (mm).

$$\text{Índice de robustez} = \frac{\text{Altura (cm.)}}{\text{Diámetro del tallo (mm).}}$$

Relación tallo/raíz: Se determinó mediante la división del peso de la parte aérea (gr) entre el peso seco de la parte radical (g).

$$\text{Relación tallo: raíz} = \frac{\text{Peso seco parte aérea (g)}}{\text{Peso seco parte radical (g)}}$$

Índice de calidad de Dickson: se obtuvo mediante la siguiente relación, a mayor valor del índice, mejor calidad de planta.

$$\text{Índice de calidad} = \frac{\text{Peso seco total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}} + \frac{\text{Peso seco parte aérea (g)}}{\text{Peso seco raíz (g)}}}$$

3.8. Evaluación del costo de producción

3.8.1. Costo de Materiales y Herramientas

Para realizar el presupuesto de los costos de los materiales y herramientas, fue necesario conocer la cantidad necesaria de cada uno de ellos para la producción de 1 000 000 de brinzales; dichos costos fueron obtenidos en diversos centros de venta en la ciudad de Tulancingo, Hgo.

En el caso de los insumos, materiales e infraestructura para el segundo año, se estimó un incremento con base a la tasa de inflación, dicha tasa fue el promedio de la tasa inflacionaria de los años 2007-2003, tomando como valor una tasa de inflación estimada de 4.17% (www.cefp.gob.mx).

3.8.2. Nómina

Se realizó el análisis de los requerimientos humanos necesarios para la producción de 1 000 000 de brinzales. De dicho análisis se obtuvo el número de empleados requeridos y los meses a contratarse. A cada elemento humano se le asignó un salario mensual para el primer año, a partir del segundo año el salario tuvo un incremento salarial estimado de 4.44%, con base al incremento promedio anual de los años 2007, 2006, 2005, 2004 y 2003 (www.cefp.gob.mx).

3.8.3. Ingresos

Los ingresos se calcularon tomando en cuenta el precio de venta al mercado, por el número de plantas susceptibles de venta, dicho precio fue tomado según la Comisión Nacional Forestal, Región Estatal Hidalgo.

$$\text{Ingresos} = \text{Número de brinzales} \times \text{Precio unitario}$$

3.8.4. Punto de equilibrio

Se determinó en función del momento en que los costos totales se igualan al vender “x” cantidad de plantas; mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costos totales de producción}}{\text{Precio unitario de venta}}$$

El resultado se expresa en número de plantas necesarias para alcanzar el equilibrio.

3.8.5. Relación beneficio/costo

La relación beneficio/costo se obtuvo mediante la relación de los ingresos, con los costos totales. Se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\text{Relación beneficio/costo} = \frac{\text{Ingresos totales}}{\text{Costos totales}}$$

3.9. Análisis de los datos

El modelo estadístico usado en las variables longitud, diámetro, peso y número de semillas de los conos, así como el peso de las semillas y número y longitud de cotiledones fue el completamente al azar. Para la longitud, diámetro, peso de los conos y número y peso de semillas, se tuvieron 50 repeticiones por familia. Para el número y longitud de cotiledones se tuvieron 10 repeticiones de 10 brinzales cada una. El modelo estadístico usado fue:

$$Y_{ij} = \mu + F_i + \xi_{ij}$$

μ = media general

F_i = efecto de la i-ésima familia

ξ_{ij} = error experimental

El modelo estadístico empleado para el análisis de las variables emergencia, diámetro y altura de los brinzales, fue el de bloques al azar, sin interacción entre familias y bloques. Cada variable tuvo 10 repeticiones de 10 brinzales cada uno.

$$Y_{ij} = \mu + F_i + B_j + \xi_{ij}$$

μ = media general

F_i = efecto de la i-ésima familia

B_j = efecto del j-ésimo bloque

ξ_{ij} = error experimental

El modelo estadístico empleado en el análisis de los índices de calidad de planta fue el de bloques al azar con interacción entre familias y bloques, en donde los bloques fueron cada uno de los envases empleados y los tratamientos fueron las familias. Se utilizaron 10 repeticiones de 10 brinzales cada una.

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + B_j + FB_{ij} \xi_{ijk}$$

μ = media general

F_i = efecto de la i-ésima familia

B_j = efecto del j-ésimo bloque

FB_{ij} = efecto de la i-ésima familia en el j-ésimo bloque

ξ_{ijk} = error experimental para cada observación (ijk)

Todos los datos fueron analizados mediante el paquete estadístico SAS, mediante el procedimiento GLM (Rebolledo, 1999).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Variación morfológica de conos

4.1.1. Longitud de cono

En la longitud de cono se encontró diferencia estadística significativa ($p \leq 0.0001$) entre familias. El análisis de comparación de medias determinó cinco grupos de familias, el primero está integrado por la familia 9, con un valor de 10.73 cm; el segundo grupo lo conforman las 10 y 14, con un promedio de 9.69 cm; el tercero lo integran las familias 4, 6, 7 y 13, con una longitud media de 8.67 cm; en el cuarto están las familias 3, 11, 12 y 15, con un valor de 8.27 cm; y en el quinto grupo están las familias 1, 2, 5, y 8, que presentaron el promedio más bajo, con 7.43 cm (Figura 2).

A este respecto varios autores mencionan valores similares a los encontrados en este estudio. Perry (1991) reportan una longitud para conos de *Pinus patula* de entre 7 y 10 cm, mientras que Martínez (1992) consignan dicho valor de entre 7 y 12 cm para los conos de la localidad de Atzatlán y Huayacocotla, Ver. Por su parte Alba *et al.* (1998) reportan una longitud promedio de los conos de *P. patula* de 8.33, 7.16 y 8.09 cm procedentes de Canalejas Otates, La Selva y Potrero de Monroy, respectivamente, en el estado de Veracruz.

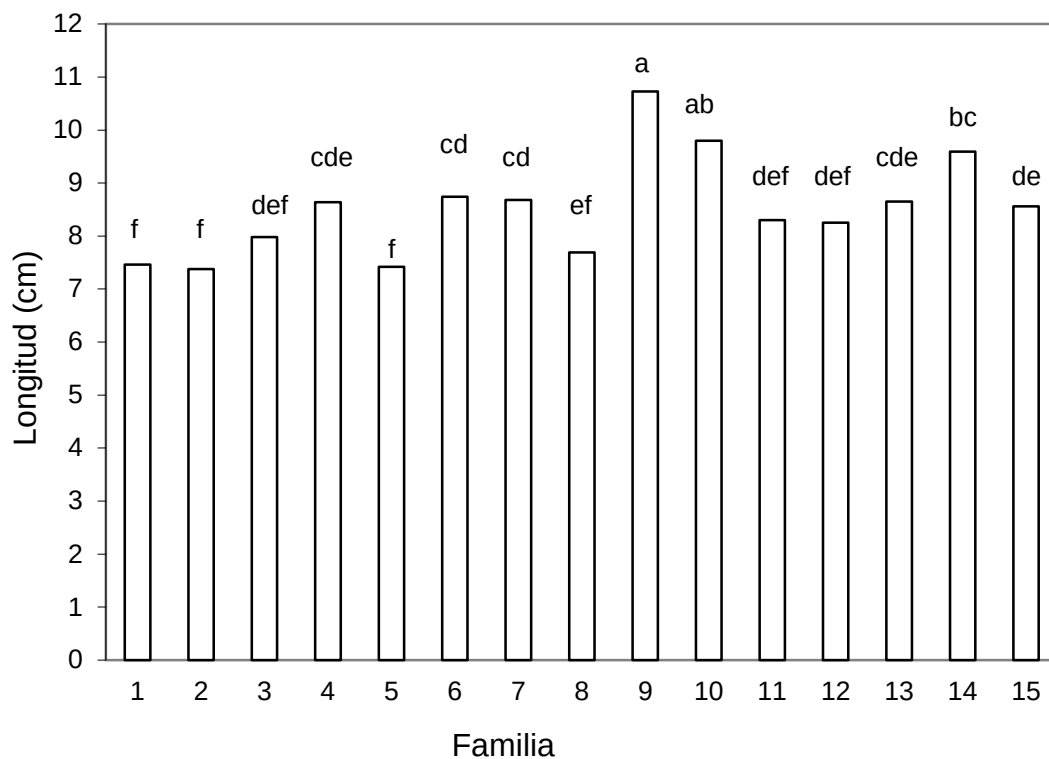


Figura 2. Longitud promedio de los conos de *Pinus patula* de 15 familias procedentes de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo.

Respecto de la variación en la longitud de los conos, Quiróz (1998) reporta un coeficiente de variación para conos de *Pinus radiata* var. *cedrocensis* de 14.82%, ligeramente superior al encontrado en la procedencia evaluada en este trabajo que fue de 10.40%.

4.1.2. Diámetro de cono

El diámetro del cono también mostró diferencia estadística significativa ($p \leq 0.0001$) entre familias. El análisis de comparación de medias también formó a las familias en cinco grupos; el primero está integrado por la familia 7 con un diámetro de 3.61

cm; el segundo grupo lo conforman las familias 10, 14, y 15, con un diámetro promedio de 3.46 cm; el tercer grupo se integra por las familias 6, 8 y 11, con un valor de 3.32 cm; el cuarto grupo se integra por las familias 1, 3, 4, 5, y 9, con el valor de 3.32 cm; el quinto grupo por las familias 2, 12 y 13, que presentó el promedio más bajo, con 3.14 cm (Figura 3).

Diversos autores mencionan valores similares a los encontrados en este estudio, así se tiene que Alba *et al.* (1998) reportan un ancho para conos de *Pinus patula* de 3.43, 3.15 y 3.36 cm, procedentes de Canalejas Otates, La Selva y Potrero de Monroy, respectivamente, en el estado de Veracruz. Por su parte, Martínez (1992) consigna un ancho de conos de *Pinus patula* de 4 a 6 cm; sin embargo, ninguna familia de las aquí estudiadas alcanzó siquiera el valor más bajo reportado por este autor.

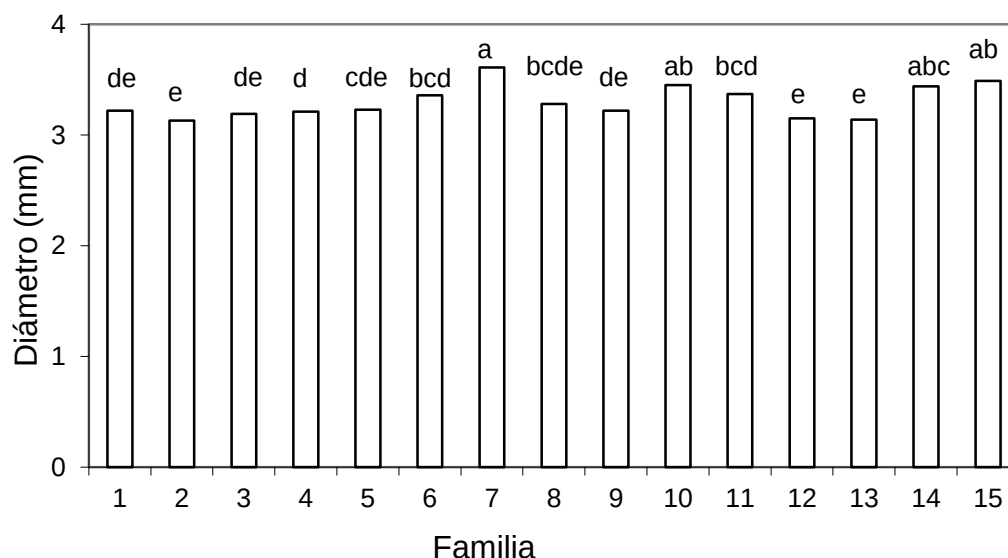


Figura 3. Diámetro promedio de los conos de *Pinus patula* de 15 familias procedentes de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo.

Respecto a la variación del diámetro de los conos en *Pinus patula* no existen trabajos afines con los cuales se puedan cotejar; sin embargo, existen reportes de otras especies cuyos datos son similares al encontrado en esta investigación (6.27%); como es el caso de Sánchez *et al.*, (2002) que refieren un coeficiente de variación de 5.58 % para el ancho de conos de *Pinus cembroides* subs. *orizabensis*; sin embargo, la mayoría de trabajos reporta coeficientes de variación mayores, como Cornejo (1992) que consigna una variación de 11% para *Pinus greggii* Engelm; Quiróz (1998) reporta un coeficiente de variación para conos de *Pinus radiata* var. *cedrocensis* de 12.53%; mientras que Rebolledo *et al.* (2002) refieren un coeficiente de variación para conos de *Pinus hartwegii* de 10.95%.

4.1.3. Peso de cono

En el peso del cono se encontró una diferencia estadística significativa ($p \leq 0.0001$) entre familias. El análisis de comparación de medias diferencia a las familias en cuatro grupos, el primer grupo está integrado por las familias 7, 9 y 10, con un valor de 66.8 g; el segundo lo conforman las familias 6 y 14, con un valor promedio de 57.16 g; el tercer grupo lo integran las familias, 4, 5, 8, 11, 12, 13 y 15, con un peso promedio de 47.62 gr; y el cuarto por las familias 1 y 2, que presentaron el promedio más bajo con 40.84 g (Figura 4).

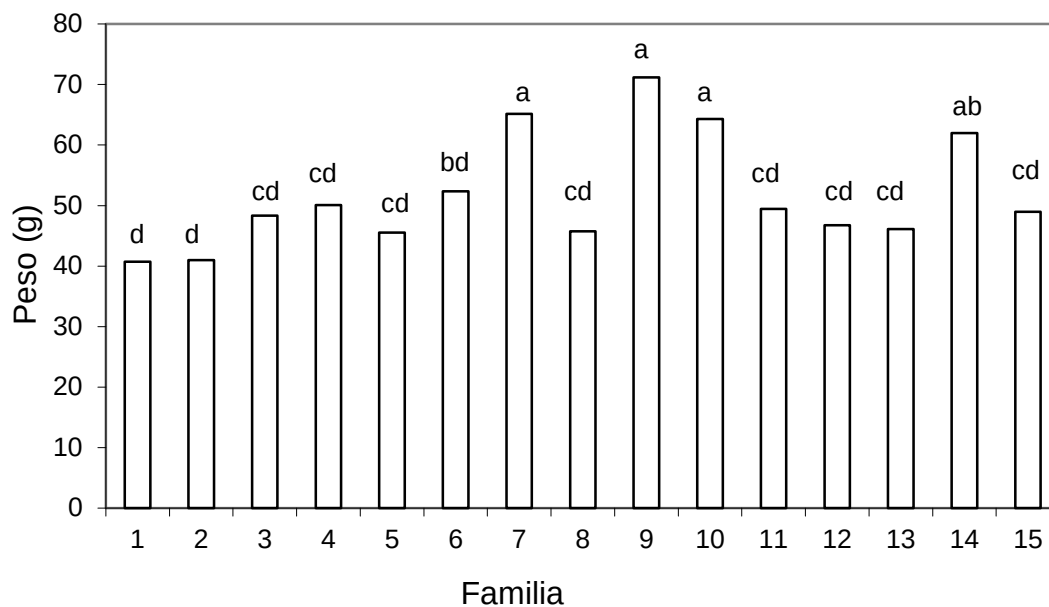


Figura 4. Peso promedio de los conos de *Pinus patula* de 15 familias procedentes de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo.

Respecto del peso del cono no se han encontrado reportes con los cuales comparar los resultados encontrados.

4.1.4. Número de semillas por cono

Al igual que en las variables anteriores se obtuvo una diferencia estadística significativa ($p \leq 0.0001$) entre familias. El análisis de comparación de medias conforme a las familias en cinco grupos, el primero está integrado por la familia 7 con un valor de 151.20 semillas; el segundo grupo lo conforman las familias 4, 13 y 14, con un valor promedio de 137.5 semillas; el tercero lo integran las familias 3, 6, 11 y 15, con el número de semillas promedio de 120.7 semillas; el cuarto grupo se integra por las familias 1, 8, 9, 10 y 12, con un valor de 91.4 semillas, y en el

quinto están las familias es 2 y 5, que presentaron el número de semillas más bajo con 59.9 semillas por cono (Figura 5).

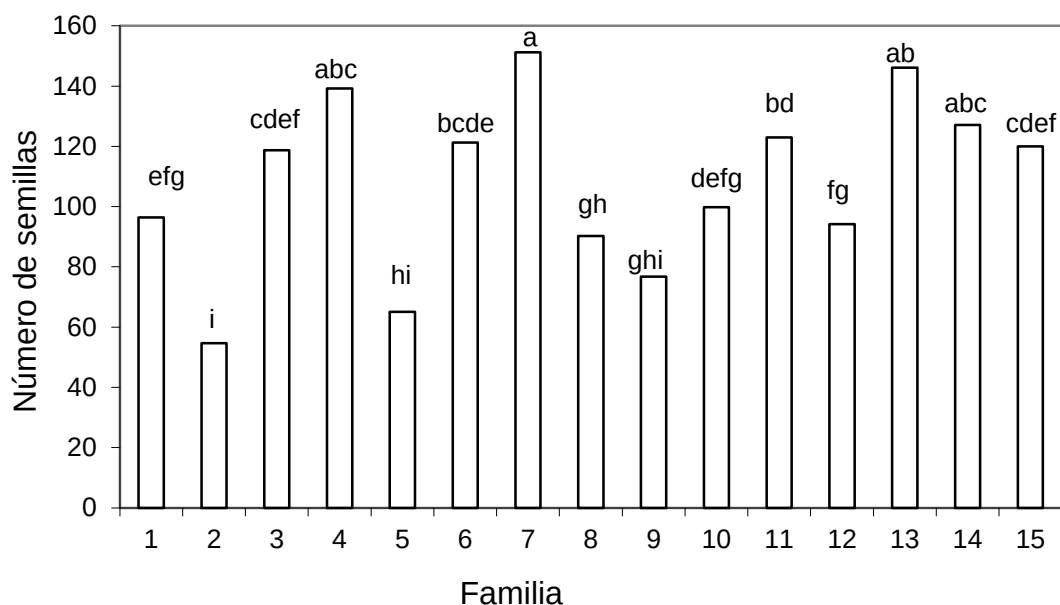


Figura 5. Número de semillas promedio por cono, de *Pinus patula* de 15 familias procedentes de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo.

Respecto de la varianza en el número de semillas por cono, Quiroz (1998) reportó un coeficiente de variación de 55.7 % en *Pinus radiata* var. *cedrocensis*, el cual fue mayor al encontrado en este estudio (22.35%). Misma situación que se encontró para la desviación estándar, ya que Vázquez *et al.* (2004) reportan un valor de 41.2 para *Pinus oaxacana* y el encontrado en este trabajo fue de 23.06.

4.2. Variación morfológica de semillas

Para este estudio sólo se midió la característica de peso de las semillas por familia. En el peso de semillas por familia hay una diferencia estadística significativa ($p \leq 0.0001$) entre familias. El análisis de comparación de medias agrupó a las familias en cinco grupos, el primer grupo está integrado por la familia 13 con un valor de 0.0124 g; el segundo grupo lo conforman las familias 3, 5 y 9, con un valor promedio de 0.0109 g; el tercer grupo lo integran las familias 7, 10, 11 y 14, con un peso promedio de 0.0101 g; el cuarto grupo se integra por los árboles 1, 2, 4 y 8 con un valor de 0.0092 g y en el quinto grupo están las familias 6, 12 y 15, que presentaron el promedio más bajo con 0.0083 g (Figura 6).

No se encontraron trabajos afines en lo referente al peso de la semilla de *Pinus patula* con los cuales comparar nuestros resultados.

En el Cuadro 6 se presentan los resultados encontrados respecto de la variación existente en el peso de las semillas entre familias, así tenemos que el valor mínimo es de 0.0087 g, el máximo es de 0.108 g, la varianza fue de 5.3 E-07, la desviación estándar de 0.00067 y un coeficiente de variación de 6.72%.

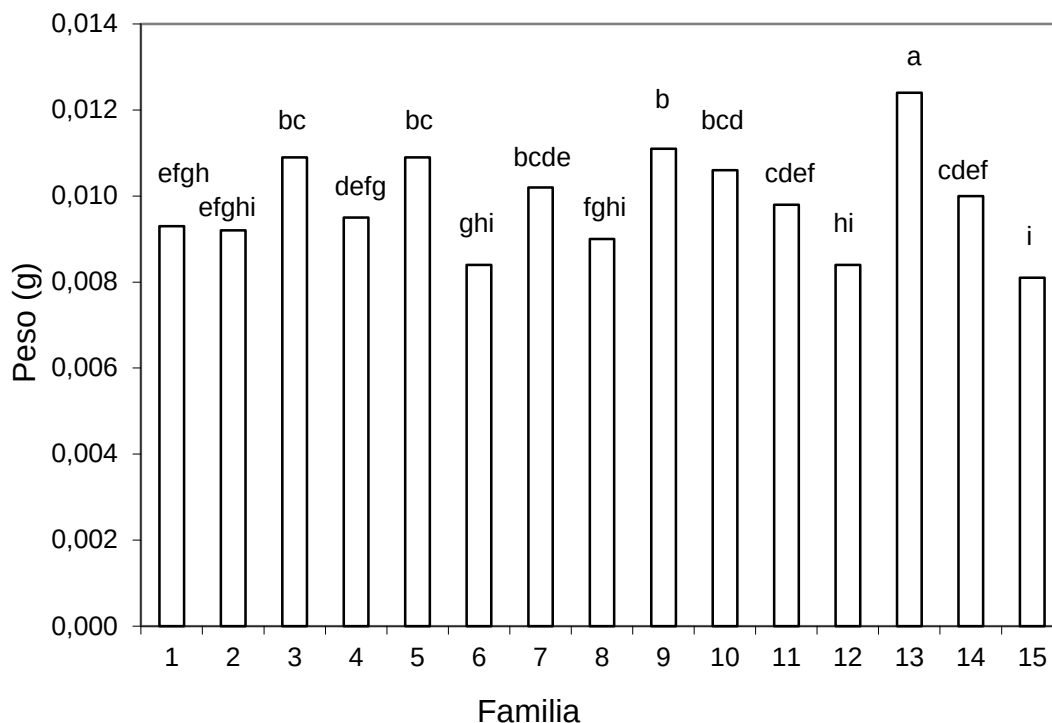


Figura 6. Peso promedio de las semillas de *Pinus patula* de 15 familias procedentes de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo.

No existen trabajos sobre variación en el peso de la semilla para *Pinus patula* con los cuales comparar los resultados; sin embargo, otros autores reportan valores más altos a los encontrados en este estudio para otras especies. Aparicio *et al.*, (2002) reportan un coeficiente de variación para el peso de la semilla de *Pinus oaxacana* Mirov del 35.0 % para la cosecha del año 1998 y del 36% para la cosecha de 1999, de la procedencia Los Molinos, en el estado de Veracruz. Méndez *et al.*, (2001) reportan un coeficiente de variación para semilla de *Pinus hartwegii* Lindl. de 13.38%, 15.32%, 15.65% para las procedencias del Parque Nacional Izta-Popo, 29.22% y 16.03%, para el Parque Nacional Cofre de Perote,

13.28%, para el Ajusco, 14.41% para la procedencia de Parres, Delegación Tlalpan y 12.56 % para Topilejo Delegación Tlalpan.

Cuadro 6. Estadísticas del peso de las semillas por familia, de la procedencia de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo.

Familia	Mínimo	Máximo	Varianza	Desv. Est.	C.V. (%)
1	0.009	0.010	2.06E-07	0.0005	4.89
2	0.009	0.010	2.51E-07	0.0005	5.42
3	0.009	0.012	6.70E-07	0.0008	7.50
4	0.009	0.010	1.86E-07	0.0004	4.54
5	0.010	0.012	4.80E-07	0.0007	6.35
6	0.007	0.009	4.47E-07	0.0007	7.95
7	0.009	0.012	5.24E-07	0.0007	7.09
8	0.008	0.010	1.81E-07	0.0004	4.74
9	0.010	0.012	1.10E-06	0.0010	9.43
10	0.009	0.012	4.15E-07	0.0006	6.10
11	0.009	0.010	1.54E-07	0.0004	3.99
12	0.007	0.010	7.41E-07	0.0009	10.29
13	0.009	0.014	2.01E-06	0.0014	11.43
14	0.009	0.011	4.54E-07	0.0007	6.76
15	0.008	0.009	1.31E-07	0.0004	4.43
Promedio	0.009	0.011	0.000	0.001	6.73

4.3. Emergencia de plántulas

4.3.1. Entre familias

La emergencia mostró diferencia estadística significativa ($p \leq 0.0001$) entre familias.

El análisis de comparación de medias agrupó a las familias en cuatro grupos, el primer grupo está integrado por la familia 13 con un valor de 87.27 %; el segundo grupo lo conforman las familias 2, 3, 8, 9, 11, 12 y 14, con un valor promedio de 83.03 %; el tercer grupo lo integran las familias 6, 7, 10 y 15, con una germinación

promedio de 74.82 %; y en el cuarto grupo están las familias 1, 4 y 5, que presentaron el promedio mas bajo con 61.18 % (Figura 7).

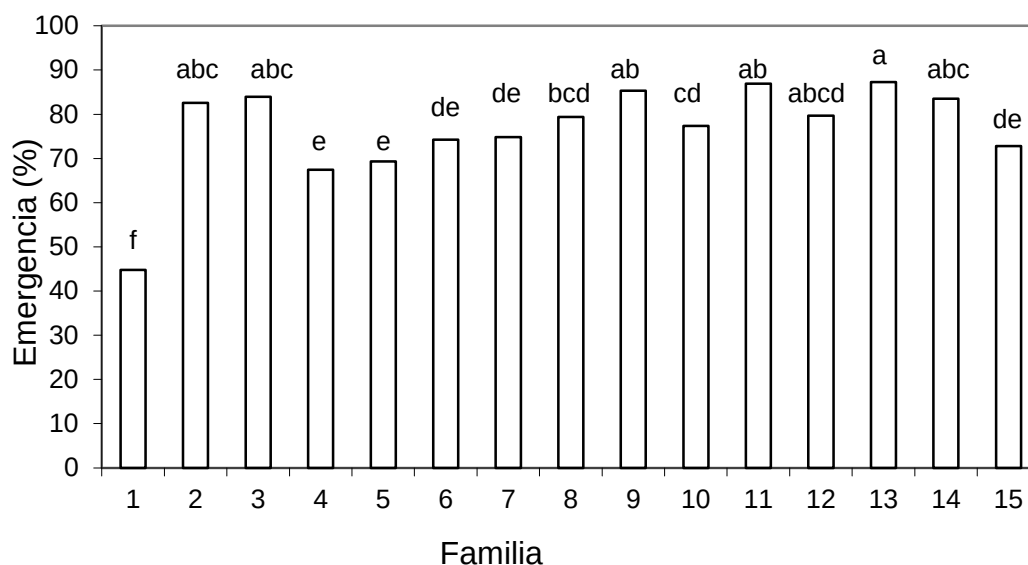


Figura 7. Emergencia promedio de plántulas de *Pinus patula* de 15 familias procedentes de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo.

4.3.2. Entre tamaños de cavidades

La emergencia fue estadísticamente diferente entre los tamaños de las cavidades empleadas ($p < 0.05$). Existen dos grupos respecto de esta variable, el primero integrado por las cavidades de 80 y 125 ml, las que presentaron el promedio mayor de emergencia con 77.9% y no presentaron diferencia estadística entre ellas; el segundo grupo está formado por las cavidades de 165 ml que es inferior a las anteriores con un valor de emergencia del 74.4% (Figura 8).

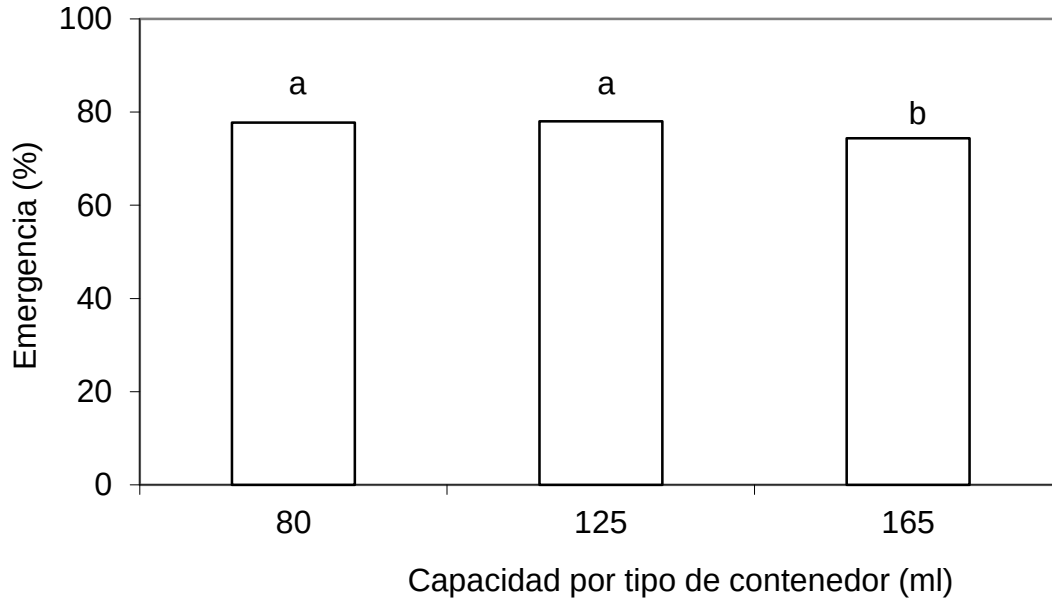


Figura 8. Emergencia promedio de las plántulas de *Pinus patula* cultivadas en tres tipos de envase de 15 familias procedentes de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo.

Pineda y Olivas (2000) reportaron una fluctuación en la emergencia del 65.6 % al 95.6% para *Pinus patula* y del 9.4% a 24.4% para *Pinus greggii*, ambas especies producidas bajo tres tipos de envase. Santiago (2002) probó tres tipos de mezclas de sustrato, midiendo la emergencia a los 45 días, encontró valores de entre 54.16 a 82.58% para la especie *Abies religiosa* Schl. et Cham. Carrillo (1988) reportó una germinación de entre 2.33 a 43.35 % a los 74 días para *Pinus montezumae*, para *Pinus hartwegii* de 0.3 a 24.3% y para *Pinus engelmannii* de 4.7 a 96.75%, en todos los casos se evaluó bajo diferentes mezclas de sustrato. Quiroz (1998) encontró una emergencia de entre 32 y 81% entre familias para *Pinus radiata* de la Bahía de San Sebastián Vizcaíno, B.C.

4.4. Variación morfológica de los brinzales

4.4.1. Número de cotiledones

El número de cotiledones mostró diferencia estadística significativa ($p \leq 0.0001$) entre familias. El análisis de comparación de medias agrupó a las familias en cuatro, el primer grupo está integrado por la familia 7 con un valor de 5.53; el segundo grupo lo conforman las familias 1, 9 y 11, con un valor promedio de 5.40; el tercer grupo lo integran las familias 3, 5, 8, 10 y 12, con una valor promedio de 5.27; y en el cuarto grupo las familias 2, 4, 6, 13, 14 y 15 que presentaron el promedio más bajo con 5.20 (Figura 9).

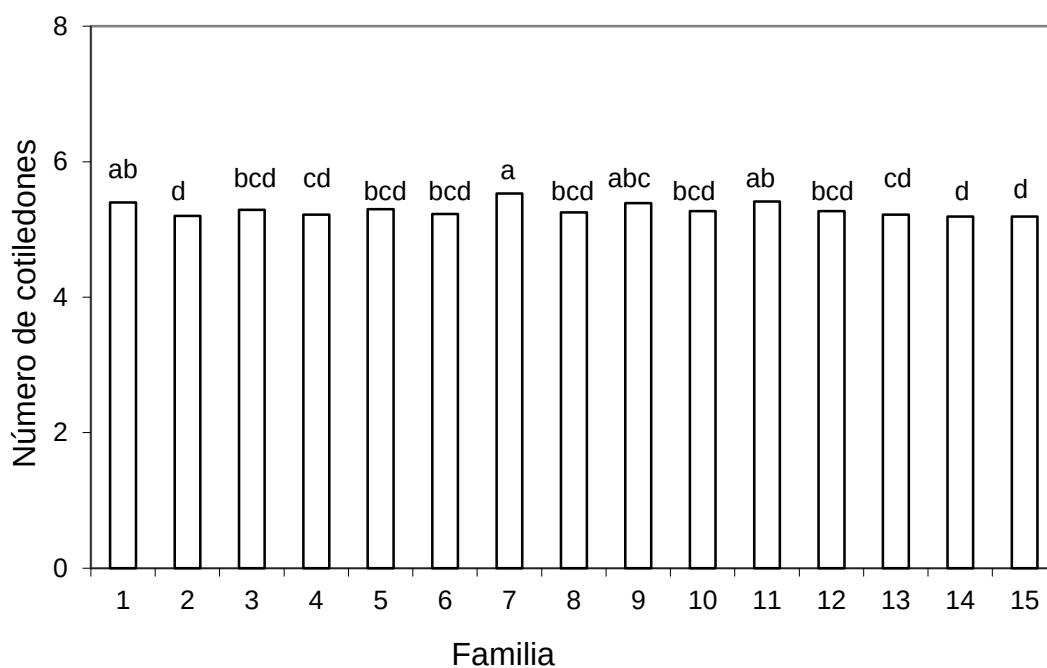


Figura 9. Número de cotiledones promedio en las plántulas de *Pinus patula* de 15 familias de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo.

No se encontraron reportes del número de cotiledones para la especie de *Pinus patula*. Quiroz (1998) reportó una fluctuación en el número de cotiledones de cinco a siete entre familias para *Pinus radiata* de la Bahía de San Sebastián Vizcaíno, B.C. Romero (2005) reportó una mediana de 10 para el número de cotiledones de cinco procedencias de *Pinus cembroides* para el estado de Hidalgo. Cervantes (1986) consignó una oscilación de entre tres y seis cotiledones para *Pinus tecunumanii* de cinco procedencias. Bermejo (1986) reportó un intervalo de cuatro a nueve cotiledones para *Pinus pseudostrobus*, de cinco procedencias de la región central de México.

4.4.2. Longitud de cotiledones

La longitud de cotiledón mostró diferencia estadística significativa ($p \leq 0.0001$) entre familias. El análisis de comparación de medias agrupó a las familias en cinco grupos, el primero está integrado por las familias 1, 5, 9 y 10, con un valor de 1.8cm; el segundo grupo lo conforman las familias 3, 6, 7, 11, 13 y 14, con un valor promedio de 1.81 cm; el tercer grupo lo integran las familias 2 y 8, con una longitud promedio de 1.75 cm; el cuarto grupo se integra por las familias 4 y 12, con un valor de 1.66 cm y en el quinto grupo están la familia 15 que presentó el promedio más bajo con 1.52 cm (Figura 10).

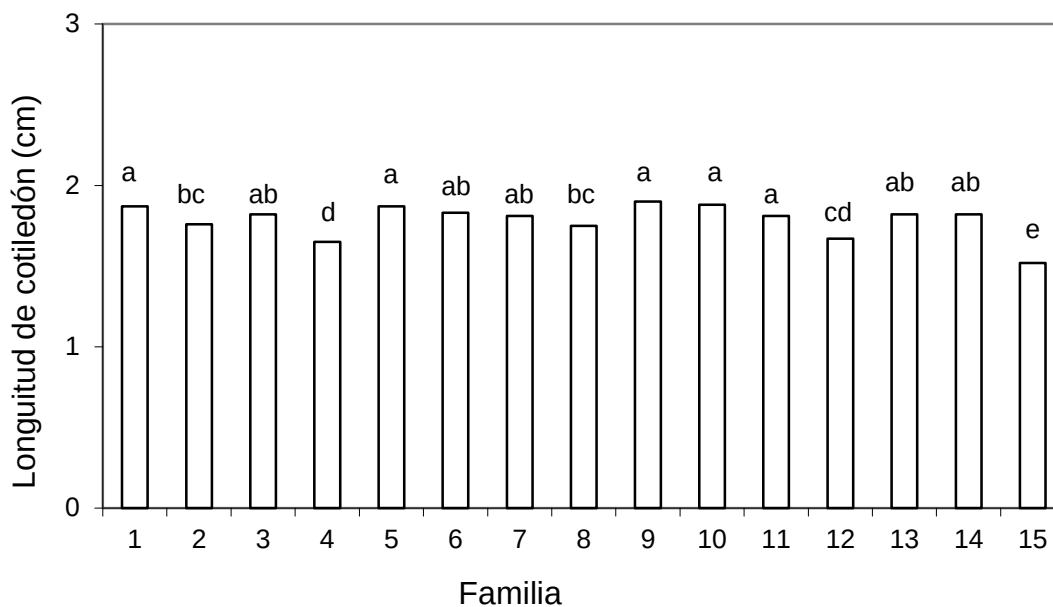


Figura 10. Longitud promedio de cotiledones de las plántulas de *Pinus patula* de 15 familias de La Mojonera, Zacualtipán; Hidalgo.

Romero (2005) consignó una longitud de 2.88 cm para los cotiledones de *Pinus cembroides* de cinco poblaciones del estado de Hidalgo. Quiroz (1998) encontró una longitud de cotiledones de entre 2.59 y 4.51 cm entre familias de *Pinus radiata* de la Bahía de San Sebastián Vizcaíno, B.C. Bermejo (1986) reportó un valor para los cotiledones de *Pinus pseudostrobus* de entre 1 y 3.80 cm, para seis procedencias de la región centro de México, todos los valores anteriores son superiores a la longitud de cotiledones estimados en este estudio para *P. patula*.

4.4.3. Diámetro entre familias

El diámetro de planta mostró diferencia estadística significativa ($p \leq 0.0009$) entre familias. El análisis de comparación de medias agrupó a las familias en cinco, el

primer grupo está integrado por las familias 11 y 13, con un valor de 0.62 mm; el segundo grupo lo conforman las familias 9, 10, 12 y 14, con un valor promedio de 0.60 mm; el tercer grupo lo integran las familias 1, 2, 3, 8 y 15, con un diámetro promedio de 0.56 mm; el cuarto grupo se integra por los árboles 4 y 7, con un valor de 0.55 mm y en el quinto grupo están las familias 5 y 6 que presentaron el promedio más bajo con 0.54 mm (Figura 11).

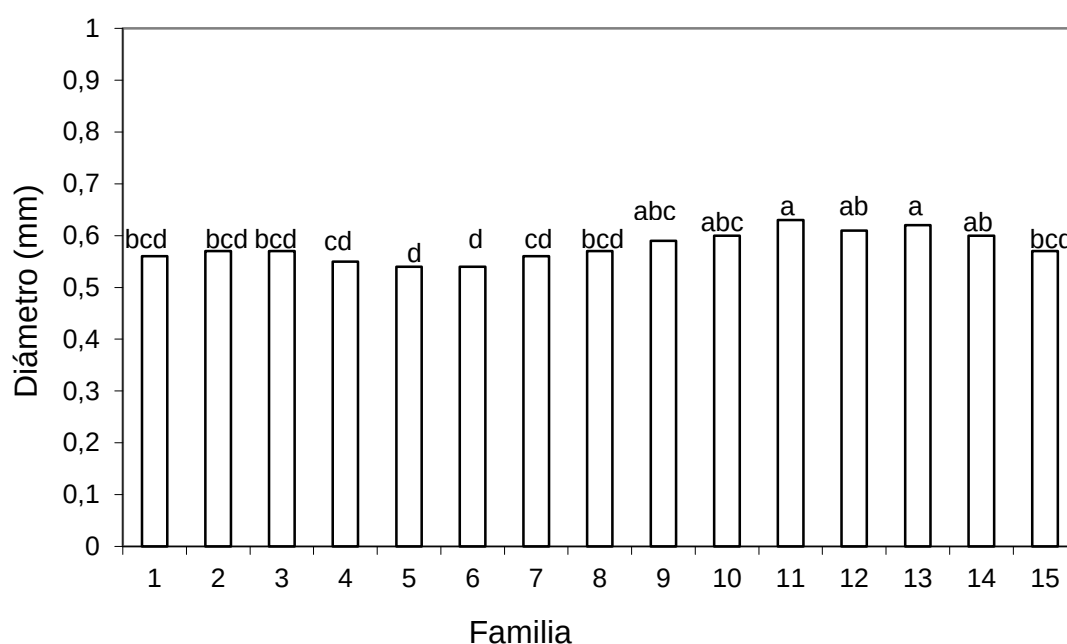


Figura 11. Incremento promedio en diámetro de las plántulas de *Pinus patula* de 15 familias procedentes de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo.

4.4.4. Diámetro entre envases

El diámetro de planta mostró diferencia estadística significativa ($p \leq 0.0001$) entre envases. El análisis de comparación de medias agrupó a los envases en 3 grupos, el primero grupo está integrado por la capacidad de 165 ml, con un crecimiento de

0.68 mm; el segundo grupo lo conforma la capacidad de 80 ml con un valor promedio de 0.54 mm; y en el tercer grupo está la capacidad de 125 ml que presentó el promedio más bajo con 0.51mm (Figura 12).

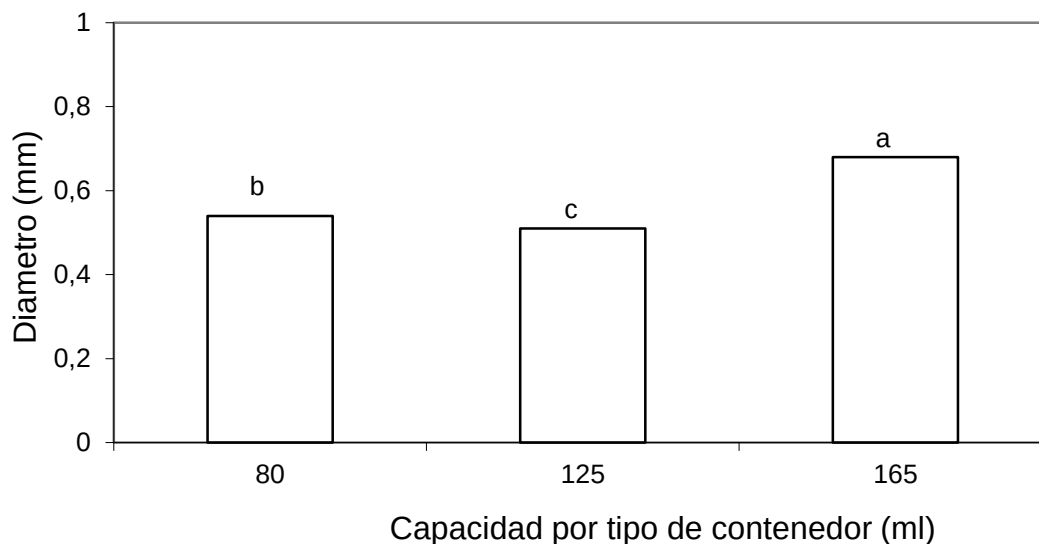


Figura 12. Incremento promedio del diámetro en las plántulas de *Pinus patula* de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo, cultivadas bajo tres tipos de envase.

4.4.5. Diámetro entre meses

El diámetro mostró diferencia estadística significativa ($p \leq 0.0001$) entre meses. El análisis de comparación de medias agrupó a los meses en cuatro, el primer grupo estuvo integrado por el mes de junio con un valor de 0.78 mm; el segundo grupo lo conformó el mes de septiembre con un valor promedio de 0.64 mm; el tercer grupo lo integran los meses de agosto, octubre y noviembre con una longitud promedio

de 0.53 mm; y en el cuarto grupo esta el mes de julio que presentó el promedio más bajo con 0.44 mm (Figura 13).

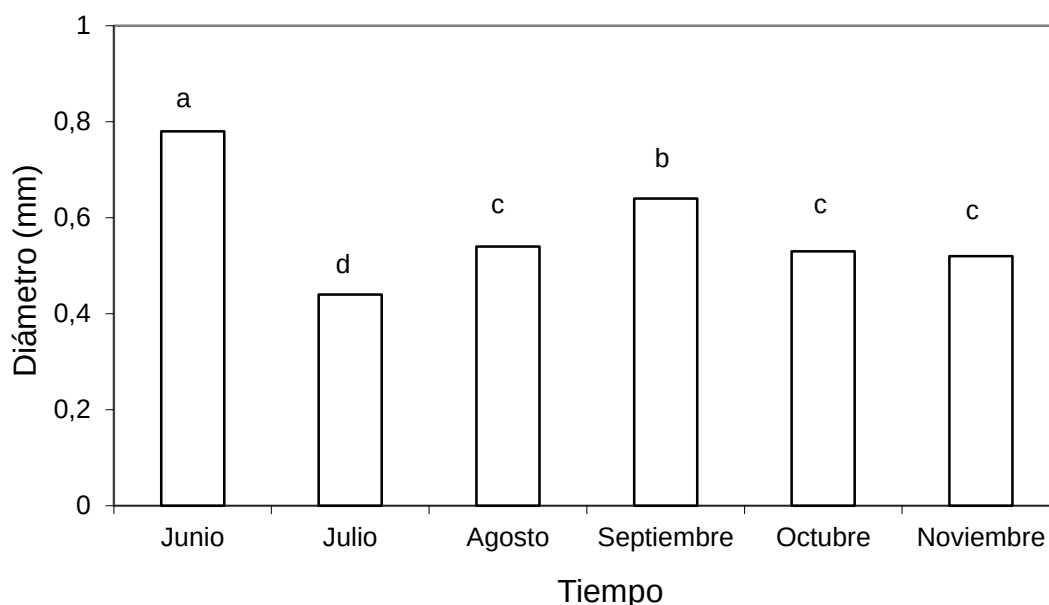


Figura 13. Incremento mensual promedio del diámetro en plántulas de *Pinus patula* procedentes de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo.

Zitácuaro y Aparicio (2004) reportaron un valor para el diámetro de las plántulas de *Pinus oaxacana* de entre 3 y 8.42 mm para la procedencia Los Molinos, de 2 a 6.19 mm para la procedencia de Húmeros, y de 2.3 a 5.7 mm para Las Derrumbadas, las tres procedencias pertenecientes al estado de Veracruz. Bautista (2003) reportó un intervalo para el diámetro de las plántulas de *Pinus montezumae* de 5.06 a 9.12 mm en el vivero de san Luis Tlaxialtemalco, D.F. Álvarez y Bautista (1999) mostraron un valor de entre 1.6 a 2 mm de diámetro para las plántulas de *Pinus durangensis* y *Pinus engelmannii*. Van den Driessche (1982) encontró que el diámetro de algunas especies aumentó al incrementar la

cantidad de fertilización nitrogenada. Una deficiencia en la nutrición puede causar, por tanto, un menor crecimiento en el grosor de las plantas.

Álvarez y Bautista (1999) consignan un valor promedio en el diámetro de las plántulas de *Pinus engelmannii* de 1.9 mm y 1.7 mm para *Pinus durangensis*, a los ocho meses de edad, producidas para tres tipos de envases. Rodríguez (1993) encuentra en *Pinus pseudostrobus* un diámetro de entre 3.5 mm y 3.7 mm para plántulas producidas en bolsa, y para plántulas producidas en cono forestal encontró valores de entre 0.96 mm y 0.97 mm. Santiago (2002) refiere en su estudio de producción de plántulas bajo tres tipos de envases un diámetro para *Abies religiosa* de entre 1.72 y 1.95 mm, para *Pinus ayacahuite* de entre 3.42 y 3.74 mm y para *Pinus leiophylla* de 5.37 a 6.65 mm, los valores fueron tomados a la edad de seis meses, en el vivero de Santa Luis Tlaxiacaltemalco, D.F. Pineda y Olivas (2000) reportan para *Pinus patula* y *Pinus greggii* valores del diámetro de plántulas de 1.74 mm y 1.86 mm, respectivamente, ambas especies producidas en tres diferentes tamaños de contenedores.

4.4.6. Altura entre familias

La altura mostró diferencia estadística significativa ($p \leq 0.0001$) entre familias (Cuadro 1). El análisis de comparación de medias agrupó a las familias en cuatro grupos, el primer grupo está integrado por la familia 13 con un valor de 4.49 cm; el segundo grupo lo conforman las familias 9, 11 y 14, con un valor promedio de 4.23 cm; el tercer grupo lo integran las familias 1, 2, 5, 6, 7, 8, 10, 12 y 15, con una

altura promedio de 3.82 cm; y en el cuarto grupo están las familias 3 y 4 que presentaron el promedio más bajo con 3.36 cm (Figura 14).

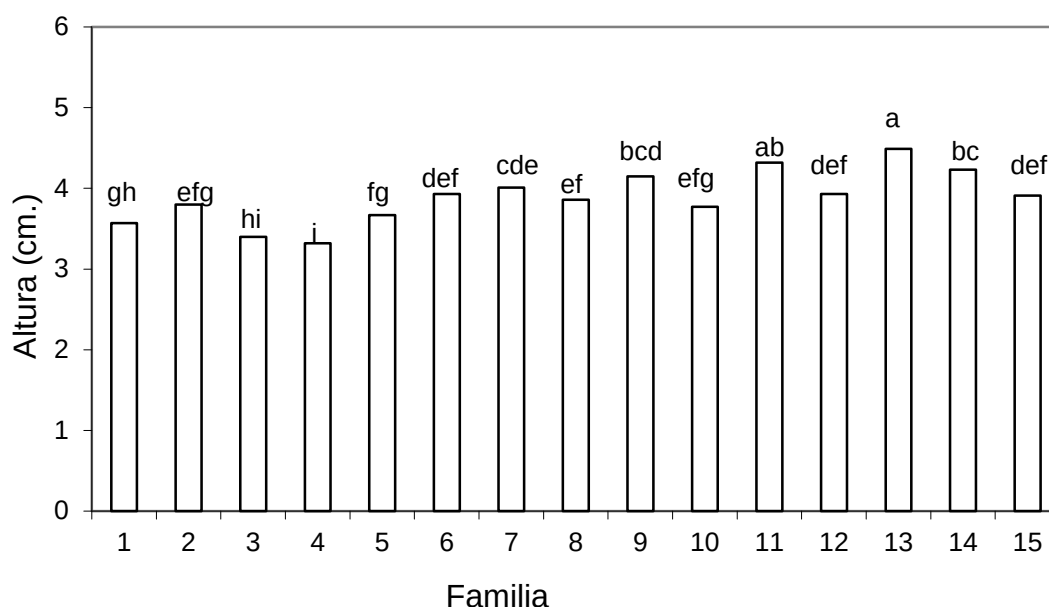


Figura 14. Incremento promedio en altura de las plántulas de *Pinus patula* de 15 familias procedentes de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo.

4.4.7. Altura entre envases

El tipo de capacidad por cavidad mostró diferencia estadística significativa ($p \leq 0.0001$) entre familias. El análisis de comparación de medias agrupó por la capacidad de cavidad en tres grupos, el primer grupo está integrado por la capacidad de cavidad de 165 ml; con un crecimiento de 4.35 cm; el segundo grupo lo conforma la capacidad de 80 ml, con un valor promedio de 3.92 cm; y en el tercer grupo está la capacidad de 125 ml; que presentó el promedio más bajo con 3.4 cm (Figura 15).

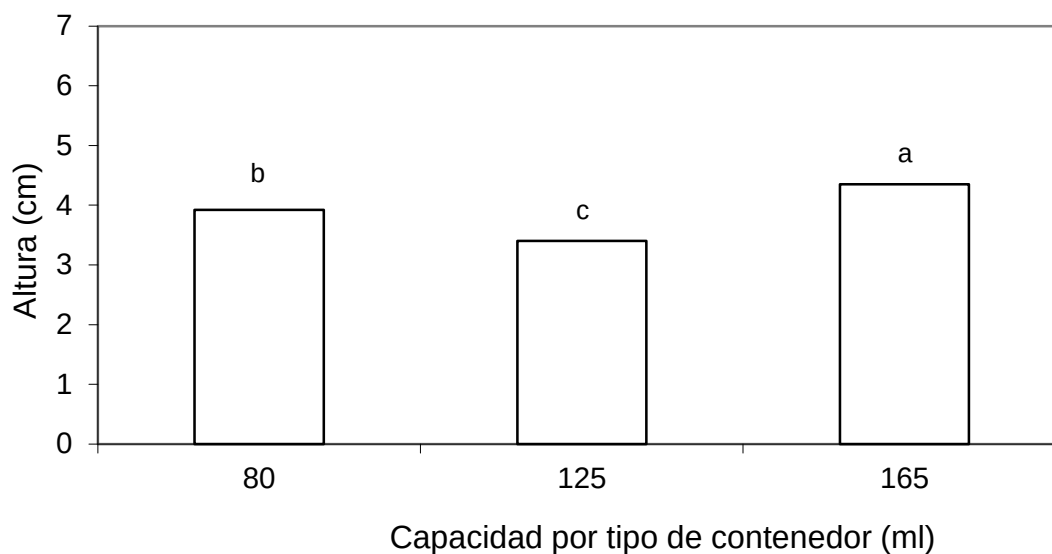


Figura15. Incremento promedio en altura de las plántulas de *Pinus patula* de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo, producidos bajo tres tipos de envases.

4.4.8. Altura entre meses

Los meses mostraron diferencia estadística significativa ($p \leq 0.0001$) entre familias (Cuadro 14). El análisis de comparación de medias agrupó a los meses en cinco grupos, el primer grupo está integrado por el mes de octubre con un valor de 6.94 cm; el segundo grupo lo conforman los meses de junio y septiembre con un valor promedio de 4.25 cm; el tercer grupo lo integra el mes de julio con una longitud promedio de 3.65 cm; el cuarto grupo se integra por el mes de noviembre con un valor de 2.97 cm y en el quinto grupo es el mes de agosto que presentó el promedio más bajo con 1.27 cm (Figura 16).

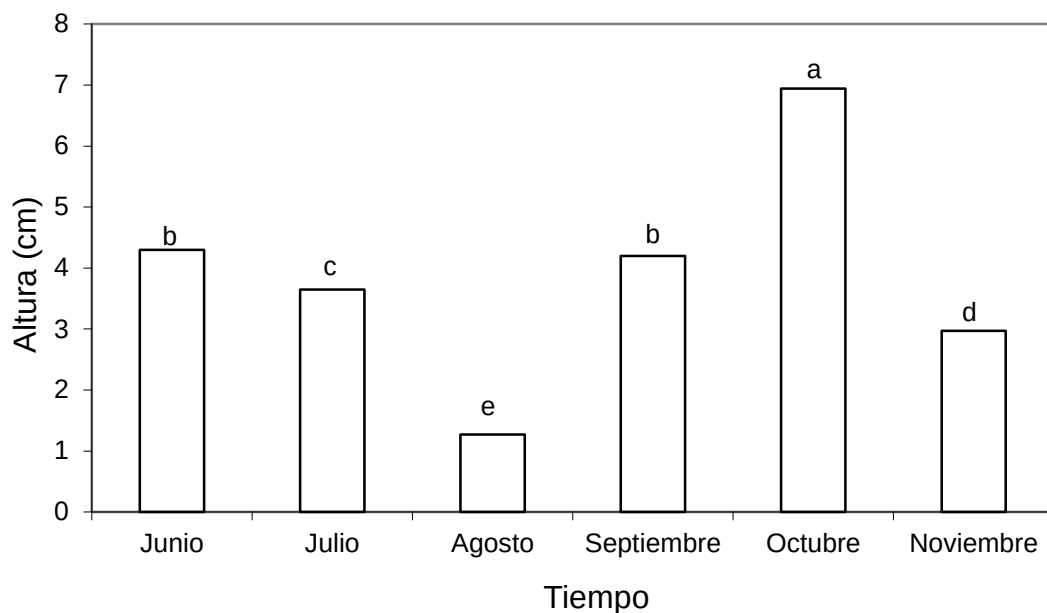


Figura 16. Incremento promedio mensual en altura de las plántulas de *Pinus patula* de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo.

Zitácuaro y Aparicio (2004) reportan un valor para la altura de las plántulas de *Pinus oaxacana* de entre 8 y 42 cm para la procedencia Los Molinos, de entre 6 a 37 cm para la procedencia de Húmeros y de 11 a 39 cm para Las Derrumbadas, todas las procedencias pertenecientes al estado de Veracruz. Bautista (2003) reportó una altura para las plántulas de *Pinus montezumae* de entre 2.25 a 3.21 cm producidas en el vivero de san Luis Tlaxialtemalco, D.F. Álvarez y Bautista (1999) reportaron un valor de entre 4.5 y 6.8 cm altura para las plántulas de *Pinus durangensis* y *Pinus engelmannii*, respectivamente. Bautista (2003) encontró una altura para las plántulas de *Pinus montezumae* de entre 2.25 y 3.21 cm en el vivero de San Luís Tlaxialtemalco. D.F.

Álvarez y Bautista (1999) refieren un valor promedio para la altura de las plántulas de *Pinus engelmannii* 5.6 cm y para *Pinus durangensis* de 5.0 cm, ambas especies fueron evaluadas a los ocho meses de edad y se produjeron bajo tres tipos de envase. Rodríguez (1993) consigna para las plántulas de *Pinus pseudostrobus* una altura promedio de 19.6 cm bajo un sistema de producción de bolsa, y de 17.8 cm para las producidas en cono forestal, en el vivero forestal del bosque-escuela de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Santiago (2002) muestra valores de altura de entre 18.5 y 20.1 cm para las plántulas de *Abies religiosa* producida bajo tres diferentes tipos de contenedor, para las plántulas de *Pinus ayacahuite* los valores fluctuaron entre los 20.3 y 23.3 cm de altura y para *Pinus leiophylla* fueron de 23.8 a 29.6 cm, todos los datos fueron tomados a los seis meses de edad de las plántulas en el vivero de Santa Luís Tlaxiacaltemalco, D.F. Pineda y Olivas (2000) reportan una altura de las plántulas de *Pinus patula* de 14.17 cm y para *Pinus greggii* de 16.38 cm, las cuales fueron producidas en tres diferentes tamaños de contenedores.

4.5. Calidad de planta

4.5.1. Índice de Dickson

El índice de calidad mostró diferencia estadística significativa ($p \leq 0.0001$) entre tipos de envase, familias y su interacción (Cuadro 7). El análisis de comparación de medias agrupó al tipo de envase en dos, el primer grupo está integrado por el envase de 165 ml, con un valor de 0.58 y el segundo grupo concentra a los envases de 80 y 125 ml, con valor promedio de 0.28 (Figura 17). Para el caso de

las familias la comparación de medias las clasificó en cuatro grupos, el primer grupo está integrado por las familias 1 10 y 14 con un valor de 0.44; el segundo grupo lo conforman las familias 1, 9, 12, 13 y 15, con un promedio de 0.41; el tercer grupo lo integran las familias 2, 3, 4 y 11, con un índice de 0.36 y el cuarto grupo está integrado por las familias 5, 6, 7 y 8 que presentaron el promedio más bajo con 0.32 (Figura 18).

Cuadro 7. Análisis de varianza para el índice de Dickson de las plántulas de *Pinus patula*, producido bajo tres tipos de envase y 15 familias procedentes de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Significancia
Modelo	44	16.81	0.38	26.44	≤ 0.0001
Error	630	9.10	0.01		
Total	674	25.91			
Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados Tipo III	Cuadrado medio	Valor de F	Significancia
Envase	2	13.82	6.91	478.38	≤ 0.0001
Familia	14	1.25	0.09	6.18	≤ 0.0001
Envase*Familia	28	1.73	0.06	4.28	≤ 0.0001

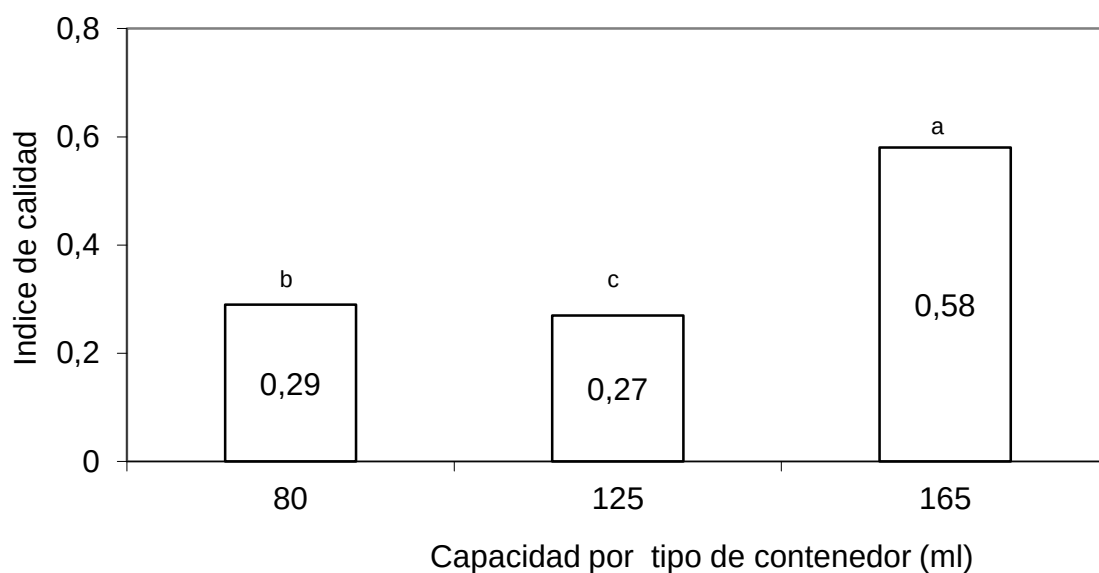


Figura 17. Índice de calidad de Dickson promedio de las plántulas de *Pinus patula* producida bajo tres tipos de envases.

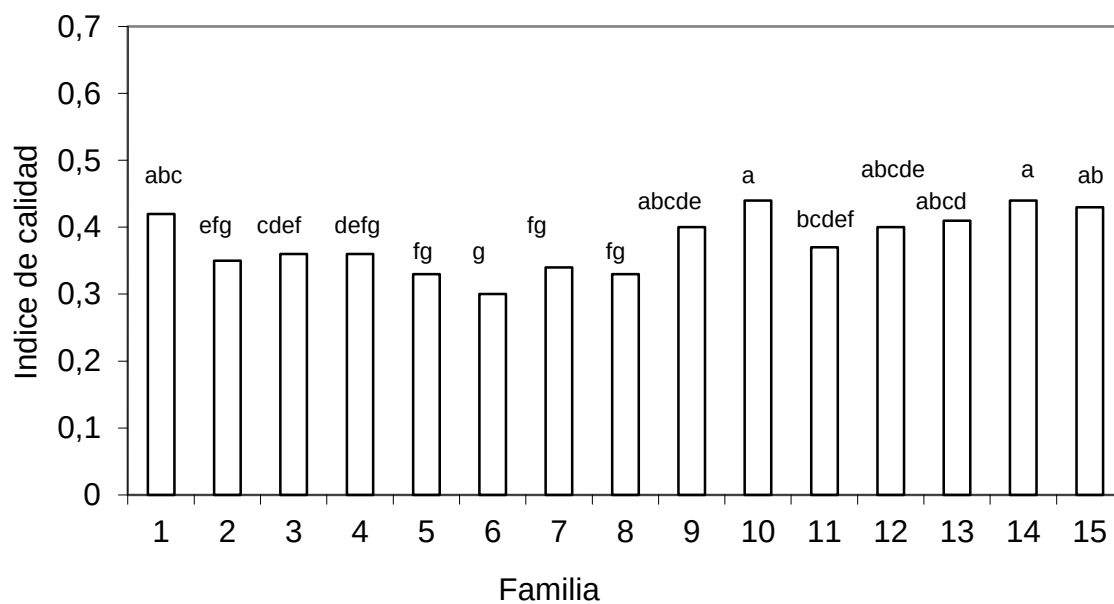


Figura 18. Índice de calidad de Dickson promedio de las plántulas de *Pinus patula* de 15 familias procedentes de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo.

González (2006) consigna un índice de calidad entre 0.197 a 0.273 para seis diferentes procedencias para *Pinus cembroides*. Mohedano *et al.* (1999), en un

estudio con plántulas de *Pinus cembroides*, refieren los mayores valores de calidad en plántulas micorrizadas 0.353 y 0.471. Sánchez *et al.* (1987) integran valores de entre 0.34 y 0.78 para plántulas de *Pinus pinceana*, de una procedencia bajo diferentes técnicas de cultivo.

4.5.2. Índice de robustez

El índice de robustez mostró diferencia estadística significativa ($p \leq 0.0001$) entre tipos de envases, familias y su interacción (Cuadro 8). El análisis de comparación de medias agrupó en tres a los tipos de envases, el primer grupo está integrado por el envase de 80 ml con un valor de 7.59; el segundo grupo lo integra el envase de 125 ml, con un valor promedio de 7.28 y en el tercero grupo está el envase de 165 ml, con un valor de 6.86 (Figura 19). Respecto a las familias, la prueba de medias formó tres grupos, el primer grupo integrado por las familias 6, 11 y 13, con un valor de 8.01; el segundo grupo lo conforman las familias 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 12 y 15, con un valor promedio de 7.22 y en el tercer grupo quedaron las familias 1, 4 y 14, con un valor de 6.53 (Figura 20).

Cuadro 8. Análisis de varianza para el Índice de Robustez de las plántulas de *Pinus patula*, producidas bajo tres tipos de envases y provenientes de 15 familias de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Significancia
Modelo	44	404.06	9.18	4.86	≤ 0.0001
Error	630	1190.78	1.89		
Total	674	1594.85			
Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Significancia
Tipo III					
Envase	2	60.11	30.06	15.90	≤ 0.0001
Familia	14	174.96	12.50	6.61	≤ 0.0001
Envase*Familia	28	168.99	6.03	3.19	≤ 0.0001

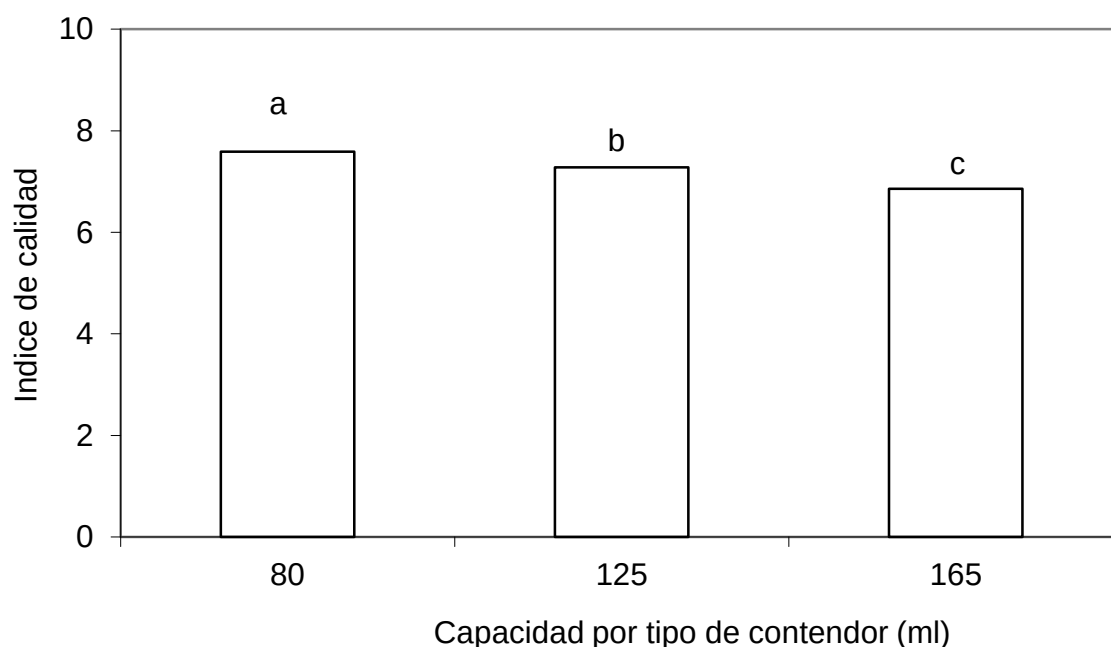


Figura 19. Índice de robustez promedio de las plántulas de *Pinus patula* de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo, producidas bajo tres tipos de envases.

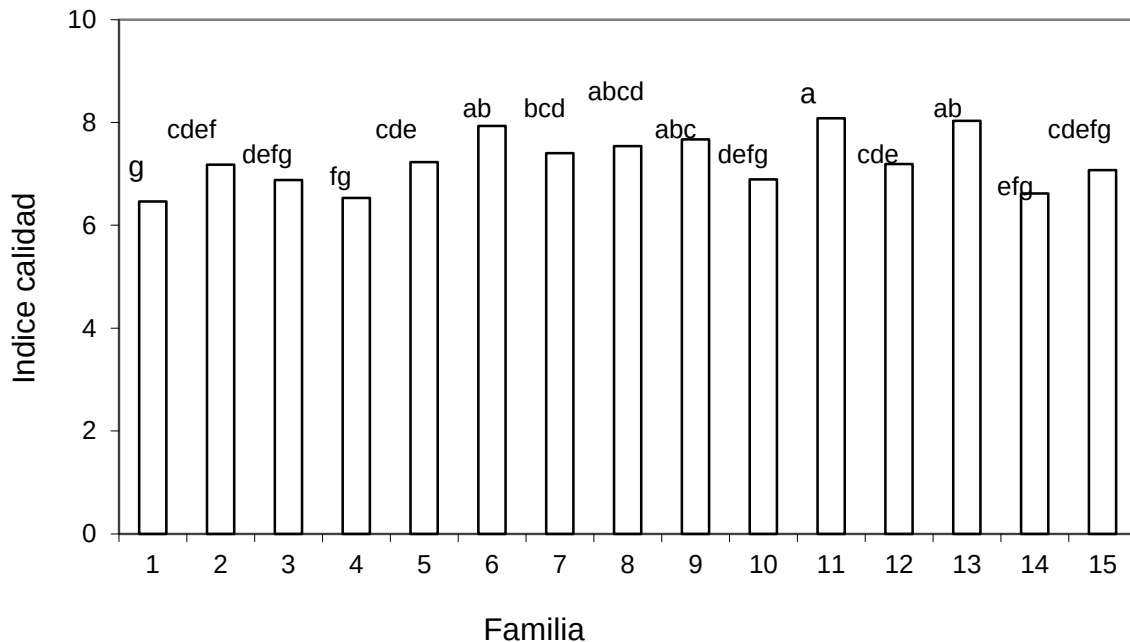


Figura 20. Índice de robustez promedio de las plántulas de *Pinus patula* de 15 familias procedentes de La Mojonera, Zacualtipán; Hidalgo.

González (2006) refiere un cociente de robustez de entre 2.40 a 3.02 para seis diferentes procedencias para *Pinus cembroides*. Bautista (2003) consigna valores de calidad alta y media de 0.37 y calidad baja de 0.48, encontrando que, en campo, la calidad media con el mismo índice de robustez (0.37), la respuesta fue diferente ya que éste fue el que obtuvo la mayor sobrevivencia en campo (83.82%), en comparación a la calidad alta presentó una supervivencia de 74.68% para *Pinus montezumae* Lamb. Domínguez et al. (1997) reportan valores de entre 1.5 y 2.2 para *Pinus halepensis* Mill., y entre 0.7 y 1.0 para *Quercus ilex* L. Thompson (1985) señala que los brinzales con índices pequeños son menos susceptibles a sufrir daños severos por la acción del viento, sequía, heladas, altas temperaturas u otros factores adversos en el sitio de plantación, ya que el tallo de la planta tiene un mayor grado de lignificación.

4.5.3. Relación tallo/raíz

La relación tallo/raíz mostró diferencia estadística significativa ($p \leq 0.0001$) entre tipos de envases, familias y su interacción (Cuadro 9). El análisis de comparación de medias agrupó al tipo de envase en tres, el primer grupo está integrado por el envase de 80 ml con un índice de 3.2; el segundo grupo lo conforma el envase de 125 ml, con un valor de 2.66 y en el tercer grupo está el envase de 165 ml, con el valor más bajo que fue de 2.62 (Figura 21). Respecto a las familias, la comparación de medias arrojó cuatro grupos, el primer grupo está integrado por la familia 6, con un valor de 3.17; el segundo grupo lo conforman las familias 5, 8 y 12 con un valor de 3.0; el tercer grupo lo integran las familias 1, 2, 3, 7 y 13, con un promedio de 2.83 y en el cuarto grupo están las familias 4, 9, 10, 11, 14 y 15, que tuvieron un índice abajo de 2.67 (Figura 22).

Cuadro 9. Análisis de varianza de la relación tallo-raíz de las plántulas de *Pinus patula* de 15 familias de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo, producidas bajo tres tipos de envases.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	Significancia
Modelo	44	108.20	2.46	8.24	≤ 0.0001
Error	630	187.91	0.30		
Total	674	296.11			
Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados Tipo III	Cuadrado medio	Valor de F	Significancia
Envase	2	47.56	23.78	79.73	≤ 0.0001
Familia	14	16.66	1.19	3.99	≤ 0.0001
Envase*Familia	28	43.98	1.57	5.27	≤ 0.0001

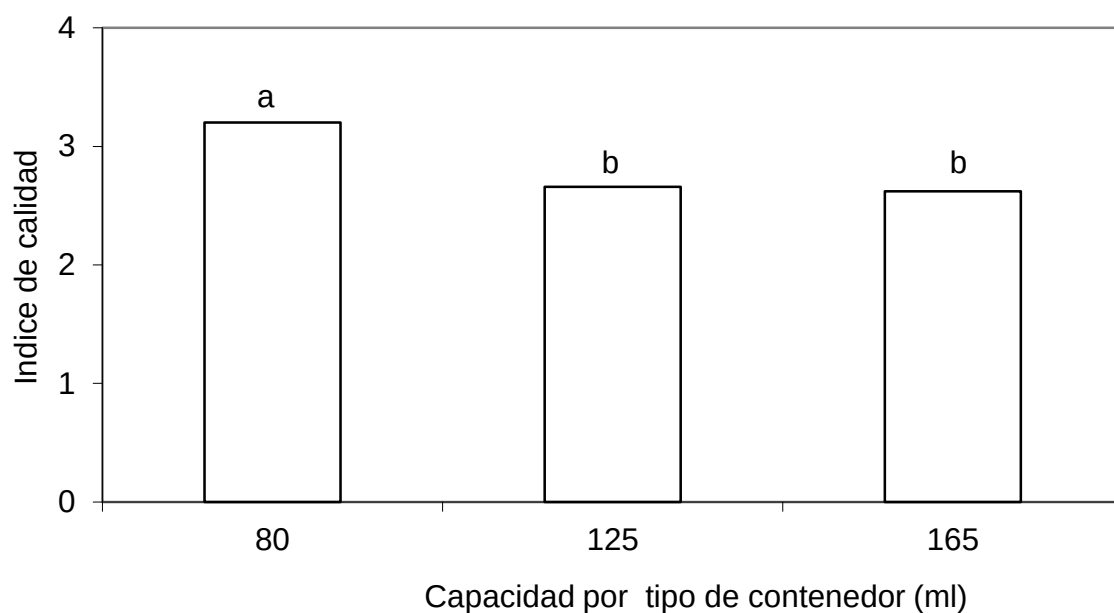


Figura 21. Índice de relación tallo/raíz promedio de las plántulas de *Pinus patula* procedentes de La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo, producidas bajo tres tipos de envases.

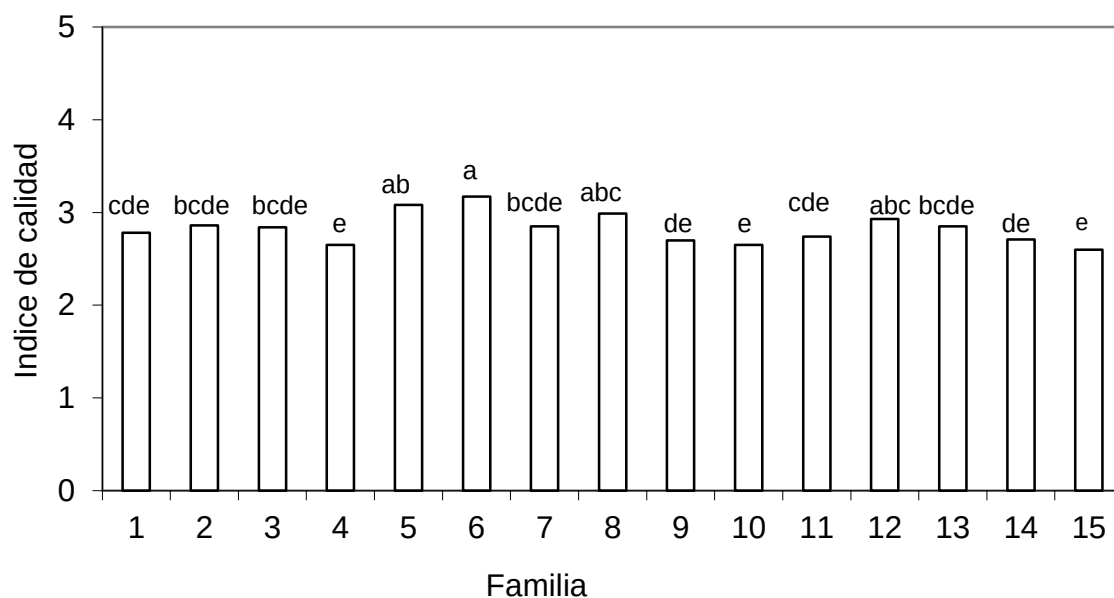


Figura 22. Relación tallo/raíz promedio de las plántulas de *Pinus patula* de 15 familias procedentes de La Mojonera, Zacualtipán; Hidalgo.

Bautista (2003) consigna los valores para la relación tallo/raíz de 2.59, para la calidad alta y para calidad baja de 3.39, la mayor supervivencia la encontró en la calidad baja para *Pinus montezumae* Lamb. Mexal et al., (2002) refieren valores de 5.16 y 5.33 en plántulas de *Swietenia macrophylla* King no fertilizadas y fertilizadas, respectivamente. Walter (2001) obtuvo una proporción tallo/raíz que fluctúan entre 0.51 y 1.30 para las plántulas de un año de edad de *Pinus lambertiana* Dougl. y de 0.62 a 1.08 para *Pinus jeffreyi* Grez. & Balf. las cuales fueron sometidas a inoculación de micorrizas a diferentes dosis. Pineda y Olivas (2000) integra una razón tallo/raíz de 14.2 y 11.5 para plántulas de 10 meses de edad de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl & Cham. y *Pinus greggii* Engelm. Álvarez y Bautista (1999) encontraron los valores de 0.14 a 0.39 para tres tipos de envases y para las especies de *Pinus durangensis*, con una mejor relación que *Pinus engelmannii* (0.27 contra 0.25). González (2006) refiere un cociente de relación tallo: raíz de entre 1.09 a 1.39 para seis diferentes procedencias de *Pinus cembroides*.

4.6. Análisis del costo de producción de plántulas

4.6.1. Materiales y herramientas

El costo de producción está calculado para producir 1 000 000 de brinzales en el contenedor de 80 ml de capacidad (Anexo A). Dicho costo contempla una inversión en los contenedores de \$ 384 304.16 pesos, la construcción del invernadero por \$ 549 260.00. pesos, los insumos requeridos por \$ 173 114.80

pesos y la herramienta y material por \$ 3 152.25 pesos, teniendo como resultado un costo total de \$ 1 109 831.21 pesos para el primer año de inversión. Para el segundo año se tiene que el costo calculado es de \$ 180 333.69 pesos para la compra de insumos (Anexo B).

El costo de producción para el contenedor con capacidad de 125 ml y producción de 1'000,000 de brinzales (Anexo C), contempla una inversión en los contenedores de \$ 1 526 110.24 pesos, la construcción del invernadero por \$ 591 890.00 pesos, los insumos requeridos por \$ 255 711.60 pesos y la herramienta y material por \$ 3 152.25 pesos, teniendo como resultado un costo total de \$ 2 376 864.09 pesos para el primer año de inversión. Para el segundo año se tiene que el costo calculado es de 266,374.77 pesos para la compra de insumos (Anexo D).

El cálculo del costo de producción para el contenedor de 165 ml de capacidad y producción de 1 000 000 de brinzales (Anexo E), requiere de una inversión por \$ 1 115 340.00 pesos en contenedores, \$ 724 681.16 pesos para la construcción del invernadero, \$ 346 652.00 pesos para los insumos requeridos y de \$ 3 152.25 pesos para herramienta y material para la producción, resultando un costo total de producción para el primer año \$ 2 189 825.41 pesos. Los costos para el segundo año son de 361 107.39 pesos para la compra de insumos ya que para este año no es necesario la compra de charolas y la construcción de otro invernadero (Anexo F).

La variación en costos de producción entre los tres tipos de contenedores se debe principalmente al tamaño del invernadero y al tipo y capacidad de cada contenedor.

4.6.2. Nómina

Para la producción de 1 000 000 de brinzales, en contenedor de 80 ml de capacidad, se requiere la contratación de un encargado de vivero, una persona encomendada de fertilizar y controlar malezas, además de ocho personas para la siembra y empacado de brinzales; generando un gasto por el primer año en nómina de \$ 126 000.00 pesos. (Anexo G). Para el segundo año se proyecta un incremento al salario del 4.44% basado en el promedio del incremento salarial de los últimos cinco años (Anexo H), para este efecto la nómina para el segundo año arroja un total de \$ 131 594.40 pesos.

En cuanto al gasto por concepto de nómina en la producción de 1'000,000 de brinzales en contenedor de 125 ml de capacidad, es de \$ 192 000.00 pesos; que incluyen la contratación de un encargado de vivero, una persona encomendada de fertilizar y controlar malezas, además de 20 personas para siembra y empacado de brinzales, durante el primer año de trabajo (Anexo I), para el segundo año se gastara un total de \$ 200 524.80 pesos, llevando acabo las mismas actividades de producción del año anterior.

Para la producción de 1 000 000 de brinzales con el contenedor de 165 ml de capacidad se necesita la contratación de un encargado del vivero, personal para fertilizar, controlar de malezas, siembra y empackado de brinzales. Se tiene contemplado la contratación de 18 personas en total para dicha labores durante el primer año de trabajo (Anexo J), en el segundo año se gastara un total de \$ 187 992.00 pesos, con el mismo número de trabajadores.

4.6.3. Ingresos

De la producción de 1 000 000 de brinzales se estimó una merma del 5%, debido a diversas causas, entre las que se pueden mencionar plagas, enfermedades y cambios de temperatura, entre otros. Los precios de venta fueron consultados con la CONAFOR la cual reporta un precio de compra de \$ 1.10 pesos por brinzal con características específicas de calidad. Por lo tanto, para el primer año de producción el ingreso neto estimado es de \$ 1 045 000.00 pesos. Cabe mencionar que para la CONAFOR los tres tipos de contenedores ocupados en esta investigación son aceptables para su compra, no haciendo distinción en el precio.

4.6.4. Punto de equilibrio

4.6.4.1. Primer año

En el primer año de producción de brinzales, utilizando contenedores de 80 ml de capacidad, y dado que se realiza la inversión de infraestructura, no se alcanza el punto de equilibrio, ya que sólo se producirían 950 000 brinzales y para lograr éste, se requeriría de vender 1 123 483 brinzales.

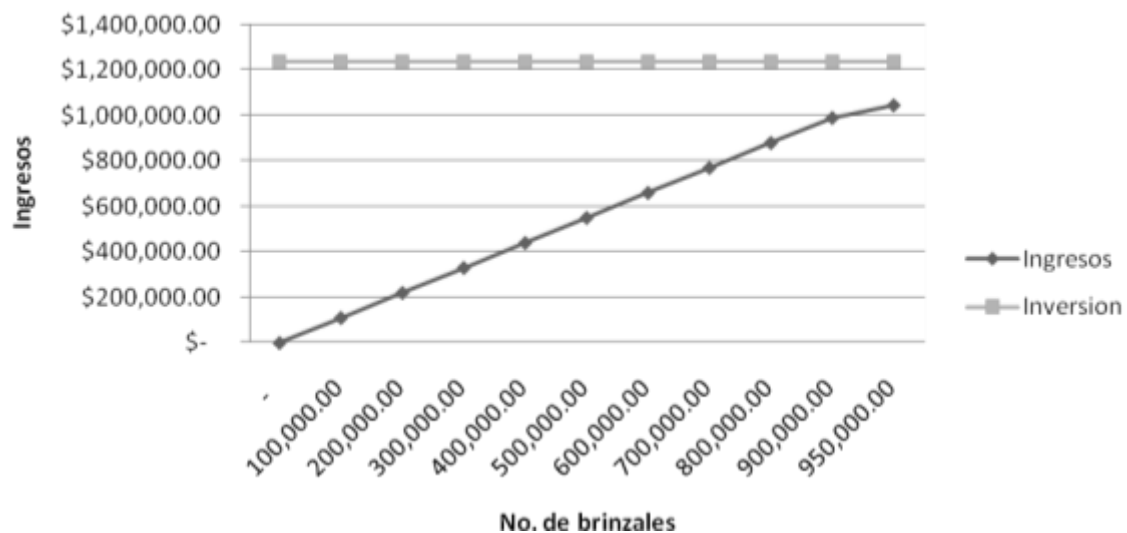


Figura 23. Punto de equilibrio económico para la producción de planta en charola de 80 ml de capacidad para el primer año de producción.

Lo mismo sucede para el caso de la producción de brinzales en contenedores de 125 ml de capacidad, el punto de equilibrio no se alcanza, dado que se tendría una producción de 950 000 brinzales, y para alcanzar dicho punto de equilibrio se tendrían que vender 2 335 331 brinzales.

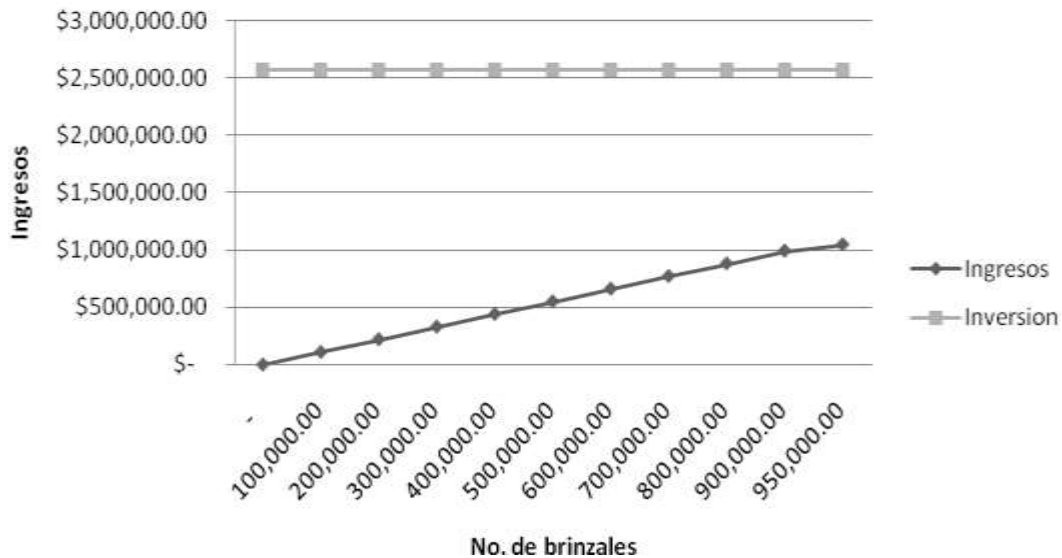


Figura 24. Punto de equilibrio económico para la producción de planta en charola de 125ml de capacidad, para el primer año de producción.

De igual manera, en la producción de brinzales en contenedores de 165 ml de capacidad no se alcanza el punto de equilibrio, debido a que la producción y venta de 950,000 brinzales no son suficientes para recuperar la inversión.

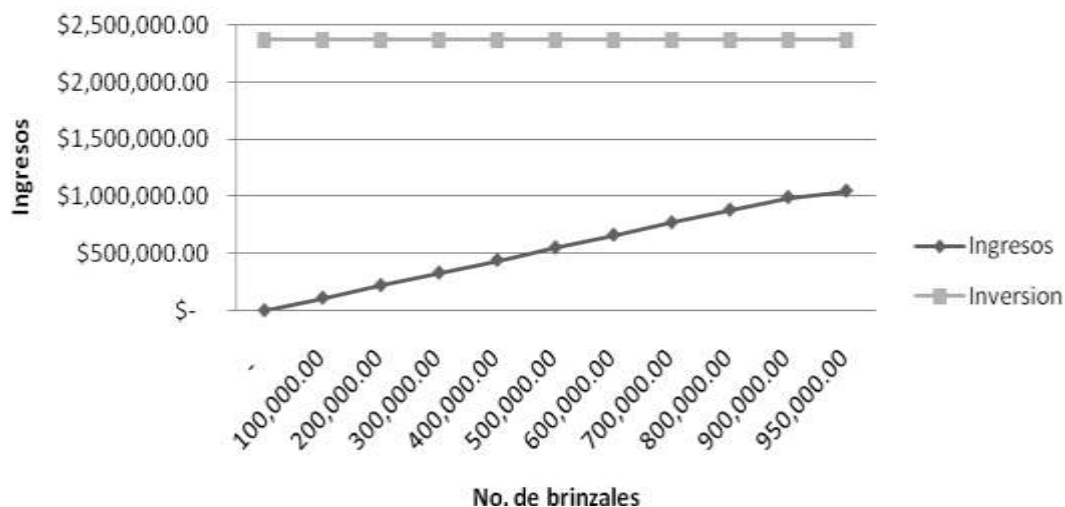


Figura 25. Punto de equilibrio económico para la producción de planta en charola de 165 ml de capacidad, para el primer año de producción.

4.6.4.2. Segundo año

En el segundo año de producción de brinzales en contenedores de 80 ml de capacidad, hay una diferencia significativa respecto del año anterior, ya que alcanza el punto de equilibrio al vender 283 571 brinzales, como se estima vender la totalidad de lo producido (950 000 brinzales), entonces el resto de los brinzales significan una utilidad neta.

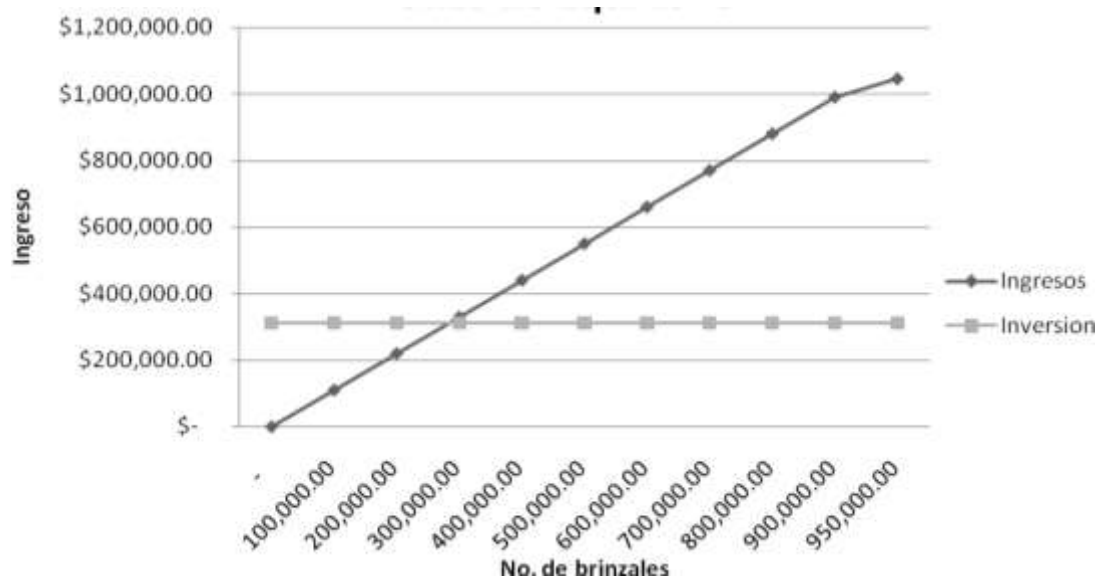


Figura 26. Punto de equilibrio económico para la producción de planta en charola de 80 ml de capacidad, para el segundo año de producción.

De igual forma, en la producción de brinzales en contenedores de 125 ml de capacidad se alcanza el punto de equilibrio al vender los primeros 424 454 brinzales. A partir de este momento se recupera la inversión.

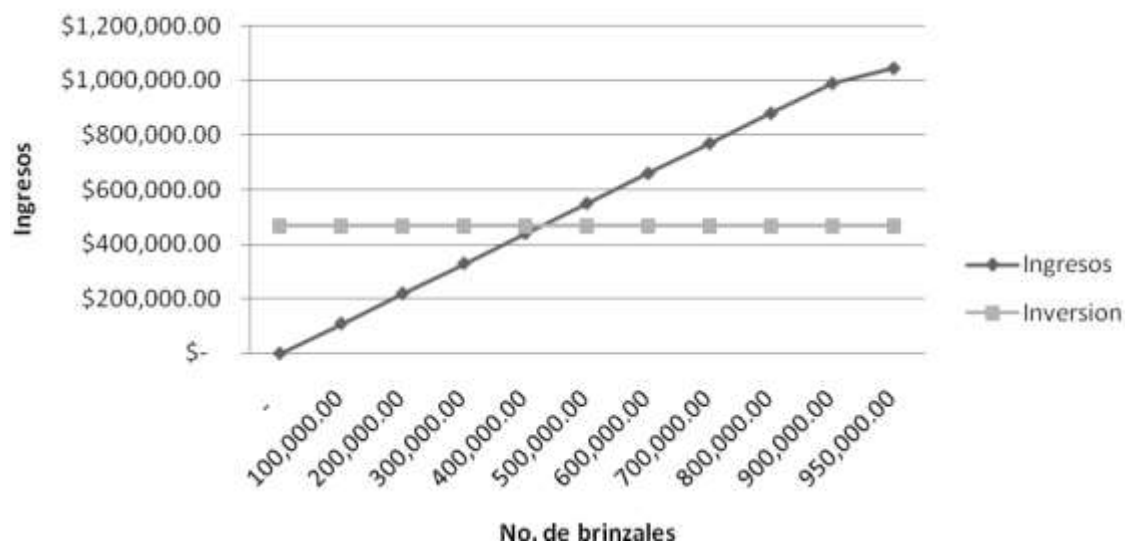


Figura 27. Punto de equilibrio económico para la producción de planta en charola de 125 ml de capacidad, para el segundo año de producción.

En la producción de brinzales en contenedores de 165 ml de capacidad, se alcanza el punto de equilibrio a los 499 181 brinzales vendidos.

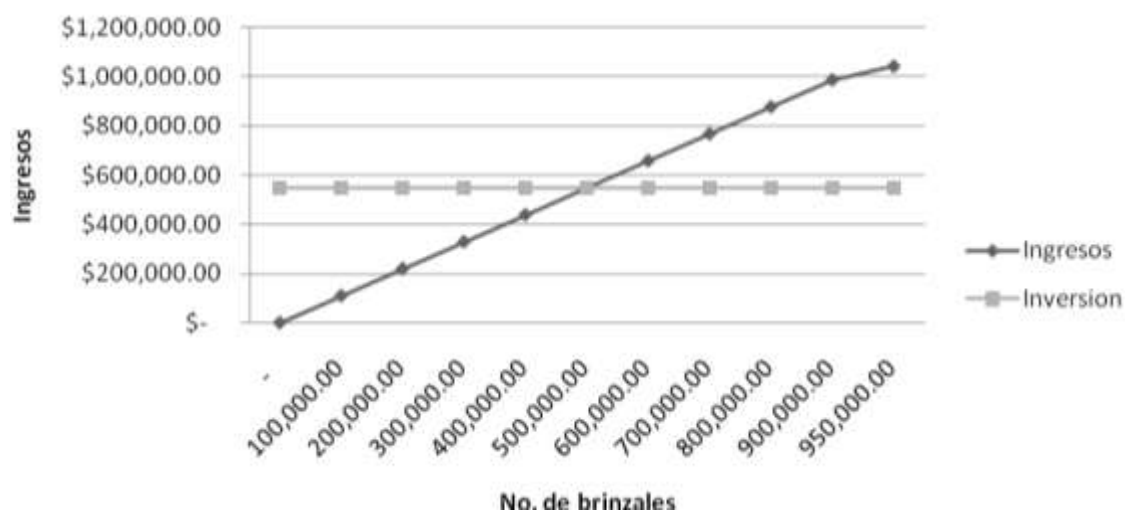


Figura 28. Punto de equilibrio económico para la producción de planta en charola de 165 ml de capacidad, para el segundo año de producción.

Es notorio, que la producción de brinzales que más utilidad muestra es la que se realiza en el contenedor de 80 ml.

4.6.5. Relación beneficio/costo

Si tomamos en cuenta que durante el primer año se realiza la inversión de la infraestructura, resulta lógico que la relación beneficio/costo sea por debajo de la unidad en los tres tipos de contenedores. Sin embargo, en el segundo año la relación beneficio costo en los tres tipos de contenedores muestra un índice mayor a dos.

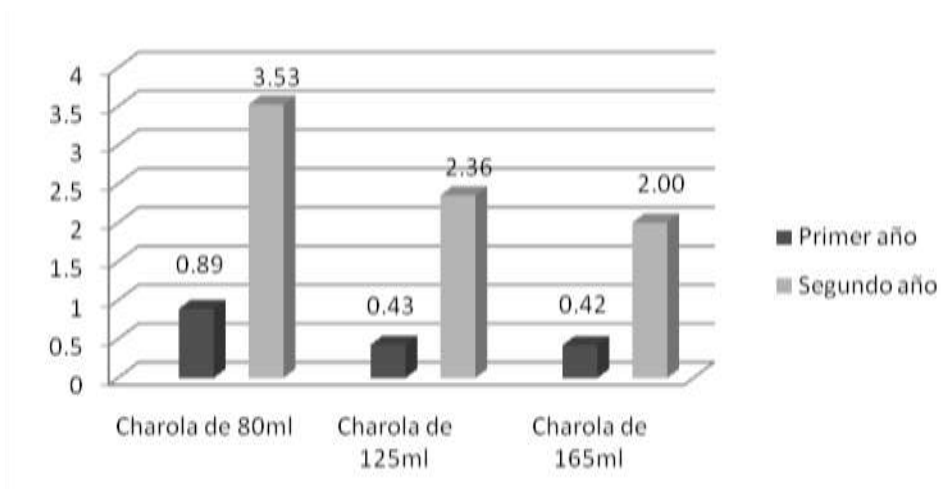


Figura 29. Relación Beneficio/Costo en producción de planta en tres tipos de contenedores para el primer y segundo año.

4.6.6. Relación Calidad-costo del brinzal

En Cuadro 10 se puede apreciar que el brinzal con mayor costo tiene la menor calidad, evaluados con el índice de Dickson, este tipo de planta presenta valores

intermedios para los índices de robustez y relación tallo/raíz. El menor costo de producción está asociado a una calidad intermedia en el índice de Dickson y a una calidad baja en el índice de robustez y relación tallo/raíz. Un costo intermedio está relacionado con la mayor calidad de planta en los tres índices empleados.

Para el segundo año el mayor costo de producción de brinzales estuvo asociado a la mayor calidad para los tres índices usados. El menor costo se relaciona a una calidad de planta intermedia para el índice de Dickson y la menor calidad para el índice de robustez y relación tallo/raíz. El costo de producción intermedio estuvo asociado a la calidad más baja en el índice de Dickson y una calidad intermedia para los dos índices restantes.

Cuadro 10. Costos de producción y calidad de planta en *Pinus patula*.

Capacidades	Costo de Producción del Primer año	Costo de Producción del Segundo año	Índice de Calidad		
			Dickson	Robustez	Tallo- raíz
80 ml	\$ 1.30	\$ 0.33	0.29	7.59	3.2
125 ml	\$ 2.70	\$ 0.49	0.27	7.28	2.66
165 ml	\$ 2.49	\$ 0.58	0.58	6.86	2.62

V. CONCLUSIONES

Las características morfológicas de los conos y semillas de *Pinus patula* varían entre familias.

El crecimiento en diámetro y altura de los brinzales de *Pinus patula* está influenciado por la familia y por el envase, los mayores incrementos son alcanzados en los envases de mayor capacidad.

La calidad de los brinzales está influenciada por la familia de la cual procede la semilla y por el tamaño del envase, la mejor calidad de brinzales se produce en los envases de mayor capacidad.

Existe una relación lineal entre la calidad de la plántula y su costo de producción, los brinzales de mayor calidad tiene mayor costo, para el segundo ciclo de producción.

VI. LITERATURA CITADA

- Alba L, J.; Rebolledo C., V.; Aparicio R., A.; 1998. Variación morfológica en conos y semillas de *Pinus patula* Schl. et Cham. de Huayacocotla, Veracruz, México. *Foresta veracruzana* 1(1) : 37- 42.
- Álvarez C, L. M.; Bautista, Z. N. 1999. Análisis de la calidad de brinzales de *Pinus durangensis* Martínez y *Pinus engelmannii* Carrière, a través de su producción entre tipos de envases. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco, Estado de México. 78p.
- Aparicio R., A.; Mendizábal H. L.; Alba L., J. 2002. Variación en semillas de *Pinus oaxacana* Mirov de dos cosechas procedentes de una población natural del Estado de Veracruz, México. *Foresta Veracruzana*. 4 (2) : 11-15.
- Armson, K.A.; V. Sadreika. 1979. Forest tree nursery soil management and related practices. Ontario Min. Nat. Res. Ontario, Canadá. 179 p.
- Azcón, B. J.; M. Talón. 2000. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Ed. McGrawhill/Interamericana de España, S. A. U. España. 522 p.
- Baca U., G. 2001. Evaluación de Proyectos. McGraw Hill. México, D. F. 383 p.
- Bautista, Z. N. 2003. Determinación de la calidad de brinzales de *Pinus montezumae* Lamb., producidos en el vivero San Luis Tlaxiátemalco, D.F. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Mexico. 72 p.
- Beadle, C. L.; M.M. Ludlow; J.L. Honeysett. 1988. Relación Hídrica. In Coombs E., J. D. O. Hall y J. M. Sucurlock (Eds.). Técnicas en fotosíntesis y bioproductividad. UNEP-CP. Chapingo, México. pp. 42-51.
- Bermejo, V. B. 1986. Variación natural de caracteres de acículas, conos, semillas plántulas y madera de seis poblaciones de *Pinus pseudostrobus* Lindl. de la región central de México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Mexico. 108 p.
- Bigg, W.L.; J.W. Schallau. 1990. Mineral nutrition and the target seedling. pp.139-160. In: Robin Rose, Sally J. Cambell and Thomas D. Landis., (Eds.). Target seedling symposium. Prosedings Combined meetings of the western forest nursery associations, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. General Technical Report RM- 200. fort Collins, Colorado. USA.

- Burr, K. E. 1990. The target seedling concepts: bud dormancy and cold-hardiness. *In*: Robin Rose, Sally J. Cambell and Thomas D. Landis (eds.). Target Seedling Symposium. Proceedings Combined Meetings of the Western Forest Nursery Association. Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. General Technical Report RM-200. Fort Collins, Colorado, USA. pp: 79-90.
- Cano P., A. 1998. Tamaño y calidad de planta de *Pinus greggii* Engelm., en dos sistemas de producción en vivero. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México. 80 p.
- Carrillo T, L.A. 1988. Efecto de la mezcla de sustratos en la germinación y sobrevivencia inicial de tres especies de pino en el vivero Netzahualcóyotl. Tesis de Licenciatura en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapino. México. 80 p.
- Cervantes S., M. A. 1986. Variación morfológica en semillas, efecto de la temperatura en la germinación y crecimiento de plántulas de 53 familias de 6 procedencias de *Pinus tecunumanii* Eguluz et Perry. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México, D.F. 124 p.
- Cetina A., V. M.: 1997. Tres tipos de manejo en vivero de *Pinus greggii* Engelm. y efecto en la calidad de planta. Tesis Doctoral, Colegio de Postgraduados, Montecillos, México. 73p.
- Cordero P., P. 1996. Características de conos y semillas y fertilización foliar en plántulas de *Cupressus guadalupensis* S. Wats. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 96 p.
- Cornejo M., G. 1992. Variación morfológica de conos y semillas en once poblaciones naturales de *Pinus greggii* Engelm. Tesis de Licenciatura en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapino. México. 71 p.
- Daniel, T.W., J.A. Helms; F.S. Baker. 1982. Principios de silvicultura. Trad. por Ramón Elizondo. McGraw-Hill. México, D.F. 492 p.
- Dickson, A.; A.L. Leaf; J.F. Hosner. 1969. Quality appraisal of white spruce, and red and white pine in nurseries. *Forestry Chronicle* 36 (3): 237-241.
- Domínguez., S.; N. Herrero; I. Carrasco; L. Ocaña y J. Peñuelas. 1997. Ensayo de diferentes tipos de contenedores para *Quercus ilex*, *Pinus halepensis*, *P. pinaster* y *P. pinea*: resultados de vivero. *In*: Actas II Congreso Forestal Español. pp: 189-194.
- Duryea, M. L. 1984. Nursery cultural practices: Impacts on seedling quality. *In*: Duryea M. L. and Thomas D. Landis (eds.). Forest Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings. Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publisher The Hague/Boston/Lancaster, for Forest Research Laboratory, Oregon State University. Corvallis. 386 p.

- Duryea, M. L. 1985. Evaluation seedling quality. principles, procedures, and predictive abilities of major tests. Forest Research Laboratory, Oregon State University. Corvallis, Oregon. 141 p.
- Duryea, M. L.; T.D. Landis. 1984. Forest nursery manual: Production of bareroot seedlings. Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publishers. Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis. Oregon USA. 385p.
- Eguiluz P., T. 1978. Ensayos de integración de los conocimientos sobre el genero *Pinus* en México. Tesis de Licenciatura. Departamento de Bosques, Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. pp 456-475.
- Enríquez G., F.; Castillo, H. A.I.; Guarneros, A. G. 2003. Importancia de la caracterización del sistema de producción de plántulas forestales en un vivero sectorizado. VI Congreso Mexicano de Recursos Forestales.
- Flores C., E. 1979. Producción de plantas en vivero (tipos de envases). Ciencias Forestal Vol. 4 no. 18. pp. 58-64. INIF. México D.F.
- Flores L., O. 1996. Efecto de la intensidad de la luz en el crecimiento y fotosíntesis de *Pinus cembroides* Zucc. y *Pinus greggii* Engelm. Tesis de Licenciatura. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 74 p.
- Fry, G.; B. R. Poole. 1980. Evaluation of plantation stock quality several years after planting. New Zealand Journal Forestry Science. 10: 299-300.
- Gallardo C., J. 1998. Formulación y evaluación de proyectos de inversión. McGraw Hill. México, D. F. 251 p.
- Galván D., J. 1987. Diseño de un sistema de envases y contenedores para vivero forestal. Tesis de Licenciatura. Instituto Nacional de Bellas Artes. Escuela de diseño. México, D.F. 106 p.
- García, E. 1988. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen UNAM. Instituto de Geografía. México D.F. 217 p.
- Gittinger P., J. 1983. Análisis económico de proyectos agrícolas. Instituto de Desarrollo Económico y Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento. TECNOS. Madrid, España. 532 p.
- Glerum, C. 1985. Frost hardiness of coniferous seedlings: Principles and Applications. In: Duryea, M. L. (ed.). Proceeding: evaluating seedlings quality: principles, procedures and predictive abilities of major test. Workshop October 16-18, 1984. Forest Research Laboratory. Forest Research Laboratory, Oregon State University. Corvallis, Oregon USA. pp: 107-123.

- González A., J. 2006. *Pinus cembroides* Zucc.: variación morfológica de semillas y plántulas y producción de semillas en un huerto semillero. Tesis de Doctorado. Colegio de postgraduados. Montecillos, Texcoco, Edo. de México. 102 p.
- Gutiérrez R., M.; R. San Miguel C.; T. Navas S.; A. Larque S. 1998. Métodos avanzados en fisiología vegetal experimental. 2da edición. Instituto de Recursos Naturales. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México. 119 p.
- Harold, D. C., Peterson; R. Mecklenburg. 1988. Nursery management: administration and culture. Second Edition. Prentice Hall, Englewood cliffs. New Jersey, USA. 186-237 p.
- Hocker, H. W. Jr. 1979. Introducción a la biología forestal. Trad. por Flor A. Bellomo López. AGT editores. México D.F. 466 p.
- Johnson J. D.; S.M. Zedaker,; A.B. Hairston. 1985. Foliage, system and root interrelation in young loblolly pine. *Forest Sci.* 31: 891- 898.
- Johnson, J. D.; M.L. Cline. 1991. Seedling quality of southern pines. *In*: Duryea M.L. and P.M. Dougherty (eds.). *Forest Regeneration Manual*. Kluwer Academic Publishers. Pp:143-159.
- Joly, R. J. 1985. Techniques for determining seedling water status and their effectiveness in assessing stress. *In*: Duryea, M.L. (ed.). *Evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of major tests*. For. Res. Lam. Oregon State University, Corvallis, Oregon, USA. pp: 17-28.
- Kinghorn, J.M. 1974. Principles and concepts in container planting. p.8-18: *In* Tinus, R.W.; Stein W.I.; Balmer, W.E. (eds.). *Proceedings, North America Containerized Forest Tree Seedlings Symposium, 1974 august 26-29; Denver CO*. Publ. 68. Great Plains Agricultural Council. Colorado , USA.
- Landis T. D.; R. W. Tinus; S. E. McDonald; J. P. Barnett. 1990. Atmosphere Environment. the container tree nursery manual. v.3 Agriculture Handbook 674. USDA forest service. Washington D,C., USA. 145p.
- Landis T. D.; R. W. Tinus; S. E. McDonald; J. P. Barnett. 1990. Container and growing media. The container tree nursery manual. v.2 Agriculture Handbook 674. USA forest service. Washington D.C., USA. 87p.
- Landis T. D.; R. W. Tinus; S. E. McDonald; J. P. Barnett. 1990. Nursery planing development and management. the container tree nursery manual. V.1 Agriculture Handbook 674. USA forest service. Washington D, C, USA. 188p.
- Landis T. D.; R. W. Tinus; S. E. McDonald; J. P. Barnett. 1992. Atmospheric environment. V.3. the container tree nursery manual. USA. Forest Service. Agriculture Handbook 674. Washington D.C., USA. 145p.

- Landis T. D.; R. W. Tinus; S. E. McDonald; J. P. Barnett. 2000a. Contenedores y medios de crecimiento. V.2. The container tree nursery manual. USA. Forest Service. Agriculture Handbook 674. Washington D.C., USA. 91p.
- Landis T. D.; R. W. Tinus; S. E. McDonald; J. P. Barnett. 2000b. Fertilización y riego. V4. The container tree nursery manual. USDA. Forest Service. Agriculture Handbook 674. Washington D.C., USA. 126p.
- Lavender, D. P. 1985. Bud dormancy. *In*: Duryea M. L. (ed). Proceeding: Evaluating seedlings quality: principles, procedures and predictive abilities of major test. Workshop hrlld October 16-18, 1984. Forest Research Laboratory. Forest Research Laboratory, Oregon State University. Corvallis, Oregon USA. pp: 7-15.
- Marshall, J. D. 1985. Carbohydrate status as a measure of seedling quality. *In*: Duryea M.L. (ed.) Evaluating seedling quality: Principles, procedures, and predictive abilities of major tests. Forest Research Lab., Oregon State University, Corvallis, Oregon, USA. Pp: 49-58.
- Marshall, J.D. 1986. Drought and shade interact to cause fine-root mortality in Douglas fir seedlings. *plant and soil* 91: 51-60.
- Martínez, M. 1992. Los pinos mexicanos. Ed. Botas. 3ª edición. México, D.F. 361 p.
- Marx, D. H.; J. P. Barnett. 1974. Mycorrhizae and containerized forest tree seedlings. pp. 85-92. *In*: Proceedings of the North American Containerised Forest Tree Seedlings Symposium. Edited By Richard W. Tinus, William I. Stein, and Willian E. Balmer, Denver, CO.
- Méndez G., M. de la P., Mendizábal H., L.; Alba L., J., 2001. Variación de semillas de *Pinus hartwegii* Lindl. de diferentes poblaciones. *Foresta Veracruzana*. 3(2): 19-24.
- Mexal J., G.; R. A. Cuevas R.; P. Negreros C. y C. Parraguirre L. 2002. Nursery production practices affect survival and growth of tropical hardwoods in Quintana Roo, Mexico. *Forest and Ecology. Management*. 168:125-133.
- Mohedano C., L.; V. M. Cetina A.; G. Vera C. y R. Ferrera C. 1999. Micorrización y poda aérea en la calidad de planta de pino piñonero en invernadero. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 5(2):141-148.
- Montoya O., J. M.; M. A. Cámara O. 1996. La planta y el vivero forestal. Mundi-Prensa. Barcelona, España. 127 p.
- Munson, K. R. 1986. Principles, procedures and availability of seedling quality tests. *In*: Proceedings: Intermountain Nurseryman's Association Meeting. General Technical Report RXM-125, Fort Collins Colorado, USA. pp: 71-77.

- Nacional Financiera. 1998. Guía para el establecimiento, manejo y comercialización de plantaciones especializadas de árboles de navidad. Chapingo, Texcoco, México. 167 p.
- Nepomuceno M. F., F. Camacho M., V. González K., R. A. Cuevas R., M. P de la Garza L., R. Villareal C. 1994. Guía tecnológica para el establecimiento de plantaciones de pino patula (*Pinus patula*) en México. Publicación guía tecnológica. no. 4. INIFAP. México, D.F. 48 p.
- Nienstaedt, H. 1981. "Super" Spruce seedlings continue superior growth for 18 years U.S.D.A. Forest Serv., North Central Forest Experimental Station St. Paulo, Minneapolis Research Note NC265. 4p.
- Patiño V., F. 1970. Efecto del fotoperíodo en el crecimiento vegetativo de *Pinus patula* Schl. Et Cham. y *P. montezumae* Lamb. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, Texcoco, México. 174 p.
- Perry, P.J. 1991. The pines of Mexico and Central America. Timber Press. Portland, USA. 231 p.
- Pineda O., T.; Olivas G., E. R., 2000. Análisis de la calidad de brinzales de *Pinus greggii* Engelm., y *Pinus patula* Schld et Cham., producido en tres tamaños de envase rígidos. Tesis de Licenciatura, División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México, 111p.
- Prieto R., J. A.; G. Vera C.; E. Merlín B. 1999. Factores que influyen en la calidad de brinzales para su crecimiento en vivero. Folleto Técnico No. 12 Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícolas y Pecuarias. Durango, Durango. 23 p.
- Pritchett, W. L. 1986. Suelos forestales, propiedades, conservación y mejoramiento. Trad. Por José Hurtado Vega. Ed. LIMUSA. México D. F. 634 p.
- Quiroz V., R.I. 1998 Variación morfológica en acículas, conos y semillas, y evaluación de un ensayo de progenie de *Pinus radiata* var. *Cedrocensis* (howell) Axelrod. Tesis de Maestría en Ciencias, Universidad Autónoma. Chapingo, México. 90p.
- Rebolledo C., V.; Aparicio R., A.; Márquez R., J., 2002. Variación de conos y semillas de *Pinus hartwegii* Lindl. De la Malinche, Tlaxcala y cofre de Perote, Veracruz, México. Foresta veracruzana 4(1) 15-19.
- Rebolledo. R., H.H. 1999. SAS en microcomputadora. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Suelos. 176 p.
- Ritchie, G. A. 1984. Assessing seedling quality. In: Duryea M.L. y T.D. Landis (eds.). Forest nursery manual: Production of bareroot seedlings. Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publishers. 243- 259p.

- Ritchie, G.A.; J.R. Dunlap. 1980. Root growth potential: its development and expression in forest tree seedlings. *New Zealand Journal Forestry Science*. 10: 218-248.
- Ritchie, G.A.; Y. Tanaka. 1990. Root growth potential and the target seedling. *In*: Rose R., S.J. Campbell y T.D. Landis (eds.). Target seedling symposium: Proceedings combined meeting of the western forest nursery associations. General Technical Report RM-200. pp. 37- 51.
- Rodríguez, G. E. 1993. Comparación de tres sistema de producción para *Pinus greggii* Engelm. Tesis de Licenciatura Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Nuevo León. Nuevo León, México. 61p.
- Romero G., O. G. 2005. Variación morfológica de conos y semillas de cinco procedencias de *Pinus cembroides* Zucc. en Hidalgo. Tesis de Licenciatura. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Tulancingo, Hidalgo. 88 p.
- Sánchez A., S. D.; M. R. Keyes; A. Trinidad S. y V. M. Cetina A. 1987. Producción de plántulas de *Pinus pinceana* Gordon bajo tres técnicas de vivero. *In*: II Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. Agosto de 1987. Passini M. F., D. Cibrián T. y T. Eguiluz P. (Comps.). Chapingo, México. pp: 275-282.
- Sánchez T., V.; Mendizábal H., L. del C.; Rebolledo C., V. 2002. Variación en conos y semillas de *Pinus Cembroides* subsp. *Orizabensis* D.K. Bailey de las cuevas, Altzayanca, Tlaxcala. *Foresta Veracruzana* 4 (1): 25-30.
- Santiago T., O. 2002. Evaluación del crecimiento en un vivero de plántulas de cinco especies de coníferas producidas en tres mezclas de sustratos y tres tamaños de contenedor. Tesis de Maestría en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapino. México. 241 p.
- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2003. Informe de la situación del medio ambiente en México, 2002: compendio de estadísticas ambientales. México D.F. 275 p.
- South, D.B.; J.G. Mexal. 1984. Growing the "best" Seedling for reforestation success. Southern forest nursery management cooperative, Auburn, Alabama. Rep. No. 6. 25 p.
- Spurr, S. H.; B. V. Barnes. 1980. *Ecología Forestal*. Trad. por Carlos Luís Raigorodsky Z. AGT Editores. México D. F. 690 p.
- Thompson B., E. 1984. Establishing a vigorous nursery crop: bed preparation, seed sowing, and early seedling growth. *In* Duryea M.L. and T.D. Landis (eds.). *Forest nursery manual: production of bareroot seedlings*. Martinus Nihoff/Dr. W. Junk Publishers. Pp. 41-49.

- Thompson, B. E. 1985. Seedling morphological evaluation- what you can tell by looking. In Duryea M.L. (ed). Proceeding: Evaluating seedlings quality: Principles, procedures and predictive abilities of major test. Workshop October 16-18, 1984. Forest Research Laboratory. Forest Research Laboratory, Oregon State University. Corvallis, Oregon USA. pp: 59-71.
- Tinus, R.W.; S.E. McDonald. 1979. How to grow tree seedlings in containers in greenhouses. General technical report, rm-60. Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. Forest Service. USDA. 255 p.
- Torres, R., J. M.; S.O. Magaña T. 2001. Evaluación de plantaciones forestales. Limusa. México, D. F. 449 p.
- Valli, I. 1990. Development of seedling production in Mexico. Evaluation report. Enso Forest Development. Oy LTD. 38p.
- Van den Driessche, R. 1982. Relationship between spacing and nitrogen fertilization of seedlings in the nursery, seedling size and outplanting performance. Canadian Journal Forest Resort. 12: 865-875.
- Van den, Driessche. R. 1984. Soil fertility in forest nurseries. pp. 63-74 *In*: Duryea, M. L. y T. D. Landis (ed.), Forest nursery manual. The Hague/Boston/Lancaster Forest Research Laboratory. Oregon State University, Corvallis Oregon, USA.
- Vázquez C., O.G.; Ramírez G., O.E.; Alba L., J. 2004. Variación de conos y potencial de semillas de *Pinus oaxacana* Mirov en una población del Estado de Tlaxcala, México. Foresta Veracruzana 6 (2): 31-36.
- Vela G. L. 1976. *Pinus patula* Schl. et Cham., una importante especie mexicana de pino. Ciencias Forestales. Vol. 1. N° 1. p. 12-20.
- Vela G., L. 1980. Contribución a la ecología de *Pinus patula* schl. et Cham. Publicación especial nº 19. Inif. México, D.F. 107 p.
- Venator, C.R.; I.H. Liegel. 1985. Manual de viveros mecanizados para plantas a raíz desnuda y, sistema semimecanizado con recipientes de volúmenes menores a 130cc. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Quito, Ecuador. 142p.
- Vera C., G. 1986. Estudios de algunos factores que influyen en la producción de *Pinus montezumae* Lamb., en vivero. Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 141 p.
- Vera C., J. A. G. 1995. The influence of antidesiccants on field performance and Physiology of 2+0 ponderosa pine (*Pinus ponderosa* Dougl.) seedlings. Ph. D. Test. Oregon State University. 134p.

- Walter R., F. 2001. Growth and nutritional responses of containerized sugar and Jeffrey pine seedlings to controlled release fertilization and induced mycorrhization. *Forest and Ecology. Management.* 149:163-179.
- Warrington, I. J.; D. A. Rook. 1980. Evaluation of techniques used in determining frost tolerance of forest planting stock: a review. *New Zealand Journal Forestry Science* 10: 116-132.
- Wilkinson, G.B. 1969. Some establishment problems on southland and Otago. *New Zealand Journal Forestry Science.* Forestry 14: 170-177.
- Willen, P.; R.F. Sutton. 1980. Evaluation of stock after Planting. *New Zealand Journal Forestry Science.* 10: 297-299.
- www.cefp.gob.mx/intr/e-stadisticas/esta27.xls
- www.conafor.gob.mx/programas_nacionales_forestales/pronare/resultados2002.htm.
- Young, R. A. 1991. Introducción a las ciencias forestales. Trad. por José Hurtado Vega. Limusa. México D.F. 633 p.
- Zitácuaro, C. F. H. y Aparicio, R. A. 2004. Variación de altura y diámetro de plántulas de *Pinus oaxacana* Mirov de tres poblaciones de México. *Foresta Veracruzana* 6(1) 21- 26.

Anexo A. Desglose de los costos de producción (\$) para la charola de 112 cavidades, en el primer año

Charola de 112 cavidades	TOTAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
CONSTANTES													
Charolas de 112 cavidades	384,304.16	384,304.16											
Invernadero	549,260.00	549,260.00											
Kg. De semilla	8,000.00	8,000.00											
Sacos de peat moos	70,525.00	70,525.00											
Sacos de agrolita	16,275.00	16,275.00											
Sacos de vermiculita	26,474.00	26,474.00											
Fertilizante granular (osmocote 50 lb)	31,280.00	31,280.00											
Fertilizante foliar iniciador (7-40-17)	5,313.00	5,313.00											
Fertilizante foliar desarrollo (20-10-19)	4,098.60	4,098.60											
Fertilizante foliar finalizador (4-25-35)	6,349.20	6,349.20											
Insecticidas phyton	4,400.00	4,400.00											
Fungicidas	400.00	400.00											
Pala	488.00	488.00											
Pico	321.00	321.00											
Rastrillo	243.00	243.00											
Azadón	110.00	110.00											
Carretillas	1,880.00	1,880.00											
Cubetas	110.25	110.25											
Nomina	126,000.00	6,000.00	24,000.00	13,000.00	8,000.00	8,000.00	8,000.00	8,000.00	8,000.00	24,000.00	7,000.00	6,000.00	6,000.00
TOTALES	1,235,831.21	1,115,831.21	24,000.00	13,000.00	8,000.00	8,000.00	8,000.00	8,000.00	8,000.00	24,000.00	7,000.00	6,000.00	6,000.00

Anexo B. Desglose de los costos de producción (\$) para la charola de 112 cavidades, para el segundo año

Charola de 112 cavidades	SUMAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
CONSTANTES													
Kg. De semilla	8,333.60	8,333.60											
Sacos de peat moos	73,465.89	73,465.89											
Sacos de agrolita	16,953.67	16,953.67											
Sacos de vermiculita	27,577.97	27,577.97											
Fertilizante granular (osmocote 50 lb)	32,584.38	32,584.38											
Fertilizante foliar iniciador (7-40-17)	5,534.55	5,534.55											
Fertilizante foliar desarrollo (20-10-19)	4,269.51	4,269.51											
Fertilizante foliar finalizador (4-25-35)	6,613.96	6,613.96											
Insecticidas (phyton)	4,583.48	4,583.48											
Fungicidas	416.68	416.68											
Nomina	131,594.40	6,266.40	25,065.60	13,577.20	8,355.20	8,355.20	8,355.20	8,355.20	8,355.20	25,065.60	7,310.80	6,266.40	6,266.40
TOTALES	311,928.09	186,600.09	25,065.60	13,577.20	8,355.20	8,355.20	8,355.20	8,355.20	8,355.20	25,065.60	7,310.80	6,266.40	6,266.40

Anexo C. Desglose de los costos de producción (\$) para las rejillas de 49 tubetes, en el primer año

Rejilla de 49 tubetes	TOTAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
CONSTANTES													
Rejillas de 49 tubetes	1,526,110.24	1,526,110.24											
Invernadero	591,890.00	591,890.00											
Kg. De semilla	8,000.00	8,000.00											
Sacos de peat moos	110,175.00	110,175.00											
Sacos de agrolita	25,425.00	25,425.00											
Sacos de vermiculita	41,358.00	41,358.00											
Fertilizante granular (osmocote 50 lb)	48,760.00	48,760.00											
Fertilizante foliar iniciador (7-40-17)	5,796.00	5,796.00											
Fertilizante foliar desarrollo (20-10-19)	4,471.20	4,471.20											
Fertilizante foliar finalizador (4-25-35)	6,926.40	6,926.40											
Insecticidas phyton	4,400.00	4,400.00											
Fungicidas	400.00	400.00											
Pala	488.00	488.00											
Pico	321.00	321.00											
Rastrillo	243.00	243.00											
Azadón	110.00	110.00											
Carretillas	1,880.00	1,880.00											
Cubetas	110.25	110.25											
Nomina	192,000.00	6,000.00	44,000.00	28,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	44,000.00	8,000.00	6,000.00	6,000.00
TOTALES	2,568,864.09	2,382,864.09	44,000.00	28,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	44,000.00	8,000.00	6,000.00	6,000.00

Anexo D. Desglose de los costos de producción (\$) para la rejilla de 49 tubetes, para el segundo año

Rejilla de 49 tubetes	TOTAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
CONSTANTES													
Kg. De semilla	8,333.60	8,333.60											
Sacos de peat moos	114,769.30	114,769.30											
Sacos de agrolita	26,485.22	26,485.22											
Sacos de vermiculita	43,082.63	43,082.63											
Fertilizante granular (osmocote 50 lb)	50,793.29	50,793.29											
Fertilizante foliar iniciador (7-40-17)	6,037.69	6,037.69											
Fertilizante foliar desarrollo (20-10-19)	4,657.65	4,657.65											
Fertilizante foliar finalizador (4-25-35)	7,215.23	7,215.23											
Insecticidas (phyton)	4,583.48	4,583.48											
Fungicidas	416.68	416.68											
Nomina	200,524.80	6,266.40	45,953.60	29,243.20	10,444.00	10,444.00	10,444.00	10,444.00	10,444.00	45,953.60	8,355.20	6,266.40	6,266.40
TOTALES	466,899.57	272,641.17	45,953.60	29,243.20	10,444.00	10,444.00	10,444.00	10,444.00	10,444.00	45,953.60	8,355.20	6,266.40	6,266.40

Anexo E. Desglose de los costos de producción (\$) para la charola de 60 cavidades, en el primer año

Charola de 60 cavidades.	TOTAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
CONSTANTES													
Charolas de 60 cavidades	724,681.16	724,681.16											
Invernadero	1,115,340.00	1,115,340.00											
Kg. De semilla	8,000.00	8,000.00											
Sacos de peat moos	145,275.00	145,275.00											
Sacos de agrolita	33,525.00	33,525.00											
Sacos de vermiculita	54,534.00	54,534.00											
Fertilizante granular (osmocote 50 lb)	63,480.00	63,480.00											
Fertilizante foliar iniciador (7-40-17)	10,867.50	10,867.50											
Fertilizante foliar desarrollo (20-10-19)	8,383.50	8,383.50											
Fertilizante foliar finalizador (4-25-35)	12,987.00	12,987.00											
Insecticidas phyton	8,800.00	8,800.00											
Fungicidas	800.00	800.00											
Pala	488.00	488.00											
Pico	321.00	321.00											
Rastrillo	243.00	243.00											
Azadón	110.00	110.00											
Carretillas	1,880.00	1,880.00											
Cubetas	110.25	110.25											
Nomina	180,000.00	6,000.00	40,000.00	24,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	40,000.00	8,000.00	6,000.00	6,000.00
TOTALES	2,369,825.41	2,195,825.41	40,000.00	24,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	40,000.00	8,000.00	6,000.00	6,000.00

Anexo F. Desglose de los costos de producción (\$) para la charola de 60 cavidades, para el segundo año

Charola de 60 cavidades	TOTAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
CONSTANTES													
Costo de semilla	8,333.60	8,333.60											
Costos de peat moos	151,332.97	151,332.97											
Costos de agrolita	34,922.99	34,922.99											
Costos de vermiculita	56,808.07	56,808.07											
Fertilizante granular (mocote 50 lb)	66,127.12	66,127.12											
Fertilizante foliar (7-40-17)	11,320.67	11,320.67											
Fertilizante foliar (20-10-19)	8,733.09	8,733.09											
Fertilizante foliar (4-25-35)	13,528.56	13,528.56											
Fungicidas (phyton)	9,166.96	9,166.96											
Fungicidas	833.36	833.36											
Alfalfa	187,992.00	6,266.40	41,776.00	25,065.60	10,444.00	10,444.00	10,444.00	10,444.00	10,444.00	41,776.00	8,355.20	6,266.40	6,266.40
TOTALES	549,099.39	367,373.79	41,776.00	25,065.60	10,444.00	10,444.00	10,444.00	10,444.00	10,444.00	41,776.00	8,355.20	6,266.40	6,266.40

Anexo G. Costo de mano de obra requerida en la producción de brinzales en charolas de 112 cavidades, en el primer año.

TRABAJADOR	TOTALES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Encargado del vivero	72,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00
Trabajador para fertilizar y quitar malezas (acomodado de charolas*)	17,000.00		2,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00	1,000.00		
Trabajador para siembra y empacado de brinzales	5,000.00		2,000.00	1,000.00						2,000.00			
Trabajador para siembra y empacado de brinzales	5,000.00		2,000.00	1,000.00						2,000.00			
Trabajador para siembra y empacado de brinzales	5,000.00		2,000.00	1,000.00						2,000.00			
Trabajador para siembra y empacado de brinzales	5,000.00		2,000.00	1,000.00						2,000.00			
Trabajador para siembra y empacado de brinzales	5,000.00		2,000.00	1,000.00						2,000.00			
Trabajador para siembra y empacado de brinzales	4,000.00		2,000.00							2,000.00			
Trabajador para siembra y empacado de brinzales	4,000.00		2,000.00							2,000.00			
Trabajador para siembra y empacado de brinzales	4,000.00		2,000.00							2,000.00			
TOTAL	126,000.00	6,000.00	4,000.00	13,000.00	8,000.00	8,000.00	8,000.00	8,000.00	8,000.00	24,000.00	7,000.00	6,000.00	6,000.00

Anexo H. Cuadro histórico de los salarios mínimos (\$) entre 2003 y 2007.

Vigencia	ZONA A	ZONA B	ZONA C	Incremento anual %	
01/01/2007	50.57	49.00	47.60	3.91%	
01/01/2006	48.67	47.16	45.81	4.00%	
01/01/2005	46.80	45.35	44.05	4.61%	
01/01/2004	45.24	43.73	42.11	4.49%	
01/01/2003	43.65	41.85	40.30	5.22%	4.44%

Actualización: 29/diciembre/2006, información vigente <http://www.sat.gob.mx/nuevo.html>

Anexo I. Costo de mano de obra requerida en la producción de brinzales en rejillas de 49 cavidades, en el primer año.

[illegible]

Anexo J. Costos de mano de obra requerida en la producción de brinzales en charolas de 60 cavidades, en el primer año.

TRABAJADOR	TOTALES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Encargado del vivero	72,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
Trabajador para fertilizar y quitar malezas (al final de producción acomodado de contenedores)	17,000		2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	1,000		
Trabajador para fertilizar y quitar malezas (al final de producción acomodado de contenedores)	17,000		2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	1,000		
Trabajador para siembra y empacado de brinzales	6,000		2,000	2,000						2,000			
Trabajador para siembra y empacado de brinzales	5,000		2,000	1,000						2,000			
Trabajador para siembra y empacado de brinzales	5,000		2,000	1,000						2,000			
Trabajador para siembra y empacado de brinzales	5,000		2,000	1,000						2,000			
Trabajador para siembra y empacado de brinzales	5,000		2,000	1,000						2,000			
Trabajador para siembra y empacado de brinzales	5,000		2,000	1,000						2,000			
Trabajador para siembra y empacado de brinzales	5,000		2,000	1,000						2,000			
Trabajador para siembra y empacado de brinzales	5,000		2,000	1,000						2,000			
Trabajador para siembra y empacado de brinzales	5,000		2,000	1,000						2,000			
Trabajador para siembra y empacado de brinzales	5,000		2,000	1,000						2,000			
Trabajador para siembra y empacado de brinzales	5,000		2,000	1,000						2,000			
Trabajador para siembra y empacado de brinzales	5,000		2,000	1,000						2,000			
Trabajador para siembra y empacado de brinzales	4,000		2,000							2,000			
Trabajador para siembra y empacado de brinzales	4,000		2,000							2,000			
	180,000	6,000	40,000	4,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	40,000	8,000	6,000	6,000