

138  
24

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO



FACULTAD DE CIENCIAS

PERDIDA DE VIABILIDAD DE SEMILLAS  
REFRIGERADAS DE TRES ESPECIES DE  
Abies Y CUATRO DE Pinus

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
B I O L O G O  
P R E S E N T A :

DOLORES ETELVINA NAVA FERNANDEZ

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# INDICE GENERAL

Resumen . . . . .	1
Introducción . . . . .	3
Objetivos . . . . .	5
Antecedentes .	
I.-Conceptos básicos . . . . .	5
II.-Post-maduración de semillas . . . . .	9
III.-Funcionamiento del Banco de Germoplasma .	10
IV.-Trabajos Anteriores . . . . .	13
V.-Descripción de las especies . . . . .	14
Materiales y Metodos . . . . .	21
Resultados . . . . .	27
Análisis y Discusión de Resultados.	
A) Por especies individuales . . . . .	53
A.1. <u>Abies concolor</u> . . . . .	53
A.2. <u>Abies religiosa</u> . . . . .	58
A.3. <u>Abies religiosa</u> var. <u>emarginata</u> . . . . .	63
A.4. <u>Abies vejari</u> . . . . .	65
A.5. <u>Pinus ayacahuite</u> . . . . .	71
A.6. <u>Pinus cooperi</u> . . . . .	81
A.7. <u>Pinus engelmannii</u> . . . . .	85
A.8. <u>Pinus strobus</u> var. <u>chiapensis</u> . . . . .	90
B) Discusión General. . . . .	95
Conclusiones. . . . .	102
Apéndices. . . . .	104
Bibliografía. . . . .	116

# INDICE DE FIGURAS Y DE CUADROS

Figura 1.-Secuencia de trabajo del Banco de Germoplasma del CIFAP-D.F. . . . .	12
Figura 2.-Esquematización de la metodología . . . . .	26
- Concentración de datos de Germinaciones Extremas y Terminales y porcentajes de semillas llenas de:	
Cuadro 1.- <u>Abies concolor</u> (Laboratorio). . . . .	30
Cuadro 2.- <u>Abies concolor</u> (Suelo). . . . .	30
Cuadro 3.- <u>Abies religiosa</u> (Laboratorio). . . . .	31
Cuadro 4.- <u>Abies religiosa</u> (Suelo). . . . .	32
Cuadro 5.- <u>Abies religiosa</u> var. <u>emarginata</u> (Lab) . . . . .	32
Cuadro 6.- <u>Abies vejari</u> (Laboratorio). . . . .	33
Cuadro 7.- <u>Pinus ayacahuite</u> var. <u>brachyptera</u> (Lab) . . . . .	34
Cuadro 8.- <u>Pinus ayacahuite</u> var. <u>brachyptera</u> (Suelo). . . . .	34
Cuadro 9.- <u>Pinus ayacahuite</u> var. <u>tipica</u> (laboratorio). . . . .	35
Cuadro 10.- <u>Pinus ayacahuite</u> var. <u>tipica</u> (Suelo). . . . .	36
Cuadro 11.- <u>Pinus ayacahuite</u> var. <u>veitchii</u> (Lab). . . . .	37
Cuadro 12.- <u>Pinus ayacahuite</u> var. <u>veitchii</u> (suelo). . . . .	39
Cuadro 13.- <u>Pinus cooperi</u> (Laboratorio). . . . .	40
Cuadro 14.- <u>Pinus cooperi</u> (Suelo). . . . .	40
Cuadro 15.- <u>Pinus engelmanni</u> (Laboratorio). . . . .	41
Cuadro 16.- <u>Pinus engelmanni</u> (Suelo). . . . .	42
Cuadro 17.- <u>Pinus strobus</u> var. <u>chiapensis</u> (Laboratorio). . . . .	43
Cuadro 18.- <u>Pinus strobus</u> var. <u>chiapensis</u> (Suelo). . . . .	44

- Concentración de datos de:

Tiempo a los límites críticos de germinación en:

Cuadro 19.- <u>Abies concolor</u> . . . . .	.47
Cuadro 20.- <u>Abies religiosa</u> . . . . .	.48
Cuadro 21.- <u>Abies religiosa</u> var. <u>emarginata</u> . . . . .	.48
Cuadro 22.- <u>Abies vejari</u> . . . . .	.49
Cuadro 23.- <u>Pinus ayacahuite</u> var. <u>brachyptera</u> . . . . .	.49
Cuadro 24.- <u>Pinus ayacahuite</u> var. <u>tipica</u> . . . . .	.50
Cuadro 25.- <u>Pinus ayacahuite</u> var. <u>veitchii</u> . . . . .	.51
Cuadro 26.- <u>Pinus strobus</u> var. <u>chiapensis</u> . . . . .	.52

- Coincidencia entre Germinaciones Extremas y la Pruebas

Iniciales y Finales:

Cuadro 27.- <u>Abies concolor</u> . . . . .	.54
Cuadro 32.- <u>Abies religiosa</u> . . . . .	.58
Cuadro 36.- <u>Abies vejari</u> . . . . .	.66
Cuadro 41.- <u>Pinus ayacahuite</u> . . . . .	.72
Cuadro 48.- <u>Pinus cooperi</u> . . . . .	.81
Cuadro 52.- <u>Pinus engelmanni</u> . . . . .	.86
Cuadro 56.- <u>Pinus strobus</u> var. <u>chiapensis</u> . . . . .	.90

- Relaciones entre germinación inicial y germinación máxima del lote, cuando la inicial es numéricamente menor que la máxima:

Cuadro 28.- <u>Abies concolor</u> . . . . .	.54
Cuadro 33.- <u>Abies religiosa</u> . . . . .	.59
Cuadro 37.- <u>Abies vejari</u> . . . . .	.67
Cuadro 42.- <u>Pinus ayacahuite</u> . . . . .	.73

Cuadro 49.- <u>Pinus cooperi</u> . . . . .	82
Cuadro 53.- <u>Pinus engelmanni</u> . . . . .	87
Cuadro 57.- <u>Pinus strobus</u> var. <u>chiapensis</u> . . . . .	91
- Importancia de las diferencias entre germinaciones extremas y pruebas iniciales y finales:	
Cuadro 29.- <u>Abies concolor</u> . . . . .	55
Cuadro 34.- <u>Abies religiosa</u> . . . . .	60
Cuadro 38.- <u>Abies vejari</u> . . . . .	68
Cuadro 43.- <u>Pinus ayacahuite</u> . . . . .	74
Cuadro 50.- <u>Pinus cooperi</u> . . . . .	83
Cuadro 54.- <u>Pinus engelmanni</u> . . . . .	88
Cuadro 58.- <u>Pinus strobus</u> var. <u>chiapensis</u> . . . . .	92
- Relación entre tiempo de almacenamiento y porcentajes de germinación con respecto a 10%:	
Cuadro 30.- <u>Abies concolor</u> . . . . .	56
Cuadro 39.- <u>Abies vejari</u> . . . . .	69
Cuadro 44.- <u>Pinus ayacahuite</u> . . . . .	76
Cuadro 51.- <u>Pinus cooperi</u> . . . . .	84
Cuadro 55.- <u>Pinus engelmanni</u> . . . . .	89
Cuadro 59.- <u>Pinus strobus</u> var. <u>chiapensis</u> . . . . .	93
- Tiempo a los límites críticos de germinación:	
Cuadro 31.- <u>Abies concolor</u> . . . . .	57
Cuadro 35.- <u>Abies religiosa</u> . . . . .	62
Cuadro 40.- <u>Abies vejari</u> . . . . .	70
Cuadro 45.- <u>Pinus ayacahuite</u> var. <u>brachiptera</u> . . . . .	77
Cuadro 46.- <u>Pinus ayacahuite</u> var. <u>tipica</u> . . . . .	78
Cuadro 47.- <u>Pinus ayacahuite</u> var. <u>veitchii</u> . . . . .	80
Cuadro 60.- <u>Pinus strobus</u> var. <u>chiapensis</u> . . . . .	94

Cuadro 61.- Diferencias entre semillas llenas y porcentajes de germinación Inicial y Máxima. . . . .97

Cuadro 62.- Porcentajes de Germinación Máxima corregidos. . . . .101

.....

I N D I C E     D E     A P E N D I C E S

- Datos de Colecta de los lotes analizados:

Apéndice I.- Abies concolor. . . . .104

Apéndice II.- Abies religiosa. . . . .104

Apéndice III.- Abies religiosa var. emarginata. . . . .105

Apéndice IV.- Abies vejari. . . . .105

Apéndice V.- Pinus ayacahuite var. brachyptera. . . . .106

Apéndice VI.- Pinus ayacahuite var. tipica. . . . .106

Apéndice VII.- Pinus ayacahuite var. veitchii. . . . .108

Apéndice VIII.- Pinus cooperi. . . . .110

Apéndice IX.- Pinus engelmanni. . . . .110

Apéndice X.- Pinus strobus var. chiapensis. . . . .111

- Apéndice XI.- Comparación de las pruebas más usadas para estimar viabilidad de las semillas. .113

RESUMEN:

Con la finalidad de complementar la información existente acerca de la viabilidad de las semillas almacenadas bajo refrigeración, así como de localizar los puntos críticos de la germinación de estas especies (10,5 y 0%), se realizó el presente trabajo.

Se analizó la pérdida de viabilidad de tres especies de Abies: A.concolor (dos lotes), A.religiosa (11 lotes), A.religiosa var. emarginata (un lote) y A.vejari (cuatro lotes); y cuatro especies de Pinus: Pinus ayacahuite (cuatro lotes de la variedad brachyptera, 19 lotes de la variedad típica y 28 de veitchii), P.cooperi (4 lotes), P.engelmannii (9 lotes) y Pinus strobus var. chiapensis (19 lotes).

Para obtener los datos de germinación se revisaron 420 + registros de análisis de 18 colecciones de Abies y 1,411 registros de 83 colecciones de Pinus del archivo del Banco de Germoplasma del CIFAP-D.F. y se manejaron germinaciones extremas (máxima y mínima) y terminales (inicial y final) y porcentajes de semillas llenas, utilizando una prueba estadística para determinar si las diferencias entre germinaciones fueron significativas. Los períodos de observación variaron de un mes hasta 28.33 años en las diferentes pruebas realizadas.

Para todas las especies del género Abies se encontró una capacidad germinativa muy baja desde la colecta de las semillas, no se detectó requerimiento de post-maduración y se observó que el límite crítico de 10% se presentó en un tiempo muy corto (antes de 5 años), aunque en pocos casos se alcanzó



el límite de 0% de germinación, incluso después de nueve años de almacenamiento.

Se determinó que de todas las especies de Abies consideradas, la que presentó porcentajes de germinación más altos y pérdida de viabilidad más lenta fue A. vejari que habita en el norte de la República Mexicana, donde el clima es extremoso.

Con respecto al género Pinus tampoco se encontró que hubiera requerimientos de post-maduración en ninguna de las especies analizadas, aunque en Pinus cooperi y en P. ayacahuite no fue completamente claro este resultado.

Se encontraron dos grupos diferentes de especies: P. ayacahuite y P. strobus var. chiapensis que perdieron su viabilidad hasta límites críticos en un período de 6 a 15 años y las especies P. cooperi y P. engelmannii que nunca perdieron su viabilidad hasta límites críticos aún después de 28.25 años de almacenamiento, ambas especies son originarias del norte de México y están adaptadas a climas extremosos.

La especie donde se registró menor pérdida de viabilidad fue P. engelmannii y la que pierde con mayor rapidez su viabilidad fue P. strobus var. chiapensis.

## INTRODUCCION.-

México es un país rico en especies forestales, los bosques de coníferas, tan frecuentes en las zonas de clima templado y frío del hemisferio boreal, ocupan cerca del 15% del territorio mexicano, donde presentan amplia diversidad florística y ecológica. Se les encuentra prácticamente desde el nivel del mar hasta el límite de la vegetación arbórea; prosperan en regiones de clima semiárido, semihúmedo y francamente húmedo y aún en condiciones edáficas especiales (Rzedowski, 1978).

México tiene 107 especies de coníferas (143 si se incluyen variedades), contando algunos pinos tropicales que han sido exportados a África, Asia y Australia (Martínez, 1948); sin embargo, se necesitan aun investigaciones botánicas y taxonómicas ya que las especies mexicanas son más variables, menos estudiadas y más difíciles de clasificar que las especies de Norte América (Ledig, 1988).

La explotación irracional de los bosques de coníferas mexicanos, ha causado un desequilibrio ecológico y la desaparición de gran número de fenotipos, por el aprovechamiento selectivo que se hace de ellos (Ledig, 1988).

Los esfuerzos por conservar las especies se clasifican comúnmente en dos grupos: In-situ, cuando se realizan en el hábitat natural de las especies y Ex-situ, cuando se efectúan fuera de su medio natural; en cada caso, se observan diferentes ventajas y desventajas (Ledig, 1988).

Una de las formas más efectivas de preservar el genoplasma de las especies vegetales ex-situ y de promover la repoblación del medio natural del que proceden, es mediante el almacenamiento de semillas en condiciones controladas (en refrigeración y deshidratadas) que permiten prolongar enormemente su viabilidad (Vazquez-Yanes y Toledo, 1989).

Las semillas son por lo común fáciles de recolectar, transportar, almacenar, distribuir y germinar (Vázquez-Yanes, 1987), lo cual facilita su manejo.

Las semillas son la materia prima a partir de la cual pueden reconstruirse áreas forestales degradadas así como establecer plantaciones de especies forestales útiles (Niembro, 1983).

En este sentido, es importante prolongar la longevidad de las semillas, sobre todo de aquellas especies forestales que no tienen producción anual, y en las cuales, debe recolectarse más de lo necesario cuando hay abundancia, manteniendo así una reserva suficiente para satisfacer la demanda de semillas en los años en que no habrá producción.

En estas condiciones, es fundamental complementar la información que se tiene con respecto al tiempo que duran viables las semillas de las pináceas mexicanas, lo cual es primordial para la administración de bancos de germoplasma y en los programas de plantaciones. Además en México no existen estudios suficientes con respecto a la viabilidad de especies forestales almacenadas bajo refrigeración.

En el Banco de Germoplasma Forestal del Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias del Distrito Federal (CI-FAP-D.F.), se han hecho varios intentos de sistematizar los datos de viabilidad de las semillas almacenadas, con diferentes interpretaciones.

El presente trabajo se realizó con la finalidad de aportar mayor información acerca de la viabilidad de las semillas almacenadas en refrigeración, así como la localización de puntos críticos (germinación menor o igual a 10%, 5% y 0%) por medio de un procesamiento de datos diferente a los utilizados en trabajos anteriores.

## OBJETIVOS GENERALES:

1) Dado que las especies estudiadas pertenecen a habitats diferentes, establecer un gradiente entre ellas en términos de su viabilidad.

2) Establecer si existe alguna relación entre el habitat natural de las especies y la duración de su viabilidad.

## OBJETIVOS PARTICULARES:

1) Determinar en cuáles de las especies consideradas hubo pérdida de viabilidad estadísticamente significativa.

2) Definir la duración de la viabilidad de las especies - en que se presentó una disminución significativa.

3) Detectar requerimientos de post-maduración en las semillas de cada especie.

4) Presentar datos de los puntos críticos en la historia de un lote de semillas almacenado en refrigeración, para las - diferentes especies consideradas.

## ANTECEDENTES:

### I.- Conceptos Básicos:

#### a) Viabilidad.-

Es la potencialidad que tiene una semilla para germinar y, con fines prácticos debe considerarse como la proporción, expresada en porcentaje de semillas que germinan - en un lote determinado (Patiño et.al., 1983).

Se afirma que una semilla es viable cuando es capaz + de germinar y producir una plántula normal, que no esté rota, - débil o mal conformada (Bonner, 1984).

#### b) Longevidad.-

La longevidad de una semilla es el tiempo durante el cual es capaz de germinar y es una característi-

ca estrechamente ligada a la viabilidad (Patiño, et. al., 1983).

De acuerdo con Ellis y Roberts (1981), la longevidad también es el tiempo que transcurre hasta la muerte de la semilla.

En condiciones totalmente naturales, esta duración de la capacidad para germinar se conoce como Longevidad ecológica, ya que las semillas enfrentan desde el principio varios factores ambientales que, por lo general, abrevian la longevidad -- que las características fisiológicas y estructurales de la semilla podrían permitir. En cambio, si las semillas son colocadas en una condición de almacenamiento óptimo o al menos más protegida de algunos de los factores desfavorables, la longevidad puede prolongarse mucho más, en algunos casos indefinidamente, a ésta se le conoce como longevidad potencial (Vázquez-Yanes, 1989).

#### c) Latencia.-

Es el estado fisiológico en el cual la semilla está indispuesta a germinar, aunque se presenten las condiciones ambientales favorables, porque tiene mecanismos propios de ella que le impiden hacerlo (Bonner, 1984).

Harper (1977), reconoce tres tipos de latencia:

Latencia Innata, es la condición de las semillas con un estado viable, pero impedidas para germinar debido a alguna propiedad del embrión, del endospermo asociado o a estructuras maternas.

Latencia Inducida, se presenta en aquellas semillas capaces de germinar en el momento de la dispersión, pero que posteriormente adquieren un estado latente, el cual desaparece mediante un estímulo específico.

Latencia Forzada, es la inhabilidad para germinar causada por una restricción ambiental (escasez de agua, bajas temperaturas, aireación mínima, etc.).

#### d) Vigor.-

Es el potencial de una semilla para presentar una emergencia rápida y uniforme y producir plántulas normales en un amplio rango de condiciones (Bonner, 1984).

#### e) Pérdida de Viabilidad.-

Durante largos periodos de almacenamiento se producen desórdenes cromosómicos y genéticos en las semillas que provocan pérdida de la viabilidad (Roberts, 1972).

Con el tiempo se tiene mayor filtración en los tejidos, lo que indica daños en la membrana, disminuye la actividad de las deshidrogenasas y la habilidad para incorporar leucina, uracilo y fósforo en el metabolismo.

Las semillas que muestran estos síntomas son poco vigorosas y la tasa de desarrollo de las plántulas es menor, además aumenta la producción de plántulas anormales (Roberts, 1981), como albinismo, atrofia de cotiledones y raíces, etc. (ISTA, 1976).

#### f) Clasificación de las Semillas por su Longevidad.-

Según Ewart (citado por Roberts, 1979), las semillas se clasifican en tres grupos de acuerdo a su longevidad: **microbióticas** (de 0 a 3 años), **mesobióticas** (que viven de 3 a 15 años) y **macrobióticas** (con más de 15 años de viabilidad); - sin embargo, esta clasificación que fue útil en su momento, va perdiendo gradualmente su funcionalidad, pues los cambios en las técnicas de almacenamiento trasladan a las semillas de una categoría a otra (Patiño, et.al., 1983).

De acuerdo con la pérdida de viabilidad, Roberts clasificó las semillas en ortodoxas y recalcitrantes, considerando sus requerimientos de humedad y temperatura en el almacén (Vázquez - Yanes, 1987).

Las semillas ortodoxas tienden a ser pequeñas, con excepción de las que tienen testa dura, en estado de latencia su ta

sa respiratoria es insignificante, su contenido de agua puede llegar a menos de 5% del peso en húmedo y se pueden almacenar por largo tiempo a temperaturas de menos de 5°C (Vázquez-Yanes, 1987).

Desde el punto de vista ecológico, las semillas ortodoxas corresponden a especies para las que en el medio natural, es importante la persistencia en el tiempo de las semillas como factor de sobrevivencia, como en plantas anuales y cultivadas y en la gran mayoría de especies forestales de plantaciones monoespecíficas como el género Pinus (Vázquez-Yanes y Toledo, 1989).

Las semillas recalcitrantes tienden a ser grandes, en la lntencia su tasa respiratoria es alta, por lo que requieren de buena disponibilidad de oxígeno para sobrevivir, lo que hace inconveniente almacenarlas en recipientes herméticos. Su contenido de humedad difícilmente puede descender de 20% sin que se dañen irreversiblemente y no pueden almacenarse a temperaturas menores de 5°C. Por lo general, los hongos invaden rápidamente estas semillas, a no ser que se apliquen funguicidas potentes en los almacenes (Vázquez-Yanes, 1987).

En las semillas recalcitrantes la latencia es más efímera y en muchos casos no se puede considerar que la presenten, pues las semillas tienden a germinar muy rápidamente al diseminarse e incluso se dan casos de viviparidad en los que no hay interrupción clara en el crecimiento del embrión. Las semillas recalcitrantes se presentan principalmente entre las plantas leñosas de ambientes húmedos, con frecuencia en los árboles de bosques templados caducifolios y en la selva tropical húmeda (Vázquez Yanes y Toledo, 1989).

Generalmente, las semillas ortodoxas provienen de frutos secos y son formadoras de bancos de semillas en el suelo, en

tanto que las semillas recalcitrantes no forman usualmente -- bancos de semillas y provienen de frutos carnosos.

## II.- Post-maduración de semillas durante el almacenamien-- to:

Camacho (1987) menciona que dentro de ciertos límites de tiempo, hay especies en las que la germinación se incrementa conforme aumenta el tiempo de almacenamiento de las semillas.

En muchos casos las semillas presentan latencia cuando -- acaban de madurar y la pierden después de cierto tiempo de -- permanecer secas; si permanecen embebidas, pero a temperatu-- ras inadecuadas, la latencia se conserva por años (Camacho, - 1987).

Al periodo de almacenamiento en seco requerido por las - semillas de una especie para que germinen sin problemas se le conoce como periodo de latencia y los procesos naturales que se realizan en él se les llama post-maduración por almacena-- miento en seco.

Este fenómeno natural tiene la función de prevenir la -- germinación cuando hay lluvias aisladas en la estación de se-- quía.

La velocidad con que se efectúa la post-maduración tiene una relación directa con la temperatura ambiente, ésto se ha demostrado en el intervalo de 10°C a 48°C para las semillas - de arroz y de cebada, en las cuales a temperaturas bajas la - latencia no se pierde.

Los cambios del porcentaje de germinación debidos a la - post-maduración son grandes, pues en muchos casos van desde - una falta absoluta de germinación hasta que todas las semillas germinen.

Se ha creído que el efecto del almacenamiento en seco se



debe a que las semillas pierden humedad, en oposición a ésto, se ha encontrado en los cultivos de cacahuete, que la pérdida de la latencia no se relaciona directamente con el contenido de humedad de las semillas (Camacho, 1987).

También se ha sugerido que la pérdida de la latencia por almacenamiento en seco se relaciona con cambios de las propiedades de las cubiertas como: aumento en la permeabilidad a los gases, disminución de la resistencia mecánica y aumento de la permeabilidad a los inhibidores presentes en los tejidos internos; en contradicción se ha encontrado que pinchar y remojar semillas de cacahuete recién cosechadas no elimina la latencia.

Se ha pensado que durante el almacenamiento en seco, los inhibidores presentes en la semilla se volatilizan o inactivan, en apoyo a ésto se ha visto que los ácidos grasos volátiles inhiben la germinación de lechuga y de Avena fatua.

Se ha sugerido también, que la pérdida de la latencia se relaciona con algún proceso oxidativo, pues el oxígeno la acelera y se incrementa la actividad de enzimas hidrolíticas.

Un punto de vista similar sostiene que los mono y disacáridos inhiben la producción de giberelina en el escutelo de los cereales y su consumo durante el almacenamiento en seco elimina la latencia (Camacho, 1987).

### III.- Funcionamiento del Banco de Germoplasma del CIPAP- D.F.

La forma en que se procesan los lotes de semillas al ingresar al Banco de Germoplasma del CIPAP-D.F. se describe a continuación:

Todas las colecciones o lotes que se emplearon en el presente trabajo son producto de recolecciones hechas -

en poblaciones silvestres y más raramente en árboles cultivados en parques y jardines de la República Mexicana; cada una ha recibido un número progresivo conforme a su ingreso en el Banco de Germoplasma del Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias del Distrito Federal (CIFAP-D.F.); dicho banco estuvo a cargo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIF) de 1960 a 1985 (Viñas, 1990).

Zaragoza (1986) menciona que al llegar las semillas al Banco de Germoplasma son almacenadas en latas metálicas, en condiciones de refrigeración a temperaturas aproximadas a 0°C, con un contenido de humedad de la semilla menor a 12%.

Con la finalidad de evaluar la viabilidad de la semilla almacenada, desde 1960 a la fecha se han realizado pruebas de germinación con una regularidad de más o menos seis meses.

Aunque existen diversos métodos para determinar la viabilidad de las semillas (ApéndiceXI) y se han utilizado algunos de ellos esporádicamente, el que utiliza sistemáticamente es el de Germinación (Nava, 1987).

Las pruebas de germinación en laboratorio se realizan sobre papel filtro en cajas de petri, dentro de una germinadora a 22°C efectuándose cuatro repeticiones de 50 o 100 semillas cada una y durante 28 días.

Con menor frecuencia se realizan pruebas de germinación en suelo, éstas se efectúan comúnmente en los Viveros de Coahuacán, utilizando tierra negra o arena como sustrato.

Los resultados de estas pruebas de germinación se registran en un formato con la fecha en que se realizó cada prueba, el número del lote del que provienen las semillas, número de semillas utilizadas, los resultados obtenidos en cada conteo, el porcentaje de germinación, el tratamiento aplicado (suelo o laboratorio) y las observaciones realizadas durante la prue

ba.

Cuando las semillas reciben un tratamiento especial antes de la germinación, también se especifica en este registro.

Además, cuando las semillas ingresan al Banco de Germoplasma se determina el porcentaje de semillas llenas, contenido de humedad y porcentaje de pureza (Zaragoza, 1986).

El proceso de manejo de las semillas desde su colecta, - hasta el reporte de las pruebas de germinación efectuadas se muestra en la Figura 1.

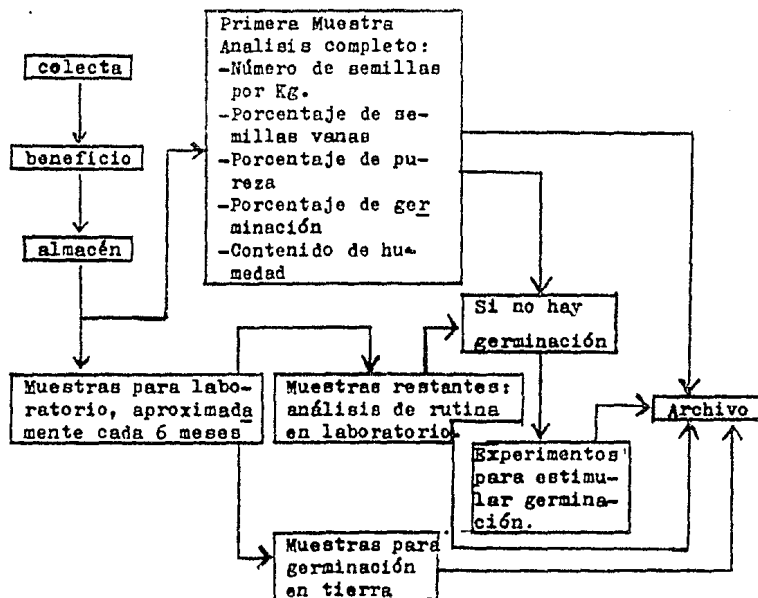


Figura 1: Secuencia de trabajo del Banco de Germoplasma del CIPAP-D.F. (Tomado de Zaragoza, 1986).

#### IV.- Trabajos anteriores:

En 1983, Patiño y colaboradores presentaron promedios de las pruebas de germinación iniciales y finales de los lotes - existentes, pero no consideraron una función matemática que - describiera el comportamiento de la viabilidad; además, los - límites del periodo de almacenamiento se establecieron con ba se en el tiempo, sin considerar el porcentaje de viabilidad - que se tenga.

Zaragoza, en 1986, ajustó ecuaciones probit, a datos obtenidos en el laboratorio de semillas del CIFAP-D.F. y encontró que para las diecisiete especies analizadas se cumple la suposición de igualdad de pendientes.

Las limitaciones de éste trabajo son: que el ajuste se - realizó por el método de mínimos cuadrados, el cual no debe - usarse como estimación definitiva, pues no se cumple el su- puesto de igualdad de varianzas, no trató de obtener ecuaciones únicas ni usó el método de máxima verosimilitud. Este autor - menciona que las condiciones de almacenamiento no han sido -- del todo constantes.

Viñas (1990) ajustó la curva sigmoide que se obtiene de una normal acumulativa a datos de seis colecciones de Pinus - greggi, tres de Pinus leiophylla y once de Pinus montezumae, almacenadas en el Banco de Germoplasma, con la finalidad de - obtener una función que describiera la pérdida de viabilidad de las semillas. Encontró que la mejor representación sigmoi de de la curva de pérdida de viabilidad, se obtiene al transformar a logaritmo la variable independiente "tiempo de almacenamiento" y obtuvo ecuaciones generales para cada especie.

Sin embargo, encontró que a pesar del ajuste por máxima verosimilitud, se tuvieron desviaciones importantes respecto al modelo probado, ya que en todos los casos la  $X^2$  fué signi-

ficativa.

Las limitaciones de un modelo matemático que pudiese describir la pérdida de viabilidad de las semillas del Banco de Germoplasma, se deben fundamentalmente a que las condiciones de almacenamiento no han sido uniformes; además, las pruebas de germinación no han tenido una secuencia periódica regular.

IV.- Descripción de las especies: a) Abies

La distribución geográfica de los bosques de Abies es muy dispersa, generalmente se encuentran confinados a las laderas de cerros, principalmente en el Eje Neovolcánico y por lo común entre 2 400 y 3 600 m de altitud. El bosque de yamel ocupa aproximadamente un 0.16% de la superficie de la República, requieren para su desarrollo, de condiciones de humedad elevada y habitan comúnmente en lugares con temperaturas media anuales entre 7 y 15°C (Rzedowski, 1978).

Las especies de Abies analizadas en el presente trabajo fueron:

Abies concolor (Gordon et. Glénd.) Hoopes. Book Evergreens  
220.1868

Arbol de 30 a 40m. de altura, tronco de 40cm. a 1m de diámetro; corteza lisa y después escamosa, con hendiduras de 12 a 15 mm. de espesor. Ramas verticiladas, copa cónica; hojas lineares, gruesas y fuertes, colocadas en espiral, de 25 a 58 mm. de largo por 2 ó 3 mm. de ancho. Inflorescencias masculinas rosadas o rojo oscuro. Conos sésiles, oblongos o subcilíndricos, solitarios, de 11.5 a 12 cm. de largo por 5.5 a 6.5 cm. de diámetro. Semilla largamente oval, acuminada, de 8 a 14 mm. de largo, ala de color amarillento, algo violáceo de 23 mm. de largo (incluyendo la semilla) por 17 mm. de ancho. Madera de estructura tosca, poco durable.

Especie distribuida principalmente en Estados Unidos, en Méxi-  
co sólo se ha localizado en San Pedro Mártir en Baja Califor-  
nia y en el norte de Sonora. (Martínez, 1963).

Abies religiosa (Kunth.)Schlecht.et. Cham.

Linnaea 5:85. 1830

Arbol de elegante porte, de 35 a 45 m. de altu-  
ra y tronco de 1 a 1.5 m. de diámetro. Ramas extendidas o li-  
geramente ascendentes, verticiladas y formando una copa cóni-  
ca. La corteza es grisácea, lisa y con muchas vejigas de tre-  
mentina en los árboles jóvenes y áspera y agrietada en los a-  
dultos. Ramillas colgantes, generalmente opuestas en cruz, ho-  
jas alternas en espirales, derechas o algo falcadas, con una  
hendidura longitudinal en el haz, color verde oscuro brillan-  
te y glaucas en el envés, de 20 a 30 mm. de largo. Inflores-  
cencias masculinas laterales en las ramillas y conos femeni-  
nos en la parte más alta, subcilíndricos y blandos, de 7 a 10  
cm. de largo, se presentan solitarios pero aproximados entre  
sí. Semilla cuneado-oblonga de 9 a 10 mm. de largo, castaño  
brillante, ala pajiza de 22 a 25 cm. de largo incluyendo la -  
semilla. Madera blanca, ligera y poco durable, para tejama-  
niles, viguetas y papel. Forma bosques entre los dos mil y  
los tres mil metros de altitud (Martínez, 1963). La producc-  
ción de semillas en promedio es cada dos años y el porcentaje  
de germinación de semillas frescas es de 45%.

Abies religiosa var. emarginata Loock et. Martínez

Anales del Instituto de Biología 13(2): 1942

Se diferencia de Abies religiosa porque el ápice  
de sus hojas es emarginado o truncado (no agudo), sus hojas -  
más largas de 25 a 50 mm. y el cono femenino de menor tamaño,

cilíndrico, oblongo acuminado, mientras que en A. religiosa - es cilíndrico oblongo. Variedad observada solamente en Mil - Cumbres a 3,000 m. de altitud y en El Caracol, Michoacán, a - 1,300 m. sobre el nivel del mar (Martínez, 1963).

Abies vejari Martínez

Anales del Instituto de Biología 13(2) 1942.

Arbol de 30 a 40 m. de altura por 30 a 50 cm. de diámetro, de tronco recto, con la copa cónica o piramidal; -- corteza delgada, lisa, de color grisáceo, con manchas blancas horizontales. Ramas extendidas y comúnmente verticiladas, dis puestas en espiral, gruesas y dirigidas en todos sentidos, de 15 a 20 mm. de largo por 1.5 mm. de ancho, verde claras, algo glaucas en el envés. Yemas globosas, muy resinosas; conos er guidos, solitarios y subsésiles, cortamente oblongos o subovoí des, resinosos, violáceos primero y amarillentos después, de 6.5 a 8.5 cm. de largo por 4 a 5 cm. de diámetro. Semilla an gosta de 10 mm. de largo, ala delgada, casi triangular, ancha mente truncada, de 22 mm. de largo incluyendo la semilla. Se han colectado ejemplares en Tamaulipas, Coahuila y Nuevo León. Su madera es ligera, de hilo uniforme, poco resistente (Mar-- tínez, 1963).

b) Pinus (Especies analizadas):

Existen en México 35 especies del género Pinus, la gran mayoría con una distribución geográfica restringida al territorio nacional y a algunas áreas vecinas. La mayoría de los - pinos mexicanos se desarrolla a altitudes entre 1,500 y 3,000 m. y ocupan aproximadamente un 5% del territorio de la Repú-- blica Mexicana, aunque probablemente éste porcentaje era dos

o tres veces mayor antes de la colonización humana. Se pueden encontrar pinos desde zonas con temperatura media anual entre 6°C y 28°C y en un rango de humedad bastante amplio. La explotación forestal inadecuada, los desmontes para fines agrícolas, ganaderos y habitacionales y los incendios restan cada vez más superficie a los bosques de pinos (Rzedowski, 1978).

Las especies de Pinus consideradas en el presente trabajo son las que a continuación se describen:

Pinus ayacahuite var. brachyptera Shaw.

The pines of México ll. 1909

Arbol de 30 m. de altura, copa cónica y aguda y corteza moreno grisácea. Hojas en grupos de 5, generalmente delgadas, (pero menos que en la variedad veitchii y en la especie típica) verde intenso, en fascículos espaciados, triangulares, glaucos en el borde interno. Vainas pajizas y tempranamente caedizas. Conos duros, subcilíndricos, algo encorvados, con abundante resina amarilla; amarillentos, con tinte anaranjado o rojizo, de 15 a 25 cm. de largo. Escamas fuertes y gruesas, cóncavas y ralas, con apófisis larga y reflejada, que termina en una prolongación frecuentemente enroscada. Semillas de 12 a 15 mm., con ala corta de máximo 10 mm. de largo o nula. Su madera es suave, blanca, de textura fina, muy apreciada para construcciones y muebles. Se han encontrado ejemplares de Baja California Norte en México, pero su distribución es más amplia hacia Estados Unidos (Martínez, 1948). Se distribuye en un rango altitudinal de 2,000 a 3,200 m. sobre el nivel del mar (Eguiluz, 1982).

Pinus ayacahuite var. típica Ehr.

Linnaea 12: 942, 1838.

Arbol de 20 a 35 m. de altura por 90 cm. de



diámetro, tronco de superficie moreno-rojiza, dividida en placas irregulares. Fascículos de 5 hojas con vaina caediza, miden de 8 a 16 cm. de largo y son triangulares. Conos de 20 a 30 cm. de longitud, subcilíndricos, caedizos, muy resinosos, agrupados por parejas o en grupos de tres, a veces solitarios. Escamas delgadas, frágiles y reflejas. Semillas aladas de 7 a 9 mm.: las alas miden de 28 a 35 mm. de largo y 7 a 8 mm. de ancho, adnadas. Madera suave, de color verde amarillento y de buena calidad, útil para construcción y para muebles (Martínez, 1948). Se distribuye entre 2,200 y 3,000 m. sobre el nivel del mar (Eguiluz, 1982).

Pinus ayacahuite var. veitchii Shaw.

The Pines of México, 10: 1909

Arbol de 20 a 30 m. de altura, con ramas extendidas; hojas en grupos de 5, de 11 a 13 cm. de largo, delgadas, verde oscuro, glaucas en la cara interna, agrupadas en las extremidades de las ramillas. Vainas amarillentas, escamosas, tempranamente caedizas. Conos subcilíndricos, algo atenuados de 22 a 28 cm. de longitud, un poco encorvados, generalmente colgantes por pares, de color amarillento, con tinte ocre y pedúnculos de 15 a 20 mm. Escamas anchas, gruesas y fuertes, más numerosas que en la variedad típica. Semillas de 12 mm., moreno oscuras con alas de 15 a 20 mm. de largo por 6 a 10 mm. de ancho. La madera es suave, de color amarillento, buena calidad y muy apreciada para construcciones y muebles. Se observaron ejemplares de Morelos, Puebla, Veracruz, Hidalgo, Michoacán y Guerrero (Martínez, 1948).

Se distribuye en zonas montañosas entre los 2,000 y los 3,700 metros sobre el nivel del mar (Eguiluz, 1982).

Pinus cooperi Blanco

Los Pinos Mexicanos 242-246. 1948.

Descrito en la clasificación de Martínez (1948) como Pinus lutea Blanco (Eguiluz, 1976); árbol de 20 a 30 m. de altura por 0.4 a 1 m. de diámetro, copa redondeada muy densa, ramas inclinadas a  $45^{\circ}$ , corteza café rojiza en la base y café negruzca en la parte superior. Hojas en el extremo de las ramillas, en grupos de 5, de 5 a 9 cm. de largo, verde claro amarillentas, triangulares, fuertes, encorvadas y agudas. Vainas persistentes, anilladas, café rojizas, de 8 a 10 mm. Conillos subterminales, solitarios o rara vez por pares, de color azul violáceo. Conos largamente ovoides, ligeramente oblicuos algo encorvados y casi simétricos, de 5 a 9 cm. de largo, solitarios. Semillas de 6 a 8 mm. de largo por 2 a 3 mm. de espesor, oscuras, con pequeños puntos de color café; ala delgada, translúcida, de 1.5 a 2 cm. de largo por 6 a 8 mm. de ancho. Madera ligera, de duramen rosado y albura amarillo brillante cuando se seca (Martínez, 1948).

Se distribuye en la zona montañosa de Durango, en altitudes que varían desde 2,500 a 3,560 m.s.n.m. (Eguiluz, 1962).

Pinus engelmanni Carr.

Rev. Hort. 227. 1824

Árbol de 15 a 25 m. de altura, de corteza áspera y agrietada, dividida en placas angostas. Hojas en grupos de 3 ó 4, a veces 5, aglomeradas, fuertes, muy robustas y tiesas, verde claro brillantes y de 30 a 37 cm. de largo; anchamente triangulares si son 4 ó 5 y carinadas cuando son tres. Vainas persistentes, de 30 a 40 mm., escamosas abajo y anilladas arriba. Conos duros y pesados, largamente ovoides u oblongo-cónicos, oblicuos, levemente encorvados, de 13 a 17 cm. de largo y color café amarillento, dispuestos en gru

pos de 3 a 5. Escamas fuertes y aplanadas, de unos 4 cm. de largo. Semilla casi ovoide, de 5 a 7 mm. de largo por 4 a 6 cm. de ancho, café oscuro, con ala de 20 a 30 mm. provista - de ganchos basales. La madera es blanca, blanda, de textura fina y de buena calidad (Martínez, 1948).

Se observaron ejemplares de Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Durango y Zacatecas. Su rango altitudinal varía del.250 a -- 2,600 m.s.n.m. (Eguiluz, 1982).

Pinus strobus var. chiapensis Martínez

Anales del Instituto de Biología 11(1): 1940

Esta variedad fué elevada a categoría específica en 1960 (Zamora y Velasco, 1977), es un árbol de tronco -- recto, de 20 a 35 m. de altura, hojas en grupos de 5, raramente 4, triangulares, delgadas y flexibles, de 5.5 a 14.3 cm. -- de longitud, verde claro brillante. Vaina pajiza, caediza, -- de 9 a 19 mm. Conos colgantes, resinosos, deciduos, de 6 a -- 22 cm. de longitud, pedúnculo débil de 2 a 5 cm. de largo. -- Escamas con umbo terminal y cóncavas. Semillas de 5.4 a 7.5 mm. de largo con ala de 1.8 a 2.4 cm. de longitud.

Habita en laderas de las zonas montañosas de Chiapas, en -- tre los 600 y los 2,200 m.s.n.m.

## MATERIALES Y METODOS:

El presente trabajo se desarrolló en las instalaciones - del Centro de Investigaciones Forestales y Agro-Pecuarias del Distrito Federal (CIPAP-D.F.), usando los archivos de pruebas de germinación.

Se estudiaron tres especies del género Abies (con una variedad adicional de Abies religiosa) y cuatro del género Pinus (incluyendo tres variedades de P. ayacahuite), en las cuales - se tenía información de pérdida de viabilidad durante el almacenamiento.

Los periodos de almacenamiento variaron de un mes hasta 28.33 años en las diferentes pruebas de germinación realizadas.

La secuencia de selección de datos y pruebas de hipótesis se presenta en la figura 2.

En resumen, del archivo de pruebas de germinación del Banco de Germoplasma se tomaron los siguientes datos: Porcentaje de semillas llenas de cada lote, porcentaje de germinación inicial, máxima, mínima y final, tiempo de almacenamiento al momento de cada prueba y número de semillas utilizadas; todo esto para cada uno de los lotes de las especies analizadas -- (Cuadros 1 a 18).

Las pruebas de germinación iniciales y finales de cada lote se denominaron "pruebas terminales" en ésta investigación, en tanto que las pruebas de germinación máximas y mínimas se llamaron "pruebas extremas".

Para cada lote se determinó el tiempo transcurrido hasta alcanzar un porcentaje de germinación menor o igual a 10%, 5% y 0% en forma definitiva, considerándose éstos, como "puntos críticos" en la viabilidad de las semillas (Cuadros 19 a 26).

Con los datos obtenidos se realizaron pruebas estadísticas para determinar que tan significativa fue la diferencia -

entre germinaciones extremas y terminales y entre porcentaje máximo de germinación y porcentaje de semillas llenas.

Se usó una modificación de la prueba de  $Z_0$  para comparar dos proporciones (Infante y Zárate, 1984).

Para las pruebas estadísticas se emplearon las siguientes expresiones matemáticas, realizándose los cálculos por medio de una computadora con un programa personal:

$$p = \frac{np_1 + mp_2}{n + m}$$

$$Z_0 = \frac{p_1 + p_2}{\frac{p(1-p)}{n} + \frac{p(1-p)}{m}}$$

Donde:

$p$  = proporción de éxito de las dos poblaciones.

$p_1$  = probabilidad de ocurrencia de un evento en la población 1.

$p_2$  = probabilidad de ocurrencia de un evento en la población 2.

$n$  = No. de individuos de la población 1 (número de semillas - de la población 1).

$m$  = No. de individuos (semillas) de la población 2.

$Z_0$  = Prueba estadística para comparar dos eventos (porcentajes).

Una vez obtenido el valor de  $Z_0$  se determinó si la diferencia entre los dos porcentajes de germinación comparados -- fué significativa con un nivel de confianza de 0.95 ( $\alpha=0.05$ ) para valores de  $Z_0$  mayores o iguales a 1.64 (Infante y Zárate, 1984).

También se determinó el porcentaje de germinación máxima corregido considerando el número total de semillas llenas en lugar del número de semillas total, eliminando de ésta forma las semillas vanas del cálculo de germinación máxima.

La fórmula utilizada para realizar la corrección fue la siguiente:

$$GMc = \frac{GMo}{\%Ll} \times 100$$

GMc = porcentaje de germinación máxima corregido.

GMo = porcentaje de germinación máxima obtenido.

%Ll = Porcentaje de semillas llenas.

Para obtener los datos del Banco de Germoplasma se revisaron 21 registros de análisis de Abies concolor, 325 registros de A. religiosa, 17 registros de A. religiosa var. emarginata, en total, 420 registros de análisis del género Abies.

Con respecto a las especies del género Pinus consideradas en el presente trabajo, se recabaron datos de 74 registros de análisis de Pinus ayacahuite var. brachyptera, 371 registros de P. ayacahuite var. tipica, 359 registros de P. ayacahuite -- var. veitchii, 112 registros de P. cooperi, 178 registros de P. engelmanni y 317 registros de análisis de P. strobus var. chiapensis; en total, 1,411 registros de análisis de Pinus.

Para analizar los resultados obtenidos, la información se concentró en diferentes cuadros de contingencias que facilitaron la evaluación del comportamiento de la viabilidad de las semillas de las diferentes especies analizadas, expresando los resultados en porcentajes de lotes.

Los cuadros de contingencias realizados para la discusión de resultados fueron los siguientes:

- 1.- Coincidencia entre las germinaciones extremas y las pruebas iniciales y finales.
- 2.- Relaciones entre la germinación inicial y la germina

ción máxima del lote, cuando la inicial es numéricamente menor que la máxima.

3.- Importancia de las diferencias entre germinaciones - extremas y las pruebas iniciales y finales.

4.- Relación entre tiempo de almacenamiento y porcentaje de germinación, con respecto a 10%.

5.- Tiempo a los límites críticos de germinación.

La metodología antes descrita, se utilizó para adquirir información sobre las siguientes especies y/o variedades:

- Abies concolor . . . . . Lotes: 561 y 824
- Abies religiosa. . . . . Lotes: 79, 140, 151, 178, 192, 213,  
220, 272, 355, 504 y 800.
- Abies religiosa var. emarginata. Lotes : 80.
- Abies vejari . . . . . Lotes: 14, 182, 186 y 294.
- Pinus ayacahuite var. brachyptera. . Lotes: 236, 529, 571 y 670.
- Pinus ayacahuite var. tipica. Lotes: 32, 51, 58, 67, 68, 168,  
175, 234, 245, 606, 607, 741, 745-  
A, 745-B, 729, 730, 736, 780 y 809.
- Pinus ayacahuite var. veitchii. . Lotes: 15, 29, 296, 339, 360,  
361, 387, 436, 437, 507, 513, 514  
516, 517, 528, 578, 618 A y B, --  
619 A y B, 620 A y B, 621-B, 622  
Ay B, 623, 759 y 799.
- Pinus cooperi . . . . . Lotes: 4, 707, 708 y 709.
- Pinus engelmannii . . . . . Lotes: 18, 19, 223, 224, 225, 520,  
660, 710, 715.
- Pinus strobus var. chiapensis . . Lotes: 427, 515, 538, 593, -  
671, 672, 673-A, 674, 678 A y B,  
679, 722, 742-B, 744-B, 758, 775,  
782, 788, 793.

La información acerca de la localidad de colecta y algunas características de los lotes empleados se presentan en los apéndices I a X.

El cuadro que corresponde a la relación entre tiempo de almacenamiento y porcentaje de germinación, con respecto a 10% no se realizó para Abies religiosa, porque en esta especie todos los lotes llegaron al límite crítico de germinación de 10% y en consecuencia no fue necesario este cuadro, cuya finalidad es diferenciar aquellos lotes que llegaron al límite crítico de los que no lo alcanzan.

El comportamiento de las semillas de Abies religiosa var. e-marginata se analizó sin realizar cuadros de contingencias de hida a que solamente se contó con un lote.

Para Pinus cooperi y Pinus engelmannii no se realizaron cuadros de contingencias ni cuadros de resultados de tiempo a los límites críticos de germinación porque las semillas de éstas especies nunca llegaron al límite crítico de germinación definitivamente menor o igual a 10%.

También se realizaron cuadros generales para determinar la relación entre porcentaje de semillas llenas y porcentajes de germinación y para analizar los porcentajes de germinación máxima corregidos en función de la cantidad de semillas llenas.



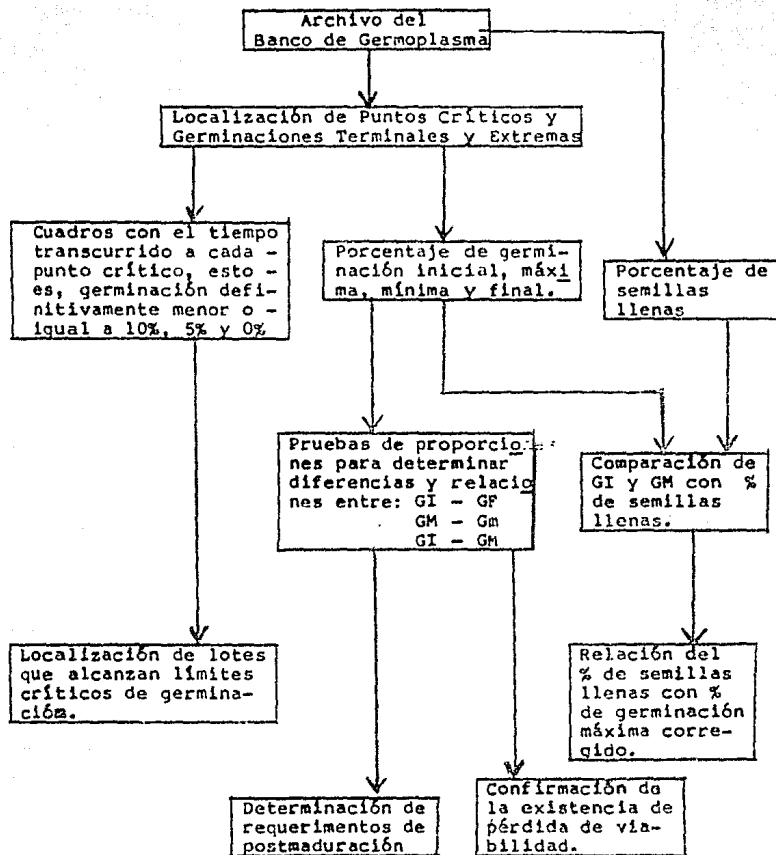


Figura 2.- Esquematzación de la metodología utilizada.  
 GI=Germinación Inicial. GF=Germinación Final.  
 Gm=Germinación máxima. Gm=Germinación Mínima.

## RESULTADOS.-

a) Semillas llenas, germinaciones extremas y terminales y porcentajes de germinación máxima corregidos:

Para Abies concolor se observaron porcentajes de semillas llenas muy bajos, lo cual ya de antemano anunciaba que se presentarían porcentajes de germinación muy bajos desde las pruebas iniciales, tanto en pruebas de suelo como en laboratorio; sin embargo, la capacidad germinativa fué mucho menor de lo esperado en función de la cantidad de semillas -- llenas, ya que el máximo porcentaje obtenido fué de 30% (cuadros 1 y 2).

Con respecto a Abies religiosa, se obtuvieron en general, porcentajes de semillas llenas muy bajos, lo cual ya anunciaba que se presentarían porcentajes de germinación muy bajos -- desde las pruebas iniciales; sin embargo, al corregir los porcentajes máximos de germinación, en función de las semillas -- llenas se apreció un rendimiento bastante aceptable pues en la mayoría de lotes se tuvieron porcentajes mayores de 50% de germinación (cuadros 3 y 4).

En Abies religiosa var. emarginata se se pudo apreciar un comportamiento similar al de A. religiosa, porcentajes bajos de germinación y de semillas llenas desde las primeras pruebas -- realizadas y una pérdida de viabilidad casi total en los siete meses de los que se tienen registros; sin embargo, al corregir el porcentaje máximo de germinación se observó un rendimiento aceptable (67% de germinación). Ver cuadro 5.

Abies vejari también presentó bajos porcentajes de semillas llenas, no obstante, muy parecidos a los porcentajes máximos de germinación obtenidos y además no se observó pérdida total de viabilidad como en las especies anteriores (cuadro 6).

En Pinus ayacahuite var. brachyptera se observó que el --

porcentaje de semillas llenas es considerablemente alto ya que en todos los lotes considerados representa más de las tres cuartas partes; también se pudo apreciar que éstos porcentajes son muy similares a los máximos de germinación obtenidos, aunque un poco menores. Se observó que en ésta especie si existe una notable pérdida de viabilidad através del tiempo, aunque sólo en contadas ocasiones se llegó al límite crítico de 0%, - probablemente porque no se tuvieron registros de pruebas realizadas con semillas de más de trece años de almacenamiento (cuadros 7 y 8).

Al igual que en la variedad anterior, en Pinus ayacahuite var. típica se observó un alto porcentaje de semillas llenas, - en la mayoría de los casos superior a 90% y se registraron también porcentajes de germinación predominantemente mayores de 75%, salvo ciertas excepciones en las que se observaron porcentajes de germinación muy bajos. También se pudo apreciar la pérdida de viabilidad de las semillas, especialmente en pruebas realizadas con semillas con más de siete años de almacenamiento (cuadros 9 y 10).

Se determinó también la excelente calidad de las semillas obtenidas de Pinus ayacahuite var. veitchii ya que se tuvieron en la mayoría de los casos más de 90% de semillas llenas, y como debía esperarse en función de ésto, porcentajes máximos de germinación mayores de 80%. También se observó que la pérdida de viabilidad en esta variedad resalta más en semillas con más de 20 años de almacenamiento (cuadros 11 y 12).

Los resultados obtenidos para Pinus cooperi son un tanto diferentes en función de que presentó porcentajes de semillas llenas bastante bajos (cercaos a 50%) y, aunque pudiera parecer contradictorio, porcentajes de germinación máxima considerablemente mayores en todos los lotes analizados. Finalmente,

no se observó pérdida de viabilidad aún en pruebas efectuadas con semillas de más de 20 años de almacenamiento. Es importante hacer notar que el porcentaje de germinación máxima corregido siempre fué de 100%, es decir, que todas las semillas llenas germinaron (cuadros 13 y 14).

Pinus engelmannii tuvo en la mayoría de los lotes analizados porcentajes de semillas llenas mayores a 80% y porcentajes de germinación máxima muy semejantes al número de semillas llenas para cada lote e incluso mayores en algunos casos aislados y, finalmente, no se detectaron pérdidas importantes de viabilidad incluso en semillas con más de veinte años de almacenamiento (cuadros 15 y 16).

Los lotes de semillas de Pinus strobus chiapensis analizados en el presente trabajo presentaron porcentajes de semillas llenas considerablemente altos (de más de 90% en la mayoría) y por el contrario, porcentajes de germinación extremadamente menores, aún si se compara con el porcentaje de germinación máxima corregido, además se observó pérdida de viabilidad absoluta en tiempo relativamente cortos, con semillas de más de cuatro años de almacenamiento (cuadros 17 y 18).

Cuadro No. 1.- Concentración de datos de semillas llenas y germinaciones extremas y terminales de Abies concolor, en pruebas de laboratorio.

Número de Lote	Semillas Llenas		Germinación Inicial			Germinación Máxima				Germinación Mínima			Germinación Final		
	%Ll	#Ll	%	T	N	%	%c	T	N	%	T	N	%	T	N
561	30	600	6	0.08	400	8	27	1.0	400	1	0.58	400	5	3.0	400
824	s/d	s/d	30	0.67	400	30	s/d	0.67	400	0	3.17	400	0	3.17	400

% = Porcentaje de Germinación. T = Tiempo de almacenamiento (en años).  
 N = Número de semillas. %Ll = Porcentaje de semillas llenas.  
 #Ll = Número de semillas para determinar %Ll.  
 %c = Porcentaje de germinación máxima corregido.

Cuadro No. 2.- Concentración de datos de germinaciones extremas y terminales y porcentaje de semillas llenas de Abies concolor, en pruebas de suelo.

Número de Lote	Semillas Llenas		Germinación Inicial			Germinación Máxima				Germinación Mínima			Germinación Final		
	%Ll	#Ll	%	T	N	%	%c	T	N	%	T	N	%	T	N
561	30	600	6	1.08	400	6	20	1.08	400	6	3.00	400	6	3.00	400

% = Porcentaje de germinación. T = Tiempo de Almacenamiento (en años).  
 N = Número de semillas. %Ll = Porcentaje de semillas llenas.  
 #Ll = Número de semillas para determinar %Ll. s/d = Sin datos  
 %c = Porcentaje de germinación máxima corregido.

Cuadro No. 3.- Concentración de datos de semillas llenas y germinaciones extremas y terminales de Abies religiosa, en pruebas de laboratorio.

Número de Lote	Semillas Llenas		Germinación Inicial			Germinación Máxima				Germinación Mínima			Germinación Final		
	%L1	#L1	%	T	N	%	%c	T	N	%	T	N	%	T	N
79	57	400	19	0.25	400	19	33	0.25	400	0	10.41	400	0	11.17	400
140	23	400	21	0.67	400	23	100	4.00	400	0	12.25	200	0	12.25	200
151	52	400	32	0.67	400	33	63	2.91	400	0	11.08	400	0	11.08	400
178	54	200	37	0.17	300	37	69	0.17	300	0	8.50	400	0	18.08	400
192	92	s/d	19	0.41	400	19	21	0.41	400	0	4.67	400	9	8.17	400
213	26	400	19	0.17	400	19	73	0.17	400	0	4.00	400	0	9.33	400
220	51	400	33	0.25	400	33	65	0.25	400	0	9.17	400	0	10.33	400
272	75	600	14	2.17	400	19	25	2.83	400	0	8.08	400	0	14.50	200
355	91	600	46	0.75	400	46	51	0.75	400	0	6.33	200	0	12.00	400
504	37	600	32	0.17	400	32	86	0.17	400	0	9.67	400	0	11.08	400
800	35	s/d	16	1.58	400	22	63	1.91	400	3	4.33	400	3	4.33	400

% = Porcentaje de Germinación.

T = Tiempo de almacenamiento (en años).

N = Número de Semillas.

%L1 = Porcentaje de semillas llenas.

#L1 = Número de semillas para determinar %L1 s/d= Sin datos

%c = Porcentaje de germinación máxima corregido.

Cuadro No. 4.- Concentración de datos de semillas llenas y germinaciones extremas y terminales de Abies religiosa, en pruebas de suelo:

Número de Lote	Semillas Llenas		Germinación Inicial			Germinación Máxima			Germinación Mínima			Germinación final			
	%Ll	#Ll	%	T	N	%	%c	T	N	%	T	N	%	T	N
272	75	600	0	11.67	400	0	0	11.67	400	0	14.50	400	0	14.50	400
355	91	600	0	7.25	400	0	0	7.25	400	0	11.58	400	0	11.58	400
504	37	600	25	3.67	400	25	67	3.67	400	0	6.17	400	0	9.67	400

% = Porcentaje de Germinación.

T = Tiempo de almacenamiento (en años).

N = Número de semillas.

%Ll= Porcentaje de semillas llenas.

%c = % de Germinación máxima corregido #Ll= Número de semillas para determinar %Ll.

Cuadro No. 5.- Concentración de datos de semillas llenas y germinaciones terminales y extremas de Abies religiosa var. emarquinata, en pruebas de laboratorio:

Número de Lote	Semillas Llenas		Germinación Inicial			Germinación Máxima			Germinación Mínima			Germinación Final			
	%Ll	#Ll	%	T	N	%	%c	T	N	%	T	N	%	T	N
80	58	400	18	0.17	400	39	67	0.17	400	0	6.41	100	1	7.25	400

% = Porcentaje de Germinación.

T = Tiempo de almacenamiento(en años).

N = Número de semillas/

%Ll= Porcentaje de semillas llenas.

%c = % de germinación máxima corregido #Ll= Número de semillas para determinar %Ll. W

Cuadro No. 6.- Concentración de datos de semillas llenas y germinaciones extremas y terminales de Abies vejari, en pruebas de laboratorio:

Número de Lote	Semillas llenas		Germinación Inicial			Germinación Máxima				Germinación Mínima			Germinación Final		
	%Ll	#Ll	%	T	N	%	%c	T	N	%	T	N	%	T	N
14	61	300	37	2.0	400	52	85	4.33	400	0	7.58	100	35	10.67	400
182	57	400	56	0.17	400	56	98	0.17	400	0	3.58	100	49	4.75	400
186	63	400	41	0.75	400	41	65	0.75	400	2	8.75	400	2	8.75	400
294	8	600	5	0.67	400	7	87	4.08	400	5	0.67	400	7	4.91	400

% = Porcentaje de Germinación.

T = Tiempo de almacenamiento (en años).

N = Número de Semillas.

%c = Porcentaje máximo de germinación corregido.

%Ll=Porcentaje de semillas llenas.

#Ll= Número de semillas para determinar %Ll.



Cuadro No. 7.- Concentración de datos de semillas llenas y germinaciones extremas y terminales de Pinus ayacahuite var. brachyptera, en pruebas de laboratorio:

Número de Lote	Semillas Llenas		Germinación Inicial			Germinación Máxima				Germinación Mínima			Germinación Final		
	%Ll	#Ll	%	T	N	%	%c	T	N	%	T	N	%	T	N
529	85	300	64	0.08	200	73	86	10.50	400	2	13.33	400	2	13.33	400
571	75	300	67	0.41	200	67	89	0.41	200	0	3.17	200	1	9.17	200
670	89	300	60	0.75	200	90	100	1.25	200	0	7.58	200	0	9.17	400

% = Porcentaje de germinación.

%c = % de Germinación máxima corregido.

T = Tiempo de almacenamiento (en años).

%Ll = % de semillas llenas.

N = Número de semillas.

#Ll = # de semillas para determinar %Ll.

Cuadro No. 8.- Concentración de datos de semillas llenas y germinaciones extremas y terminales de Pinus ayacahuite var. brachyptera, en pruebas de laboratorio:

Número de Lote	Semillas Llenas		Germinación Inicial			Germinación Máxima				Germinación Mínima			Germinación Final		
	%Ll	#Ll	%	T	N	%	%c	T	N	%	T	N	%	T	N
236	94	250	60	0.50	200	60	64	0.50	200	8	1.41	100	8	1.41	100
529	85	300	49	0.08	200	63	74	3.00	200	28	6.17	200	74	2.33	200
571	75	300	25	3.17	400	44	59	6.41	200	0	5.00	200	44	6.41	200
670	89	300	48	0.75	400	67	75	2.25	200	0	5.41	200	0	5.41	200

% = Porcentaje de germinación.

%c = % de germinación máxima corregido.

T = Tiempo de almacenamiento (en años).

%Ll = % de semillas llenas.

N = Número de semillas.

#Ll = # de semillas llenas.

Cuadro No. 9.- Concentración de datos de semillas llenas y germinaciones extremas y terminales de Pisua ayacahuite var. típica, en pruebas de laboratorio:

Número de Lote	Semillas Llenas		Germinación Inicial			Germinación Máxima				Germinación Mínima			Germinación Final		
	%Ll	#Ll	%	T	N	%	%c	T	N	%	T	N	%	T	N
32	97	600	70	4.50	400	70	72	4.50	400	0	9.17	400	0	9.17	400
51	88	50	92	3.58	200	92	100	3.58	200	0	7.25	400	22	12.25	400
58	92	200	80	3.67	200	80	87	3.67	200	0.5	6.08	400	50	6.91	400
67	76	400	81	0.58	400	84	100	5.50	400	0	18.08	200	0	23.33	400
68	89	400	74	0.58	400	76	85	6.50	400	0	18.08	200	0	21.75	400
168	94	400	53	0.33	400	63	67	6.75	400	16	3.50	400	63	6.75	400
175	93	200	65	0.41	200	65	70	0.41	200	26	7.00	400	26	7.00	400
234	74	1000	35	0.75	400	69	93	4.67	400	15	3.91	400	51	7.33	400
245	85	600	76	1.41	400	78	92	4.91	400	0	9.91	200	7	12.33	400
606	89	400	21	0.91	400	23	26	2.08	400	10	2.41	400	36	3.25	400
607	91	400	17	0.75	400	24	26	1.25	400	5	1.83	400	20	3.08	400
729	94	600	63	0.41	400	82	87	0.75	400	0	7.67	400	0	7.67	400
730	78	600	12	0.50	400	13	17	1.58	400	7	1.58	400	7	1.58	400
736	93	600	64	0.33	400	77	83	1.00	400	0	7.25	s/d	0	9.08	400
741	96	300	59	0.58	400	72	75	1.08	400	0	7.67	400	0	8.17	400
745-A	86	600	62	0.58	400	62	71	0.58	400	17	9.75	400	17	9.75	400
745-B	86	s/d	65	1.08	400	65	76	1.08	400	11	8.00	200	17	8.58	400
780	91	600	81	1.08	400	83	91	2.58	400	0.5	7.17	200	0.5	7.17	200
809	97	600	73	3.08	400	73	75	3.08	400	8	7.08	400	8	7.08	400

% = Porcentaje de germinación.

%c = % de germinación máxima corregido.

T = Tiempo de almacenamiento (en años).

%Ll = % de semillas llenas.

N = Número de semillas.

#Ll = # de semillas para determinar %Ll.

n/d = Sin datos.

Cuadro No.10.- Concentración de datos de semillas llenas y germinaciones extremas y terminales de Pinus ayacahuite var.tipica, en pruebas de suelo:

Número de Lote	Semillas Llenas		Germinación Inicial			Germinación Máxima				Germinación Mínima			Germinación Final		
	%Ll	#Ll	%	T	N	%	%c	T	N	%	T	N	%	T	N
32	97	600	82	2.00	400	82	84	2.00	400	51	5.08	100	54	6.83	100
51	88	50	86	1.17	300	86	98	1.17	300	69	5.83	100	69	5.83	100
58	92	200	75	1.08	400	75	82	1.08	400	54	4.17	100	54	4.17	100
67	76	400	70	0.25	400	81	100	3.17	100	0	18.08	200	0	19.50	200
68	89	400	74	0.17	400	90	100	5.41	100	0	18.08	400	0	19.50	400
168	94	400	62	1.25	100	79	84	3.75	100	37	3.75	100	39	4.08	100
175	93	200	62	3.08	100	62	67	3.08	100	54	3.58	100	54	3.58	100
606	89	400	26	1.75	400	33	37	3.25	400	26	1.75	400	33	3.25	400
607	91	400	13	1.58	400	21	23	1.58	400	13	1.58	400	18	3.08	400
729	94	600	84	1.50	400	84	89	1.50	400	7	3.00	400	50	4.50	400
736	93	600	83	1.50	400	99	100	3.67	200	5	3.00	400	69	4.50	400
745-B	86	s/d	66	1.50	400	66	77	1.50	400	15	2.08	400	43	3.58	400
780	91	600	6	1.17	400	86	94	2.58	400	6	1.17	400	59	3.50	400

% = Porcentaje de germinación.

T = Tiempo de almacenamiento (en años).

N = Número de semillas.

s/d= Sin datos.

%c = % de germinación máxima corregido

%Ll = % de semillas llenas.

#Ll = # de semillas para determinar %Ll

Cuadro No. 11.- Concentración de datos de semillas llenas y germinaciones extremas y terminales de Pinus ayacahuite var. veitchii, en pruebas de laboratorio:

Número de Lote	Semillas Llenas		Germinación Inicial			Germinación Máxima				Germinación Mínima			Germinación Final		
	%Ll	#Ll	%	T	N	%	%c	T	N	%	T	N	%	T	N
15	88	400	1	6.25	400	28	32	9.25	400	1	6.25	400	28	9.25	400
29	87	100	68	6.25	200	68	78	6.25	200	1	8.00	100	12	11.17	100
296	96	300	88	0.33	200	89	93	2.17	200	88	0.33	200	89	2.17	200
339	85	600	73	0.41	400	88	100	1.08	200	45	3.00	200	45	3.00	200
360	93	B/d	82	1.00	300	88	95	1.91	200	37	2.50	200	65	4.58	200
361	92	600	83	0.00	400	95	100	2.83	200	40	2.50	200	94	3.25	200
387	89	600	84	0.72	200	85	96	1.17	200	0	9.67	200	0	14.33	200
436	95	300	85	0.50	200	85	89	0.50	200	24	3.00	400	43	3.41	200
437	90	300	88	0.50	200	88	98	0.50	200	77	0.75	200	77	0.75	200
507	89	600	84	0.41	400	87	98	2.50	200	83	2.50	200	87	2.50	200
513	79	200	20	0.25	200	20	25	0.25	200	6	1.00	400	9	1.33	200
514	75	300	0	0.00	200	30	40	0.33	200	0	0.00	200	30	0.33	200
516	90	300	74	0.58	200	89	99	2.67	200	0	7.08	200	0	1.00	200
517	94	300	80	0.41	200	80	85	0.41	200	77	1.75	200	77	1.75	200
520	88	300	77	0.50	200	81	92	4.00	200	0	11.25	200	0	12.75	200

% = Porcentaje de germinación.

T = Tiempo de almacenamiento (en años).

N = Número de semillas.

%c = % de germinación máxima corregido.

%Ll = % de semillas llenas.

#Ll = # de semillas para determinar Ll.

Continuación del Cuadro 11.- Concentración de datos de semillas llenas y germinaciones extremas y terminales de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii*, en pruebas de laboratorio

Número de Lote	Semillas Llenas		Germinación Inicial			Germinación Máxima				Germinación Mínima			Germinación Final		
	%L1	#L1	%	T	N	%	%c	T	N	%	T	N	%	T	N
578	73	300	61	0.83	200	65	89	2.75	200	0	10.50	200	0	10.50	200
618-A	95	s/d	88	0.67	200	91	96	1.67	200	0	9.33	200	0	9.33	200
618-B	95	200	78	0.25	200	92	97	1.25	200	0	9.25	200	0	10.50	200
619-A	88	300	71	0.75	200	92	100	1.50	200	0	8.67	200	0	9.91	200
619-B	98	300	91	0.83	400	96	98	1.00	400	0	8.67	200	0	10.67	200
620-A	91	200	77	0.17	200	89	98	1.75	200	60	6.67	200	60	6.67	200
620-B	94	200	88	0.17	200	88	94	0.17	200	0	11.41	200	0	11.41	200
621-B	90	300	55	0.75	400	92	100	1.00	200	0	9.25	200	0	9.25	400
622-B	92	200	73	0.25	200	81	88	2.83	200	58	5.75	200	58	5.75	200
622-A	92	s/d	70	4.33	400	70	76	4.33	400	0	9.33	200	0	9.33	200
623	94	200	82	0.25	200	89	95	1.67	400	0	9.25	400	1	8.75	400
759	94	600	90	1.08	400	92	97	2.17	400	0	7.17	200	0	7.17	200
799	94	600	28	2.00	200	28	30	2.00	200	0	2.58	400	0	4.00	200

% = Porcentaje de germinación.

%c = % de germinación máxima corregido.

T = Tiempo de almacenamiento (en años).

%L1 = % de semillas llenas.

N = Número de semillas.

#L1 = Número de semillas para determinar L1.

s/d = sin datos.

Cuadro No. 12.- Concentración de datos de semillas llenas y germinaciones terminales y extremas de Pinus ayacahuite var. veitchii, en pruebas de suelo:

Número de Lote	Semillas Llenas		Germinación Inicial			Germinación Máxima				Germinación Mínima			Germinación Final		
	%Ll	#Ll	%	T	N	%	%c	T	N	%	T	N	%	T	N
15	88	400	75	2.25	400	75	85	2.25	400	50	6.91	100	63	7.41	100
29	87	100	59	4.00	200	59	68	4.00	200	30	9.17	100	30	9.17	100
387	89	600	12	7.25	200	13	15	7.25	200	0	10.50	200	0	10.50	200
516	90	300	78	1.58	200	78	87	1.58	200	0	4.17	200	61	6.50	200
528	88	300	48	0.41	200	86	98	3.08	200	9	4.08	200	19	6.67	200
578	73	300	70	2.75	200	70	96	2.75	200	22	5.25	200	52	6.58	200
618-A	95	s/d	91	1.67	200	93	98	4.33	200	58	2.83	200	72	5.50	200
618-B	95	200	88	2.67	200	89	93	3.25	200	56	5.50	200	56	5.50	200
619-A	88	300	90	2.25	200	90	100	2.25	200	9	5.41	200	9	5.41	200
619-B	98	300	86	0.75	400	96	98	2.25	400	67	2.75	200	75	5.41	200
620-B	94	200	80	1.58	200	80	85	1.58	200	9	5.41	200	9	5.41	200
621-B	90	300	84	0.75	400	87	97	3.25	200	52	2.25	400	68	5.41	200
622-B	92	200	78	1.58	200	87	94	2.83	200	0	5.50	200	0	5.50	200
622-A	92	s/d	60	4.33	400	60	65	4.33	400	48	4.75	200	48	4.75	200
623	94	200	78	1.67	200	82	87	2.25	400	5	5.50	400	5	5.50	400
759	94	600	3	1.17	400	85	99	1.67	400	3	1.17	200	11	3.58	200

% = Porcentaje de germinación.

T = Tiempo de almacenamiento.

N = Número de semillas.

%c = % de germinación máxima corregido.

%Ll = % de semillas Llenas (porcentaje).

s/d = Sin datos. #Ll = # de semillas para determinar %Ll.

Cuadro No. 13.- Concentración de datos de semillas llenas y germinaciones extremas y terminales de Pinus cooperi, en pruebas de laboratorio:

Número de Lote	Semillas Llenas		Germinación Inicial			Germinación Máxima				Germinación Mínima			Germinación Final		
	%L1	#L1	%	T	N	%	%c	T	N	%	T	N	%	T	N
4	86	300	82	2.75	400	93	100	19.17	400	59	28.25	400	59	28.25	400
707	55	600	44	0.17	400	78	100	9.08	400	64	3.50	400	64	10.50	400
708	52	600	41	0.75	400	63	100	1.75	400	41	0.75	400	45	10.50	400
709	62	600	57	0.25	400	82	100	9.25	400	37	2.75	400	60	10.50	400

% = Porcentaje de Germinación.

T = Tiempo de almacenamiento.

N = Número de semillas.

%c = % de germinación máxima corregido.

#L1 = Número de semillas para determinar %L1

%L1 = % de semillas llenas.

Cuadro No. 14.- Concentración de datos de semillas llenas y germinaciones extremas y terminales de Pinus cooperi, en pruebas de suelo:

Número de Lote	Semillas Llenas		Germinación Inicial			Germinación Máxima				Germinación Mínima			Germinación Final		
	%L1	#L1	%	T	N	%	%c	T	N	%	T	N	%	T	N
4	86	300	79	5.58	400	88	100	21.25	400	59	19.17	400	73	22.17	400
707	55	600	73	3.50	400	73	100	3.50	400	73	4.50	400	73	4.50	400
708	52	600	46	0.25	400	65	100	2.25	400	39	3.17	400	53	4.50	400
709	62	600	69	0.75	400	69	100	0.75	400	35	2.75	400	66	4.50	400

%=Porcentaje de germinación. T=Tiempo de almacenamiento. N=Número de semillas.

%c=%de germinación máxima corregido. %L1 y #L1=% y # de semillas llenas.

Cuadro No. 15.- Concentración de datos de germinaciones extremas y terminales y de semillas llenas de Pinus engelmannii, en pruebas de laboratorio:

Número de Lote	Semillas Llenas		Germinación Inicial			Germinación Máxima				Germinación Mínima			Germinación Final		
	%L1	#L1	%	T	N	%	%c	T	N	%	T	N	%	T	N
18	97	300	93	2.67	400	98	100	8.00	400	48	26.83	400	52	28.33	400
19	96	300	95	2.83	400	98	100	7.00	400	11	28.25	400	11	28.25	400
223	88	400	94	0.17	400	97	100	2.08	400	76	2.58	400	85	3.75	400
224	85	s/d	84	0.83	400	85	100	1.67	400	56	5.75	400	56	5.75	400
225	99	400	97	0.58	400	97	98	0.58	400	92	3.75	400	92	3.75	400
520	75	600	41	0.67	400	47	63	2.25	400	29	0.83	400	47	2.25	400
660	96	600	81	0.08	400	93	97	1.33	400	81	0.08	400	93	1.33	400
710	80	600	80	0.17	400	96	100	7.67	400	79	4.75	400	00	10.41	400
715	86	s/d	81	0.17	400	92	100	3.00	400	75	9.41	400	77	9.50	400

% = Porcentaje de Germinación.

T = Tiempo de almacenamiento.

N = Número de semillas.

s/d= Sin datos.

%c = Porcentaje maximo corregido.

#L1= Número de semillas para determinar %L1

%L1= % de semillas llenas.



Cuadro No. 16.- Concentración de datos de semillas llenas y germinaciones extremas y terminales de Pinus engelmannii, en pruebas de suelo:

Número de Lote	Semillas Llenas		Germinación Inicial			Germinación Máxima				Germinación Mínima			Germinación Final		
	%Ll	#Ll	%	T	N	%	%c	T	N	%	T	N	%	T	N
18	97	300	75	5.83	100	89	92	21.25	400	73	22.17	400	73	22.17	400
19	96	300	47	5.83	100	47	49	5.83	100	0	20.75	400	35	22.17	400
710	80	600	91	0.58	400	91	100	0.58	400	24	3.08	400	72	4.33	400
715	86	s/d	79	0.17	400	79	92	0.17	400	58	3.41	400	58	3.41	400

% = Porcentaje de germinación.      %c = % de germinación máxima corregido.

T = Tiempo de almacenamiento.      #Ll = Número de semillas para determinar %Ll.

n = Número de semillas.              %Ll = % de semillas llenas.

s/d = Sin datos.

Cuadro No. 17.- Concentración de datos de semillas llenas y germinaciones extremas y terminales de Pinus strobus var. chiapensis, en pruebas de laboratorio:

Número de Lote	Semillas Llenas		Germinación Inicial			Germinación Máxima				Germinación Mínima			Germinación Final		
	% L1	#L1	%	T	N	%	%c	T	N	%	T	N	%	T	N
427	99	600	51	0.58	400	51	52	0.58	400	0	6.17	400	0	9.58	400
515	94	600	70	0.58	400	70	74	0.58	400	0	9.17	400	0	10.17	400
538	78	100	58	0.33	400	68	87	0.91	400	0	6.50	400	0	7.58	400
593	96	600	66	0.58	400	66	69	0.58	400	0	6.17	400	0	8.08	400
671	98	600	0	1.00	400	7	7	1.25	400	0	5.00	400	0	6.00	400
672	100	600	27	0.91	400	27	27	0.91	400	0	5.50	400	2	6.50	400
673-A	94	600	0	0.91	400	13	14	1.33	400	0	4.50	400	0	6.50	400
674	95	600	25	0.91	400	28	29	1.17	400	0	4.50	400	0	6.58	400
678-A	79	600	3	0.41	400	30	38	1.15	400	0	6.58	400	0	9.17	400
678-B	s/d	s/d	39	0.67	400	39	s/d	0.67	400	9	5.00	400	18	5.50	400
679	77	600	32	0.67	400	35	45	1.17	400	0	8.83	400	0	9.17	400
722	97	600	45	0.41	400	45	46	0.41	400	0	4.58	400	0	5.50	400
742-B	96	600	9	0.75	400	10	10	0.83	400	0	4.58	400	3	5.58	400
744-B	91	600	2	0.75	400	7	8	1.67	400	0	4.00	400	0	5.58	400
758	96	600	41	1.17	400	43	45	3.08	400	14	1.58	400	23	4.08	400
775	88	600	0	0.17	400	43	49	2.08	400	0	0.17	400	33	3.00	400
782	78	s/d	5	3.67	400	9	12	6.17	400	0	7.17	400	1	7.67	400
788	97	s/d	0	3.50	400	16	16	4.00	400	0	3.50	400	0	5.41	400
793	98	600	7	1.08	400	14	14	1.67	400	0	3.75	400	4	4.00	400

% = Porcentaje de germinación.

%c = % de germinación máxima corregido.

T = Tiempo de almacenamiento.

%L1 = % de semillas llenas.

N = Número de semillas.

#L1 = # de semillas para determinar %L1.

d/d= Sin datos.

Cuadro No. 18.- Concentración de datos de semillas llenas y germinaciones extremas y terminales de Pinus strobus var. chiapensis, en pruebas de suelo;

Número de Lote	Semillas Llenas		Germinación Inicial			Germinación máxima				Germinación mínima			Germinación Final		
	%Ll	#Ll	%	T	N	%	%c	T	N	%	T	N	%	T	N
427	99	600	0	5.25	400	3	3	5.67	400	0	6.25	400	0	8.58	400
515	94	600	45	3.08	400	63	67	3.50	400	15	6.58	400	15	6.58	400
538	78	600	46	0.33	400	52	67	3.33	400	0	6.41	400	0	6.58	400
593	96	600	11	2.17	400	11	11	3.58	400	0	6.17	400	0	7.58	400
671	98	600	1	1.00	400	4	4	1.67	400	0	5.00	400	0	5.67	400
672	100	600	40	1.58	400	40	40	1.58	400	0	5.67	400	0	5.67	400
673-A	94	600	9	0.91	400	20	21	1.58	400	0	4.50	400	0	5.50	400
674	95	600	39	3.50	400	39	41.3	5.0	400	0	4.50	400	0	4.50	400
678-A	79	s/d	33	1.58	400	33	42	1.58	400	0	4.58	400	0	4.58	400
679	77	600	14	3.75	400	14	18	3.75	400	0	4.58	400	0	4.58	400
722	97	600	24	1.58	400	24	25	1.58	400	0	4.58	400	0	4.58	400
742	96	600	4	1.25	400	7	7	1.67	400	0	3.17	400	3	4.67	400
744-B	91	600	0	1.17	400	2	2	1.67	400	0	4.08	400	1	4.67	400
758	96	600	3	1.25	400	42	44	1.67	400	3	1.25	400	11	3.67	400
775	88	600	51	0.75	400	51	58	0.75	400	18	2.67	400	18	2.67	400
782	78	s/d	4	3.58	400	4	5	3.58	400	0	4.67	400	0	4.67	400
793-A	98	600	3	1.25	400	17	17	1.67	400	2	3.50	400	2	3.50	400

% = Porcentaje de germinación.

%c = Porcentaje de germinación máxima corregido.

T = Tiempo de almacenamiento.

%Ll = % de semillas llenas.

N = Número de semillas.

#Ll = # de semillas para determinar %Ll.

s/d= Sin datos.

b) Tiempo a los límites críticos de germinación:

En Abies concolor se observó que un sólo lote de los -- dos analizados, presentó pérdida total de viabilidad en un período de tiempo ligeramente mayor de tres años, mientras que el otro lote presentó porcentajes muy cercanos al 5% de germinación.

Se pudo apreciar en Abies religiosa una pérdida de viabilidad hasta 10% de germinación en períodos de tiempo no mayores de 9 años, el límite de 5% entre 2.5 y 11 años de almacenamiento y la pérdida total de viabilidad entre los cuatro y los doce años de almacenamiento. En los tres lotes en los que se realizaron pruebas de suelo también se observó pérdida de viabilidad hasta 0% entre los 5.75 y los 11 años de almacenamiento -- (cuadro 20).

Para Abies religiosa var. emarginata se alcanzó el límite crítico de 10% en semillas con 2.58 años de almacenamiento y -- el 5% de germinación a los cinco años y medio de almacenamiento, pero no se observó pérdida total de viabilidad en los siete años y medio aproximados de los que se tienen registros de pruebas de germinación (cuadros 21 y 5).

De Abies vejari no se realizaron pruebas de suelo, pero -- en las pruebas de laboratorio se observó que sólo la mitad de los lotes analizados alcanzaron el límite crítico de 10% de -- germinación, a pesar de haberse realizado pruebas con semillas de aproximadamente 4 a 10 años de almacenamiento. Se pudo apreciar también que sólo una cuarta parte del total de lotes -- alcanzó límites de germinación de 5% y de 0% (cuadro 22).

En las pruebas de suelo de Pinus ayacahuite var. brachyptera sólo se alcanzó el límite de 10% de germinación en la mitad de los lotes considerados, mientras que el 5% y el 0% únicamente se presentaron en una cuarta parte de lotes, mientras que en

pruebas de laboratorio todos los lotes presentaron pérdidas to tales de viabilidad en un período de tiempo aproximado de trece años (cuadro 23), lo cual puede explicarse en función del tiempo de almacenamiento que tenían las semillas a la última prueba realizada (cuadro 7 y 8).

Con respecto a Pinus avacahuite var. tipica se observó -- que en las pruebas de suelo solamente dos de los trece lotes -- analizados alcanzaron límites críticos de germinación, porque fueron los únicos en los que se realizaron pruebas durante -- tiempos prolongados (19.5 años) mientras que en los lotes restantes las pruebas de germinación se efectuaron con semillas -- de menos de siete años de años de almacenamiento (cuadros 24 y 10); por el contrario, en las pruebas de laboratorio más de la mitad de lotes presentaron porcentajes de germinación menores de 10% mientras que aproximadamente una tercera parte de éstos lotes perdió totalmente su viabilidad entre los siete y los -- diez años de almacenamiento aproximadamente (cuadro 24). Las -- diferencias de comportamiento con respecto a las pruebas de -- suelo se explican en función del tiempo de almacenamiento que tenían las semillas al momento de realizar la última prueba de germinación (cuadro 9).

Pinus avacahuite var. veitchii alcanzó el límite crítico de germinación menor a 10% en una proporción bajísima en las -- pruebas realizadas en suelo (cuadro 25), debido a que las semillas utilizadas tenían poco tiempo almacenadas si se comparan con -- las utilizadas para pruebas de laboratorio que en promedio, te -- nían más tiempo de almacenamiento cuando se realizaron las últimas pruebas (cuadros 11 y 12).

Esto permitió explicar porqué en las pruebas de laboratorio hubo un mayor porcentaje de lotes que alcanzaron el límite crítico de 10% de germinación, e incluso una pérdida total de

capacidad germinativa en un periodo de tiempo de ocho a doce años aproximadamente (cuadro 25).

No se realizaron cuadros de tiempo a los límites críticos de germinación para Pinus cooperi y para Pinus engelmannii debido a que éstas especies no alcanzaron límites críticos de germinaciones menores o iguales a 10%, a pesar de haberse realizado pruebas con semillas de más de 28 años de almacenamiento -- (cuadros 13, 14, 15 y 16).

Se pudo apreciar también que Pinus strobus var. chiapensis alcanzó el límite crítico de germinación de 10% en un tiempo -- relativamente corto (uno a ocho años aproximadamente) y casi -- simultáneamente se pierde la viabilidad hasta 5% y totalmente (cuadro 26) independientemente de ser una especie con altos -- porcentajes de semillas llenas (cuadros 17 y 18).

Cuadro No. 19.- Tiempo a los límites críticos de germinación en Abies concolor (concentración de datos):

Tiempo (en años) de germinación definitivamente menor o igual a:							
		10%		5%		0%	
Número de Lote	Lab.	Suelo	Lab.	Suelo	Lab.	Suelo	
561	0.08	1.08	---	---	---	---	
824	3.17	+++	3.17	+++	3.17	+++	

(+++)= No se realizaron pruebas con semillas de este lote.

(---)= No se alcanzaron límites críticos de germinación.

Lab.= Pruebas de laboratorio.

Suelo= Pruebas de suelo.

Cuadro No. 20.- Concentración de datos de tiempo a los límites críticos de germinación en Abies religiosa:

Número de Lote	10%		5%		0%	
	Lab.	Suelo	Lab.	Suelo	Lab.	Suelo
79	0.17	+++	4.08	+++	10.41	+++
140	8.67	+++	10.00	+++	12.25	+++
151	9.00	+++	11.08	+++	11.08	+++
178	3.58	+++	3.58	+++	8.50	+++
192	4.33	+++	---	+++	---	+++
213	2.50	+++	2.50	+++	4.00	+++
220	3.83	+++	8.08	+++	9.17	+++
272	5.67	11.67	5.67	11.67	8.08	11.67
355	5.17	5.75	6.33	5.75	9.75	5.75
504	5.67	5.67	5.67	5.67	6.17	6.17
800	4.33	+++	4.33	+++	4.33	+++

(+++)= No se realizaron pruebas con semillas de este lote.

(---)= No se alcanzaron límites críticos de germinación.

Lab.= Pruebas de laboratorio.

Suelo = Pruebas de suelo.

+++++

Cuadro No. 21.- Concentración de datos de tiempo a los límites críticos de germinación en Abies religiosa var. marginata :

Número de Lote	10%		5%		0%	
	Lab.	Suelo	Lab.	Suelo	Lab.	Suelo
80	2.58	+++	5.50	+++	---	+++

(+++)= No se realizaron pruebas con semillas de este lote.

(---)= No se alcanzaron límites críticos de germinación.

Lab.= Pruebas de laboratorio. Suelo= Pruebas de suelo.

Cuadro No. 22.- Concentración de datos de tiempo a los límites críticos de germinación en Abies vejari:

Número de Lote	10%		5%		0%	
	Lab.	Suelo	Lab.	Suelo	Lab.	Suelo
14	---	+++	---	+++	---	+++
182	---	+++	---	+++	---	+++
186	5.67	+++	6.75	+++	12.41	+++
294	0.67	+++	---	+++	---	+++

(+++)= No se realizaron pruebas con semillas de éste lote.

(---)= No se alcanzaron límites críticos de germinación.

Lab. = Pruebas de laboratorio.

Suelo = Pruebas de suelo.

+++++

Cuadro No.23.- Concentración de datos de tiempo a los límites críticos de germinación en Pinus ayacahuite var.brachiptera:

Número de Lote	10%		5%		0%	
	Lab.	Suelo	Lab.	Suelo	Lab.	Suelo
236	+++	1.41	+++	---	+++	---
529	13.33	---	13.33	---	13.33	---
571	9.17	---	9.17	---	9.17	---
670	7.58	5.41	7.58	5.41	7.58	5.41

(+++)= No se realizaron pruebas con semillas de este lote

(---)= no se alcanzaron límites críticos de germinación.

Lab. = Pruebas de laboratorio.

Suelo = Pruebas de suelo.



Cuadro No. 24.- Concentración de datos de tiempo a los límites críticos de germinación en Pinus gyaecahuite var. tipica:

Número de Lote	Tiempo(en años) de germinación definitivamente menor o igual a:					
	10%		5%		0%	
	Lab.	Suelo	Lab.	Suelo	Lab.	Suelo
32	---	---	---	---	---	---
51	---	---	---	---	---	---
58	---	---	---	---	---	---
67	8.08	8.08	8.08	8.08	8.08	8.08
68	8.08	8.08	8.08	8.08	8.08	8.08
168	---	---	---	---	---	---
175	---	---	---	---	---	---
234	---	+++	---	+++	---	+++
245	9.91	+++	---	+++	---	+++
606	---	---	---	---	---	---
607	---	---	---	---	---	---
729	7.67	---	7.67	---	7.67	---
736	6.67	---	6.67	---	7.25	---
730	1.58	+++	---	+++	---	+++
741	7.67	+++	7.67	+++	7.67	+++
745-A	10.50	+++	10.50	+++	10.50	+++
745-B	---	---	---	---	---	---
780	6.17	---	7.17	---	---	---
809	6.83	+++	---	+++	---	+++

(+++)= No se realizaron pruebas con semillas de este lote.

(---)= No se alcanzaron límites críticos de germinación.

Lab. = Pruebas de laboratorio.

Suelo = Pruebas de suelo.

Cuadro No. 25.- Concentración de datos de tiempo a los límites críticos de germinación en Pinus ayacahuite var. veitchii:

Número de Lote	10%		5%		0%	
	Lab.	Suelo	Lab.	Suelo	Lab.	Suelo
15	---	---	---	---	---	---
29	---	---	---	---	---	---
296	---	+++	---	+++	---	+++
339	---	+++	---	+++	---	+++
360	---	+++	---	+++	---	+++
361	---	+++	---	+++	---	+++
387	9.67	9.75	9.67	9.75	10.17	10.50
436	---	+++	---	+++	---	+++
437	---	+++	---	+++	---	+++
507	---	+++	---	+++	---	+++
513	1.33	+++	---	+++	---	+++
514	---	+++	---	+++	---	+++
516	8.67	---	8.67	---	8.67	---
517	---	+++	---	+++	---	+++
528	11.25	---	11.25	---	11.25	---
578	8.83	---	10.50	---	10.50	---
618-A	9.33	---	9.33	---	9.33	---
618-B	9.25	---	9.25	---	9.25	---
619-A	7.75	5.41	8.67	---	8.67	---
619-B	8.67	---	8.67	---	8.67	---
620-A	---	+++	---	+++	---	+++
620-B	7.67	5.41	7.67	---	11.41	---
621-B	9.25	---	9.25	---	9.25	---
622-B	---	5.25	---	5.25	---	5.25
622-A	8.33	---	8.33	---	9.33	---
623	7.83	5.50	7.83	5.50	9.25	---
729	5.67	+++	7.17	+++	7.17	+++
799	2.58	---	2.58	---	2.58	---

(+++)= No se realizaron pruebas con semillas de este lote.

(---)= No se alcanzaron límites críticos de germinación.

Lab. = Pruebas de laboratorio.

Suelo = Pruebas de suelo.

Cuadro No. 26.- Concentración de datos de tiempo a los límites críticos de germinación en Pinus strobus var. chiapensis:

Número de Lote	10%		5%		0%	
	Lab.	Suelo	Lab.	Suelo	Lab.	Suelo
427	5.25	5.25	5.25	5.25	6.67	6.25
515	8.58	---	8.58	---	9.17	---
538	6.00	6.50	6.00	6.50	6.50	6.50
593	4.08	4.08	4.08	4.08	6.17	6.17
671	1.00	1.00	1.41	1.00	5.00	5.00
672	4.91	4.91	5.50	4.91	---	5.67
673-A	2.58	3.00	4.08	3.00	4.50	4.50
674	3.00	3.00	4.50	3.00	4.50	4.50
678-A	6.58	4.50	6.58	4.50	6.58	4.58
678-B	---	+++	---	+++	---	+++
679	6.25	4.58	6.75	4.58	8.67	4.58
722	2.00	2.00	4.58	2.00	4.58	4.58
742-B	1.25	1.25	3.17	4.67	---	---
744-B	5.00	1.17	5.00	1.17	5.00	---
758	---	---	---	---	---	---
775	---	---	---	---	---	---
782	3.67	3.82	6.67	3.58	---	---
788	4.58	+++	4.58	+++	4.58	+++
793-A	3.75	3.00	3.75	3.67	---	---

(+++)= No se realizaron pruebas con semillas de este lote.

(---)= No se alcanzaron límites críticos de germinación.

Lab. = Pruebas de laboratorio.

Suelo = Pruebas de suelo.

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A) Por especies individuales.

Abies concolor

1.- Coincidencias entre germinaciones extremas y pruebas terminales:

De los cinco lotes que se tienen registrados para esta especie, tuvieron que ser eliminados tres, debido a que no se encontró fecha segura de recolección, de tal manera que sólo quedaron dos lotes y únicamente en uno de ellos se realizaron pruebas de suelo, esto implica que los datos obtenidos, si bien dan una idea del comportamiento de las semillas de esta especie, no pudieron ser considerados altamente significativos.

Sin embargo, con las limitaciones antes mencionadas, se determinó que la germinación inicial coincidió con la máxima en la mitad de los lotes en pruebas de laboratorio y en todas las pruebas de suelo; esto hizo suponer que las semillas de Abies concolor no requirieron de un período de maduración de las semillas posterior a la recolección de éstas; sin embargo, en la otra mitad de pruebas de laboratorio la germinación inicial fué menor que la máxima, pero la diferencia entre -- las dos germinaciones fué de 2%, lo cual puede considerarse como un porcentaje realmente mínimo (cuadro 27).

Así mismo, se observó que la germinación mínima coincidió con la prueba final en la mitad de los lotes de laboratorio y en la totalidad de los lotes de suelo; sin embargo, para afirmar que hubo pérdida ó conservación de viabilidad no fue suficiente esta información, haciéndose necesario realizar comparaciones entre germinación inicial y germinación final, en un cuadro posterior.

**Cuadro 27.-** Coincidencia entre las germinaciones extremas y las pruebas iniciales y finales de Abies concolor, en porcentaje de lotes analizados.

Relación entre Germinaciones	Medio	%
GI = GM	L	50
	S	100
GI menor que GM	L	50
	S	0
GF = Gm	L	50
	S	100
número de lotes	L	dos lotes
	S	un lote.

GI=Germinación Inicial.      GF=Germinación Final.  
 GM=Germinación Máxima.      Gm=Germinación mínima.  
 L=Pruebas de laboratorio.    S=Pruebas de suelo.  
 %=Porcentaje de lotes analizados.

+++++  
 2.- Relaciones entre la germinación inicial y la máxima.

Esta especie no requirió de un período de postmaduración de las semillas, ya que la diferencia entre germinación inicial y máxima no fué significativa estadísticamente, como puede apreciarse en el cuadro 28.

**Cuadro 28.-** Relaciones entre germinación inicial y máxima, en Abies concolor, cuando la inicial es numéricamente menor que la máxima (prueba estadística de Z).

relación entre Germinaciones	Medio	Porcentaje de Lotes
GI significativa mente menor que GM	L	0
	S	—
Número de Lotes	L	un lote
	S	cero lotes

GI=Germinación Inicial.      L=Pruebas de laboratorio.  
 GM=Germinación Máxima.    S=Pruebas de suelo.

3.- Importancia de las diferencias entre germinaciones extremas y pruebas terminales:

Se determinó que en todos los lotes analizados la diferencia entre germinaciones extremas es significativa, permitiendo afirmar que sí hay variaciones en la viabilidad de las semillas. Se hizo patente, además, que sólo en la mitad de los lotes analizados se presentaron diferencias significativas simultáneas entre germinaciones extremas y pruebas terminales, lo cual indicó que en los casos restantes la pérdida de viabilidad no fué tan clara (cuadro 29).

Cuadro 29.- Diferencias entre germinaciones extremas y pruebas iniciales y finales en Abies concolor (en porcentaje de lotes analizados):

Diferencias Sig-- nificativas entre	Medio	%
GI y GF, GM y Gm Simultáneamente	L	50
Gm y GM	L	100
Número de Lotes	L	dos lotes

GI=Germinación Inicial.

GF= Germinación Final.

GM=Germinación Máxima.

Gm= Germinación mínima.

L =Pruebas de laboratorio % = Porcentaje de lotes analizados.

++++++  
4.- Relación entre tiempo de almacenamiento y porcentaje de germinación con respecto a 10%:

Los resultados obtenidos permitieron confirmar que en ésta especie todos los lotes, ya sea en pruebas de laboratorio ó de suelo perdieron considerablemente su viabilidad, ya que en todos los casos se alcanzó el 10% de germinación; además, ése límite crítico de germinación se obtuvo en la mayoría de los casos antes de los tres años de almacenamiento (solamente en la



En las pruebas de laboratorio de la mitad restante de lotes la viabilidad se pierde completamente entre los tres y los cuatro años de almacenamiento.

Posiblemente la pérdida de viabilidad que presentan las semillas de esta especie, en un tiempo relativamente corto, se debió a que la capacidad germinativa característica de esta especie es muy baja, como pudo observarse, ya que nunca se obtuvieron porcentajes de germinación mayores a 30%.

Con respecto a las pruebas realizadas en suelo, el límite crítico de germinación menor o igual a 10% se presentó cuando — las semillas tenían entre uno y dos años de almacenamiento, pero nunca se llegó al límite crítico de 5%, lo cual confirmó que la pérdida de viabilidad de esta especie fue lenta, pero que se llegó al límite crítico de 10% de germinación en poco tiempo a causa de la capacidad germinativa tan pequeña que presentaron las semillas desde su recolección (cuadro 31).

Cuadro 31.— Tiempo a los límites críticos de germinación en ---  
Abies concolor (en porcentaje de lotes analizados):

Porcentaje de Germinación	Medio	Tiempo de almacenamiento en años			
		0 - 1	1 - 2	2 - 3	3 - 4
menor ó igual a 10%	L	50	---	---	100
	S	---	100	---	---
menor ó igual a 5%	L	---	---	---	50
	S	---	---	---	---
igual a 0%	L	---	---	---	---
	S	---	---	---	---
Número de Lotes	L	dos	lotes		
	S	un	lote		

L = Pruebas de laboratorio.

S = Pruebas de suelo.



Abies religiosa

## 1.- Coincidencia entre germinaciones extremas y pruebas terminales:

En Abies religiosa se observó un elevado porcentaje de lotes en los que la germinación inicial coincidió con la máxima, en las pruebas de suelo ocurrió en la totalidad de los lotes, - en pruebas de laboratorio se presentó este fenómeno en casi dos terceras partes de los lotes analizados, mientras que solamente en una tercera parte aproximadamente, la germinación inicial fue menor que la máxima y, en estos casos, la diferencia entre germinación inicial y máxima nunca fue mayor de 6%(cuadro 32).

Esto permitió comprobar que en esta especie definitivamente no hubo requerimientos de postmaduración.

También se determinó que la germinación mínima fue igual a la prueba final de germinación en todas las pruebas de suelo y en casi la totalidad de las pruebas de laboratorio, lo cual fue un claro indicio de que si existió pérdida de viabilidad en las semillas de esta especie(cuadro 32).

Cuadro 32.- Coincidencia entre las germinaciones extremas y las pruebas iniciales y finales en Abies religiosa, en porcentaje de lotes analizados:

Relación entre Germinaciones	Medio	Porcentaje
GI = GM	L	63.7
	S	100.0
GI menor que GM	L	36.3
	S	0.0
GF = Gm	L	90.9
	S	100.0
Número de Lotes	L	once lotes
	S	tres lotes
GM=Germi nación máxima.	GF=Germi nación Final.	GI=Germi nación Inicial.

2.- Relaciones entre la germinación inicial y la germinación máxima de lote (prueba estadística de  $Z_0$ ):

El cuadro 33 permitió comprobar que en los pocos lotes en los que la germinación inicial fue menor que la máxima, esta diferencia no fue significativa estadísticamente, confirmando y que no tiene requerimientos de periodos de post-maduración.

También se observó que la capacidad germinativa de esta especie fue muy reducida, ya que nunca se obtuvieron porcentajes de germinación mayores de 50% y el máximo porcentaje obtenido fué de 46% (cuadro 3).

Cuadro 33.- Relaciones entre la germinación inicial y la germinación máxima del lote, en Abies religiosa, cuando la inicial es numéricamente menor que la máxima (en porcentaje de lotes analizados):

Relaciones entre Germinaciones	Medio	Porcentaje de Lotes
GI significativamente menor que GM	L	0
	S	---
GI mayor o igual a 75%	L	0
	S	---
Número de Lotes	L	cuatro lotes
	S	cero lotes

GI = Germinación Inicial. GF = Germinación Final.

GM = Germinación Máxima. Gm = Germinación mínima.

(---) = no hubo lotes con esta característica.

+++++

3.- Importancia de las diferencias entre germinaciones extremas y terminales:

En las pruebas de laboratorio, las diferencias entre pruebas de germinación terminales y germinaciones extremas fueron -

significativas (estadísticamente) en todos los lotes analizados, confirmando que en esta especie si hubo pérdida considerable de viabilidad de las semillas en función del tiempo de almacenamiento (cuadro 34).

Se observó en cambio, que en las pruebas de suelo sólo una tercera parte de los lotes analizados presentó diferencias significativas entre pruebas terminales y germinaciones extremas, pero esto se debió a que en los lotes restantes las pruebas de suelo, incluyendo las iniciales, se realizaron cuando las semillas tenían más de siete años de almacenamiento, de manera que en todas las pruebas se obtuvieron germinaciones de cero por ciento (cuadro 34 y cuadro 4).

Cuadro 34.- Diferencias entre germinaciones extremas y pruebas iniciales y finales en Abies religiosa (en porcentaje de lotes analizados):

Diferencias significativas entre	Medio	Porcentaje de Lotes (%)
GI y GF, GM y Gm simultáneamente	L	100
	S	33.33
GM y Gm	L	100
	S	33.33
Número de lotes	L	once lotes
	S	tres lotes

GI = Germinación Inicial. GF = Germinación Final.

GM = Germinación máxima. Gm = Germinación mínima.

L = Pruebas de laboratorio. S = Pruebas de suelo.

+++++

4.- Relación entre el tiempo de almacenamiento y porcentaje de germinación con respecto a 10%:

El cuadro de relación entre el tiempo de almacenamiento y porcentaje de germinación, con respecto a 10%, se utilizó en --

otras especies para determinar qué lotes alcanzaron el límite crítico de 10% de germinación; sin embargo, en Abies religiosa no fue necesario elaborar este cuadro debido a que todos los lotes de esta especie llegaron a ese límite crítico de germinación.

+++++

##### 5.- Tiempo a los límites críticos de germinación:

Se determinó que en la mayor parte de lotes, ya fuera en pruebas de suelo o de laboratorio el nivel crítico de germinación de 10% se alcanzó entre los tres y los cuatro años de almacenamiento de las semillas; mientras que en un porcentaje muy bajo de lotes, en pruebas de laboratorio, se presentó una pérdida de viabilidad similar antes de los tres años de almacenamiento, debido a que en estos casos, se observó una capacidad germinativa muy baja desde las primeras pruebas (cuadro 35, 3 y 4).

El límite crítico de 5% de germinación se alcanzó en la mayoría de los casos entre los tres y los seis años de almacenamiento, aunque se pudo observar un ligero aumento en el número de lotes que pierden su viabilidad entre los seis y los doce años de almacenamiento (cuadro 35).

La pérdida total de viabilidad en las pruebas de laboratorio, se obtuvo en la mayoría de los casos entre los nueve y los doce años de almacenamiento.

Con relación a las pruebas de suelo, se observó que el límite crítico de 10% y 5% de germinación se presentó entre los tres y los seis años de almacenamiento en dos terceras partes de lotes y entre los nueve y los doce años en los lotes restantes.

Por otra parte, la pérdida total de viabilidad en pruebas de suelo ocurrió entre los tres y los doce años de almacenamiento de las semillas (cuadro 35).

Cuadro 35.- Tiempo a los límites críticos de germinación en Abies religiosa (en porcentaje de lotes analizados):

Porcentaje de Germinación	Medio	Tiempo de almacenamiento en años			
		0 - 3	3 - 6	6 - 9	9 - 12
Menor ó igual a 10%	L	18.2	81.8	100	---
	S	---	66.7	---	100.0
Menor ó igual a 5%	L	9.1	54.5	72.7	90.9
	S	---	66.7	---	100.0
Igual a 0%	L	---	18.2	27.3	90.9
	S	---	33.3	66.6	100.0
Número de Lotes	L	once lotes			
	S	tres lotes			

L = Pruebas de laboratorio. S = Pruebas de suelo.

Abies religiosa var. emarginata

Para esta variedad de Abies religiosa solamente se hicieron pruebas de germinación en laboratorio con semillas de un solo lote y no se realizaron pruebas de suelo (cuadro 5).

En este lote la germinación inicial fue considerablemente menor que la máxima, ya que la diferencia entre las dos pruebas es de 21%; sin embargo, esto no puede considerarse como una prueba de que esta variedad haya requerido un tiempo de post-maduración ya que ambas pruebas fueron realizadas en el mismo día.

También se observó que la germinación final no fue igual a la mínima, sino que fue ligeramente mayor, pero la diferencia entre ambas pruebas no fue significativa y en cambio, con respecto a las pruebas inicial y máxima, la germinación final sí fue significativamente menor (estadísticamente), esto llevó a la conclusión de que las semillas de Abies religiosa var. emarginata sí pierden considerablemente su viabilidad.

Lo anterior se confirmó al determinar que las diferencias entre germinaciones extremas (máxima y mínima) y terminales (inicial y final) fueron significativas.

En éste caso sí se alcanzó el límite crítico de germinación de 10% aproximadamente a los 2.58 años de haberse recolectado y almacenado la semilla, reafirmando una vez más que sí hubo pérdida de viabilidad en esta variedad de Abies religiosa.

También se observó que el porcentaje de germinación menor o igual a 5% se presentó a los cinco años y medio de almacenamiento, pero nunca en los siete años aproximados en los que se tienen registros de pruebas de análisis se perdió absolutamente la viabilidad de las semillas, esto es, que nunca se alcanzaron

límites de germinación de cero por ciento de germinación, aunque sí se obtuvieron porcentajes de germinación muy cercanos a este límite.

Se pudo determinar que para esta especie la capacidad germinativa fue muy baja desde las primeras pruebas realizadas, pero que se pierde muy lentamente, si se considera que a los siete años de almacenamiento las semillas todavía no llegaban al límite crítico de germinación de 0% (cuadro 5).

Abies vejari

1.- coincidencia entre las germinaciones extremas y las pruebas iniciales y finales en Abies vejari:

Para esta especie no se realizaron pruebas de suelo en ninguno de los lotes recibidos y almacenados en el Banco de germoplasma, de tal forma que sólo se discutió el comportamiento de las semillas de esta especie en las pruebas de laboratorio.

Pudo apreciarse que en la mitad de los lotes analizados la germinación inicial coincidió con la máxima y en las pruebas restantes fue menor, esto impidió definir claramente el comportamiento de esta especie, siendo necesario que se determinara qué tan significativa fué la diferencia entre germinación inicial y máxima en los casos en que esta última es mayor que la inicial (cuadro 36).

Se observó que la germinación mínima fue igual a la final sólo en una cuarta parte de los lotes considerados, lo que condujo a la necesidad de realizar comparaciones de la germinación final con la inicial y con las germinaciones extremas, ya que un porcentaje tan bajo pudo ser indicio de que en la mayoría de los casos, después de tener porcentaje mínimos de germinación - se presentaron otros porcentajes más altos y ésto pudo sugerir que no hubo pérdida de viabilidad en esta especie (cuadro 36).







Cuadro 38.- Diferencias entre germinaciones extremas y pruebas iniciales y finales en Abies vejari (en % de lotes):

Diferencias significativas entre	Medio	%
GI y GF, GM y Gm Simultáneamente	L	50
GM y Gm	L	75
Número de lotes	L	cuatro lotes

GI = Germinación Inicial.      GF = Germinación Final.  
 GM = Germinación Máxima.      Gm = Germinación mínima.  
 L = Pruebas de laboratorio.    % = Porcentaje de lotes analizados.

+++++

4.- Tiempo de almacenamiento y % de germinación en relación a 10%: Se observó que en la mitad de los lotes analizados, en pruebas de laboratorio, se alcanzó el límite crítico de germinación menor o igual a 10%, en tanto que en una cuarta parte de ellos no se llegó a este límite a pesar de que la última prueba se efectuó con semillas que tenían más de cinco años almacenadas indicando en este caso una viabilidad más prolongada que en las otras especies de Abies analizadas. En la cuarta parte restante con semillas de menos de cinco años almacenadas, tampoco se alcanzó el límite crítico de 10% de germinación debido a que eran semillas relativamente jóvenes cuando se realizó la última prueba de germinación (cuadro 39 y cuadro 6).

Si bien este resultado no pudo considerarse absolutamente confiable, debido a la pequeña cantidad de lotes considerados - (cuatro), sí permitió confirmar que en esta especie sí hubo pérdidas considerables de viabilidad en las semillas aunque no -- tan notables como en las especies restantes de Abies.



cida gradual de viabilidad, llegándose al límite de 5% de germinación entre los seis y los nueve años de almacenamiento y perdiendo absolutamente su capacidad germinativa después de los doce años de almacenamiento (cuadro 40).

Cuadro 40.- Tiempo a los límites críticos de germinación en Abies vejari (en porcentaje de lotes analizados):

Porcentaje de Germinación	Medio	Tiempo de almacenamiento en años			
		0 - 3	3 - 6	6 - 9	9 - 13
Menor ó igual a 10%	L	50	100	---	---
Menor ó igual a 5%	L	---	---	50	---
Igual a 0%	L	---	---	---	50
Número de lotes	L	dos lotes			

L = Pruebas de laboratorio.

No se efectuaron pruebas de suelo.

Pinus ayacahuite (tres variedades)

1.- Coincidencia entre las germinaciones extremas y las pruebas terminales en Pinus ayacahuite:

En general, para las tres variedades se observó que la germinación máxima coincidió con la inicial aproximadamente en una tercera parte de los lotes analizados en laboratorio (cuadro 41) en tanto que en suelo, la coincidencia se presentó aproximadamente en la mitad de los lotes (a excepción de la variedad brachyptera, en la cual correspondió a una cuarta parte).

Fue notorio también, que la germinación inicial fue menor que la máxima en más de la mitad de los lotes de las tres variedades y para los dos medios analizados, en un porcentaje que varía de 50% a 75% de lotes (cuadro 41), además, la germinación inicial fué igual a la máxima en un porcentaje muy bajo de lotes, esto hizo suponer que probablemente las semillas de esta especie tuvieron un periodo de post-maduración de las semillas.

Se apreció además que la germinación mínima coincidió con la final en más de la mitad de los lotes (50% a 75%), considerando pruebas de laboratorio y de suelo de las tres variedades y excluyendo únicamente los análisis en suelo de la variedad típica, en los que sólo el 40% aproximado de los lotes presentó esta característica (cuadro 41).

Este último resultado hace suponer antes de realizar pruebas estadísticas, que se presentó pérdida de viabilidad de las semillas, si consideramos que los porcentajes de germinación más bajos se obtuvieron en las últimas pruebas realizadas.

Cuadro 41.- Coincidencia entre las germinaciones extremas y las pruebas iniciales y finales en Pinus ayacahuite (en porcentaje de lotes analizados):

Relaciones entre Germinaciones	Medio	v a r i e d a d e s		
		<u>brachyptera</u>	<u>típica</u>	<u>veitchii</u>
GI = GM	L	33.33	31.57	28.57
	S	25.00	46.15	50.00
GI menor que GH	L	66.66	63.15	64.28
	S	75.00	53.84	50.00
GF = Gm	L	66.66	57.89	71.42
	S	75.00	38.46	50.00
Número de Lotes	L	3	19	28
	S	4	13	16

GI = Germinación Inicial.

GM = Germinación máxima.

GF = Germinación Final.

Gm = Germinación mínima.

L = Pruebas de laboratorio.

S = Pruebas de suelo.

+++++

2.- Relaciones entre la germinación inicial y la germinación máxima del lote, en Pinus ayacahuite:

Una vez determinado que en la mayoría de los casos la germinación inicial fue menor que la máxima, se procedió a determinar si la diferencia entre ellas fue realmente significativa — (estadísticamente).

En la mayoría de los lotes en que la germinación inicial fue menor que la máxima la diferencia fue significativa, en un porcentaje que varía entre 60% y 100% en función de la variedad y del medio en que se realizaron las pruebas (cuadro 42).

De lo anterior se puede concluir que para esta especie, aparentemente, sí hubo un periodo de post-maduración de las semillas.

Sin embargo, si se realiza una apreciación práctica de la situación de éstos lotes, se observa que en un porcentaje muy bajo de estos lotes la germinación inicial tiene una diferencia mayor de 20% con respecto a la germinación máxima, esto no coincide con las afirmaciones en el sentido de que cuando las semillas tienen requerimientos de post-maduración, los porcentajes de germinación presentan variaciones bastante considerables que van según Camacho (1987) desde una ausencia total de germinación a la emergencia de todas las plantulas (cuadro 42).

De lo anterior se deduce que no es completamente clara la necesidad de un periodo de post-maduración en las semillas de Pinus ayacahuite y se plantea la necesidad de realizar investigaciones más amplias en este sentido.

Cuadro 42.- Relaciones entre germinación inicial y germinación máxima de lote, en Pinus ayacahuite, cuando la inicial es numéricamente menor a la máxima (en porcentaje de lotes):

Relaciones entre Germinaciones	Medio	v a r i e d a d e s		
		<u>brachyptera</u>	<u>tipica</u>	<u>veitchii</u>
GI significativamente menor a GM	L	66.66	50.00	60.00
	S	100.00	100.00	50.00
Diferencia entre GI y GM mayor de 20%	L	33.33	16.67	15.00
	S	33.33	14.28	25.00
Número de Lotes	L	2	12	20
	S	3	7	8

GI = Germinación Inicial.

L = Pruebas de laboratorio.

GM = Germinación Máxima.

S = Pruebas de suelo.



3.- Importancia de las diferencias entre germinaciones extremas y pruebas terminales en Pinus ayacahuite:

Con respecto a las diferencias entre germinaciones extremas y terminales, se pudo afirmar que fueron estadísticamente apreciables aproximadamente en tres cuartas partes de los lotes de las tres variedades (cuadro 43).

El hecho de que la germinación inicial fuera significativamente diferente de la final, confirmó que para esta especie sí existió pérdida de viabilidad; además, la diferencia significativa entre germinaciones máximas y mínimas implica que esta pérdida de viabilidad es estadísticamente importante.

Cuadro 43.- Diferencias entre germinaciones extremas y pruebas terminales en Pinus ayacahuite (en porcentaje de lotes):

Diferencias significativas entre	Medio	variedades		
		<u>brachyptera</u>	<u>típica</u>	<u>veitohii</u>
GI y GF	L	100	73.78	78.57
GM y Gm Simultáneamente	S	75	69.23	93.75
GM y Gm	L	100	100.00	89.28
	S	100	92.30	100.00
Número de Lotes	L	3	19	28
	S	4	13	16

GI = Germinación Inicial.

GM = Germinación Máxima.

GF = Germinación Final.

Gm = Germinación mínima.

L = Pruebas de Laboratorio.

S = Pruebas de Suelo.

4.- Relación entre tiempo de almacenamiento y porcentaje de -- germinación, con respecto a 10%:

El cuadro 44, permitió detectar en cuántos lotes de cada variedad hubo pérdidas importantes de viabilidad, que son todos aquellos que alcanzan un porcentaje de germinación menor o igual a 10%, y entre éstos, podemos detectar aquellos en los cuales esta disminución de viabilidad es explicable en función de que fueron semillas con más de nueve años de almacenamiento (cuadro 44).

Se observó también, en un porcentaje muy bajo de lotes -- con un comportamiento poco común, ya que presentaron porcentajes mínimos de germinación, aún cuando las pruebas se realizaron con semillas todavía en condiciones de germinar satisfactoriamente si consideramos que tenían menos de nueve años de almacenamiento (cuadro 44). Sin embargo, casi en dos terceras partes de estos lotes (64%) se reportó presencia de ácaros en la prueba final y/o en análisis anteriores, lo cual permitió explicar una pérdida de capacidad germinativa más rápida, por estar parasitada la semilla. Por otra parte, en casi la mitad de estos lotes (45%), la prueba final de germinación se efectuó después de los siete años de almacenamiento, cuando muy probablemente, la pérdida de viabilidad de las semillas era ya bastante considerable, especialmente si se considera que las condiciones de almacenamiento de las semillas no fueron completamente uniformes.

Refiriéndose al cuadro 44, se puede apreciar que se presentó un porcentaje mínimo de lotes en los que, después de los nueve años de almacenamiento, se presentaron todavía porcentajes de germinación mayores de 10%; sin embargo, es importante hacer notar, que la capacidad germinativa de las semillas se encontró muy reducida desde su recolección, ya que en ninguno de éstos

lotes la germinación fué mayor de 30% (cuadros 9 a 12).

Finalmente, también se pudo explicar parcialmente, la longevidad extrema de las semillas de estos lotes, en función de la variabilidad genética interindividual.

**Cuadro 44.-** relación entre tiempo de almacenamiento y porcentaje de germinación final, con respecto a 10% en Pinus ayacahuite (en porcentaje de lotes analizados):

Variedades:	M S O	<u>brachyptera</u>		<u>tipica</u>		<u>veitchii</u>	
		mayor	menor ó igual	mayor	menor ó igual	mayor	menor ó igual
Tiempo de almacenamiento al último análisis		Germinación final con respecto a 10%					
menos de nueve años	L	0	33.33	31.57	26.36	39.07	10.71
	S	50	50.00	84.62	0.00	62.50	25.00
nueve años o más	L	0	66.66	15.78	26.36	7.14	42.85
	S	0	0.00	0.00	15.38	6.25	6.25
número de lotes	L		3		19		28
	S		4		13		16

L = Pruebas de Laboratorio.

S = Pruebas de Suelo.

+++++

#### 5.- Tiempo a los límites críticos de germinación en Pinus ayacahuite var. brachyptera.

En la variedad brachyptera se observó que una tercera parte de lotes perdió su viabilidad hasta un 10% entre los seis y los nueve años de almacenamiento y las otras dos terceras partes entre los doce y los quince años en lo que se refiere a -- pruebas de laboratorio y no se presentaron casos extremos (cua

dro 45). Con respecto a las pruebas de suelo, la mitad de los lotes que tuvieron pérdidas considerables de viabilidad alcanzaron el límite crítico de 10% de germinación antes de los tres años de almacenamiento y el resto entre los tres y los seis años, en este caso no se reportaron roedores en los sembrados, semillas anormales o algún otro factor que pudiese provocar porcentajes de germinación tan bajos en tan corto tiempo, lo cual nos llevó a suponer que hubo otro factor, probablemente ambiental, que influyó sobre la germinación (cuadro 45).

Sin embargo, no se pudo hacer una afirmación categórica a este respecto, ya que se consideró que dos lotes que alcanzaron el 10% de germinación no son suficientes para determinar si hubo realmente alguna relación entre germinación y factores climáticos.

También se observó que en las pruebas de suelo, sólo la mitad de lotes con pérdidas de viabilidad hasta límites críticos redujeron su capacidad germinativa hasta 5% y 0%, mientras que en las pruebas de laboratorio todos los lotes llegaron al límite crítico de 0% (cuadro 45).

Cuadro 45.- Tiempo a los límites críticos de germinación en Pinus ayacahuite var. brachyptera (en porcentaje de lotes):

% de germinación definitiva	tiempo de almacenamiento en años				
	0 - 3	3 - 6	6 - 9	9 - 12	12 - 15
L	---	---	33	---	100
S	50	100	---	---	---
L	---	---	33	---	100
S	---	50	---	---	---
L	---	---	33	---	100
S	---	50	---	---	---

L = Pruebas de laboratorio.  
3 lotes de laboratorio.

S = Pruebas de suelo.  
2 lotes de suelo.

5.- Tiempo a los límites críticos de germinación en Pinus ayacahuite var. tipica.

Pudo determinarse, en base a los resultados del cuadro 46 que más de tres cuartas partes de lotes de esta variedad, redujeron su capacidad germinativa hasta un 10% entre los seis y los doce años de almacenamiento, en tanto que solo una cuarta parte aproximadamente, alcanzaron este nivel entre los quince y dieciocho años, en las pruebas que se realizaron en laboratorio.

También se observó que de estos lotes que llegaron al 10% de germinación, sólo el 80% presentaron porcentajes definitivamente menores a 5% y únicamente el 70% alcanzaron el límite crítico de 0% de germinación (cuadro 46).

Con respecto a las pruebas de suelo, solamente dos lotes de Pinus ayacahuite var. tipica alcanzaron niveles críticos de germinación (10%, 5% y 0%) entre los quince y los dieciocho años de almacenamiento (cuadro 45), debido a que las pruebas se efectuaron cuando las semillas tenían ya bastante tiempo almacenadas, mientras que en los demás lotes, todas las pruebas de suelo se efectuaron entre los tres y los seis años de almacenamiento, con semillas aún en condiciones de germinar favorablemente (cuadro 10).

Cuadro 46.-Tiempo a los límites críticos de germinación en Pinus ayacahuite var. tipica (en porcentaje de lotes):

% de germinación definitiva	Método	Tiempo de almacenamiento en años					
		0 - 3	3 - 6	6 - 9	9 - 12	12 - 15	15-18
menor o igual a 10%	L	---	---	50	80	---	100
menor o igual a 5%	S	---	---	---	---	---	100
menor o igual a 10%	L	---	---	40	60	---	80
menor o igual a 5%	S	---	---	---	---	---	---
menor o igual a 0%	L	---	---	30	50	---	70
menor o igual a 0%	S	---	---	---	---	---	100

L=Pruebas de laboratorio.  
10 lotes de laboratorio.

S=Pruebas de suelo.  
2 lotes de suelo.

5.- Tiempo a los límites críticos de germinación en Pinus ayacahuite var. veitchii.

Con respecto a las pruebas de laboratorio de Pinus ayacahuite var. veitchii, los límites críticos de germinación se obtuvieron antes de los tres años en un porcentaje mínimo de lotes, pero se confirmó que en estos casos hubo presencia de acaros en las pruebas de germinación.

Independientemente de estos casos excepcionales, se puede decir que aproximadamente la mitad de los lotes perdieron su viabilidad hasta alcanzar menos de 10% de germinación entre los seis y los nueve años mientras que la otra mitad alcanzó estos límites entre los nueve y los doce años de almacenamiento (cuadro 47).

En las pruebas de suelo se observó un fenómeno diferente, en más de las tres cuartas partes de lotes que alcanzaron niveles críticos de germinación, las semillas tenían menos de seis años de almacenamiento, cuando en condiciones de laboratorio - todavía se obtuvieron niveles aceptables de germinación, como se puede apreciar en el cuadro 25.

Probablemente, este fenómeno haya sido causado por factores climáticos, ya que no se reportó la presencia de roedores o algún otro factor externo que hubiera podido causar un porcentaje tan bajo.

Se determinó que todos los lotes que alcanzaron el límite de 10% de germinación en pruebas de laboratorio, redujeron su capacidad germinativa hasta cero por ciento (cuadro 47).

En las pruebas de suelo, de los lotes que llegaron al límite crítico de 10% de germinación, sólo el sesenta por ciento redujo su capacidad germinativa hasta 5% y únicamente el cuarenta por ciento perdió su viabilidad completamente, hasta cero por ciento (cuadro 47).

Cuadro 47.- Tiempo a los límites críticos de germinación en Pinus ayacahuite var. veitchii (en porcentaje acumulativo de lotes analizados):

% de germinación definitivamente	m g d o	Tiempo de almacenamiento en años			
		0 - 3	3 - 6	6 - 9	9 - 12
menor ó igual a 10%	L	7	14	57	100
	S	---	80	---	100
menor ó igual a 5%	L	7	---	57	100
	S	---	40	---	60
igual a 0%	L	7	---	57	100
	S	---	20	---	40
número de Lotes	L	catorce lotes			
	S	cinco lotes			

L = Pruebas de laboratorio.

S = pruebas de suelo.

Pinus cooperi

1.- Coincidencia entre las germinaciones extremas y las pruebas iniciales y finales en Pinus cooperi:

Con base en los resultados obtenidos, se determinó que en la totalidad de las pruebas de laboratorio y en la mitad de las pruebas de suelo la germinación inicial fue menor que la máxima, mientras que en la otra mitad de las pruebas de suelo la germinación máxima fue igual a la inicial, estos datos permitieron suponer la posibilidad de que en esta especie se requiera de un período de tiempo posterior a la colecta para la maduración de las semillas (cuadro 48).

Se observó también que la germinación mínima coincidió con la final únicamente en una cuarta parte de las pruebas de suelo y en la mitad de las pruebas de laboratorio, lo que hizo suponer que en esta especie la pérdida de viabilidad fue mínima.

**Cuadro 48.-** Coincidencia entre las germinaciones extremas y las pruebas iniciales y finales en Pinus cooperi (en porcentaje de lotes analizados):

Relación entre Germinaciones	Medio	%
GI = GM	L	0
	S	50
GI menor que GM	L	100
	S	50
GF = Gm	L	50
	S	50
Número de Lotes	L	4 lotes
	S	4 lotes

GI=Germinación Inicial. GF=Germinación Final.  
 GM=Germinación Máxima. Gm=Germinación mínima.  
 L =Pruebas de Laboratorio. S=Pruebas de Suelo.



## 2.- Relaciones entre la germinación inicial y la germinación

Máxima del lote en Pinus cooperi:

Se pudo determinar, con base en el cuadro 49, que entre la prueba inicial de germinación y la germinación máxima de cada lote no hubo diferencias estadísticamente apreciables; los resultados obtenidos indicaron que esta especie no requiere de un período de postmaduración de las semillas para que puedan germinar; sin embargo, cuatro lotes analizados no pueden considerarse representativos de la especie, especialmente si se toma en cuenta que en tres de ellos las diferencias entre germinación inicial y máxima son mayores de 20% (cuadro 49).

Finalmente, se concluyó que no se pueden hacer afirmaciones definitivas respecto al requerimiento de periodos de postmaduración hasta analizar un mayor número de lotes.

**Cuadro 49.-** Relaciones entre la germinación inicial y la germinación máxima del lote, en Pinus cooperi, cuando la inicial es numéricamente menor que la máxima (en porcentaje de lotes analizados):

Relación entre Germinaciones	Medio	%
GI significativamente menor que GM	L	0
	S	0
Diferencia entre GI y GM mayor de 20%	L	75
	S	0
Número de Lotes	L	4 lotes
	S	2 lotes

GI=Germinación Inicial. GM=Germinación máxima.  
L=Pruebas de Laboratorio S=Pruebas de Suelo.

3.- Diferencias entre germinaciones extremas y pruebas iniciales y finales de Pinus cooperi:

En la mayoría de los lotes en pruebas de suelo (tres cuartas partes) y en todos los lotes en pruebas de laboratorio, la diferencia entre germinación máxima y mínima resultó estadísticamente significativa, ésto implica que para esta especie sí hubo pérdida de viabilidad; sin embargo, los casos en que las diferencias fueron significativas simultáneamente entre germinaciones extremas y entre germinaciones terminales fueron mucho menores (cuarta parte de laboratorio y la mitad de suelo), ésto permitió afirmar, que si bien hubo una pérdida de viabilidad considerable, no es suficiente para determinar una marcada diferencia entre las pruebas de germinación terminales (cuadro 50).

Cuadro 50.- Diferencias entre germinaciones extremas y pruebas iniciales y finales en Pinus cooperi (en porcentaje de lotes analizados):

Diferencias significativas entre	Medio	%
GI y GF, GM y Gm	L	25
Simultáneamente	S	50
	L	100
GM y Gm	S	75
Número de Lotes	L	cuatro lotes
	S	cuatro lotes

GI=Germinación Inicial. GF=Germinación Final.  
 GM=Germinación Máxima. Gm=Germinación mínima.  
 L=Pruebas de Laboratorio. S=Pruebas de Suelo.

4.- Relación entre tiempo de almacenamiento y porcentaje de germinación con respecto a 10%:

Se observó que en ningún lote se alcanzó el límite crítico de germinación menor o igual a 10% ni en pruebas de suelo ni en laboratorio, a pesar de que todas las pruebas de suelo y la cuarta parte de las pruebas de laboratorio se realizaron, en el último análisis, con semillas que tenían más de diez años de almacenamiento (cuadro 51).

Por otra parte, en las tres cuartas partes de lotes restantes, las últimas pruebas de suelo se realizaron con semillas con menos de cinco años de almacenamiento (cuadros 13 y 14), que por consecuencia, no habían perdido viabilidad.

Los resultados obtenidos permitieron confirmar que para esta especie, la pérdida de viabilidad fue muy lenta.

Cuadro 51.- Relación entre tiempo de almacenamiento y porcentaje de germinación, con respecto a 10%, en Pinus cooperi, - (en porcentaje de lotes analizados):

Tiempo de almacenamiento al último análisis	Medio	Porcentaje respecto a 10%	
		Mayor	Menor o igual
0 a 10 años	L	0	0
	S	75	0
Más de diez años	L	100	0
	S	25	0
Número de Lotes	L	cuatro lotes	
	S	cuatro lotes	

L=Pruebas de Laboratorio. S=Pruebas de Suelo.

5.- No se realizó cuadro de tiempo a los límites críticos de germinación porque en esta especie no se perdió la viabilidad hasta límites críticos menores de 10%.

Pinus engelmanni1.- Coincidencia entre las germinaciones extremas y las pruebas terminales en Pinus engelmanni.

Con respecto a las pruebas de suelo, se observó que la germinación inicial fue igual a la máxima en tres cuartas partes de los lotes considerados y es menor que ésta sólo en una cuarta parte (cuadro 52), esto podría indicar que en esta especie no fue necesario un periodo de postmaduración de la semilla: sin embargo, los datos de laboratorio son completamente opuestos, ya que la germinación inicial fue menor que la máxima en más de tres cuartas partes de los lotes estudiados y son iguales en un porcentaje bajísimo de lotes (cuadro 52), sugiriendo requerimientos de postmaduración.

Este comportamiento tan diferente resaltó la necesidad de determinar que tan significativa es la diferencia en los casos en que la germinación inicial fue menor que la máxima, para poder definir si este fenómeno se debió a la diferencia de medios utilizados (suelo o laboratorio) o bien, que esta diferencia no sea determinante.

Se pudo apreciar que la germinación final coincidió con la mínima sólo en una tercera parte de lotes en pruebas de laboratorio y en la mitad de las pruebas de suelo, esto significa que existe un número considerable de lotes en los que después de haberse obtenido un porcentaje mínimo de germinación, se presentaron porcentajes mayores en pruebas posteriores; esto es, que probablemente en esta especie no hubo pérdida de viabilidad, aunque para afirmarlo categóricamente se hizo necesario realizar comparaciones de la germinación final con las germinaciones extremas en un cuadro posterior.



Cuadro 53.- Relaciones entre la germinación inicial y la germinación máxima del lote, en Pinus engelmanni (en porcentaje de lotes analizados):

Relaciones entre Germinaciones	Medio	%
GI significativamente menor que GM	L	0
	S	0
GI mayor ó igual a 75%	L	89
	S	75
Número de Lotes	L	nueve lotes
	S	cuatro lotes

GI=Germinación Inicial. GM=Germinación Máxima.  
L=Pruebas de laboratorio. S=Pruebas de suelo.

+++++

3.- Importancia de las diferencias entre germinaciones extremas y las pruebas terminales en Pinus engelmanni:

Las diferencias entre germinación máxima y mínima e inicial y final no fueron significativas ni en pruebas de laboratorio ni en pruebas de suelo en ninguno de los lotes analizados, esto implica que en Pinus engelmanni no hubo pérdida de viabilidad considerable (cuadro 54) aún a pesar de haberse realizado - pruebas con lotes almacenados por más de veinte años (cuadros 15 y 16).

Pinus engelmanni

1.- Coincidencia entre las germinaciones extremas y las pruebas terminales en Pinus engelmanni.

Con respecto a las pruebas de suelo, se observó que la germinación inicial fue igual a la máxima en tres cuartas partes - de los lotes considerados y es menor que ésta sólo en una cuarta parte (cuadro 52), esto podría indicar que en esta especie - no fue necesario un periodo de postmaduración de la semilla; sin embargo, los datos de laboratorio son completamente opuestos, - ya que la germinación inicial fue menor que la máxima en más de tres cuartas partes de los lotes estudiados y son iguales en un porcentaje bajísimo de lotes (cuadro 52), sugiriendo requerimientos de postmaduración.

Este comportamiento tan diferente resaltó la necesidad de determinar que tan significativa es la diferencia en los casos en que la germinación inicial fue menor que la máxima, para poder definir si este fenómeno se debió a la diferencia de medios utilizados (suelo o laboratorio) o bien, que esta diferencia no sea determinante.

Se pudo apreciar que la germinación final coincidió con la mínima sólo en una tercera parte de lotes en pruebas de laboratorio y en la mitad de las pruebas de suelo, esto significa que existe un número considerable de lotes en los que después de haberse obtenido un porcentaje mínimo de germinación, se presentaron porcentajes mayores en pruebas posteriores; esto es, que -- probablemente en esta especie no hubo pérdida de viabilidad, -- aunque para afirmarlo categóricamente se hizo necesario realizar comparaciones de la germinación final con las germinaciones extremas en un cuadro posterior.

Cuadro 52.- Coincidencia entre las germinaciones extremas y las pruebas iniciales y finales en Pinus engelmanni (en porcentaje de lotes analizados):

Relación entre Germinaciones	Medio	%
GI = GM	L	11.1
	S	75.0
GI menor que GM	L	88.9
	S	25.0
GF = Gm	S	33.3
	L	50.0
Número de Lotes	L	9 lotes
	S	4 lotes

GI=Germinación Inicial. GM=Germinación Máxima.  
GF=Germinación Final. Gm=Germinación mínima.  
L=Pruebas de laboratorio. S=Pruebas de Suelo.

+++++

2.- Relaciones entre la germinación inicial y la germinación -- máxima del lote en Pinus engelmanni:

Se pudo apreciar, con base en el cuadro 53, que la diferencia entre germinación inicial y máxima no fue significativa en ningún lote, ni en pruebas de laboratorio, ni en pruebas de suelo, ésto confirmó que esta especie no requirió de un período de postmaduración de la semilla.

Esta afirmación se consolida más si se considera que más - de tres cuartas partes de lotes (incluyendo suelo y laboratorio) presentaron porcentajes de germinación mayores de 75% desde las pruebas iniciales(cuadros 15,16 y 53).



Cuadro 53.- Relaciones entre la germinación inicial y la germinación máxima del lote, en Pinus engelmanni (en porcentaje de lotes analizados):

Relaciones entre Germinaciones	Medio	%
GI significativamente menor que GM	L	0
	S	0
GI mayor ó igual a 75%	L	89
	S	75
Número de Lotes	L	nueve lotes
	S	cuatro lotes

GI=Germinación Inicial. GM=Germinación Máxima.  
L=Pruebas de laboratorio. S=Pruebas de suelo.

+++++

### 3.- Importancia de las diferencias entre germinaciones extremas y las pruebas terminales en Pinus engelmanni:

Las diferencias entre germinación máxima y mínima e inicial y final no fueron significativas ni en pruebas de laboratorio ni en pruebas de suelo en ninguno de los lotes analizados, esto implica que en Pinus engelmanni no hubo pérdida de viabilidad considerable (cuadro 54) aún a pesar de haberse realizado pruebas con lotes almacenados por más de veinte años (cuadros 15 y 16).

**Cuadro 54.-** Diferencias entre germinaciones extremas y pruebas iniciales y finales en Pinus engelmanni (en porcentaje de lotes analizados):

Diferencias sig- nificativas entre	Medio	%
GI y GP, GM y Gm	L	0
Simultáneamente	S	0
	L	0
GM y Gm	S	0
Número de Lotes	L	nueve lotes
	S	cuatro lotes

GI=Germinación Inicial. GM=Germinación Máxima.  
GP=Germinación Final. Gm=Germinación mínima.  
L=Pruebas de laboratorio. S=Pruebas de suelo.

+++++

4.- Relación entre tiempo de almacenamiento y porcentaje de germinación con respecto a 10% en Pinus engelmanni:

Se pudo determinar que en esta especie no se presentó pérdida considerable de viabilidad, ya que en ningún caso, ni de laboratorio ni de suelo, se alcanzó el límite crítico de 10% de viabilidad, aunque sí disminuyeron, en pequeña proporción, los porcentajes de germinación, especialmente en aquellos lotes en que se realizaron pruebas con semillas que tenían más de veinte años almacenadas (cuadro 55).



Pinus strobus var. chiapensis

1.- Coincidencia entre germinaciones extremas y pruebas terminales en Pinus strobus var. chiapensis:

Se pudo apreciar que la germinación inicial coincidió con la máxima en una tercera parte aproximadamente de los lotes analizados en laboratorio, en tanto que en las pruebas de suelo casi la mitad de los lotes considerados presentaron esta característica (cuadro 56).

Los resultados anteriores permitieron suponer que probablemente las semillas de esta especie presentaron un período de -- postmaduración, ya que por otra parte, se determinó que en más de la mitad de los lotes, tanto en pruebas de suelo como de laboratorio la germinación inicial fue menor que la máxima (cuadro 56).

Cuadro 56.- Coincidencia entre las germinaciones extremas y las pruebas iniciales y finales en Pinus strobus var. chiapensis (en porcentaje de lotes analizados):

Relación entre Germinaciones	Medio	Porcentaje de Lotes
GI = GM	L	31.6
	S	44.4
GI menor que GM	L	68.4
	S	55.6
GF = Gm	L	63.2
	S	83.3
Número de Lotes	L	19 lotes
	S	18 lotes

GI=Germinación inicial. GM=Germinación Máxima.  
GF=Germinación Final. Gm=Germinación mínima.  
L=Pruebas de laboratorio. S=Pruebas de suelo.

Finalmente, se observó que en más de las tres cuartas partes de lotes y en los dos medios considerados (suelo y laborato

rio) la germinación final coincidió con la mínima, lo cual implica que la pérdida de viabilidad en esta especie fue bastante clara (cuadro 56).

+++++

2.- Relaciones entre la germinación inicial y la germinación máxima del lote, en Pinus strobus var. chiapensis:

Se determinó que en ningún lote, ni de suelo ni de laboratorio, la diferencia entre germinación inicial y máxima fue significativa, esto significa que para Pinus strobus chiapensis no existe período de postmaduración de las semillas (cuadro 57).

Se observó también que ningún lote presentó germinaciones iniciales mayores de 75% y esto sugiere postmaduración; sin embargo, los porcentajes de germinación máximos tampoco superaron el 75% de germinación (cuadros 17 y 18), esto a pesar de que se observaron porcentajes de semillas llenas muy altos, es decir, que son lotes con capacidad germinativa baja desde la colecta.

Cuadro 57.- Relaciones entre germinación inicial y máxima en --

Pinus strobus chiapensis cuando la inicial es numéricamente menor que la máxima (en porcentaje de lotes analizados):

Relaciones entre Germinaciones	Medio	Porcentaje de Lotes
GI significativamente menor que GM	L	0
	S	0
GI mayor o igual a 75%	L	0
	S	0
Número de Lotes	L	trece lotes
	S	diez lotes

GI=Germinación Inicial,

L=Pruebas de laboratorio.

GM=Germinación máxima.

S=Pruebas de suelo.

3.- Diferencias entre germinaciones extremas y pruebas terminales en Pinus strobus var. chiapensis:

Se determinó que en todos los lotes considerados, incluyen do pruebas de suelo y de laboratorio, la diferencia entre germinaciones máxima y mínima fué estadísticamente significativa, esto permitió reconocer que para esta especie sí hubo una notable pérdida de viabilidad (cuadro 58).

Esto se confirmó por el hecho de que en más de las tres -- cuartas partes de lotes analizados las diferencias entre germinaciones terminales (inicial y final) y extremas (máxima y mínima) es significativa en forma simultánea (cuadro 58).

Cuadro 58.- Diferencias entre germinaciones extremas y pruebas terminales en Pinus strobus var. chiapensis (en porcentaje de lotes analizados):

Diferencias significativas entre		Medio	%
GI y GF,	GM y Gm	L	78.9
Simultáneamente		S	77.8
		L	100.0
GM y Gm		S	100.0
Número de Lotes		L	19 lotes
		S	18 lotes

GI=Germinación Inicial. GM=Germinación Máxima.  
 GF=Germinación Final. Gm=Germinación mínima.  
 L=Pruebas de laboratorio. S=Pruebas de suelo.

4.- Relación entre tiempo de almacenamiento y porcentaje de germinación final, con respecto a 10% en Pinus strobus var. chiapensis:

El cuadro 59 permitió diferenciar aquellos lotes que no llegaron al límite crítico de 10% de germinación y entre éstos, aquellos que presentan esta característica porque las pruebas realizadas fueron con semillas jóvenes (menores de cuatro años) y lotes que después de cuatro años de almacenamiento todavía tuvieron porcentajes de germinación mayores de 10% aunque muy cercanos a este valor, ya que nunca fueron superiores a 25% (cuadro 17 y 18). Ambas situaciones se presentaron en un porcentaje mínimo de lotes (cuadro 59).

Independientemente de estos casos, se determinó que en más de las tres cuartas partes del total de lotes (en suelo y en el laboratorio), siempre se llegó al límite crítico de 10% de germinación después de los cuatro años de almacenamiento (cuadro 59) y nunca antes.

Esto representó una notable diferencia con respecto a otras especies de Pinus consideradas, en las cuales la viabilidad de las semillas es más prolongada.

Cuadro 59.- Relación entre tiempo de almacenamiento y porcentaje de germinación final, con respecto a 10% en Pinus strobus chiapensis (en porcentaje de lotes analizados):

Tiempo de almacenamiento al último análisis	Medio	GF con respecto a 10%	
		Mayor	Menor o igual
Menos de 4 años	L	10.5	0.0
	S	16.7	0.0
Cuatro años ó más	L	10.5	79.0
	S	5.6	77.7
Número de lotes	L	diecinueve lotes	
	S	Dieciocho lotes	

L = Pruebas de Laboratorio. S = Pruebas de suelo.

GF = Germinación Final.

## 5.- Tiempo a los límites críticos de germinación en

Pinus strobus var. chiapensis:

Se determinó que para la mayoría de los lotes (de suelo y de laboratorio), el límite crítico de germinación de 10% de alcanzó entre los dos y los sei años de almacenamiento (cuadro 60).

También se comprobó que el límite crítico de 5% se presentó en la mayoría de lotes entre los cuatro y ocho años de almacenamiento en pruebas de laboratorio y entre los dos y los seis años en las pruebas efectuadas en suelo (cuadro 60).

Por último, el 0% de germinación se observó en una muy considerable proporción entre los cuatro y los ocho años.

En general, se pudo determinar que para los dos medios analizados, los tres límites críticos se presentaron en la mayoría de lotes entre los cuatro y los seis años de almacenamiento.

## Cuadro 60.- Tiempo a los límites críticos de germinación en ---

Pinus strobus var. chiapensis (en porcentaje acumulativo de lotes analizados):

% de germinación	Medio	Tiempo de almacenamiento (en años)				
		0 - 2	2 - 4	4 - 6	6 - 8	8 - 10
Menor o igual a 10%	L	12.50	43.75	81.25	93.75	100.0
	S	20.00	40.00	93.30	100.00	---
Menor ó igual a 5%	L	6.25	18.75	75.00	93.75	100.0
	S	13.30	46.60	93.30	100.00	---
Igual a 0%	L	---	---	37.50	62.50	75.00
	S	---	---	53.30	73.30	---
Número de Lotes	L	dieciseis lotes				
	S	quince lotes				

L=Pruebas de laboratorio. S=Pruebas de suelo.



## B) Discusión General:

1.- Relación entre porcentaje de semillas llenas y porcentajes de germinación obtenidos:

Se pudo observar que en la mayoría de los lotes analizados y en todas las especies estudiadas, las diferencias entre porcentaje de semillas llenas y los porcentajes de germinación inicial y máximo obtenidos fueron significativas, independientemente del clima, el habitat y la fisiología de las semillas (cuadro 61).

Así por ejemplo, se observó un fenómeno similar en especies de muy larga viabilidad, como Pinus cooperi o Pinus engelmannii y en las especies de Abies que tienen una viabilidad muy corta.

De la misma manera en especies de zonas frías y de gran altitud como Abies religiosa o Pinus cooperi que se desarrollan a más de 3,000m.s.n.m. o en especies de clima menos extremo como Pinus strobus var. chiapensis que se desarrolla en Chiapas a 600m.s.n.m.

Estos resultados demostraron que no fué la condición de almacenamiento la que determinó estas diferencias, ya que en tonces hubieran sido favorecidas las especies de clima frío y altitudes similares a la de la Ciudad de México.

Esto resaltó la importancia de realizar más investigaciones acerca de las condiciones o estímulos necesarios para que se obtengan mayores porcentajes de germinación en las semillas de las especies analizadas, con la finalidad de obtener mayores rendimientos, dada la importancia forestal que estas especies tienen, aunque debe considerarse también, que no es posible obtener siempre la germinación de todas las semillas llenas de un lote, ya que muchas, aunque aparentemente estén en buenas condiciones, presentan daños desde su formación en el fruto.

Sin embargo, si se considera que estas semillas son de tipo ortodoxo, se puede afirmar que el almacenamiento a que son sometidas es el mejor, mientras no se profundicen los estudios acerca de su fisiología y sobre todo, porque debido a la estructura política, social y cultural de México, la posibilidad de crear Bancos de Germoplasma "in-situ" es muy remota, al menos para los Bosques de Coníferas.

Cabe hacer notar, que ya existen en México algunas Reservas de la Biosfera" en las cuales la posibilidad de proteger a las semillas en la localidad de origen es más real (Vovides y Gómez Pompa, 19 ), no obstante, ninguna de ellas incluye amplias zonas de bosque templado (de coníferas) y, por otra parte, la importancia comercial de estas especies complica su situación.

Por otra parte, aún en el caso de que las autoridades favorecieran la creación de reservas, las comunidades existentes de especies forestales se encuentran ya muy alteradas y en algunas zonas ya han desaparecido, lo cual destaca nuevamente la importancia de los Bancos de Germoplasma "ex-situ" como una de las formas más efectivas y prácticas de conservar y propagar las diversas especies forestales de semillas ortodoxas (Vazquez Yanes y Toledo, 1989), aún a pesar de los inconvenientes que este método implica.

Los problemas fundamentales, que se presentan cuando se almacenan semillas son: la falta de investigación acerca de los métodos y épocas adecuadas de colecta, forma de transporte, almacenamiento y condiciones óptimas de germinación para cada especie.

Cuadro 61.- Importancia de las diferencias entre porcentaje de semillas llenas y porcentajes de germinación inicial y máximo (en porcentaje de lotes analizados):

Especie	Medio	Diferencias significativas entre		
		%ll - GI	%ll - GM	# de lotes
	L	100	100	1
<u>Abies concolor</u>	S	100	100	1
<u>Abies</u>	L	78	78	9
<u>religiosa</u>	S	100	100	3
<u>Abies religiosa</u> <u>var.emarginata</u>	L	100	100	1
<u>Abies vejari</u>	L	75	50	
<u>Pinus ayacahuite</u>	L	100	67	3
<u>brachyptera</u>	S	100	100	4
<u>Pinus ayacahuite</u>	L	89	89	18
<u>tipica</u>	S	91	67	12
<u>Pinus ayacahuite</u>	L	96	52	25
<u>veitchii</u>	S	86	57	14
<u>Pinus cooperi</u>	L	50	100	4
	S	100	75	4
<u>Pinus engelmannii</u>	L	71	71	7
	S	100	100	3
<u>Pinus strobus</u> var.	L	100	100	16
<u>chiapensis</u>	S	100	100	15

L = Pruebas de Laboratorio.  
%ll = Porcentaje de semillas llenas.  
GI = Germinación Inicial.

S = Pruebas de suelo.  
GM = Germinación máxima.

2.- Porcentajes de germinación máxima corregidos y su relación con el límite arbitrario de 60% de germinación:

Cuando se calculan los porcentajes de germinación, se toman en cuenta todas las semillas utilizadas en la prueba, sin importar si son semillas llenas o estén vanas, esto hace que los porcentajes calculados parezcan pequeños, sobre todo en aquellos lotes en los que el número de semillas vanas fue muy grande.

Para eliminar el error generado, en los cálculos de porcentajes de germinación máxima, se realizó una corrección tomando en cuenta el porcentaje de semillas llenas como el total, de esta forma se obtuvo un porcentaje de germinación más real y que no dependió de la calidad de los lotes considerados; esta corrección ha sido sugerida por Czabator (1962).

En estas condiciones se observó que en la mayoría de las especies, a excepción de Abies concolor y Pinus strobus chiapensis, se obtuvieron porcentajes máximos de germinación mayores de 60% en la mayoría de los lotes considerados (cuadro 62).

En el caso de Abies concolor, sólo en uno de los dos lotes analizados se tuvo el porcentaje de semillas llenas, aunque sí pudo confirmarse que es una especie con una viabilidad muy baja desde la colecta (cuadro 1 y 2) y si consideramos que se tuvieron 30% de semillas llenas, no se pudo esperar que se obtuvieran porcentajes de germinación máxima corregidos mayores de 60%, ni siquiera corregidos.

Con respecto a Pinus strobus var. chiapensis, existieron lotes con porcentajes de germinación máxima corregidos mayores de 60%, esto hizo suponer que las semillas de ésta especie sí pueden presentar porcentajes altos de germinación en

las condiciones de almacenamiento del Banco de Germoplasma - Forestal del CIFAP-D.F. Probablemente, los bajos porcentajes obtenidos en la mayoría de los lotes no dependen del almacenamiento, sino de otros factores que requieren ser investigados, como por ejemplo: la forma de colectar y transportar la semilla, o el efecto del clima y la altitud del habitat natural de la especie que se establece en zonas de clima más cálido y de menor altitud que la Ciudad de México, donde se almacenan; probablemente también, investigaciones futuras sólo demuestren que es una especie con viabilidad muy corta natural, a pesar de ser semillas de tipo ortodoxo.

Para Abies religiosa en pruebas de laboratorio, se observaron porcentajes de germinación corregidos mayores de 60% en un número considerable de lotes (dos terceras partes), lo cual indicó que si se obtuvieron buenos rendimientos, aunque por supuesto, mucho menores que en otras especies estudiadas.

En Abies religiosa var. emarginata se observó un porcentaje de germinación mayor de 60% (Cuadro 62) después de hacer la corrección, en el único lote de esta variedad analizado, lo cual indicó que los porcentajes obtenidos fueron satisfactorios.

Para Abies vejari no se realizaron pruebas de laboratorio, pero se observó que en todos los lotes analizados se obtuvieron porcentajes altos de germinación si se consideran con respecto al porcentaje de semillas llenas, que es muy bajo, como en las especies de Abies antes discutidas y si además consideramos que es una especie que no pierde rápidamente su viabilidad, se puede afirmar que es la especie de Abies de manejo más fácil en los Bancos de Germoplasma.

En las tres variedades de Pinus ayacahuite se presenta-

ron porcentajes de germinación máxima corregidos superiores a 60% en más de las tres cuartas partes de lotes analizados, esto significa que para esta especie si se obtuvieron altos rendimientos, aunque no de 100%, lo cual se explica en función de que muchas semillas, aunque estuvieran llenas, no necesariamente debían estar en condiciones de germinar, probablemente por haber sido colectadas antes de madurar o por el daño parcial que pueden recibir durante la cosecha y el transporte hasta el Banco de Semillas.

En Pinus cooperi y en Pinus engelmanni se observó un comportamiento similar, en la mayoría de los lotes se presentaron porcentajes de germinación mayores a 60% e incluso muy frecuentemente, la totalidad de las semillas llenas germinaron (cuadro 15, 16 y 62).

Probablemente el alto rendimiento de las semillas de estas especies, igual que en Abies vejari, este relacionado con la capacidad adaptativa de las mismas a un clima extremoso - característico del norte de México, donde éstas especies se localizan y que requiere de una mayor resistencia a los cambios ambientales bruscos.

De la misma manera se podría explicar que Pinus strobus var. chiapensis presente germinaciones muy bajas a pesar del elevado porcentaje de semillas llenas, ya que siendo una especie adaptada a un clima benigno (Chiapas), no requiere de semillas de alta resistencia como las semillas de clima extremo.

**Cuadro 62.-** Porcentajes de Germinación Máxima corregidos con respecto a 60% de germinación (en porcentaje de lotes analizados):

Especie	Medio	% de Germinación Máxima Corregidos		Número de Lotes
		Mayores de 60%	Menores de 60%	
<u>Abies concolor</u>	L	0	100	1
	S	0	100	1
<u>Abies religiosa</u>	L	64	36	11
	S	33	66	3
<u>Abies religiosa emarginata</u>	L	100	0	1
<u>Abies vejari</u>	L	100	0	4
<u>Pinus ayacahuite brachyptera</u>	L	100	0	3
	S	75	25	4
<u>Pinus ayacahuite var. tipica</u>	L	84	16	19
	S	85	15	13
<u>Pinus ayacahuite var. veitchii</u>	L	86	14	28
	S	94	6	16
<u>Pinus cooperi</u>	L	100	0	4
	S	100	0	4
<u>Pinus engelmanni</u>	L	100	0	9
	S	75	25	4
<u>Pinus strobus var. chiapensis</u>	L	17	83	18
	S	12	88	18

L = pruebas de laboratorio. S=Pruebas de suelo.

## CONCLUSIONES:

- 1.- Se determinó que las diferentes especies de Abies consideradas presentaron siempre porcentajes de germinación - muy bajos, siendo el máximo registrado de 56% para Abies vejari.
- 2.- Las especies de Abies analizadas no presentaron requerimientos de post-maduración.
- 3.- La pérdida de viabilidad de las especies de Abies estudiadas fue muy clara, aunque de observo que fue más lenta en Abies vejari.
- 4.- Abies concolor, Abies religiosa y Abies religiosa var. marginata llegaron al límite crítico de germinación de - 10% antes de los seis años de almacenamiento, mientras - que en Abies vejari solo la mitad de los lotes considera dos llegaron a este límite.
- 5.- Las especies estudiadas del género Pinus se pueden clasificar en dos grupos: Pinus ayacahuite y Pinus strobus var. - chiapensis que perdieron considerablemente su viabilidad y en el otro grupo Pinus engelmanni y Pinus cooperi en - los cuales la pérdida de viabilidad se consideró mínima.
- 6.- No hubo período de post-maduración en las semillas analizadas del género Pinus, aunque en P. ayacahuite y en P. - strobus var. chiapensis no fueron muy claros los resultados y se plantea la necesidad de investigaciones más profundas.
- 7.- Con respecto a las especies de Pinus consideradas, se pudo establecer un gradiente en cuanto a pérdida de viabilidad, siendo P. engelmanni la especie con menor pérdida de viabilidad, después P. cooperi que presentó pérdidas ligeramente mayores, seguida en este gradiente por Pinus



ayacahuite y finalmente P. strobilus var. chiapensis que es la especie donde se reportaron pérdidas mayores y más rápidas de viabilidad.

- 8.- Con respecto al género Abies, la especie que perdió en menor proporción su viabilidad fue A. vejarii, en segundo termino se pudo ubicar a A. religiosa, después A. religiosa var. emarginata y finalmente A. concolor que es la especie de abeto que perdió con mayor rapidéz su viabilidad.
- 9.- Es probable que exista alguna relación entre longevidad de las semillas y habitat natural de las especies, ya que se observó que la pérdida de viabilidad mas marcada se presentó en especies originarias de zonas de clima no muy extremo, en tanto que las que habitan en zonas de clima extremo tienen mayor longevidad, aunque ésto debe confirmarse con estudios más profundos a este respecto.
- 10.-Se llegó a la conclusión de que falta mucha información acerca del manejo, colecta y transporte adecuado de las semillas, así como de los métodos de germinación óptimos para cada especie en particular.
- 11.-A pesar de las limitaciones antes descritas, el almacenamiento de semillas forestales bajo refrigeración y el manejo que se hace de ellas, es por ahora, una de las pocas alternativas con las que se cuenta para conservar las especies de importancia forestal, en las condiciones políticas, sociales, económicas y forestales de México.







- Lote No.234.- recolectado el 18 de septiembre de 1967.
- Lote No. 245.-recolectado el 4 de noviembre de 1967 al sur del "Llano de las Flores", Oaxaca.
- Lote No.606.- recolectado el 3 de diciembre de 1976 en "Las Salvas", Municipio de El Porvenir, Chiapas.
- Lote No.607.- recolectado en enero de 1977 en "El Chivero", Municipio de San Cristóbal de las Casas, Chiapas.
- Lote No. 729.- recolectado el 25 de octubre de 1978.
- Lote No. 730.- recolectado en septiembre de 1978.
- Lote No. 736.- recolectado en octubre de 1978.
- Lote No. 741.- recolectado el 27 de octubre de 1978, en "El Porvenir, Chiapas.
- Lote No. 745-A.- colectado el 26 de octubre de 1978, en "El Porvenir", Chiapas.
- Lote No. 745-B.- colectado el 26 de octubre de 1978, en "El Porvenir, Chiapas.
- Lote No. 780.- recolectado el 23 de septiembre de 1979, en "Arcotite, San Cristóbal de las Casas, Chiapas.
- Lote No. 809.- recolectado el 4 de enero de 1982.

Apéndice No.VII.- Datos de colecta de los lotes de Pinus ayacahuite var.veitchii analizados en el presente trabajo:

- Lote No.15.- recolectado en septiembre de 1961 en San Nicolás Zacolocoayo, Chiautzingo, Puebla.
- Lote No. 29.- recolectado en diciembre de 1959 en San Rafael, - Estado de México.
- Lote No. 296.- recolectado el 24 de septiembre de 1969, 500m - antes de la curva de Pallaras, rumbo al Campo Experimental de San Juan Tetla, Puebla.
- Lote No. 339.- recolectado del 23 al 30 de septiembre de 1970, en San Juan Tetla, Puebla.
- Lote No.360.- recolectado el 2 de noviembre de 1971 en San --- Juan Tetla, Puebla.
- Lote No. 361.-recolectado el 2 de noviembre de 1971 en San --- Juan Tetla, Puebla.
- Lote No. 387.- recolectado el 7 de octubre de 1972 en San Juan Tetla, Puebla.
- Lote No. 436.- recolectado el 4 de octubre de 1974 en el paraje "La Cruz", Tenango del Valle, México.
- Lote No.437.- recolectado el 7 de octubre de 1974 en "El Pedregal", Tenango del Valle, México.
- Lote No. 507.- recolectado en septiembre de 1975 en San Juan -- Tetla, Puebla.
- Lote No. 513.- recolectado el 15 de septiembre de 1976 en "Laguna Seca", Tenango del Valle, Estado de México.
- Lote No. 514.- recolectado en septiembre de 1976 en "La Brille<sub>ra</sub>", Tenango del Valle, Estado de México.
- Lote No. 516.- recolectado en octubre de 1976 en San Antonio - Tlatenco, Chiautzingo, Puebla.

- Lote No. 517.- recolectado el 5 de noviembre de 1976 en San Juan Tetla, Puebla.
- Lote No. 528.- recolectado en Julio de 1976, en San Juan Tetla Puebla.
- Lote No. 578.- recolectado en septiembre de 1976.
- Lote No. 618-A.- recolectado en octubre de 1977, en San Juan Tetla, Puebla.
- Lote No. 618-B.- recolectado en octubre de 1977, en San Juan Tetla, Puebla.
- Lote No. 619-A.- recolectado el 25 de noviembre de 1977 en San Juan Tetla, Puebla.
- Lote No. 619-B.- recolectado el 25 de noviembre de 1977 en San Juan Tetla, Puebla.
- Lote No. 620-A.- recolectado el 27 de noviembre de 1977 en San Juan Tetla, Puebla.
- Lote No. 620-B.- recolectado el 27 de noviembre de 1977 en San Juan Tetla, Puebla.
- Lote 621-B.- recolectado el 27 de noviembre de 1977 en San Juan Tetla, Puebla.
- Lote No. 622-A.- recolectado en octubre de 1977 en Tenango del Valle, México.
- Lote No. 622-B.- recolectado en octubre de 1977 en Tenango del Valle, Estado de México.
- Lote No. 623.- recolectado en octubre de 1977 en "Laguna Seca" Tenango del Valle, Estado de México.
- Lote No. 759.- recolectado en septiembre de 1979 en San Juan Tetla, Puebla.
- Lote No. 799.- recolectado en octubre de 1982 en San Juan Tetla, Puebla.







- Lote No. 722.- recolectado en el Rancho Pulhiucuna, Municipio de Bochil, Chiapas, en septiembre de 1978.
- Lote No. 742-B.- recolectado el 13 de septiembre de 1978 en el Panteón de Pueblo Nuevo, Solistahuacan, Chiapas.
- Lote No. 744-B.- recolectado el 8 de septiembre de 1978 en la Finca "La Estación", San Juan del Bosque, Chiapas.
- Lote No. 758.- recolectado del 21 al 30 de enero de 1979 en -- "Arroyo Colorado", Municipio de Atzalán, Veracruz.
- Lote No. 775.- recolectado entre agosto y septiembre de 1979, en "Arroyo Colorado", Atzalán, Veracruz.
- Lote No. 782.- recolectado el 13 de septiembre de 1978 en el Panteón "Pueblo Nuevo", Solistahuacan, Chiapas.
- Lote No. 788.-recolectado el 17 de septiembre de 1978 en el -- Panteón "Pueblo Nuevo", Solistahuacan, Chiapas.
- Lote No. 793-A.- recolectado el 11 y el 13 de septiembre de -- 1979 en "La Trinidad", San Juan del Bosque, Chiapas.

Apendice XI (tomado de Hava S., 1987):

COMPARACION DE LAS PRUEBAS MAS USADAS PARA ESTIMAR LA VIABILIDAD DE LAS SEMILLAS .

NOBRE DE LA PRUEBA	PRINCIPIOS DE LA PRUEBA	VENTAJAS DE PRUEBA	DESVENTAJAS DE LA PRUEBA	DURACION	FUENTE DE INFORMACION
Germinación	Se basa en la emergencia y desarrollo a partir del embrión de la semilla, de aquellas estructuras esenciales, para que la clase de semillas que se está estudiando indiquen la capacidad para desarrollarse una planta normal bajo condiciones favorables del suelo	Permite obtener resultados más reales de la viabilidad de las semillas. Permite saber el # de plantúlas que tienen anomalías y el tipo de estas.	El tiempo requerido para obtener resultados es mayor que en todas las demás pruebas y puede ser muy largo en semillas latentes.	4 - 60 días	Copelan, 1976 Drescu, 1981 I.S.T.A., 1976 Hartman y Kester, 1971
Algo carmin	También se basa en la permeabilidad de la membrana celular pues en tejidos vivos el colorante es incapaz de penetrar, sin embargo los tejidos muertos las membranas son muy permeables a dicho colorante, tificándose las semillas de azul.	Método rápido y sencillo de realizar	Se necesita de cierta experiencia para interpretar los resultados. No esta aprobada por I.S.T.A.	24 hrs.	Copelan, 1976 Drescu, 1981
Selenita	Se basa en la reducción de los colores de las sales de selenio hacia el rojo de selenio por la actividad enzimática de las nitrogenasas de las células vivas.	Método rápido	Ocasiona graves daños a los operadores, pues las sales usadas son tóxicas. No tiene un lugar específico de tinción.	24 hrs.	Copelan, 1976

COMPARACION DE LAS PRUEBAS MAS USADAS PARA ESTIMAR LA VIABILIDAD DE LAS SEMILLAS.

NOMBRE DE LA PRUEBA	PRINCIPIOS DE LA PRUEBA	VENTAJAS DE LA PRUEBA	DESVENTAJAS DE LA PRUEBA	DURACION	FUENTE DE INFORMACION
Conductividad eléctrica de la solución	Se fundamenta en conductividad eléctrica de la solución obtenida del remojo. Remojar las semillas 24 hrs la conductividad aumenta al ser mayor el número de semillas muertas pues la permeabilidad de las membranas es menor en los tejidos vivos que en los muertos y los que se han convertido en permeables permitiendo el paso hacia fuera de contenidos celulares al remojarse lo que aumenta la conductividad de la solución.	Es una prueba rápida y sencilla	No se estima una viabilidad individual de semillas. Sus resultados son aproximados. Se necesita de un equipo especial.	7 días	Copelan, 1976.
Embriones extraídos	Se quitan todas las cubiertas de semillas remojadas y el embrión se coloca en un medio estéril y se observa su crecimiento y la formación de clorofila.	El desarrollo de los procesos fisiológicos en el embrión, son más rápidos que en las semillas intactas y sobre todo en latentes. Entina rápidamente la viabilidad de semillas que necesitan un tratamiento larreo.	El grado de habilidad que se requiere para su realización. El tiempo que se utiliza para su realización y la preparación de extracción de embriones. No revela el daño del embrión en todos sus órganos, si no que solamente en el eje de la raíz y tallo.	15 días	Copelan, 1976. Enescu, 1981 I.S.T.A., 1976

COMPARACION DE LAS PRUEBAS MAS USADAS PARA ESTIMAR LA VIABILIDAD DE LAS SEMILLAS.

NOMBRE DE LA PRUEBA	PRINCIPIOS DE LA PRUEBA	VENTAJAS DE LA PRUEBA	DESVENTAJAS DE LA PRUEBA	DURACION	FUENTE DE INFORMACION
Tetrazolium	<p>Consiste en el teñido de embriones en función de la actividad enzimática de los tejidos, ya que estos durante el proceso de respiratorio liberan H<sub>2</sub>, al combinarse con la solución incolora de cloruro de trifenil tetrazolium y entrar en contacto con las enzimas, por el proceso de acido-reducción se tornan las partes vivas de rojo debido al trifenil formazan</p>	<p>Se realiza en corto tiempo indica el estado de vigor de la semilla - Permite saber la viabilidad de las semillas - forma cuantitativa. Los resultados obtenidos con esta prueba - presentan una correlación directa con los de la prueba de germinación.</p>	<p>No permite distinguir las semillas inmaduras. Dificultad al interpretar diferentes grados de tinción No se detectan semillas anormales. No es fácilmente aplicable a todas las semillas.</p>	30' a 24 hrs.	<p>Copelan, 1976 Drescu, 1981 Hartman y Kester 1971 I.S.T.A. 1976 Werner and Chang, 1981 Williams, 1980</p>

## B I B L I O G R A F I A

- Bonner, F.T., 1984. "Glossary of Seed Germination Terms For seed Workers". USDA-Forest. Serv. Gral. Tech. Rep. pag: 30 - 49. USA.
- Camacho, M.F., 1987. "Dormición de Semillas, Aspectos Generales y Tratamientos Para Eliminarla". Tesis Profesional Ing. Agr., Especialidad Fitotecnia, UACH. México. pag: 81 - 82.
- Czabator, F.J., 1962. "Germination Value", An. Index Combining Speed and Completeness of Pine Seed Germination. For. Sci. 8(4): 384 - 396.
- Eguiluz, P.T., 1978. "Ensayo de Integración de los Conocimientos sobre el género Pinus en México". Tesis Profesional Ing. Agr. Chapingo, México. Pag: 357.
- Eguiluz, P.T., 1982. "Clima y Distribución del género Pinus - en México". Ciencia Forestal Vol. 7(38): 30 - 44.
- Harper, J.L., 1977. "Population Biology of Plants", J.L. Harper-London Academic Press. 892pp.
- Infante, S.G., Zárate, G., 1984. "Métodos Estadísticos, Un enfoque Interdisciplinario". Ed. Trillas. México. pag: 383 - 389.
- I.S.T.A., 1976. "Reglas Internacionales para Ensayos de Semillas" Tr. Martínez, L. et. al. I.N.S.P.V., Madrid, España. 184pp.
- Ledig, F., 1988. "The Conservation of Diversity in Forest Trees" pag: 471-478

- Martínez, M., 1948. "Los Pinos Mexicanos". Ed. Botas. 2da. ed. México. 361pp.
- Martínez, M. 1963. "Las Pináceas Mexicanas". UNAM. 3ra. ed. México. 400pp.
- Nava, S.R., 1987. "Determinación de las directrices para la prueba de tetrazolium en las semillas de Pinus lambertiana Dougl. y Schinus molle L." Tesis Biólogo. Ciencias. UNAM. México. pag: 8 - 10.
- Niembro, 1983. "Estructura y Clasificación de Semillas de Especies Forestales Mexicanas" Publicación Especial No.40, Sept.1983, Subsecretaría Forestal. INIF-SARH. México, D.F. pag: 77 - 83.
- Patiño, et. al., 1983. "Guía para la Recolección y Manejo de Especies Forestales". Bol. Div. Nal. Invest. For. No.63 México. 180pp.
- Roberts, E.H., 1972. "Storage, Environment and the Control of Viability of Seeds". Ed. Chapman and Hall, London. pag: 14 - 58.
- Roberts, E.H., 1979. "Seed Deterioration and Loss of Viability" Advances in Research and Technology of Seeds, Part.4. pag: 25 - 42.
- Roberts, E.H., 1981. "Physiology of Ageing and its Application to Drying and Storage". Seed. Sci. and Technol. 9(2): 358 - 372.
- Rzedowski, J., 1978. "vegetación de México". Ed. Limusa, México. pag: 263 - 313

- Vázquez-Yanes, C., 1987. "Los Bancos de Almacenamiento de Semillas en la Conservación de Especies Vegetales" -- Ciencia. 38: 239 - 246.
- Vázquez-Yanes, C., 1989. "Longevidad de Semillas: Realidad y -- Ficción" Macpalcxochitl 123. Invierno. Soc.Bot. -- México. pag: 9 - 10.
- Vázquez-Yanes, C., Toledo, J.R., 1989 "El Almacenamiento de Semillas en la Conservación de Especies vegetales. Problemas y Aplicaciones". Bol.Soc.Bot.México. 49: 61 - 69.
- Viñas, 1990. "Ecuaciones Generales de Pérdida de viabilidad en Semillas Almacenadas bajo refrigeración de Pinus greggii, P.leiophylla y P.montezumae" Tesis Profesional Ing. Agrícola. FESC-UNAM. México. 115 pp.
- Vovides, A.P. y Gómez Pompa, A., 19 . "The Problems of Threatened and Endangered Plant Species of México" pag: 77 - 88.
- Zamora, S.C., Velasco, V., 1977 "Pinus strobus var. chiapensis, una especie en peligro de extinción en el estado de Chiapas" Ciencia Forestal Vol.2(8): 3-24
- Zaragoza, 1986. "Viabilidad de Semillas de Especies Forestales bajo refrigeración" Tesis Profesional Ing. Agrícola FESC-UNAM. México. 115pp.