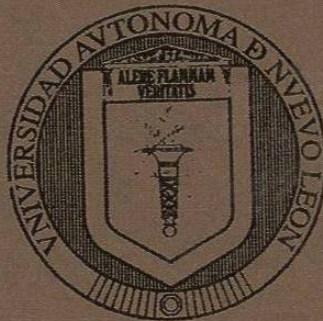


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



ALGUNOS ASPECTOS SOBRE LA FENOLOGIA, PRODUCCION DE
BELLOTA Y PROPAGACION DE SEIS ESPECIES DE ENCINO

Quercus L. DEL ESTADO DE NUEVO LEON, MEXICO

Por

RUBEN ALEJANDRO MARROQUIN FLORES

Como requisito parcial para obtener el Grado de

MAESTRIA EN CIENCIAS FORESTALES

Mayo, 1997

TM

Z5991

FCF

1997

M37 5



1020120180

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



ALGUNOS ASPECTOS SOBRE LA FENOLOGIA, PRODUCCION DE
BELLOTA Y PROPAGACION DE SEIS ESPECIES DE ENCINO

Quercus L. DEL ESTADO DE NUEVO LEON, MEXICO

Por

RUBEN ALEJANDRO MARROQUIN FLORES

Como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRIA EN CIENCIAS FORESTALES

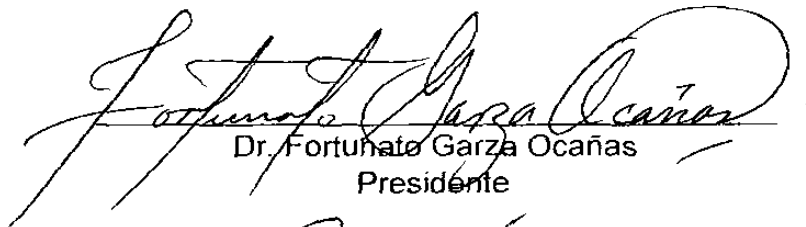
Mayo, 1997



FONDO S S

ALGUNOS ASPECTOS SOBRE LA FENOLOGIA, PRODUCCION DE
BELLOTA Y PROPAGACION DE SEIS ESPECIES DE ENCINO
Quercus L. DEL ESTADO DE NUEVO LEON, MEXICO

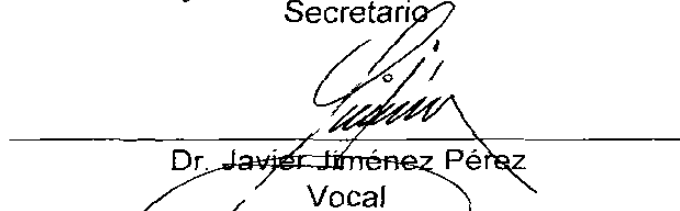
Aprobación de la Tesis:



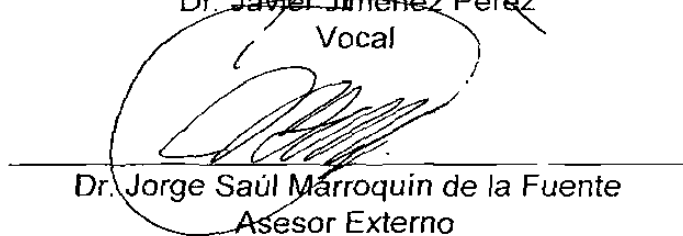
Dr. Fortunato Garza Ocañas
Presidente



Dr. Jose Guadalupe Marmolejo Moncivais
Secretario



Dr. Javier Jiménez Pérez
Vocal



Dr. Jorge Saúl Márroquín de la Fuente
Asesor Externo

Eternamente Agradecido,

Con Admiración y Profundo Respeto

a Lilian y mis hijos, a mis Padres, Hermanos y Sobrinos

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a las siguientes personas e instituciones la realización del presente trabajo. A la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León por apoyar siempre la realización de este trabajo. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por apoyarme durante mis estudios, además por haber aceptado ambos un estudiante más en la maestría de Ciencias Forestales.

A los maestros Dr. Fortunato Garza Ocañas, por la confianza, y la dirección al presente trabajo, sus comentarios y tutorías durante el desarrollo de mis estudios; Dr. José G. Marmolejo Monsivais y Javier Jiménez Pérez por su revisión al escrito y por formar parte de la comisión de tesis. Quisiera agradecer al Dr. Jorge S. Marroquín de la Fuente por su tutoría, comprensión y apoyo en el desarrollo de mis estudios en Ciencias Forestales así como por sus comentarios al escrito. Al MC. Roberto Mercado Hernández, de la Facultad de Ciencias Biológicas, por su apoyo e interés en la realización de los análisis estadísticos.

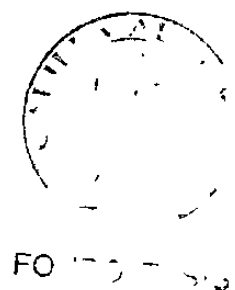
A la técnica Cecilia Casas por su asistencia en el laboratorio de Micología de la F.C.F. U.A.N.L. A los jardineros don Baldemar, Horacio y Juan de los viveros Linares, Iturbide y La Virgen. A todos mis compañeros y amigos de la F.C.F. y F.C.B., de la U.A.N.L. mi más sincero agradecimiento.

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo	Página
Tabla de Contenido	I
Lista de Tablas	IV
Lista de Figuras	VI
Resumen	IX
1 <i>Introducción</i>	1
2 <i>Materiales y Métodos Generales</i>	4
2.1 <i>Area de Estudio</i>	4
2.2 <i>Especies Seleccionadas</i>	5
2.3 <i>Taxonomía de las Especies Estudiadas</i>	5
2.4 <i>Fenología</i>	5
2.4.1 <i>Desprendimiento de Hoja, Floración y Fructificación</i>	5
2.4.2 <i>Evaluación de la Producción de semilla</i>	6
2.5 <i>Germinación en Vivero</i>	8
2.6 <i>Inoculación de Plántulas con Esporas de</i> <i>Pisolithus tinctorius</i>	9
3 <i>Taxonomía de Seis Especies de Encino</i>	11
3.1 <i>Introducción</i>	11
3.2 <i>Objetivos</i>	12
3.3 <i>Especies Estudiadas</i>	14
3.4 <i>Quercus canbyi</i> Trelease	14
3.5 <i>Quercus fusiformis</i> Small	16
3.6 <i>Quercus laceyi</i> Small	18
3.7 <i>Quercus polymorpha</i> Chamisso & Schlechtendal	20
3.8 <i>Quercus rysophylla</i> Weatherby	22
3.9 <i>Quercus vaseyana</i> Buckley	23
3.10 <i>Conclusión</i>	24

4	Fenología de las Especies Estudiadas	26
4.1	Introducción	26
4.2	Objetivos	27
4.3	Materiales y Métodos	27
4.4	Resultados	28
4.4.1	Desprendimiento de Hoja	28
4.4.2	Floración	29
4.4.3	Fructificación	34
4.4.4	Trampas de Bellotas	37
4.5	Discusión	38
4.5.1	Desprendimiento de Hoja	38
4.5.2	Floración	40
4.5.3	Fructificación	43
4.6	Heladas	45
5	Evaluación de la Producción de Bellotas	46
5.1	Introducción	46
5.2	Objetivos	50
5.3	Materiales y Métodos	51
5.4	Resultados	51
5.5	Discusión	76
6	Evaluación de la Germinación de Bellotas en Vivero	86
6.1	Introducción	86
6.2	Objetivos Generales	87
6.3	Objetivos Particulares	88
6.4	Materiales y Métodos	88
6.5	Resultados	89
6.5.1	Pruebas de Germinación en 1993	89
6.5.2	Pruebas de Germinación en 1994	90
6.5.3	Pruebas de Germinación en 1995	97
6.6	Discusión	103
7	Micorrización de Plántulas de <i>Quercus spp.</i> Con Esporas de <i>Pisolithus tinctorius</i> (Pers.), Coker & Couch en Vivero y Campo	108
7.1	Introducción	109

7.2	Objetivos	110
7.3	Materiales y Métodos	110
7.4	Resultados	111
	7.4.1 Morfología	111
	7.4.2 Inoculación en Contenedores en Vivero	111
	7.4.3 Estudio de la Plantación de Campo	115
7.5	Discusión	123
8	Discusión General	129
Bibliografía		132
Apéndice		140



LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
2.1	Número total de Individuos muestreados por especie en todos los Sitios en 1994 y 1995 . . .	7
4.1	Especies, Sitios y Fechas Límites Registradas de la Epoca de Reposo Invernal de Algunos Individuos, los LLamamos Desfasados	29
5.1	Valores Medios de la Producción Relativa de Semilla de <i>Quercus polymorpha</i> en los Diferentes Sitios con el Método de Tiempo	70
5.2	Valores Medios de la Producción Relativa de Semilla, por Especie, por año, con el Método de Tiempo	76
6.1	Capacidad Germinativa de Tres Especies de Encino	89
6.2	Valor de Z para la Capacidad Germinativa de las Especies Estudiadas	89
6.3	Pruebas de Germinación de seis Especies de Encino	96
6.4	Valor de Z para la Capacidad Germinativa de las Especies Estudiadas	91
6.5	Valor de Z para el Período de Prueba de las Especies Estudiadas	91
6.6	Valor de Z para la Energía Germinativa de las Especies Estudiadas	92
6.7	Pruebas de Germinación en Campo de <i>Quercus laceyi</i> en Diferentes Sustratos de Suelo	97

6.8	Valor de Z para la Capacidad Germinativa de <i>Quercus laceyi</i>	97
6.9	Valor de Z para el Periodo de Prueba de <i>Quercus laceyi</i>	98
6.10	Valor de Z para la Energía Germinativa de <i>Quercus laceyi</i>	98
6.11	Valor de Z para la Energía Germinativa Bajo el Criterio de Porcentaje, 60% de Germinación	103
7.1	Incremento Medio en Vivero y Plantación	119
7.2	Incremento Máximo de las Especies en Vivero y Plantación	121

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
3.1 <i>Quercus canbyi</i> Trel. (Cortesía de Kew Gardens)	13
4.1 Comportamiento del Proceso de Floración en el Momento de la Antesis en el Muestreo de Poblaciones de Seis Especies de Encino	30
4.2 Comportamiento del Desarrollo de la Flor Pistilada en Poblaciones Muestreadas de Seis Especies de Encinos .	32
4.3 Tiempo de Liberación de Polen en Días para <i>Quercus spp.</i> en 1996	33
4.4 Fructificación de <i>Quercus spp.</i> Durante 1993-1995 en los Sitios Estudiados y en los Tipos de Vegetación a los que se Asocia Mostrando el Número Total de Días en los que Ocurrió	35
4.4 (Continúa)	36
4.4 (Continúa)	37
4.5 Producción de Bellotas de <i>Q. canbyi</i> Colectadas Mediante el Método de rampas	38
5.1 Evaluación de la Producción Relativa de Semilla de <i>Quercus spp.</i> en 1994-1995	54
5.2 Evaluación de la Producción Relativa de Semilla de <i>Quercus spp.</i>	55
5.3 Evaluación de la Producción Relativa de Semilla de <i>Quercus rysophylla</i>	55

5.4	Evaluación de la Producción Relativa de Semilla de <i>Quercus spp.</i>	56
5.5	Evaluación de la Producción Relativa de Semilla de <i>Quercus spp.</i>	57
5.6	Evaluación de la Producción Relativa de Semilla de <i>Quercus fusiformis</i>	56
5.7	Evaluación de la Producción Relativa de Semilla de <i>Quercus vaseyana</i>	59
5.8	Evaluación de la Producción Relativa de Semilla de <i>Quercus canbyi</i>	60
5.8	(Continúa)	61
5.9	Evaluación de la Producción Relativa de Semilla de <i>Quercus fusiformis</i>	63
5.9	(Continúa)	64
5.10	Evaluación de la Producción Relativa de Semilla de <i>Quercus laceyi</i>	66
5.10	(Continúa)	67
5.11	Evaluación de la Producción Relativa de Semilla de <i>Quercus polymorpha</i>	68
5.11	(Continúa)	69
5.12	Evaluación de la producción relativa de semilla de <i>Quercus rysophylla</i>	72
5.13	Evaluación de la producción relativa de semilla de <i>Quercus vaseyana</i>	73
5.14	Valores Medios de la Producción Relativa de Semilla por Especie por Sitio, con el método de Tiempo	74

5.14 (Continúa)	75
6.1 Germinación o Polígonos de Frecuencia de <i>Quercus spp.</i>	94
6.2 Germinación Acumulada o Polígonos de Frecuencia Acumulada de <i>Quercus spp.</i>	94
6.3 Curva de Germinación Acumulada Ajustada Mediante un Modelo Polinomial de Tercer Grado	96
6.4 Relación Capacidad Germinativa-Energía Germinativa	96
6.5 Germinación o Polígonos de Frecuencia de <i>Quercus laceyi</i>	99
6.6 Germinación Acumulada o Polígonos de Frecuencia Acumulada de <i>Quercus laceyi</i>	100
6.7 Relación Capacidad Germinativa-Energía Germinativa de <i>Quercus laceyi</i> en Cuatro Medios Artificiales Diferentes	101
6.8 Diferentes Criterios del uso del Término Energía Germinativa	102
7.1 Supervivencia de <i>Quercus spp.</i> por Concentración de Esporas a Catorce Meses de la Inoculación	113
7.2 Supervivencia de las Especies Estudiadas a Catorce Meses	114
7.3 Supervivencia de las Especies Estudiadas a Catorce Meses	115
7.4 Establecimiento de <i>Quercus spp.</i> en una Plantación de Campo (i. e. Area de Matorral Abierto) a Seis Meses	117
7.5 Establecimiento de <i>Quercus spp.</i> en una Plantación de Campo a Catorce Meses	118
7.6 Establecimiento de <i>Quercus spp.</i> por Concentración de Esporas de <i>Pisolithus tinctorius</i>	119
7.7 Diferencia en Porcentaje del Incremento Medio en Altura entre la Plantación y el Vivero	120
7.8 Diferencia en Porcentaje del Incremento Máximo en Altura entre la Plantación y el Vivero	122

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en 15 sitios de la Sierra Madre Oriental del estado de Nuevo León durante cuatro años. Se seleccionaron seis especies de encinos y se determinó su ubicación taxonómica esto, tomando en cuenta la alta variación morfológica de las mismas que frecuentemente dificulta su identificación. A este respecto, se determinó que *Quercus laceyi* Small., *Quercus microlepis* Trel. & Muller y *Quercus porphyrogenita* Trel. son sinónimos. A pesar de la enorme variabilidad morfológica *Quercus vaseyana* Buckl. es de fácil determinación, esta especie era originalmente reconocida como *Quercus sillae* Trel. o como *Quercus pungens* var. *vaseyana*. (Buckl.) Mull. *Quercus canbyi* Trel., *Quercus rysophylla* Weat., *Quercus polymorpha* Cham. & Schlecht. y *Quercus fusiformis* Small. no presentan dificultad para su identificación taxonómica.

Con respecto al comportamiento fenológico de las especies se estudió el desprendimiento de la hoja, la floración así como la fructificación y el período de dormancia invernal en los 15 sitios seleccionados. Los resultados obtenidos mostraron una diferencia altamente significativa para cada uno de los factores estudiados en todas las especies y en todos los sitios. Esta diferencia se presentó de igual forma aún entre individuos de una sola especie en una población en un sitio.

Se realizó un estudio para evaluar la producción de bellotas en 480 árboles durante 1994-1995 mediante dos métodos. Se encontró que la hipótesis de concordancia de recursos propuesta por Norton & Kelly (1988) fue la que mejor describió el comportamiento de la producción de bellota de las especies de encino estudiadas. Los resultados mostraron que disminuyó en *Q. canbyi*, *Q. fusiformis*, *Q. rysophylla*, *Q. vaseyana* y aumentó en *Q. polymorpha*.

Asimismo, se cosecharon bellotas y se realizaron pruebas de germinación durante 1994 - 1996. Se estudió la capacidad germinativa de las especies en condiciones de vivero. El sustrato artificial acondicionado con perlita en proporción 1:1 resultó ser el más apropiado para las semillas de *Q. laceyi*. Se realizó un estudio en vivero y en campo durante 1995 - 1996 en el cual se utilizaron 4 diferentes concentraciones de esporas de *Pisolithus tinctorius* para inocular plántulas de las especies seleccionadas. Los resultados mostraron que independientemente de la concentración de esporas aplicadas todas las especies mostraron un 25% de colonización micorrízica. Las especies que se comportaron mejor en relación a la sobrevivencia, establecimiento, incremento, en altura y diámetro fueron *Q. vaseyana*, *Q. fusiformis* y *Q. polymorpha*.

CAPITULO 1

Introducción

El área de estudio fueron quince sitios comprendidos dentro de la provincia de la Sierra Madre Oriental en el estado de Nuevo León SPP., (1981). Se seleccionaron seis especies de encinos, y se aclaró en lo posible su ubicación taxonómica. Se estudió en los sitios a las especies, temas sobre el comportamiento fenológico como son: el desprendimiento de hoja, la floración y la fructificación. Se evaluó la producción de semilla de 480 árboles en dos años, utilizando dos métodos, tratando de aprender como es su comportamiento. Algunas semillas fueron cosechadas y se realizaron pruebas de germinación en tres años: la primera, con tres pares de especies de diferentes sitios; la segunda, con seis especies y la tercera, fue una prueba de sustratos con una especie y la evaluación de tres criterios del término energía germinativa. Las plantulas germinadas fueron inoculadas con diferentes concentraciones de esporas de un hongo ectomicorrícico de uso intensivo en viveros e invernaderos, en dos viveros permaneció instalado el experimento así como en la plantación de campo, evaluando la infección micorrícica y las respuestas del incremento en altura y diámetro a catorce meses de la inoculación.

Los bosques de *Quercus* son comunidades características de las zonas montañosas de México y constituyen el elemento dominante de la

vegetación de la Sierra Madre Oriental (Rzedowski, 1978). Por miles de años las especies de encinos han prosperado y logrado su establecimiento a través de sus semillas; con este mecanismo reproductivo y de dispersión los encinos se han movido con los períodos glaciales. Estos árboles han sobrevivido a muchos cambios generados por el clima, la geología y los incendios. Los encinos han ocupado también nuevos sitios en competencia con otras especies forestales a través del tiempo.

Por otra parte, los encinares han sido de los tipos de vegetación más afectados por el impacto del hombre, ya que ocupan áreas particularmente favorables para el desarrollo de la agricultura y cubren regiones de clima atractivo para la población humana. Además, en la actualidad son bastante usados a escala local, particularmente en construcción de vivienda, muebles, postes para cercas, corteza para curtiduría de pieles, frutos como alimento; pero principalmente como combustible, ya sea directamente o transformado en carbón, y estas actividades tienen un profundo arraigo y tradición entre el pueblo mexicano (Marroquín, 1985).

Por lo general los bosques de encino se componen de árboles viejos con cavidades y hasta con notables signos de declinamiento. El incremento demográfico y las consecuentes actividades humanas de sobrevivencia ejercen una presión constante en estos bosques lo cual está ocasionando que el bosque, difícilmente, cumpla con su ciclo de regeneración normal. Aunado a las demandas de la población rural, generalmente fuera de un mercado, existen explotaciones por comerciantes de plantones de encino en las ciudades, que afectan gravemente la regeneración de estos bosques

debido a la extracción de planta, quizás con una excelente calidad genética y a punto de lograr un condición en el dosel superior del bosque. Dichos comerciantes obtienen ganancias ilícitas y compiten deslealmente con los viveros establecidos. Es tarea urgente, por consiguiente, buscar la conservación de todos aquellos encinares donde su presencia es necesaria para preservar su especie, así como el equilibrio ecológico y de cuencas hidrográficas. Su importancia reside, en que son seres vivos, e intervienen en el complejo ciclo del agua y la retención del suelo.

El objetivo de este trabajo es discutir sobre la taxonomía de seis especies de encino, además aportar observaciones sobre las hipótesis y/o factores que se piensa, están involucrados en los siguientes procesos:

a.- Fenología de las poblaciones de encinos seleccionadas, en algunos sitios de la provincia de la Sierra Madre Oriental, de 1993 - 1996.

b.- Evaluar la producción de semilla (i. e. bellota) de las especies estudiadas, en quince sitios de esa provincia, durante 1994 y 1995.

c.- Evaluar la germinación de las especies estudiadas, bajo condiciones de campo en el vivero de la F.C.F., U.A.N.L., Linares, N. L., durante 1993 y 1994, y en el vivero del rancho La Virgen, Monterrey, N. L. durante 1995

d.- Evaluar el uso de esporas de *Pisolithus tinctorius* en diferentes concentraciones para micorrizar plántulas de las especies de encino estudiadas en contenedores en el vivero y en una plantación de campo

CAPITULO 2

Materiales y Métodos Generales

2.1 Area de estudio

Para la realización del estudio se seleccionaron 15 sitios que se encuentran localizados en siete municipios de la provincia de la Sierra Madre Oriental, subprovincia de la Gran Sierra Plegada (SPP., 1981):

Sitio	Municipio
El Encinal de Pablillo	Galeana
Bosque Escuela	Iturbide
La Estación	Iturbide
Cuevas	Iturbide
Cuevas 1	Iturbide
Cuevas 2	Iturbide
Rancho Dr. Barreda	Linares
La Comunidad en la Ciénega	Santiago
La Virgen	Monterrey
La Estanzuela	Monterrey
El Encino	Monterrey
El Escorial	San Pedro Garza García
Las Moras	San Pedro Garza García
Parque Residencial	San Pedro Garza García
Sta. Catarina	Sta. Catarina

2.2 Especies seleccionadas

- a.- *Quercus canbyi* Trel.
- b.- *Quercus fusiformis* Small.
- c.- *Quercus laceyi* Small.
- d.- *Quercus polymorpha* Cham. & Schlech.
- e.- *Quercus rysophylla* Weat.
- f.- *Quercus vaseyana* Buck.

La selección se hizo tomando en cuenta su importancia ecológica así como sus múltiples usos e.g. ornamentales, recreación, madera, leña, carbón y otros.

2.3 Taxonomía de las especies estudiadas

Se realizó una revisión bibliográfica de la taxonomía de las especies seleccionadas con la finalidad de esclarecer las opiniones de los diferentes autores acerca de las especies.

2.4 Fenología

2.4.1 Desprendimiento de hoja, floración y fructificación

Se realizaron salidas semanales a los sitios seleccionados en campo de acuerdo con un calendario fenológico de las especies, durante 1993, 1994, 1995 y 1996. Así se establecieron las tres siguientes categorías:

Estado vegetativo (Ev); se emplea en la caída del follaje con tres sub categorías que son: perenifolio, sub-caducifolio y caducifolio las cuales señalan la presencia o ausencia de hojas durante el invierno al renovar el follaje.

Floración (Fl); con tres subcategorías i.e. Fl 1, Fl 2 y Fl 3.

Fructificación (Fr); con tres subcategorías i.e. Fr 1, Fr 2 y Fr 3 en donde se establece el estado de desarrollo de la flor o el fruto y comprende el inicio, la plenitud y la declinación.

2.4.2 Evaluación de la producción de semilla

Se marcaron 480 árboles numerándolos con etiquetas permanentes de aluminio y/o etiquetas plásticas.

Los árboles marcados se localizan en los 15 sitios seleccionados, los tipos de vegetación se obtuvieron de las cartas de uso del suelo Iturbide G14 C67, Allende G14 C36, Monterrey G14 C26 y Garza García G14 C25; CETENAL, 1977 esc. 1:50,000 y están distribuidos de la forma siguiente:

TABLA 2.1

NUMERO TOTAL DE INDIVIDUOS MUESTREADOS POR ESPECIE EN
 TODOS LOS SITIOS EN 1994 y 1995

Sitio	<i>Q laceyi</i>	<i>Q canbyi</i>	<i>Q fusiformis</i>	<i>Q polymorpha</i>	<i>Q rysophylla</i>	<i>Q vaseyana</i>
El Encinal	5					
Bosque Escuela	21	26				
La Estación	12	7				
Cuevas			17			
Cuevas 1			16	8		
Cuevas 2				15		
Dr. Barreda	23	31	16	17	9	
La Comunidad					42	
El Encino						32
La Estanzuela				15		
La Virgen			7	20		
El Escorial		12		9		
Las Moras	17	23			29	
Parque Residencial			13			
Sta Catarina			38			
Total	78	99	107	84	80	32

Total general 480 árboles

Durante 1994 y 1995, entre los meses de julio y octubre, justo antes de la caída de la semilla, se evaluó la abundancia relativa de la producción de semilla en cada árbol. Se utilizaron dos métodos: el propuesto por Graves (1980) modificado por Koenig *et al.*, (1991, 1994, 1994a). Este último consiste en que el observador examina visualmente diferentes áreas de la copa del árbol y de

acuerdo con una puntuación establecida en un rango de entre 0 y 4, describe el tamaño relativo de la producción de semilla realizando dos lecturas. El segundo método es el propuesto por Koenig *et al.*, (1991, 1994, 1994a) y consiste en que el observador examina visualmente diferentes áreas de la copa del árbol y obtiene un número determinado de bellotas en un tiempo de 30 segundos. Este método describe el tamaño relativo de la producción de semilla realizando dos lecturas; éstas indican un rango de abundancia de la producción de semilla en cada árbol y no necesariamente son iguales.

2.5 Germinación en vivero

Al madurar la semilla de las especies de encino se colectó del suelo los años de 1993, 1994 y 1995 a partir de árboles marcados, grandes y sanos, y se depositó en bolsas de polietileno para evitar la pérdida de humedad. Estas bolsas se etiquetaron y almacenaron en un refrigerador con 4 °C de temperatura hasta su empleo. Antes de sembrar las semillas se hicieron flotar y se desecharon las ligeras y perforadas por insectos. Se utilizó tierra de arcilla como sustrato para la germinación en 1993 y se usaron como envases bolsas de polietileno de 500 ml. se evaluó la capacidad germinativa.

En 1994 se utilizó tierra de arcilla, musgo y perlita en una proporción de 1:1:1, en contenedores de 2.1 l., se evaluó la capacidad germinativa y la energía germinativa; y se realizaron conteos de frecuencia dos veces por semana.

En 1995 se practicó una comparación de medios a base de composta de viruta de pino con estiércol de equino mezclada con perlita, tierra de arcilla o arena

sílica en proporción de 1:1, en bolsa de polietileno de 500 ml. Se evaluó la capacidad germinativa y la energía germinativa y se realizaron conteos de frecuencia diariamente. La siembra en 1993 y 1994 se realizó en el vivero de la F.C.F. Linares, ubicado dentro de una comunidad de matorral espinoso tamaulipeco a 350 m.s.n.m. con un tipo de clima (A)C(x')(w'o)a(e) y 765.2 mm de precipitación promedio anual (García, 1981). La prueba en 1995 se desarrolló en el vivero del rancho La Virgen, Monterrey, N. L. ubicado dentro de un bosque de encinos a 750 m.s.n.m. con un tipo de clima BS1(h')hw''(e) y 634.1 mm de precipitación promedio anual (García, 1981).

2.6 Inoculación de plántulas con esporas de *Pisolithus tinctorius*

Se inocularon las plántulas obtenidas de semilla de seis especies de encino con esporas del hongo ectomicorrícico *Pisolithus tinctorius*. Los esporóforos de este hongo se colectaron en un bosque de encinos del sitio La Virgen en Monterrey N. L. Estos se secaron y se pasaron a través de una criba de 200 μm para eliminar contaminantes (e.g. insectos), las esporas se colocaron en frascos de cristal para su posterior utilización. La inoculación de las plántulas se realizó en dos ocasiones con espacio de tres meses. Las aplicaciones fueron de 10 ml de agua destilada con unas gotas de detergente no fosfatado con diferentes cantidades 0, 2, 4 y 6 gr/l de esporas sobre la periferia de las raíces de las plántulas. Adoptando un diseño aleatorio las plántulas formaron cuatro grupos de seis especies en dos viveros, 240 plántulas en cada uno de ellos, que fueron germinadas en un medio de perlita, musgo y tierra de arcilla en

proporción 1:1:1 en contenedores de 2.1 l. Los grupos de especies fueron colocados en el vivero F.C.F. de Linares y una réplica en el vivero F C F. de Iturbide. Este último ubicado dentro de una comunidad de bosque de pino-encino-nogal a 1450 m.s.n.m. con un tipo de clima BS1hw''(x')(e) y 580.4 mm de precipitación promedio anual. Otro experimento lo componen 300 plántulas de cinco especies de encino germinadas en un medio de tierra de arcilla en envases de 500 ml; estas se plantaron adoptando un diseño aleatorio con un acolchado a base de musgo y perlita en proporción 1 1 que recubría la base y el perímetro del cepellón, en un área experimental contigua al vivero F.C.F en Linares. Ambos experimentos se mantuvieron durante catorce meses antes de su evaluación.

CAPITULO 3

Taxonomía de Seis Especies de Encino

3.1 Introducción

Los encinares se distribuyen en el hemisferio norte, en América del sur se les encuentra hasta en los Andes de Colombia. México, es un país con una gran diversidad de este grupo. Aunque la sistemática de los taxa pertenecientes al género *Quercus* se encuentra lejos de ser satisfactoria, en forma conservadora Rzedowski (1978) reconoce más de 150 especies o quizá hasta 200 en México. Esta diferencia de criterio respecto al número total de especies se debe principalmente a que los árboles o arbustos de este género se han venido clasificando como nuevas especies, quizás por el alto grado de polimorfismo foliar y variación que poseen, además, de que las descripciones pueden estar basadas en ejemplares que no están completos. Aunado a esto, la distribución que presentan, con frecuencia, no permite tomar decisiones que simplifiquen la sistemática del grupo.

Las nuevas líneas de investigación en sistemática moderna, basadas en los análisis anatómicos de la madera, los compuestos químicos o los estudios de DNA, pudieran quizás ser una alternativa viable para esclarecer las relaciones tan complejas que presenta este grupo.

El concepto de especie para los encinos no es un tema de discusión en este estudio. Lo que se buscó fue elegir un criterio taxonómico para las especies estudiadas en este trabajo y expresar la información teórica, recabada para cada una de ellas, en una pequeña observación. Sin embargo, se puede agregar que para los objetivos de este trabajo quedan algunas dudas sobre la validez de los nombres empleados para las especies estudiadas.

Se revisaron algunas referencias para la región, las que lamentablemente según Müller-Using (1991), no representaron una solución absoluta a las aún muchas preguntas existentes acerca de la sistemática de encinos del noreste de México.

3.2 Objetivos

Optar por una nomenclatura satisfactoria, para las seis especies estudiadas, al incluir una observación; sin llegar a discutir y/o concluir sobre la sistemática de sus respectivas series y taxas involucradas (Figura 3.1)

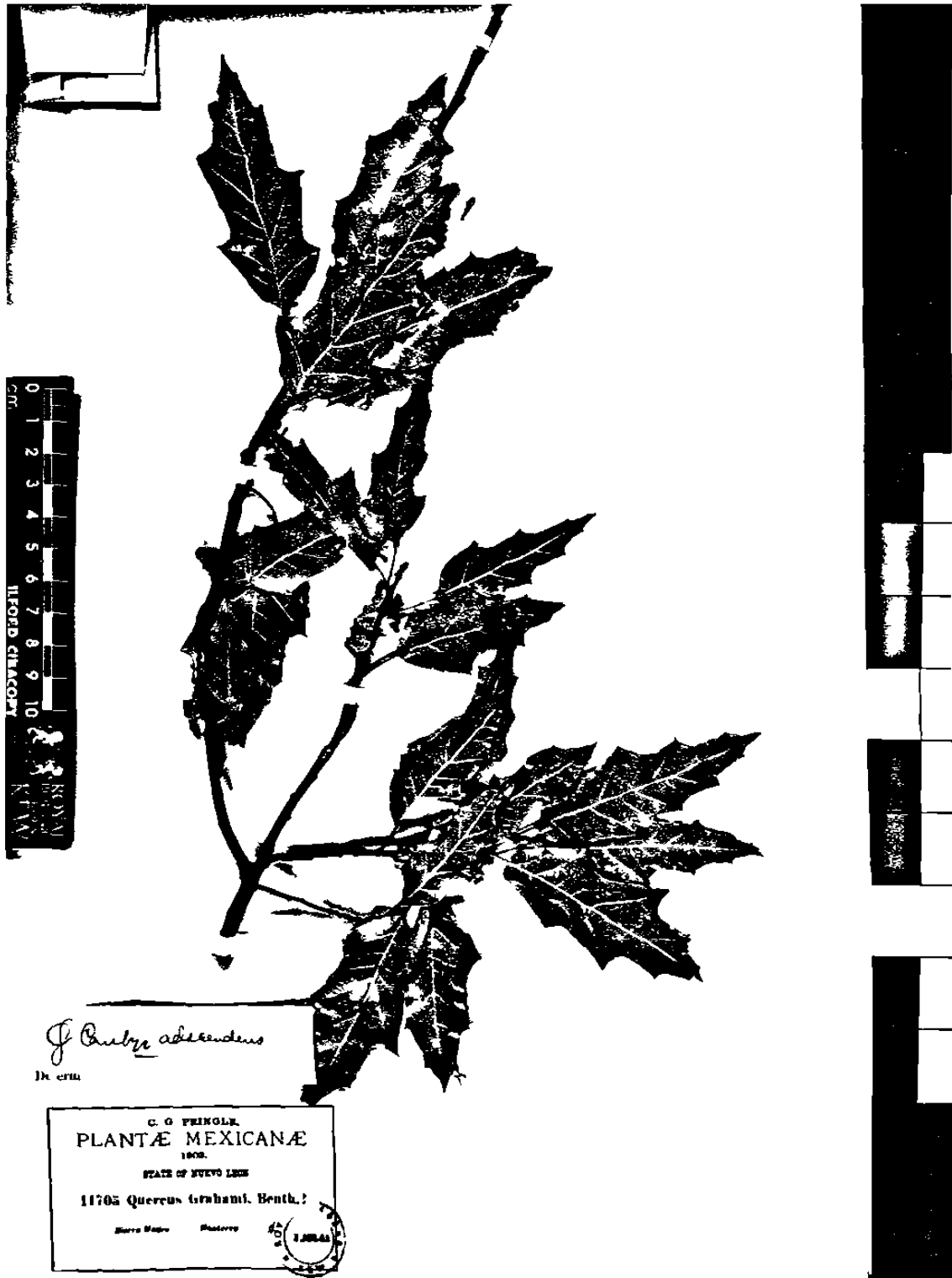


Figura 3.1 *Quercus canbyi* Trel. (Cortesía de Kew Gardens)

3.3 Especies estudiadas

3.4 *Quercus canbyi* Trelease Mem Nat. Acad. Sci. XX. p. 188. pl. 379 inf., 380. 1924.

Quercus karwinskii Trel. Mem. Nat. Acad. Sci. XX p 188. pl. 379 sup 1924 (Valdez & Aguilar, 1983). Un espécimen colectado en la Sierra Madre Oriental sin datos, (M.).

Subgénero	<i>Erythrobalanus</i>	Trelease	1924
Serie	<i>Acutifoliae</i>	Trelease	1924

Distribución

Sierra Madre Oriental en México Trelease (1924); noreste de México Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas (Nixon, 1993).

Ejemplar tipo

México: Nuevo León: Monterrey, Pringle, No. 2393 agosto 29 de 1889

Nombre común

Encino negro (Villaldama), *encino amarillo* (Iturbide), *encino molinillo* (Santiago), *encino de tinta* (Linares), *encino duraznillo* (Monterrey)

Observaciones

Valdez & Aguilar (1983) consideran a *Quercus graciliformis* Mueller Torrey 34. 120. 1934. cuyo ejemplar tipo es Mueller No. 565 de agosto de 1933 de

Blue Creek Canyon en Chisos Mountains, (TEX.) como sinónimo de *Quercus canbyi* Trel., argumentando que la fructificación bianual pudiera no ser un carácter determinante para separar estas dos especies y por lo tanto *Quercus canbyi* Trel. tendría probablemente según Valdez, (com. per 1996) dos estrategias reproductivas bien diferenciadas. Dichas estrategias se manifiestan en el tiempo de maduración de la bellota, más específicamente el tiempo requerido de la polinización a la caída del fruto. Tal es el caso que reporta Elena-Rosello *et al.*, (1993) para *Quercus suber* L. en España donde determina dos biotipos:

- 1) De maduración anual (ciclo corto).
- 2) De maduración bianual (ciclo largo).

Muller (1951) distingue a *Quercus canbyi* Trel. de *Quercus graciliformis* Mueller entre otras características por la fructificación bianual del segundo. Mueller (1934) menciona que *Quercus graciliformis* var *parvilobata* Muller Torrey 34:122. 1934. sólo puede ser distinguida de *Quercus canbyi* Trel por su fruto. Por otra parte Muller (1940) en Oaks of Trans-Pecos Texas ilustra a *Quercus graciliformis* Mueller una especie de fructificación bianual y menciona que está muy relacionada con *Quercus canbyi* Trel en la Sierra Madre Oriental de Nuevo León, México.

Actualmente, llamamos *Quercus cupreata* Trel & Muell. Bull. Torrey Bot Club 63:152. 1936. cuyo ejemplar tipo es C. H. & M. T. Mueller No 586-1933 de la Sierra Madre Monterrey, N L México, a un encino muy semejante a *Quercus canbyi* Trel excepto porque es de fructificación bianual.

Müller-Using está de acuerdo con Nixon (1982 com. per.) en el hecho de que la fructificación bianual es una característica importante para diferenciar *Quercus cupreata* Trel. & Muell. ilustrado en Müller-Using (1994), de *Quercus canbyi* Trel. especies muy parecidas.

Nixon (1993) en una lista parcial de especies para el noreste de México no incluye a *Quercus graciliformis* Mueller, pero sí a *Quercus cupreata* Trel. & Mueller.

3.5 *Quercus fusiformis* Small Bull. Torr. Bot. Club, Vol. 28, p. 357, 1901

Quercus oleoides var. *quaterna* Mull. Contr. Texas Research Foundation 1:76. 1951. (Muller, 1970).

Quercus virginiana var. *fusiformis* (Small) Sargent, Bot. Gaz. 65:448. 1918
Trelease (1924); Muller (1961).

Subgénero	Leucobalanus	Trelease	1924
-----------	--------------	----------	------

Serie	Virentes	Trelease	1924
-------	----------	----------	------

Distribución

De Texas en los EUA Nixon (1984) a la Sierra Madre Oriental, en los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas (Nixon, 1993)

Ejemplar tipo

Estados Unidos: Texas: Condado Kerr: Kerrville. Howard Lacey's Ranch
1899-1900.

Nombre común

Encino chino (San Pedro Garza García), encino prieto (Villaldama), encino molino (Linares), encino bravo (Monterrey).

Observaciones

Muller (1961a) reconocía a *Quercus oleoides* var. *quaterna* Mull. (pro max. parte, typus excl.) sinónimo de *Quercus virginiana* Mill.

Actualmente Nixon (1984) reconoce a *Quercus oleoides* var. *quaterna* Muller como un híbrido entre *Quercus fusiformis* Small y *Quercus oleoides* Cham. & Schlecht.; en un estado incipiente de especiación, de suelos profundos y arenosos en el sur de Texas con reminiscencias quizás de *Quercus geminata* Small. No se trata de una única población que difiere considerablemente de poblaciones adyacentes de suelos arcillosos. Coincide con Muller (1970), que entiende como clara la infiltración de *Quercus oleoides* Cham. & Schlecht. en *Quercus fusiformis* Small. en esta misma localidad al sur-oeste del condado de Aransas en el sur de Texas, donde se presentan suelos profundos y arenosos.

Cabe mencionar que algunos investigadores como Trelease y Standley mantuvieron el criterio de *Quercus fusiformis* Small. e incluso algunas publicaciones de Muller, quizás influenciado por el Dr. Trelease en Mueller (1936, 1936a) y Muller (1940, 1944) mantiene conservadoramente a *Quercus fusiformis* Small.

Muller (1951) cambia de opinión y da prioridad a *Quercus virginiana* var. *fusiformis* Sarg. para reconsiderar en 1961 con dos interesantes

investigaciones The Live Oaks of the Series Virentes y The Origin of *Quercus fusiformis* Small.

Nixon (1984) explica el patrón de variación encontrado entre *Quercus fusiformis* Small. y *Quercus virginiana* Mill. en base a un análisis de características similares a lo largo de un transecto en una zona de infiltración de poblaciones puras de *Quercus virginiana* Mill. y *Quercus fusiformis* Small. en Texas EUA ilustrado en (Simpson, 1988).

3.6 *Quercus laceyi* Small Bull. Torrey Bot. Club 28:358. 1901.

Quercus breviloba f. *laceyi* (Small) Trel. Mem. Nat. Acad. Sci 20:102. 1924, (Muller, 1951; Nixon & Muller, 1992).

Quercus breviloba subsp. *laceyi* (Small) A. Camus, Monogr. Genre Quercus 2:680. 1936-38, (Muller, 1951; Nixon & Muller, 1992).

Quercus porphyrogenita Trel., Mem. Nat. Acad. Sci. 20:51. pl. 39. 1924. Mull., Amer. Midl. Nat. 18:844. 1937. (Muller, 1951).

Quercus microlepis Trel. & Mueller. Bull. Torr. Bot. Club 63:150. 1936 (Muller, 1944).

Quercus glaucophylla sensu Mueller Bull. Torr. Bot. Club 63:151. 1936. Jour. Arnold Arb. 17:162. 1936., no von Seemen 1900. (Muller, 1944).

Subgénero Leucobalanus Trelease 1924

Distribución

De Texas en los EUA a la Sierra Madre Oriental en los estados de Coahuila, Nuevo León y quizás Tamaulipas (Nixon & Muller, 1992).

Ejemplar tipo

Estados Unidos: Texas: Kerr, Co.: Lacey's Ranch near Kerrville, 1899-1901, Howard Lacey s.n. (NY).

El tipo de *Quercus porphyrogenita* es de Monterrey, N. L., Trelease, 117 (MO.); 120, 118 ?, marzo 19, 1900. Canby, Sargent & Trelease, 225, Sargent, marzo 19, 1900; Pringle, 2884.

El tipo para *Quercus microlepis* Trel & Muell. de C. H. & M. T. Mueller No. 578-1933.

Nombre común

Encino blanco (Villaldama), encino burrero (Linares).

Observaciones

Muller (1951) no menciona a *Quercus microlepis* Trel. & Muell. sinónimo de *Quercus laceyi* Small y *Quercus porphyrogenita* Trel.

Ejemplares del Taray en Hacienda Pablillo localidad cercana al Encinal de Pablillo en Galeana N. L. Mueller (1936) los identifica como *Quercus glaucophylla* von Seemen, una especie inicialmente descrita para La Sierra de San Felipe en Oaxaca. Muller (1944) explica que lo mejor es mantener las plantas del norte como distintas a las del sur hasta no realizar estudios críticos que precisen las relaciones establecidas.

Para Banda (1974) *Quercus laceyi* Small. es una especie polimórfica la cual no tiene grandes diferencias entre *Quercus porphyrogenita* Trel., *Quercus glaucophylla* sensu Mueller y *Quercus glaucoides* Mart. & Gal..

Muller (1979) considera a *Quercus glaucophylla* von Seemen, *Quercus porphyrogenita* Trel. y *Quercus laceyi* Small como sinónimos de *Quercus glaucoides* Mart. & Gal.

A partir de esa fecha *Quercus laceyi* Small. fue tratado como sinónimo de *Quercus glaucoides* Mart. & Gal. en la literatura reciente. Sin embargo, en base a caracteres vegetativos, florales, fructíferos y embriológicos Nixon & Muller (1992) afirman que se trata de especies distintas.

Nixon (1993) considera a *Quercus laceyi* Small y *Quercus microlepis* Trel. & Muell. en su listado para el noreste de México, basado en características morfológicas, altitud y hábitat que las separan Nixon & Muller (1992). El autor del presente trabajo no considera esta distinción y se tratan como sinónimos.

Quercus laceyi Small. Muller (1951) lo incluye taxonómicamente en la serie Glaucoideae así como Martínez (1982), cabe aclarar que *Quercus microlepis* Trel. & Muell. está incluida en la serie Glaucoideae Mueller (1936) y *Quercus porphyrogenita* Trel. está incluido en la serie Polymorphae Trelease (1924) Por otra parte Nixon & Muller (1992) son claros al especificar las características de la serie Glaucoideae (Trelease) Camus emend. En contraste, no se presentan especies de esta serie en el noreste de México y, actualmente, no sabría decir cual es la serie a la que pertenece *Quercus laceyi* Small.

3.7 *Quercus polymorpha* Chamisso & Schlechtendal Linnaea, Vol. 5, p 78. 1830.

Quercus petiolaris Bentham Plant. Hartweg. p. 55, 348. 1840, (Trelease, 1924).

Quercus varians Martens & Galeotti Bull. Acad. Brux. Vol. 10, part. 1 p. 214 1843. (Standley, 1920-26).

Quercus guatemalensis A. DC. in DC. Prodr. XVI (2):78. 1864, (Muller, 1942a).

Quercus turbinata Liebman Overs Danske Vidensk Selsk. Fordhandl 1854 no *Quercus turbinata* Blume Bijdr. Fl. Ned. Ind. p. 523. 1825. (Muller 1942; Martínez, 1981)

Subgénero	Leucobalanus	Trelease	1924
Serie	Polymorphae	Trelease	1924

Distribución

Sierra Madre Oriental de Nuevo León, al sur de Veracruz reapareciendo en Guatemala y Chiapas (Muller, 1942a).

Ejemplar tipo

México: Veracruz. Jalapa: Hacienda de la Laguna, Schiede No 20, 501 b, julio y octubre, 1928; Así como otros ejemplares sin número, (B) (Trelease, 1924).

Nombre común

Encino roble (Monterrey, Linares), encino blanco (Villaldama), encino mora (Villaldama, Santiago).

Observaciones

Es una de las especies de más amplia distribución en Latinoamérica (Muller, 1942a).

3.8 *Quercus rysophylla* Weatherby Proc. Amer. Acad. Vol. 45, p. 423. 1910.

Quercus sierramadrensis Muller Am. Mid. Nat. 27 (2):478 - 479. 1942 (Valdez & Aguilar, 1983).

Quercus tenuiloba f. *gracilis* Mueller Jour. Arn. Arb. Vol. 17:178. 1936

Subgénero *Erythrobalanus* Trelease 1924

Serie *Rysophyllae* Trelease 1924

Distribución

Sierra Madre Oriental en México (Trelease, 1924), Nuevo León, San Luis Potosí y Tamaulipas (Martínez, 1981; Valdez & Aguilar, 1983); Hidalgo (Garza, 1983).

Ejemplar tipo

México: Nuevo León: Monterrey, Pringle 2095, 10225-6, marzo de 1906 (GH.) 10379, julio de 1907.

Nombre común

Encino de asta (Monterrey, Santiago).

Observaciones

Quercus sierramadrensis Muller Am. Mid. Nat. 27 (2):478 - 479. 1942. es un binomio nuevo (nom. nov.) basado en el tipo de *Quercus tenuiloba* f. *gracilis* Mueller del cañon de Mauricio en Santiago Nuevo León, No. 2048 en junio 25 de 1935, Jour Arn. Arb. Vol. 17:178. 1936. tipo en (AA), sinónimo de *Quercus sierramadrensis* Muller Am. Mid. Nat. 27(2):478-479. 1942.

A *Quercus rysophylla* Weat. Zavala (1992) lo ubica taxonómicamente en la serie Irazuenses.

3.9 *Quercus vaseyana* Buckley Bull. Torr. Bot. Club 10:91. 1883.

Quercus pungens var. *vaseyana* (Buckl.) Mull. Cont. Texas Research Found. Vol. 1, p. 70-71. 1951. (Muller, 1970).

Quercus undulata vaseyana (Buckl.) Rydb. Bull. N. Y. Bot. Gard. 2:218 pl 30. fig. 5. 1901. (Muller, 1940)

Quercus sillae Trel. Mem. Nat. Acad. Sci. 20:102. pl 171. 1924 (Martínez, 1981).

Quercus undulata var. *vaseyana* (Buckl.) C. H. Mull. Amer. Midl. Nat. 18:846 1937 A. Camus, Monogr. Genre Quercus 2:494. 1936.-38. (Muller, 1951).

Subgénero	Leucobalanus	Trelease	1924
Serie	Vaseyanae	Muller	1951

Distribución

Del sur-oeste de Texas hacia el sur por la Sierra Madre Oriental, al barlovento en los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas (Muller, 1940).

Ejemplar tipo

Estados Unidos: Texas, hacia el oeste del estado en el Devils River.

Martínez (1981) menciona que el tipo para *Quercus sillae* Trel. es Pringle 11332 de Monterrey Nuevo León, México.

Muller (1951) afirma que el tipo para *Quercus pungens* var. *vaseyana* (Buckl.) Mull es de Val Verde Co. Texas, Estados Unidos.

Nombre común

Encino bravo (Allende), encino granadillo (Linares).

Observaciones

Muller (1940) reconoce como especie a *Quercus vaseyana* Buckl., sin embargo en Muller (1951) la reduce a una variedad de *Quercus pungens* Liebm. que mantiene en Muller (1970). Su opinión es la de que un gran número de individuos presentan formas intermedias con *Quercus pungens* Liebman en el condado de Brewster Texas (Muller, 1951).

Muller (1970) nombra a *Quercus sillae* Trel. y *Quercus vaseyana* Buckl. sinónimo de *Quercus pungens* var. *vaseyana* (Buckl.) Mull. Cont. Texas Research Found. Vol. 1, p. 70-71. 1951.

Por otra parte Nixon (1993) en su listado para el noreste de México no incluye a *Quercus pungens* var. *vaseyana* (Buckl.) Mull. y por el contrario incluye a *Quercus sillae* Trel. y *Quercus vasellana* Buckley.

3.10 Conclusión

Quercus canbyi Trelease se diferencia fácilmente de otras especies semejantes por su fructificación anual, además desconocemos si existen relaciones entre *Quercus cupreata* Trel. & Muell. y *Quercus graciliformis* Muller.

Quercus fusiformis Small es una especie bien definida que viene a reconfirmar los trabajos de Muller (1961) y Nixon (1984).

Quercus laceyi Small. es aparentemente fácil de diferenciar; sin embargo, Nixon (1993), nombra a *Quercus microlepis* Trel. & Mueller y *Quercus laceyi* Small. como dos especies para esta región que en este estudio se consideran como sinónimos.

Quercus polymorpha Cham. & Schlech. es una especie muy bien definida

Quercus rysophylla Weat., es una especie de fácil determinación.

Quercus vaseyana Buckl. se determina más o menos con facilidad y tiene fuerte variación en sus poblaciones lo cual pudiera ser la duda de Nixon (1993) al nombrar *Quercus vaseyana* Buckl. y *Quercus sillae* Trel. para la región del noreste de México.

CAPITULO 4

Fenología de las Especies Estudiadas

4.1 Introducción

El término fenología fue definido por Réamur (1735) en Prieto *et al.*, (1989) como la ciencia que relaciona los factores climáticos con la aparición y duración de los períodos de crecimiento que se presentan en las plantas. Etimológicamente fenología es el estudio de los aspectos que suceden en la vegetación, de una especie o de una sinecia (Font Quer, 1985). Fenología es una forma contracta de fenomenología, y comprende el estudio de los fenómenos biológicos acomodados a cierto ritmo periódico, como la brotación, la florescencia, la maduración de los frutos, etc.

La fenología estudia la presencia temporal de eventos biológicos y su relación con los cambios climáticos dentro del ciclo de vida de los organismos (Juárez *et al.*, 1989).

Para Font Quer (1985) es natural que estos procesos se relacionen con el clima de la localidad en la que ocurren.

Al aprovechar y conservar nuestras masas boscosas es necesario contar con información básica de tipo ecológico que incluya la fenología (Gómez & Ayerde, 1995).

Para Figueroa *et al.*, (en prensa) es fundamental conocer los aspectos particulares de la reproducción y la regeneración, donde la fenología juega

un papel muy importante. Según Prieto *et al.*, (1989) estos aspectos son básicos para comprender las masas arbóreas, y así poder realizar un aprovechamiento de los recursos racionalmente. Además, las semillas de los encinos son sumamente importantes como fuente de alimento para la vida silvestre y la regeneración del bosque (Sharp, W & Sprague, V 1967).

El tener conocimiento sobre la fenología de los encinos nos permite aprender de su comportamiento, y de esta forma podríamos obtener mejores resultados en el manejo de un ecosistema forestal:

Para favorecer la regeneración de los pinos no es necesario la eliminación de los encinos (Eckelmann, 1990).

4.2 Objetivos

Dar a conocer algunas observaciones sobre los eventos fenológicos o biológicos e.g. desprendimiento de hoja, floración y fructificación de las especies seleccionadas.

4.3 Materiales y métodos

Se realizaron salidas semanales a campo (ver 2.1), en ellas se observaron y registraron los estados biológicos de los individuos de cada especie (ver 2.2). Las visitas posteriores se establecieron en base a la información recabada en campo. La finalidad fue extender al máximo en tiempo el registro de los diferentes eventos biológicos, de los sitios estudiados.

Para el estudio de flores se escogió una muestra de las seis especies, estos árboles se encuentran en cuatro sitios, se marcaron y se evaluó cada dos

días el desarrollo del proceso de brotación o floración mediante una encuesta del estado de desarrollo de las flores masculinas en una escala de 0 a 10, donde 0 es caducifolio o subcaducifolio, 1 es la antesis, 8 la dehiscencia de las anteras o liberación de polen y 10 es el término o marchitamiento de la flor. Se evaluó por medio de un análisis de varianza y pruebas de medias de Tukey-B en SPSS (Statistical Package Social Science). También bajo la copa de un árbol se colocaron cuatro trampas de .25 m² para capturar semillas (Koenig *et al.*, 1994).

4.4 Resultados

4.4.1 Desprendimiento de hoja

Algunos individuos de todas las especies de encino estudiadas inician un cambio en el matiz de su color y el desprendimiento de sus hojas, durante el mes de noviembre. En general en el bosque podemos observar árboles caducifolios o subcaducifolios hasta los meses de febrero y marzo. Este evento biológico ocurre en todas las especies y se prolonga incluso hasta meses después donde algunos individuos se comportan así. (Tabla 4 1)

Algunos de los encinos estudiados inician el evento de la floración durante la segunda mitad del mes de febrero, traslapándose con el desprendimiento de hoja si el árbol permanece subcaducifolio como lo es muy frecuente. Para los árboles de la Tabla 4.1 el período de reposo invernal se extiende hasta el verano y desconocemos si es una estrategia o un mecanismo de respuesta de algunos árboles a factores que los afectan.

TABLA 4.1

ESPECIES, SITIOS Y FECHAS LIMITES REGISTRADAS DE LA EPOCA DE REPOSO INVERNAL DE ALGUNOS INDIVIDUOS, LOS LLAMAMOS DESFASADOS

Especie	Sitio	Fecha
<i>Quercus canbyi</i>	Las Moras	julio 2
<i>Quercus fusiformis</i>	Cuevas 1	mayo 21
<i>Quercus laceyi</i>	Bosque Escuela	julio 3
<i>Quercus polymorpha</i>	Cuevas 1	mayo 21
<i>Quercus rysophylla</i>	Las Moras	junio 15
<i>Quercus vaseyana</i>	El Encino	julio 30

4.4.2 Floración

Los resultados del monitoreo de flores nos indican que en el proceso de floración existen diferencias altamente significativas en el análisis de varianza para las seis especies estudiadas. La prueba de medias de Tukey-B en SPSS nos indica que existe una diferencia significativa entre el grupo formado por *Q. polymorpha*, *Q. fusiformis* y *Q. rysophylla* y el grupo formado por *Q. canbyi*, *Q. laceyi* y *Q. vaseyana*. En la Figura 4.1 se observa que el total de la población de *Q. polymorpha* tardó 20 días y la de *Q. fusiformis* tardó 28 días en iniciar este evento. Estas dos especies muestran en la gráfica una aparente homogeneidad y continuidad en el proceso. Sin embargo, podemos afirmar que este evento se presenta para todas las especies en forma de grupos de individuos que florecen espaciados en el tiempo. Además, el proceso de floración inicia muy incipiente en el árbol, en

unas ramas si y en otras no, para después generalizarse en toda la copa
 Fácilmente se observa cuando se presenta una abundante floración.

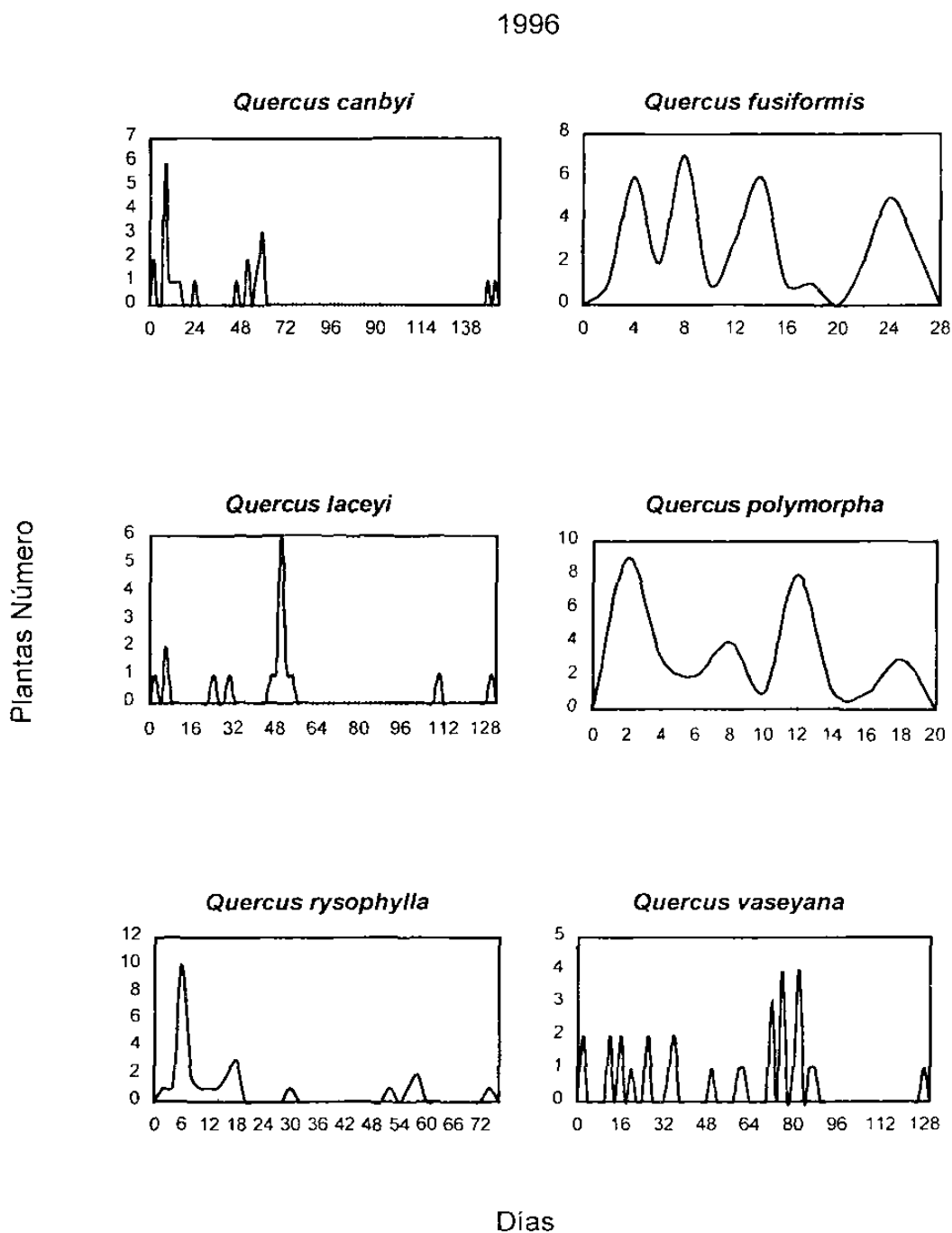


Figura 4.1 Comportamiento del Proceso de Floración en el Momento de la Antesis en el Muestreo de Poblaciones de Seis Especies de Encino

El resultado del comportamiento del desarrollo de las flores masculinas nos indica que existe una diferencia altamente significativa en el análisis de varianza para las seis especies estudiadas. La prueba de Tūkey-B en SPSS nos indica una diferencia significativa entre el grupo formado por *Q. polymorpha*, *Q. rysophylla*, *Q. laceyi* y *Q. canbyi* y el grupo de *Q. vaseyana* y *Q. fusiformis*.

En la Figura 4.2 se observa que el menor tiempo en el desarrollo de las flores masculinas lo registra la población de *Q. polymorpha* con 24 días y liberación de polen (dehiscencia de las anteras) a los 16 días; el mayor tiempo ocurrió en *Q. fusiformis* con 38 días y la liberación de polen a los 32 días.

1996

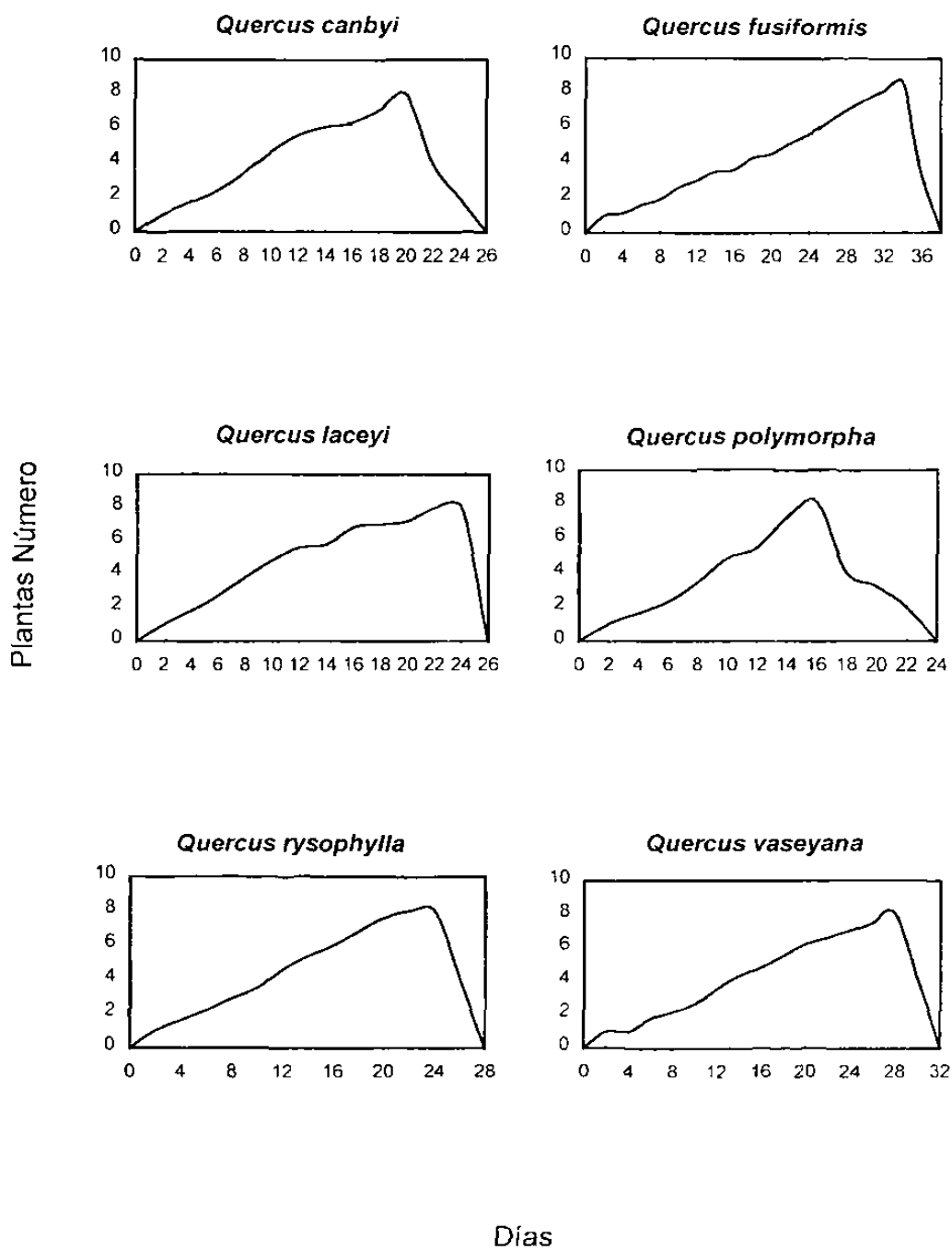
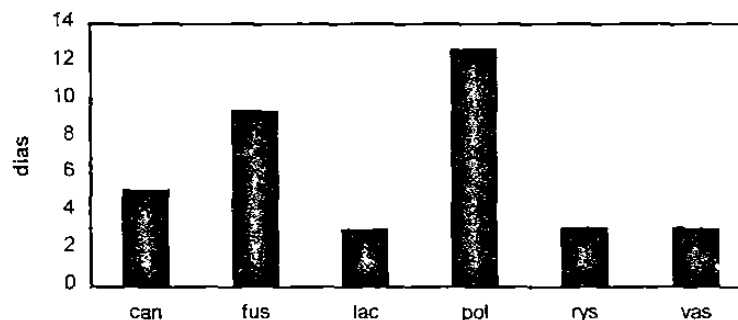


Figura 4.2 Comportamiento del Desarrollo de la Flor Pistilada en Poblaciones Muestreadas de Seis Especies de Encinos

Los resultados del evento de liberación de polen de la flor masculina en la muestra estudiada indican una diferencia altamente significativa en el análisis de varianza para las seis especies. La prueba de Tukey-B en SPSS nos indica una diferencia significativa entre el grupo formado por *Q. laceyi*, *Q. vaseyana*, *Q. rysophylla* y *Q. canbyi*, el grupo de *Q. fusiformis* y el grupo de *Q. polymorpha* (Apéndice 8.3).

En general el proceso de liberación de polen (dehiscencia de las anteras) es, en cierta forma, muy compacto y abundante, además varía en duración con las diferentes especies. *Q. polymorpha* tiene una media de 12 días y *Q. fusiformis* de nueve días, el otro grupo de especies varía entre cinco y tres días (Figura 4.3).



can = *Q. canbyi* fus = *Q. fusiformis* lac = *Q. laceyi*
 pol = *Q. polymorpha* rys = *Q. rysophylla* vas = *Q. vaseyana*

Figura 4.3 Tiempo de Liberación de Polen en Días para *Quercus spp.* en 1996

4.4.3 Fructificación

Se procuró estudiar la fructificación de las especies relacionándola con los sitios, observando que es un proceso variable. Así, encontramos que existen para la misma especie sitios tempranos y otros (Figura 4.4) en los que el período de aporte de semillas se extiende por más tiempo. Sin embargo por más que se procuró extender este período, no fue posible llegar a igualar las fechas de inicio y término del proceso de fructificación para la misma especie en los diferentes sitios. Así para *Q. canbyi* se registró el mayor número de días aportando semilla al sitio y éste fue de 116 días en La Estación y de 115 días en El Escorial. Por el contrario en Chipinque sitio muy próximo a este último Las Moras se registraron solo 27 días, lo cual es uno de los registros mas cortos en tiempo. Los resultados del estudio hacen suponer que estas localidades, con poco tiempo de aporte de semilla, deberían en algún año extenderse aproximadamente al mismo período registrado en el resto de los sitios.

Otro aspecto importante es la fecha de inicio de la caída de semilla, la cual no ocurre al mismo tiempo en los diferentes sitios para la misma especie. La maduración del fruto, al parecer, es un carácter propio de los árboles asociado a las condiciones medio ambientales y del sitio.

Quercus canbyi

Sitio	T.Veg						Días
Estación	Bq	_____					116
Las Moras	Bqp	_____					27
El Escorial	Bq	_____					115
B. Escuela	Bq	_____					59
		agst.	sep.	oct.	nov.	dic.	Ene

Quercus fusiformis

Sitio	T. Veg.					Días
Cuevas 1	Bq	_____		_____		29
La Estanzuela	BG		_____			17
Dr. Barreda	BG		_____	_____		38
La Virgen	Bq		_____	_____		46
Sta. Catarina	BG		_____	_____		41
P. Residencial	BG		_____	_____		44
Cuevas	BG	_____		_____		42
		sep.	oct.	nov.	dic.	

Figura 4.4 Fructificación de *Quercus spp.* Durante 1993-1995 en los Sitios Estudiados y en los Tipos de Vegetación a los que se Asocia Mostrando el Número Total de Días en los que Ocurrió

Quercus laceyi

Sitio	T. Veg		Días
El Encinal	Bqpa	_____	28
Las Moras	Bqp	_____	66
La Estación	Bq	_____	49
Dr. Barreda	Bq	_____	29
La Virgen	Bq	_____	41
B. Escuela	Bq	_____	84
El Escorial	Bq	_____	23
		jul. agst. sep. oct. nov.	

Quercus polymorpha

Sitio	T. Veg.		Días
Cuevas 1	Bq	_____	46
Cuevas 2	Bq	_____	40
Estanzuela	BG	_____	40
La Virgen	Bq	_____	52
El Escorial	Bq	_____	63
B. Escuela	Bq	_____	95
		oct. nov. dic. Ene.	

Quercus rysophylla

Sitio	T. Veg.		Días
Dr. Barreda	Bq	_____	29
Las Moras	Bqp	_____	69
Estanzuela	BG	_____	35
La Virgen	Bq	_____	36
		sep. oct. nov. dic.	

Figura 4.4 (Continúa)

Quercus vaseyana

Sitio	T. Veget.				Días
El Encino	BG				31
		agst.	sep.	oct.	

Bqpa = Bosque de *Quercus-Pinus-Abies*

Bqp = Bosque de *Quercus-Pinus*

Bq = Bosque de *Quercus*

BG = Bosque de Galeria

Figura 4.4 (Continúa)

4.4.4 Trampas para bellotas

Se evaluó la producción de bellota utilizando cuatro trampas de .25 m² bajo la copa del árbol no. 216 de *Q. canbyi*; en el sitio Las Moras, Chipinque, (Figura 4.5). Este árbol presentó en 1994 clase cuatro es decir, cosecha de copa llena donde se pueden observar muchas semillas por casi toda la copa del árbol. Se debe mencionar que el árbol fue visitado por ardillas y carpinteros consumidores de la semilla; la cantidad media de bellota que el árbol aportó fue de 504 semillas/día, más la semilla depredada por los animales la cual llegó a ser considerable

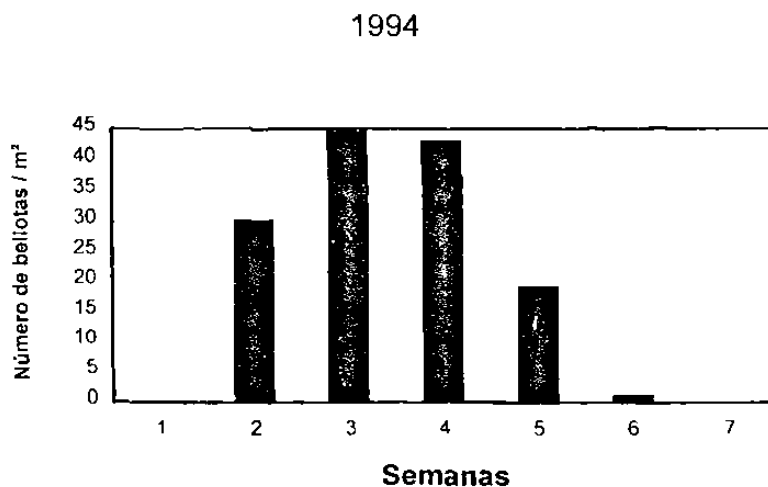


Figura 4.5 Producción de Bellotas de *Q. canbyi* Colectadas Mediante el Método de rampas

4.5 Discusión

4.5.1 Desprendimiento de hoja

Durante el mes de noviembre, se observó en áreas del follaje de sólo algunos árboles un cambio de matiz a un ligero tono amarillo. A partir de este mes algunos árboles inician ya un lento proceso de desprendimiento de sus hojas. Cabe aclarar que el que un árbol inicie un matiz de amarillo a amarillo-rojizo antes que otros árboles, no quiere decir que este proceso será constante, puede detenerse, de tal manera que árboles que se matizan más tarde pueden ser sub-caducifolios a caducifolios mas temprano, por lo tanto la pérdida del follaje en árboles que matizan tarde podría incluso ser más constante y abundante que en aquéllos que matizan más temprano. Según Müller-Using (1991) las especies aún de la misma área se diferencian

fuertemente unas de otras, con respecto a la caída de sus hojas; y le sorprende que la fase caducifolia en estas latitudes 25° sea tan corta señalando un máximo de 34 días. En general, de las especies estudiadas en este trabajo, se observó que son escasos los árboles completamente caducifolios y aparentemente este comportamiento no es cíclico ya que otros y no estos individuos pueden presentar esta fase en las siguientes temporadas invernales. El bosque de encinos en los sitios de estudio llega a tener un aspecto subcaducifolio hasta el mes de enero, época en la que el proceso de desprendimiento de hojas se acentúa y por lo general llega a traslaparse con el de la floración-brotación en los meses de febrero y marzo. La mayoría de los individuos de las especies estudiadas son subcaducifolios cuando se inicia normalmente la brotación-floración, variando con los años, los individuos y el grado de la pérdida del follaje. Estos individuos subcaducifolios siguen perdiendo hojas después del brote, florecencia (o antesis), hasta después de un corto período de tiempo en el que las pierden todas. Por lo tanto, el proceso de subcaducifoliedad continúa traslapándose con el de la brotación-floración de tal forma que la caída de la hoja no ha terminado cuando la yema ya inició, ésto a excepción de los individuos totalmente caducifolios en los que los dos estados se encuentran perfectamente separados. Sólo en algunos árboles de las especies estudiadas se presentó esta condición caducifolia y pensamos que estos individuos no presentan un ciclo anual constante de este proceso. Todas las especies llegaron a presentar, por lo menos en uno de los sitios, individuos caducifolios, es decir árboles afilos.

Con relación a la Tabla No. 4.1 sabemos que existen árboles de las mismas especies en otras localidades que también se presentan desfasados quizás tanto o más o menos como los registrados en esta tabla.

4.5.2 Floración

Varios estudios han tratado de relacionar factores medio ambientales con la iniciación floral (antesis) en diferentes regiones geográficas, relaciones que frecuentemente son difíciles de identificar (Owens & Blake, 1985). A partir de los resultados de este estudio, se piensa que el inicio de la floración está dado por varios factores que se mezclan en cada individuo, e.g. medio ambientales, nutrientes minerales y ciclos endógenos.

La polinización por viento en encinos es considerada como un mecanismo ineficiente con relación al dispendio de polen, sin embargo, presenta la ventaja de no necesitar la actividad de otros organismos para la fecundación. Usualmente los encinos tienen hojas muy pequeñas cuando ocurre la polinización. Se sabe además, que la vegetación y la lluvia pueden actuar como un filtro eficiente en la captura del polen (Owens & Blake, 1985). Para Sharp & Sprague (1966) la antesis se considera completa cuando el polen se desprende y los estigmas están secos y quebradizos. Algunos estudios correlacionan el período de liberación y la cantidad de polen con la eficiencia en semillas al final de la época de crecimiento. Otros consideran importante la abscisión prematura de flores (Owens & Blake, 1985).

El proceso de floración de los árboles estudiados forma dos grupos de especies (Apéndice 8.1). De la misma forma el desarrollo de la flor masculina varía en tiempo con las diferentes especies formando dos grupos de especies (Apéndice 8.2). Es interesante comparar las gráficas de *Q. polymorpha* y *Q. fusiformis*, en la Figura 4.1 ambas especies se comportan igual, por el contrario en la Figura 4.2 varía considerablemente el tiempo que tarda en liberar polen la flor masculina, para Font Quer (1985) anthesis es sinónimo de florescencia como se emplea en este trabajo y de floración como lo emplean otros autores. El proceso de liberación de polen de los árboles estudiados forma tres grupos de especies (Apéndice 8.3; Figura 4.3).

De acuerdo con Sharp & Spargue (1967) y con prácticamente todos los botánicos los encinos son árboles monóicos y sus flores son imperfectas, además las yemas son mixtas ya que dan origen a hojas y flores (Owens & Blake, 1985). Sus flores masculinas están dispuestas en alargados y efímeros amentos. Las femeninas se encuentran sobre las axilas de las hojas, ambas en los brotes del año en curso; estas flores femeninas emergen de pequeños discos sésiles rojizos que aparecen cinco a diez días después de la emergencia del amento masculino. Cuando la flor femenina es visible los amentos tienen ya entre 40 y 60% de su longitud final, además de los brotes y hojas pequeñas. Existen diferencias notables en la abundancia de flores masculinas de los árboles evaluados yendo desde cero a muy abundante. Incluso, en este estudio, se observó que en el ejemplar No. 160 de *Q. fusiformis*, la abundancia de flores masculinas es

disimilar aún en el mismo árbol ya que presenta en la copa ramas con una abundante floración y otras ramas bajas con muy escasa floración. Para Owens & Blake (1985) esto se debe a que las ramas están expuestas a diferentes intensidades de luz, las ramas más iluminadas florecen más que las más sombreadas.

Podemos afirmar que *Q. rysophylla* ejemplar No. 181 no presentó flores masculinas y por el contrario presentaba femeninas, además del interesante caso del ejemplar No. 281 de esta misma especie que portaba algunos amentos masculinos ramificados.

El proceso de floración para los ejemplares No. 132 y 153 de *Q. fusiformis*, 210 y 211 de *Q. laceyi* y muchos otros ejemplares de *Q. vaseyana* se observó en 1996 muy lejos de ser uniforme. En estos individuos la anthesis inició en 10 a 20 capullos del árbol, estas escasas flores tempranas por lo general no se desarrollan normalmente y se desecaron pronto, el proceso tendió a generalizarse u homogeneizarse después de 30 días aproximadamente. El ejemplar No. 161 de *Q. fusiformis* presentó yemas de la segunda estación con flores masculinas. En el sitio Las Moras, algunos ejemplares de *Q. laceyi* y *Q. canbyi* presentaron flores masculinas con un desarrollo incompleto, las cuales no llegaron a liberar polen. Para Sharp & Sprague (1966) el tiempo en el que aparece y se desarrolla el amento estaminado y la flor pistilada varía con los años y está influenciado por las condiciones climáticas. El que las poblaciones de encinos broten o florezcan en su temporada les permitió ser homogéneas (Figura 4 1) e.g. *Q. polymorpha* tardó 20 días y *Q. fusiformis* 28 días, por el contrario *Q. laceyi*

tardó 132 días, *Q. canbyi* 156 días, *Q. rysophylla* 76 días y *Q. vaseyana* 130 días indican que no existe una continuidad del proceso y que por lo tanto no aportaron al medio ambiente una cantidad abundante de polen y la flor femenina no está dispuesta en mejores condiciones para la fecundación. En el sitio El Encino, la mayoría de los árboles de *Q. vaseyana* se retrasaron en 1996 y prácticamente no presentaron flores masculinas. A estos árboles los llamé desfasados y se caracterizan por presentar una brotación o floración irregular, retardada e incipiente, además de poca o nula cantidad de flores masculinas. La pregunta de fondo sería: ¿Es un beneficio para la especie esta estrategia de polinización desfasada? Ya sea el medio ambiente; o por mejorar su aptitud genética, evadir patógenos o evitar competencia, quizás por su edad, daños, etc. Por un lado las condiciones medio ambientales no son favorables, excepto por una helada tardía, y por el otro, el árbol generalmente sólo aporta una cantidad muy pequeña de flores masculinas que son viables uno o dos días.

4.5.3 Fructificación

Müller-Using (1991) menciona que la frecuencia, calidad y cantidad de las semillas son una condición elemental para el éxito en la regeneración del bosque. Además, afirma que un gran porcentaje de bellotas son consumidas por insectos, aves y especialmente roedores. Las semillas restantes rara vez encuentran las condiciones necesarias para su germinación.

En el área de estudio las semillas consumidas por carpinteros belloteros *Melanerpes formicivorus* Swainson fue considerable. Estas aves presentan

una actividad sumamente intensa, son entre 8 y 12 días los que almacenan sin cesar bellota en los troncos secos. Además, la ardilla gris *Sciurus alleni* Nelson se alimenta de semilla en el árbol y almacena también en el suelo contribuyendo de esta forma a la dispersión y regeneración (González, 1982). La actividad del roedor se presenta mientras el árbol tiene semilla

El tiempo de caída de bellota es de gran importancia para la silvicultura ya que este evento es el punto inicial de desarrollo de las plántulas. Este inicio se da bajo condiciones muy diferentes de clima para las especies (Müller-Using, 1991).

El potencial de fructificación es aparentemente una característica que le pertenece a cada árbol y que puede ser inducida por factores medio ambientales, fisiológicos y/o hereditarios. Los resultados de este estudio nos inclinan a pensar que cada árbol tiene una floración característica innata debido a que las yemas florales no están formadas y suponemos que la naturaleza cíclica de la producción de flores y más aún de semillas, está influenciada principalmente por el medio ambiente.

El manejo del bosque de pino-encino en muchas unidades tiende actualmente a despreciar a los encinos y formar bosques regulares de pino como meta, esto debido a un interés económico y de facilidad de manejo maderable del pino. Además de la diversidad de cobertura y protección que tendría un bosque de encino o de pino-encino cuando se compara con un monocultivo de pinos, no debemos olvidar que las bellotas son reconocidas como una importante fuente de alimento para muchas especies de fauna silvestre como e.g. la ardilla, el venado, el guajolote, el carpintero el

mapache, el conejo, la liebre, la zorra, el oso y el jabalí. Por otra parte, hay estudios bien fundamentados (Eckelman, 1990) que prueban el papel "nodriza" que juegan algunos encinos con respecto a las poblaciones de pinos.

Es importante dirigir la atención a los encinares por su potencial de producir cosechas abundantes i. e. (año Mast) en el manejo del hábitat de especies animales de interés.

Una recomendación para el manejo del bosque es dejar 10 árboles de encino por acre (4,000 m²) en masas a formar de pinos, esto significa una fuente de alimento y semilla para la regeneración con plántulas (Godrum *et al.*, 1971)

La eliminación de una buena producción de bellota traería como consecuencia una seria reducción de la fuente de alimento en el bosque, por lo tanto, los encinos deben de ser considerados una garantía en las prácticas de manejo. Es un recurso de considerable valor económico que sustenta la diversidad animal.

4.6 Heladas

Durante el transcurso del estudio ocurrió un daño por la presencia de una helada tardía, dando como resultado la marchitez del brote y las flores de algunos individuos de *Q. polymorpha* expuestos al viento. La temperatura registrada fue de -3°C durante dos días de la primera semana del mes de marzo de 1996.

En otra localidad cercana, *Q. vaseyana*, se vio afectado también pero en mucho menor proporción. En estos árboles el daño se registró solamente en las ramas bajas y expuestas a corrientes de viento.

Los factores principales a considerar en este siniestro son el viento, la temperatura y el estado de desarrollo del brote; quizás la topografía y la resistencia genética.

CAPITULO 5

Evaluación de la Producción de Bellotas

5.1 Introducción

La producción de semilla en bosques de encino es un aspecto interesante a estudiar debido a la diversidad de especies y a la complejidad de sus ciclos de vida (Owens & Blake, 1985). Para las plantas con reproducción sexual la producción de semillas es un aspecto crucial que beneficia a la dinámica poblacional (Greene & Johnson, 1994).

La importancia de la producción de semilla está en función del alimento para la vida silvestre y la regeneración del bosque (Sharp & Sprague, 1967)

Es de opinión muy generalizada que las diferentes especies de encinos no produzcan semillas en cantidades abundantes todos los años (Sork & Bramble, 1993). Sin embargo, existe la necesidad de tener un entendimiento completo de las causas de la variación en la producción de semilla (Owens & Blake, 1985). Estos últimos autores señalan que las probables causas primarias de la baja producción de semillas son:

- a.- Poca iniciación o inducción floral
- b.- Pobre polinización
- c.- Abscisión o pérdida de óvulos, embriones o semillas,

d.- Falta de información sobre fisiología reproductiva y desarrollo.

Por su parte Sork & Bramble (1993) mencionan que los factores más importantes que determinan la producción de semilla son

a.- Las flores. Donde la abundante cantidad inicial de flores y la sobrevivencia de flores y frutos es determinante para obtener una buena producción de semillas. Por lo tanto una baja cantidad inicial de flores en primavera predice una baja producción de semillas. Sin embargo, una alta cantidad de flores no necesariamente indica que habrá una alta producción de semilla.

b.- El clima. una variable importante, es la temperatura media máxima que se presenta durante el periodo en el que los óvulos maduran y el polen se libera, es decir, el periodo en el que ocurren la polinización, seguida por la fecundación o fertilización. Otra variable es la sequía posterior a la liberación de polen, la cual influye sobre la producción de semilla. Las heladas tardías ocasionan daños en flores y ramillas. Para Sork & Bramble (1993) existe la hipótesis de que la sequía ejerce un nivel de estrés que influye en la abscisión del fruto.

c.- El impacto de la producción anterior sobre la concordancia de recursos para la producción presente.

Sharp & Sprague (1967) opinan que la variación en la producción de semilla se debe en parte a la calidad de estación, además los resultados mezclados de la herencia o de las influencias fisiológicas hacen muy difícil determinar qué factor es el responsable principal de regular la fructificación de los árboles.

Las especies de encino muestran una enorme variación en la producción de semilla, la pregunta es: ¿La variación es completamente indefinida o tiene un patrón predecible? (Sork & Bramble, 1993).

Existen cuatro hipótesis para explicar la producción de semilla:

1.- Resource matching = Concordancia de recursos (Norton & Kelly, 1988)

Esta hipótesis propone que la producción de semilla es producto de algunos factores críticos como el clima. Sork *et al.*, (1993) discuten la posibilidad de que las especies de encino pueden tener ciclos de reproducción inherentes a las condiciones del clima, los cuales son modificados por este.

2.- Predator satiation = Saciedad de depredadores (Janzen, 1971; Ims, 1990,

1990a). Esta hipótesis predice que los árboles podrían tener ciclos mast = muy productivo, sincrónicos y asume que una población alta de depredadores sigue a un buen año "mast". Es una hipótesis usual, la cual explica que existen ciclos sincronizados en la producción de semilla de los árboles. En ellos encontramos años "mast" en los que hay una abundancia en la producción de semilla. Sin embargo, existe un período de reducción de la producción de semilla que se ubica entre dos años "mast". Este periodo es esperado y le sirve al árbol como una estrategia para disminuir las poblaciones de depredadores de semilla, la cual utiliza para regenerar el bosque.

3.- Wind pollination = Polinización por el viento (Norton & Kelly, 1988;

Smith *et al.*, 1990). Esta hipótesis trata sobre la concentración del polen en años "mast" y explica que ésta puede incrementar la eficacia en la polinización por medio del viento. Dicha propuesta involucra un elemento de

la hipótesis *Concordancia de recursos* que es el viento, además la falta de producción de polen podría dar lugar a años donde los árboles no tendrían funciones reproductivas.

4.- Attraction of seed dispersers = Atracción de dispersores de semillas (Barnett, 1977; Ginnish, 1980; Sork , 1983). Esta hipótesis se basa en el potencial de competencia entre árboles y animales que dispersan sus semillas. Al igual que la hipótesis de *Saciedad de predadores* el patrón óptimo de la producción de semilla depende de la respuesta funcional de los dispersores a una producción abundante y a lo complejo de las relaciones entre la proporción de semillas depositadas por animales y el esfuerzo reproductivo de ambos.

Sork & Bramble (1993) explican que la producción de semilla está influenciada por las condiciones del clima y los ciclos inherentes y específicos de las especies en la producción de semilla.

En Sork *et al.*, (1993) la información está resumida en dos explicaciones:

a.- La variación en la producción de semilla es una respuesta a la variación anual de las condiciones del clima, e. g. heladas tardías, sequía de primavera y verano, temperatura o algún otro factor climático que pueda producir abscisión.

b.- Las fluctuaciones en la producción de semilla son una respuesta que involucra estrategias reproductivas. e. g. carácter reproductivo.

Evaluar la producción anual de semilla proporciona datos cuantificables de una de las muchas variables que afectan las poblaciones de vida silvestre (Mc Kibben & Graves, 1987),

Los factores que afectan la producción de semilla pueden ser investigados y son de interés, sin embargo económicamente en México no es muy factible a pesar de que desde hace tiempo muchas organizaciones reconocen dicha área de investigación; las causas mas importantes que justifican estos estudios serian:

1.- El volumen y la consistencia en la producción de semilla es una base para determinar modelos de desarrollo que incluyen entre otros temas la reproducción (Koenig *et al.*, 1994).

2.- Las semillas de los encinos son importantes para diferentes grupos de aves, mamíferos, roedores, insectos y hongos para los que representan el mayor recurso alimenticio (Koenig *et al.*, 1994).

3.- Como fuente de propágulos disponibles para colectores de viveros que producen plántulas (Owens & Blake, 1985).

Entender los patrones de producción de semilla de los encinos tiene un interés particular en nuestra región, ya que estos árboles están ampliamente distribuidos en Nuevo León y existe una disminución de los mismos debido a la pérdida de hábitat y a la pobre regeneración que presentan algunas especies.

Conocer la cantidad de semilla es también importante también para entender los patrones de regeneración de los bosques y las diversas interacciones con la vida silvestre que depende de las semillas como alimento (Koenig *et al.*, 1991).

Fe de Erratas

La tabla de contenido y las listas de figuras y tablas fueron elaboradas en base a un borrador y lamentablemente algunos puntos tienen errores en la posición de las páginas.

Pág.	Dice	Debe decir
9	hogo	hongo
21	1928	1828
26	vida de	vida anual de
38	rampas	trampas
51	importante tambien para	importante para
58	de las quince	de los quince
82	Sitio Cuevas 2	Sitio Cuevas 1
84	representados de <i>Q. vaseyana</i> presentaron	representados presentaron
107	de la especie, considerando la de la especie, localidad en cada individuo, considerando la	
113	mostraró	mostraron
114	muestró	mostró
114	mostraró	mostraron
118	en el mismo período de tiempo meses,	en el mismo período
128	(Mtchell, R. et al., 1984)	(Mitchell, R. et al., 1984)

5.2 Objetivos

Evaluar la producción relativa de semilla de seis especies de encino, en quince sitios de la provincia de la Sierra Madre Oriental en el estado de Nuevo León, México, mediante la utilización de dos métodos

5.3 Materiales y métodos

Este estudio se realizó durante 1994 y 1995 con el número de árboles y especies señaladas en 2.4.2

-- El primer método para evaluar la abundancia relativa de semilla de encino es el método de clases, que es una modificación de Koenig *et al.* (1991, 1994, 1994a) al propuesto originalmente por Graves (1980). Dicho método sirve para hacer la estimación visual de la producción relativa de semilla, mediante dos observaciones, en el cual se establecen cinco categorías o clases en un rango de 0 a 4 donde:

0 = No semillas

1 = Unas pocas, vistas después de un fuerte escrutinio

2 = Un número favorable

3 = Una buena cosecha

4 = Cosecha de copa llena donde se pueden observar una gran cantidad de semillas por casi por toda la copa del árbol.

-- El segundo método es el método de tiempo, el cual sirve para evaluar la abundancia relativa de semilla de encino. Este, toma en cuenta los resultados de dos observaciones en 30 segundos, es decir, se cuenta el número de bellotas posibles en 30s en el árbol observado (Koenig *et al.*, 1991, 1994, 1994a).

5.4 Resultados

Los resultados del estudio muestran que existen diferencias en la producción relativa de semilla entre los individuos, las especies y la poblaciones en los diferentes sitios y años (Apéndices 8 4-8.29)

Las especies estudiadas tienen diferentes patrones en la producción de semilla después de dos años de estudio (Figuras 5.6-5.14)

En total se estudiaron 480 árboles con dos lecturas en el año 1994 i.e. (960) y dos lecturas en el año 1995 i.e. (960). En total son 1920 datos de seis especies en las quince localidades estudiadas.

Se realizó una tabla de contingencia de (X^2 , alfa) de especies respecto al sitio, donde $X^2 = 5648.08$ $p < 0.01$ es decir, una alta dependencia significativa entre la presencia de las especies y el sitio en cuanto a la frecuencia de ejemplares; con un Pearson $R = .531$ y $p < 0.01$.

Los resultados del estudio con los métodos empleados muestran, para el método de tiempo, en ambos años de estudio, una diferencia altamente significativa en el análisis de varianza para las seis especies estudiadas. La prueba de Tukey-B en SPSS indica una diferencia entre el grupo de *Q. rysophylla* y el grupo de *Q. laceyi*, *Q. polymorpha*, *Q. fusiformis* y *Q. vaseyana* del grupo de *Q. canbyi*, (Apéndice 8.4).

Por otra parte *Q. laceyi* es diferente al grupo formado por *Q. fusiformis*, *Q. vaseyana* y *Q. canbyi*. *Q. polymorpha* es diferente significativamente de *Q. canbyi* y *Q. fusiformis*. *Q. vaseyana* y *Q. canbyi* forman un grupo.

Mediante el método de clases, se observó en ambos años de estudio, una diferencia altamente significativa en el análisis de varianza para las seis

especies estudiadas (Figura 5.1). La prueba de medias de Tukey-B en SPSS indica una diferencia significativa entre el grupo de *Q. rysophylla*, el grupo de *Q. laceyi*, el grupo de *Q. polymorpha*, y *Q. vaseyana*, y el de *Q. fusiformis* y *Q. canbyi*, (Apéndice 8.5).

Por otra parte *Q. laceyi* es diferente significativamente al grupo formado por *Q. polymorpha*, *Q. fusiformis*, *Q. canbyi* y *Q. vaseyana*. *Q. polymorpha* es diferente significativamente de *Q. fusiformis* y *Q. canbyi*; *Q. fusiformis*, *Q. canbyi* y *Q. vaseyana* forman un grupo.

Al comparar los métodos con respecto a los años de estudio, se observó que la mejor evaluación de tiempo, reporta una menor variación o diferencia entre los datos en cada uno de los años de estudio, con un valor de $p < .0001$ comparado con un $p < .00001$ en la metodología de clases (Apéndices 8.6, 8.7).

Al comparar los análisis de varianza obtenidos en ambos métodos se observó una diferencia altamente significativa entre ellos. La prueba de medias de Tukey-B en SPSS nos indica una diferencia significativa entre los grupos de sitios (Apéndices 8.8,8.9).

Existen menos diferencias entre los sitios en el método de tiempo que en el método de clases para ambos años de estudio, lo que confirma el análisis de varianza de las metodologías con respecto al periodo de estudio

En el caso del análisis de varianza de la metodología tiempo con respecto a los sitios, los resultados mostraron mediante la prueba de medias de Tukey-B en SPSS seis grupos bien definidos, el grupo formado por La Comunidad. Dr. Barreda y Cuevas 1, el grupo formado por Las Moras, Sta. Catarina La

Virgen, Cuevas 2 y El Encinal; el grupo de El Encino, Bosque Escuela y El Escorial el grupo de Parque Residencial, el grupo de Cuevas, La Estanzuela y el grupo La Estación (Apéndice 8.8).

Los resultados de la asociación o correlación entre el método tiempo y el de clases son los siguientes para los tres objetivos plantados: existe una asociación altamente significativa entre los dos métodos usados con los siguientes coeficientes R.

+	1994	R	=	.891	p	<	.01
+++	1995	R	=	.918	p	<	.01
++	1994 y 1995	R	=	.901	p	<	.01

Los resultados de la producción relativa de semilla de todos los árboles de todas las especies mediante el método de clases se presentan en la Figura 5.1.

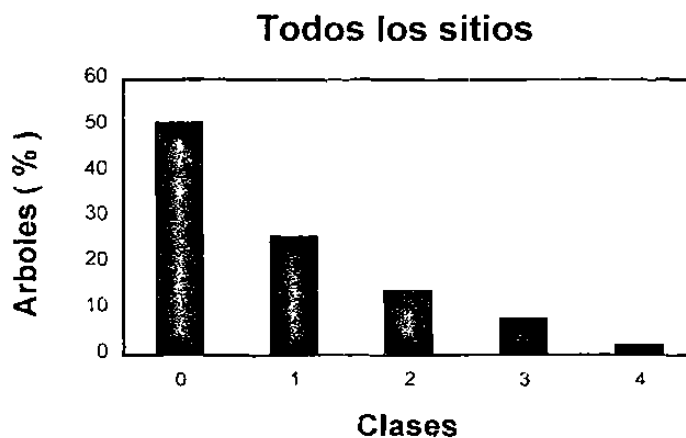


Figura 5.1 Evaluación de la Producción Relativa de Semilla de *Quercus spp.* en 1994-1995

La semejanza que existe en el patrón de la producción relativa de bellota de todos los árboles de todas las especies en cada año mediante el método de clases se puede apreciar en la Figura 5.2.

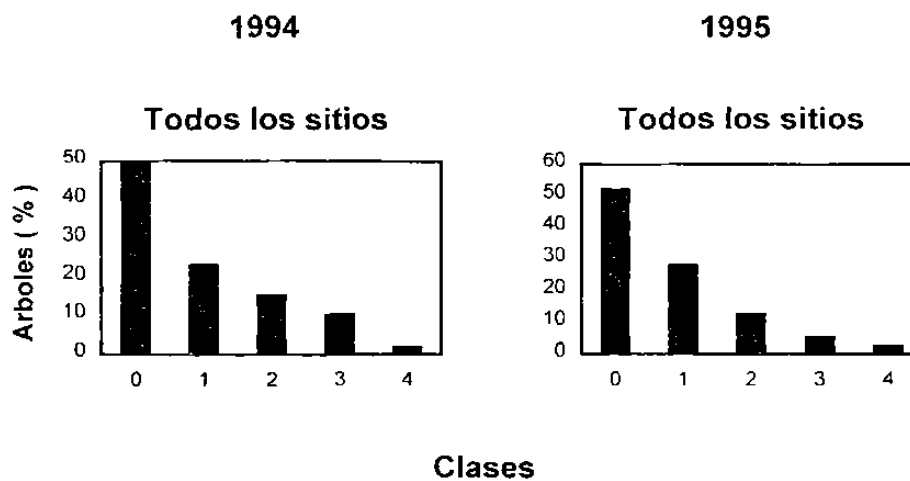


Figura 5.2 Evaluación de la Producción Relativa de Semilla de *Quercus* spp.

En el sitio La Comunidad de la Ciénega del municipio de Santiago, N. L. los resultados del método de clases muestran una nula producción de semilla para ambos años de estudio con una media de 0.0 y un $p < 00001$ (Figura 5.3).

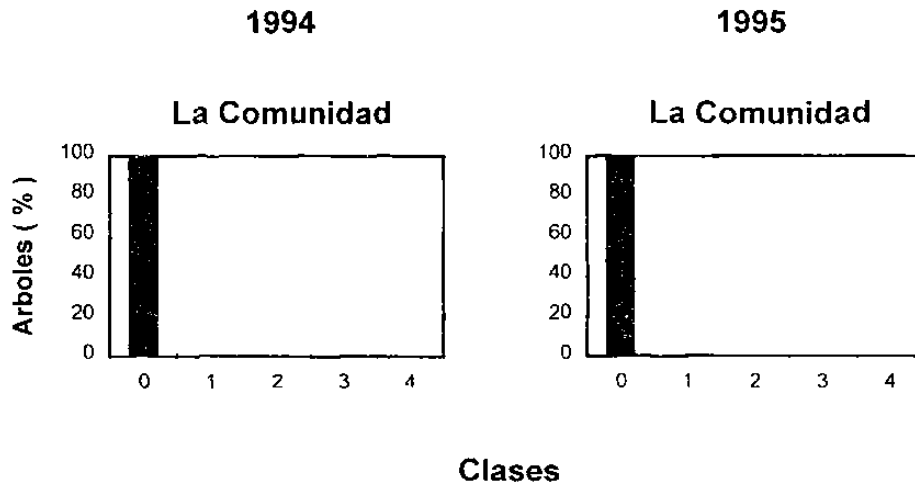


Figura 5.3 Evaluación de la Producción Relativa de Semilla de *Quercus rysophylla*

El sitio Dr. Barrera del municipio de Linares, N. L. es otra área donde los resultados del método de clases mostraron una producción relativa de semilla muy baja en ambos años con una media de 0.1553 y un $p < 00001$ (Figura 5.4).

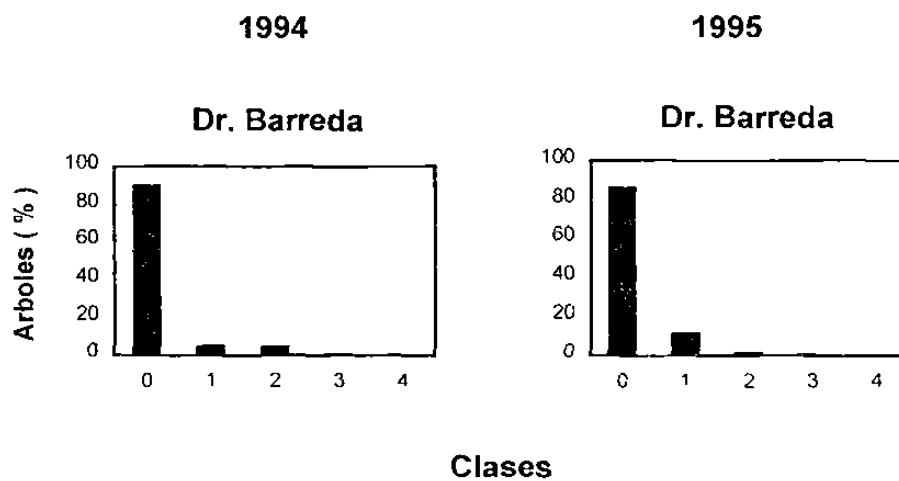


Figura 5.4 Evaluación de la Producción Relativa de Semilla de *Quercus spp.*

En la Comunidad y Dr. Barreda, la prueba de medias de Tukey-B en SPSS no presentó diferencia significativa para los dos métodos empleados (Apéndices 8.8, 8.9).

El sitio la Estación del municipio de Iturbide, N. L. aparentemente mostró dos años con abundante producción relativa de semilla, con una media de 2.11 y un $p < .00001$ utilizando el método de clases, (Figura 5.5). Este sitio mostró ser significativamente diferente en una prueba de medias de Tukey-B en SPSS al resto de las quince sitios estudiados en los dos años de la investigación.

En este sitio se localizan *Q. canbyi* y *Q. laceyi*. Se compararon las parejas de resultados de la producción relativa de semilla en ambas especies para este sitio y se encontró que no presentan diferencias significativas, demostrándose la $H_0: P_1 = P_2$ (año 1994 = año 1995) Así *Q. canbyi* mostró un valor de $Z = .6420 = H_0$, y *Q. laceyi* un $Z = .4901 = H_0$.

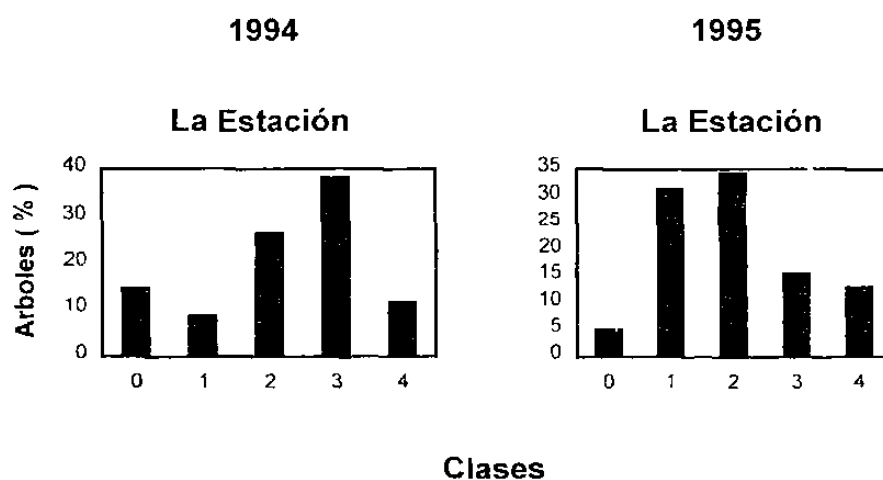


Figura 5.5 Evaluación de la Producción Relativa de Semilla de *Quercus spp.*

En el sitio de Sta. Catarina del municipio de Sta Catarina, N. L., los resultados del método de clases de *Q. fusiformis* mostraron una disminución considerable de su producción de semilla en 1995 con relación a 1994 y se observaron diferencias significativas en la prueba de medias de Tukey-B en SPSS de $p < .00001$ en cada año (Figura 5.6).

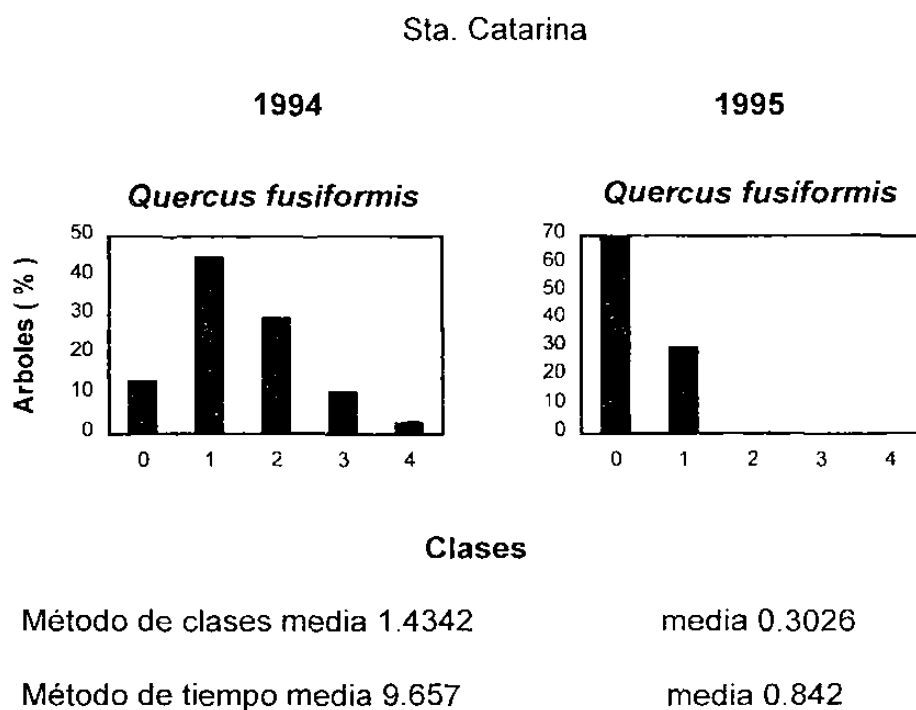


Figura 5.6 Evaluación de la Producción Relativa de Semilla de *Quercus fusiformis*

En el sitio El Encino del municipio de Monterrey N. L. los resultados del método de clases para *Q. vaseyana* mostraron una disminución ligera en la producción de semilla de 1995 a 1994 (Figura 5.7)

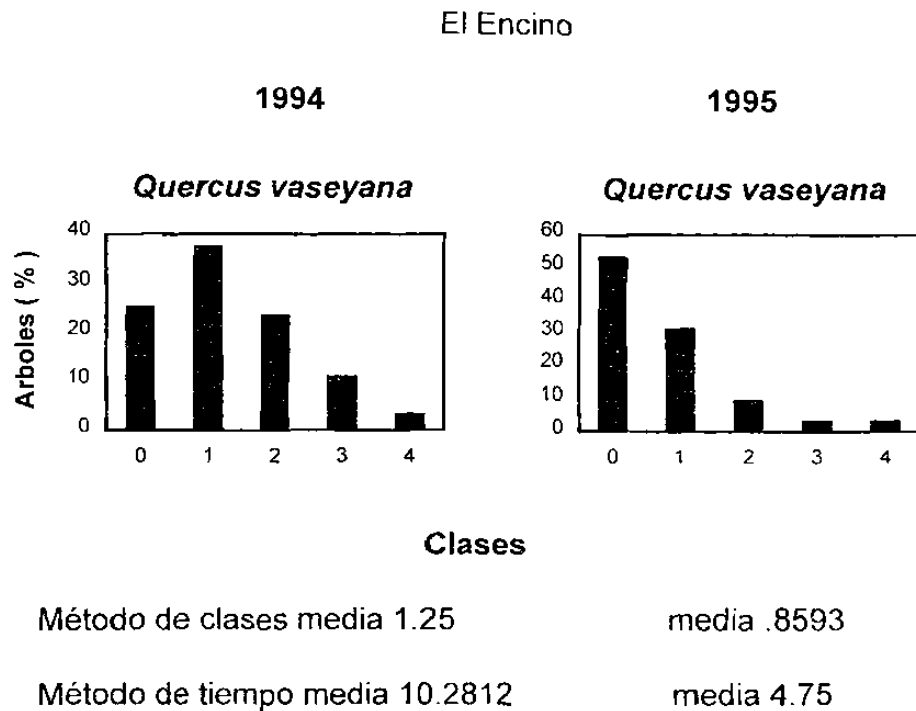


Figura 5.7 Evaluación de la Producción Relativa de Semilla de *Quercus vaseyana*

Q. fusiformis y *Q. vaseyana* en estos sitios confirman la relación inversa que existe entre la producción actual y la anterior

El comportamiento por especie fue el siguiente. la producción relativa de semilla de *Q. canbyi* es muy variable (Figura 5 8). En el sitio Las Moras disminuyó la producción media relativa de semilla en 1995 con relación a 1994. En El Escorial la producción relativa disminuyó ligeramente en 1995, y aumentó el número de árboles con cantidad abundante de semilla en 1995. En el Bosque Escuela la producción relativa disminuyó ligeramente en 1995. En el sitio la Estación se presentó una disminución muy ligera de la

producción media relativa en 1995; 1994 fue un buen año para esta especie así como para esta localidad. En el sitio Dr. Barreda los árboles no

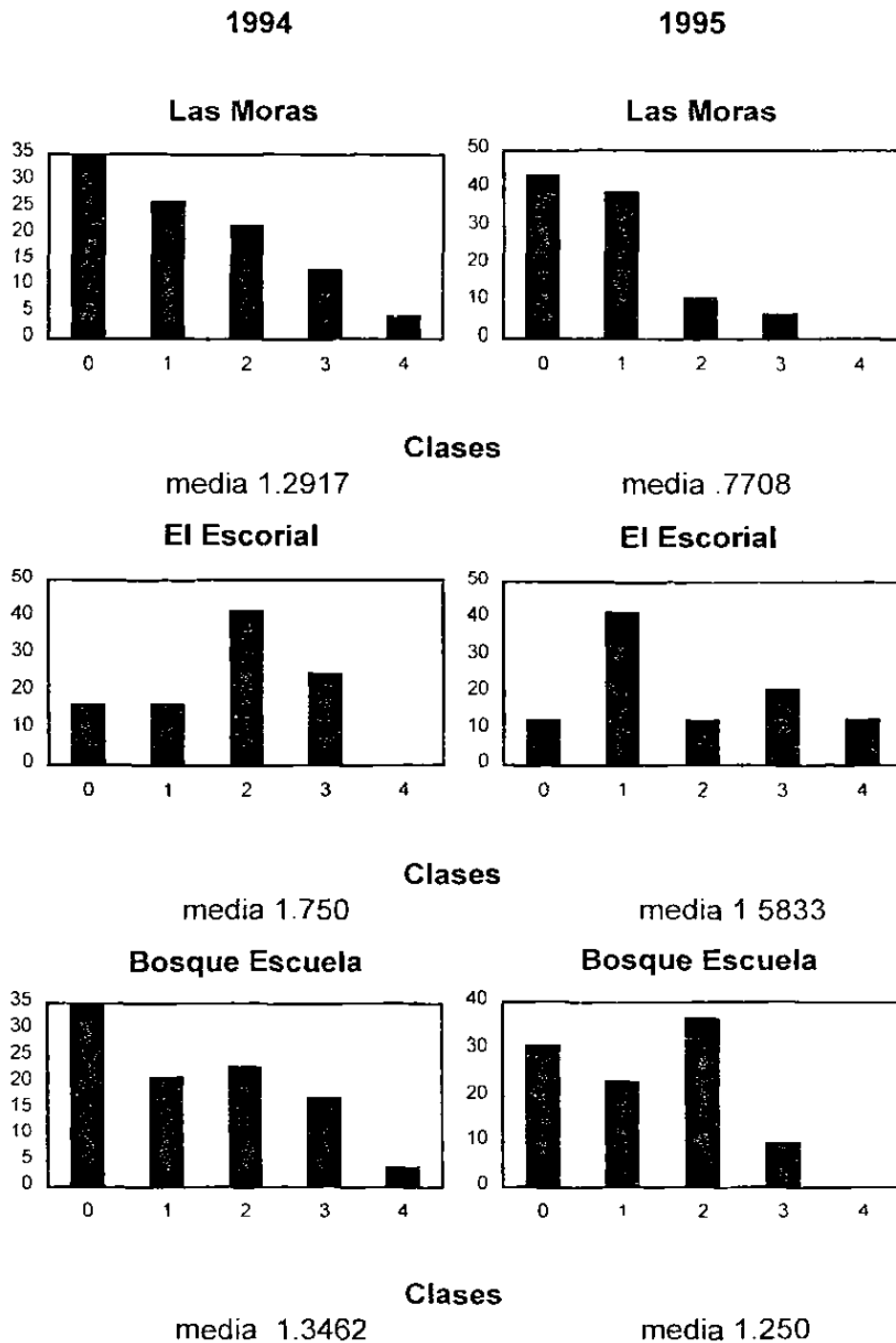


Figura 5.8 Evaluación de la Producción Relativa de Semilla de *Quercus canby*

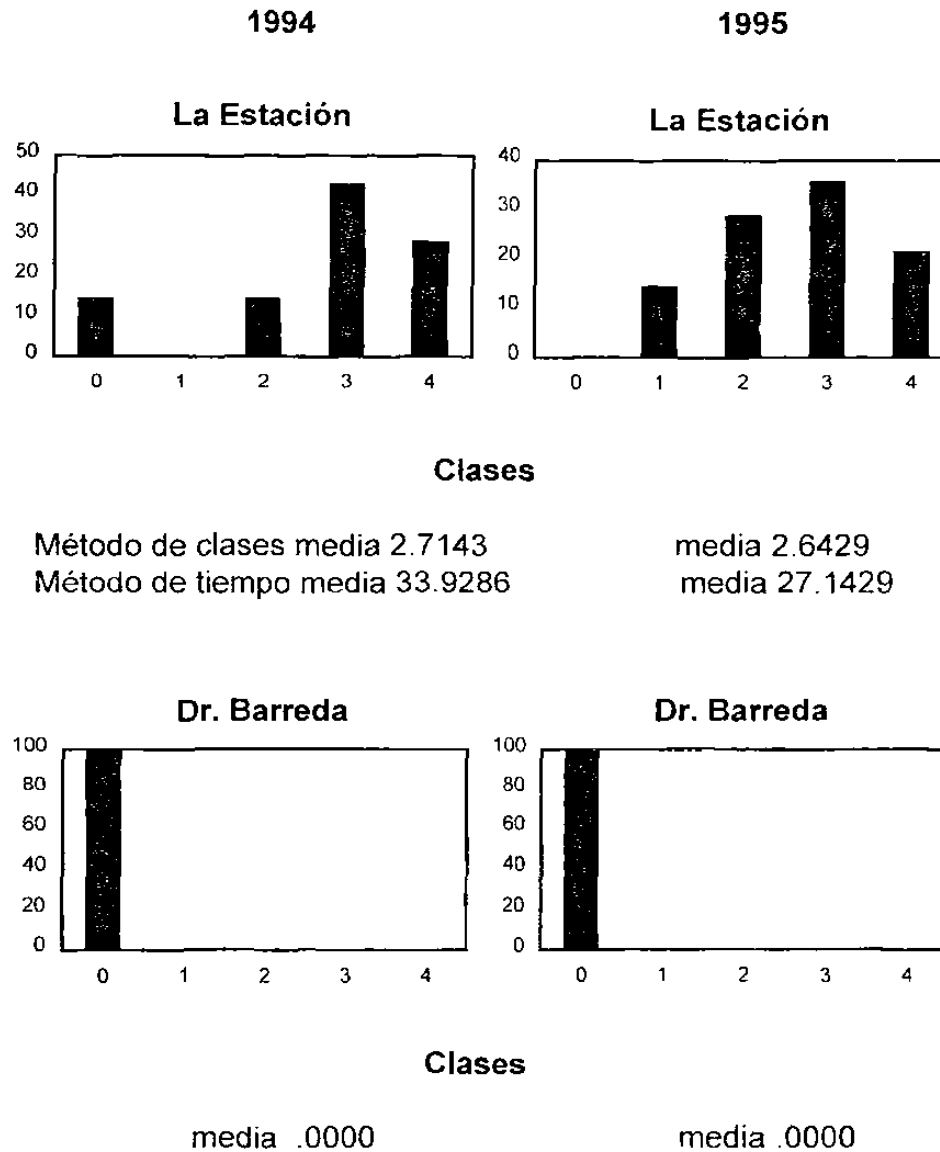


Figura 5 8 (Continúa)

presentaron semilla en 1994 y 1995. Los resultados del método de clases en el análisis de varianza fueron altamente significativo para *Q. canbyi*. Las pruebas de medias de Tukey-B en SPSS mostraron en 1994 diferencias significativas en el grupo formado por los sitios Dr. Barreda con un valor

medio de 0.0 diferente del grupo formado por los sitios Las Moras, Bosque Escuela y El Escorial y diferente del grupo La Estación con 0.27143 en 1995 (Apéndices 8.10-8.13). Los grupos de sitios son iguales a excepción de Las Moras con 0.7708 que puede formar un grupo intermedio entre Dr Barreda con 0.0 y el grupo de El Bosque Escuela con 1.250 y El Escorial con 1.5833. La producción relativa de semilla de *Q. fusiformis* fue muy variable (Figura 5.9). En el sitio La Virgen la producción relativa disminuyó en 1995, en el sitio Dr. Barreda se mantuvo igual durante ambos años de estudio. En el sitio Cuevas 1 la producción relativa de semilla aumentó ligeramente en 1995. En Cuevas disminuyó ligeramente en 1995. En El Parque Residencial disminuyó en 1995 sin embargo, presentó dos árboles clase cuatro. En Sta. Catarina la producción relativa de semilla disminuyó considerablemente en 1995 con relación a 1994. El análisis de varianza de los resultados del método de clases mostró diferencias altamente significativas. Las pruebas de medias de Tukey-B en SPSS mostraron en 1994 diferencias significativas en los grupos formados por los sitios Cuevas 1, La Virgen y Dr. Barreda, del grupo Sta. Catarina, Parque Residencial y Cuevas con un valor medio de 1.5588 en 1994 (Apéndices 8.14, 8.16), el grupo de mayor producción en 1995 se reduce solamente a dos sitios Parque Residencial con 1.3077 y Cuevas con 1.4412 (Apéndices 8.15, 8.17). La producción relativa de semilla de *Q. laceyi* lo muestra la Figura 5.10. En el sitio Las Moras la producción relativa de semilla aumentó ligeramente en 1995 con relación a 1994 con el método de clases y disminuyó con el método de tiempo El Bosque Escuela

disminuyó en 1995 con relación a 1994. En el sitio La Estación la producción media relativa de semilla disminuyó en 1995.

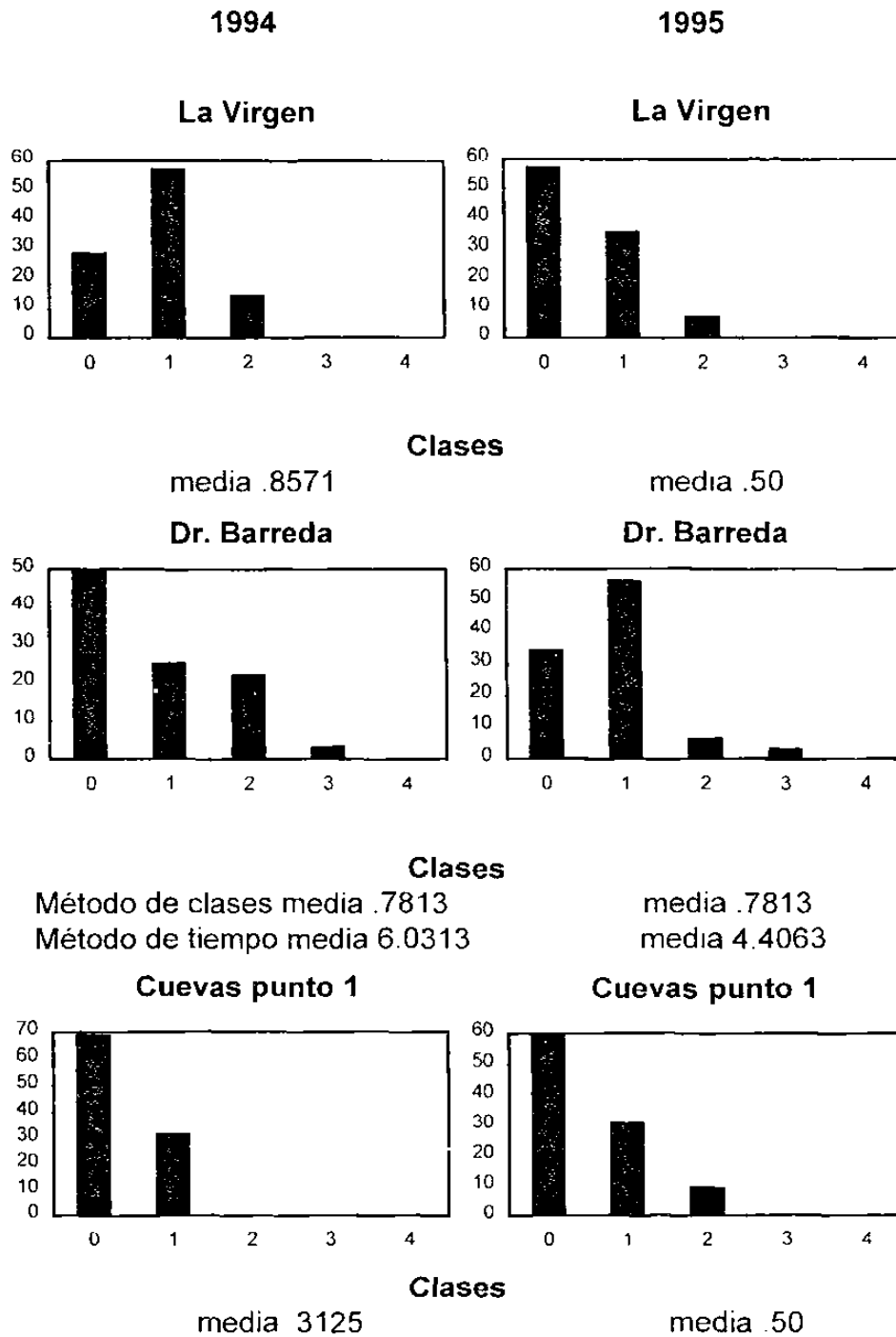


Figura 5.9 Evaluación de la Producción Relativa de Semilla de *Quercus fusiformis*

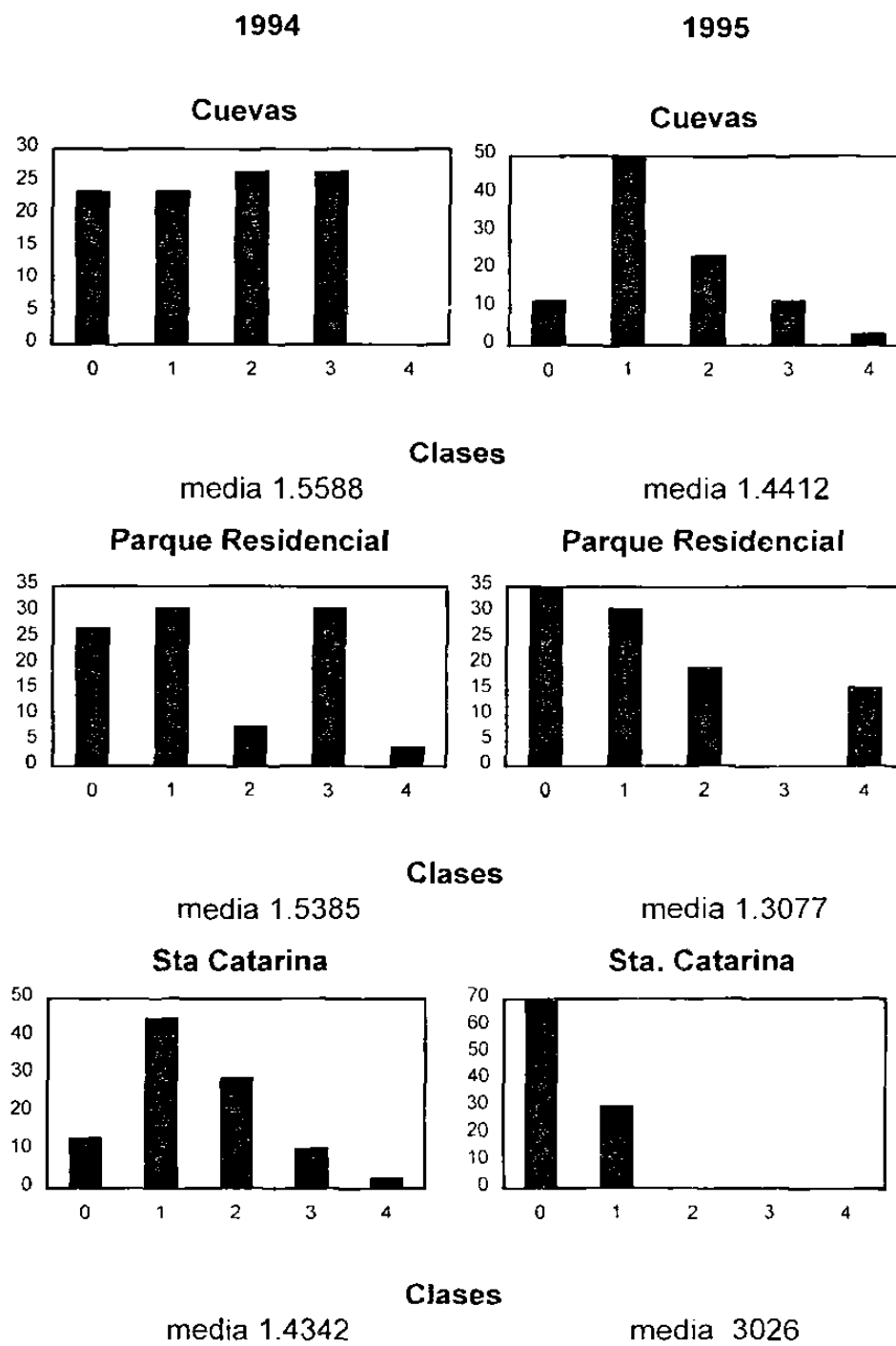


Figura 5 9 (Continúa)

En Dr. Barreda prácticamente es la misma en ambos años de estudio. En El Encinal la producción relativa disminuyó en 1995. El análisis de varianza de los resultados del método de clases mostró diferencias altamente significativas. Las pruebas de medias de Tukey-B en SPSS mostraron en 1994 diferencia significativa entre el grupo formado por los sitios Dr. Barreda con un valor medio de 0.0 y Las Moras, un grupo intermedio formado por el Bosque Escuela con 0.850 diferente significativamente del grupo formado por El Encinal con 1.70 y La Estación con 1.90 en 1994 (Apéndice 8.20); los grupos de sitios con diferencia significativa son dos el grupo de baja producción Dr. Barreda con 0.0217 Las Moras y Bosque Escuela y el de alta producción El Encinal y La Estación con 1.625 este último (Apéndice 8.21).

La producción relativa de semilla de *Q. polymorpha* aumentó de 1994 a 1995 (Figura 5.11). Excepto en el sitio El Escorial donde disminuyó en 1995 con relación a 1994 (Tabla 5.1). En Dr. Barreda no se produjo semilla en ambos años de estudio debido a la presencia de *Pterophylla beltrani* B. B. un insecto defoliador que aparentemente influyó en la nula producción de semilla de esta especie en el sitio.

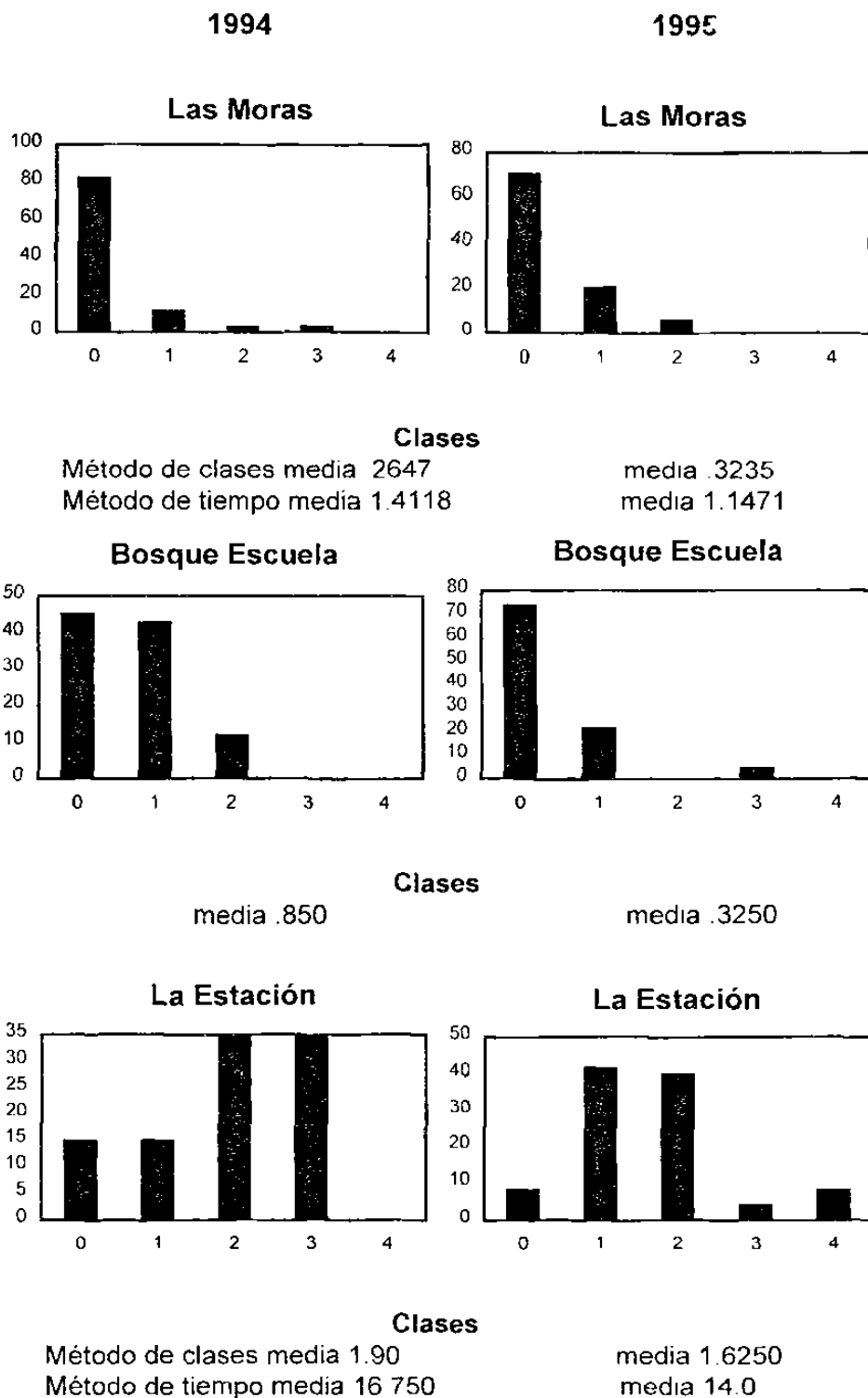


Figura 5.10 Evaluación de la Producción Relativa de Semilla de *Quercus laceyi*

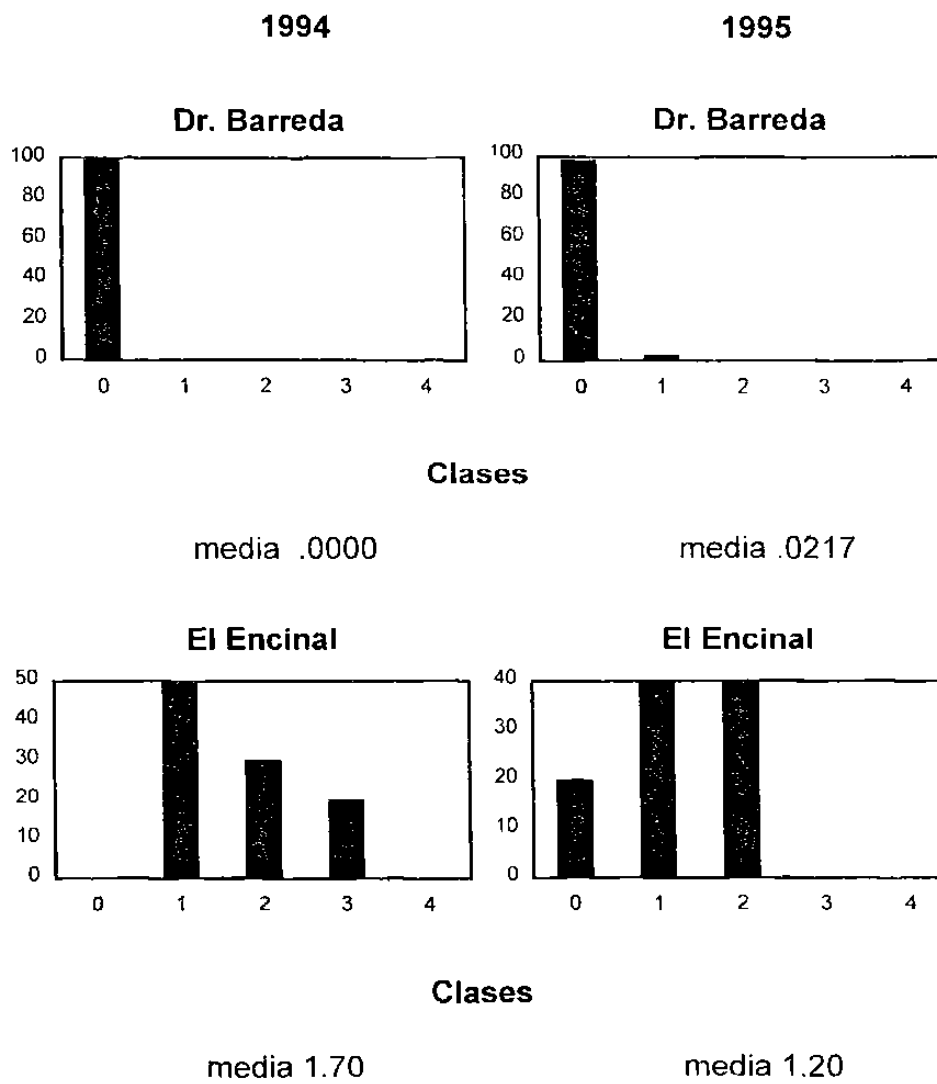


Figura 5.10 (Continúa)

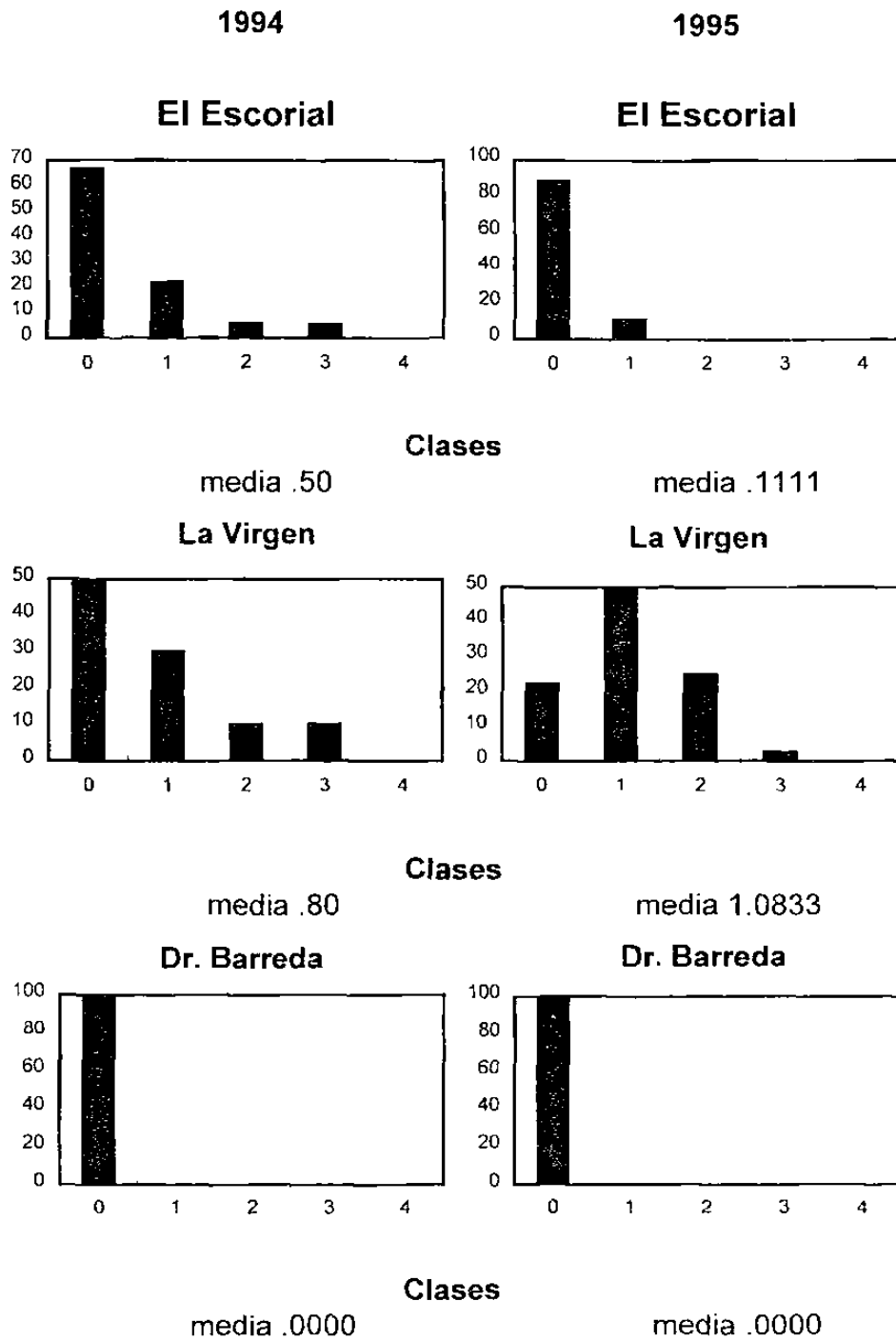


Figura 5.11 Evaluación de la Producción Relativa de Semilla de *Quercus polymorpha*

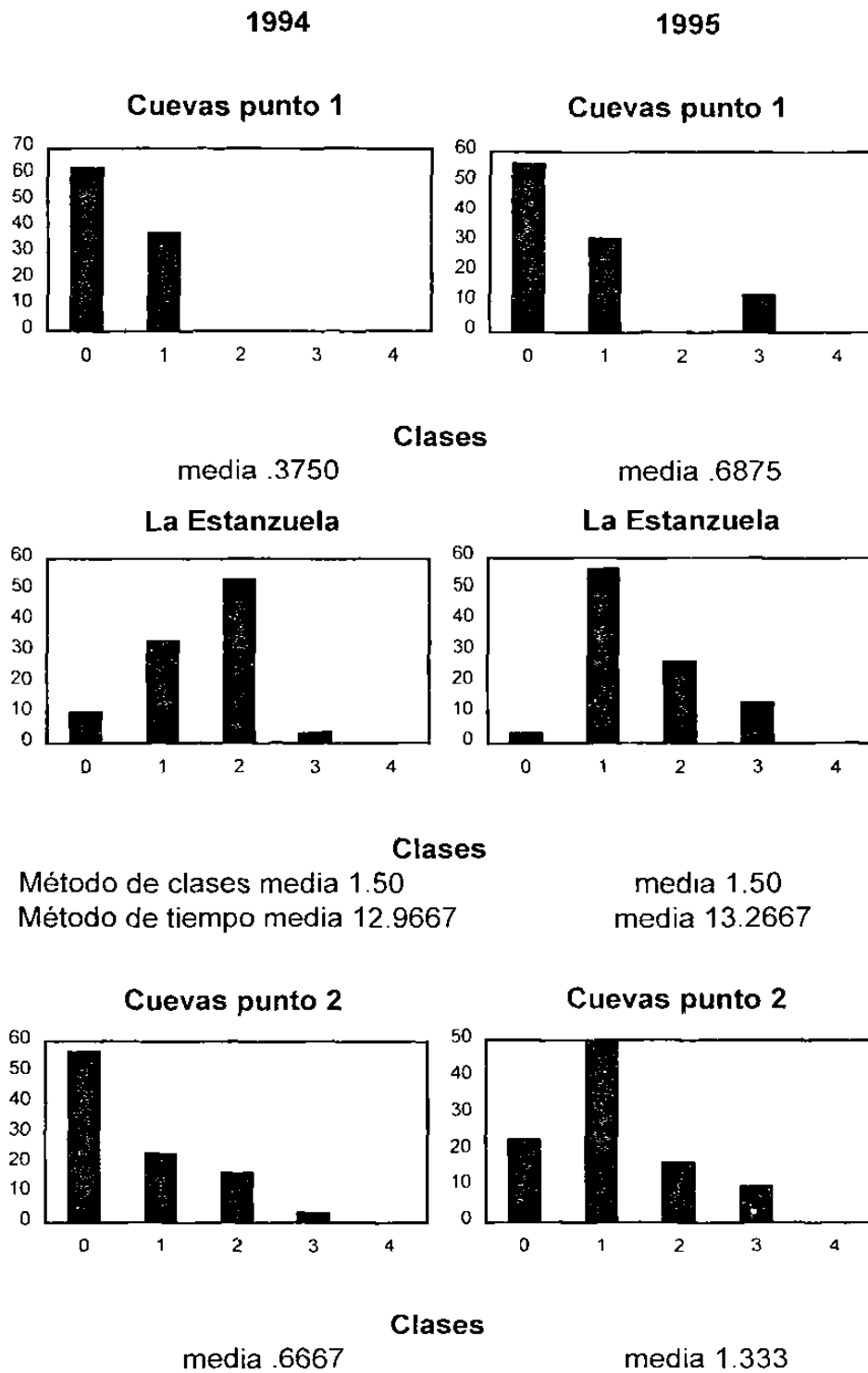


Figura 5.11 (Continúa)

TABLA 5.1

VALORES MEDIOS DE LA PRODUCCION RELATIVA DE SEMILLA DE
Quercus polymorpha EN LOS DIFERENTES SITIOS CON EL
METODO DE TIEMPO

Sitio	1994	1995
El Escorial	3.9444	0.3333
La Virgen	5.850	8.000
Dr. Barreda	0.000	0.000
Cuevas 1	1.1875	4.8125
La Estanzuela	12.9667	13.2667
Cuevas 2	5.600	7.9667

El sitio La Virgen aumentó su producción relativa de bellota en 1995. En Cuevas punto uno, aumentó en 1995. La Estanzuela aumentó también ligeramente en 1995. Cuevas punto dos aumentó en 1995 con relación a 1994. Los resultados del método de clases en el análisis de varianza fueron altamente significativos. Las pruebas de medias de Tukey-B en SPSS mostraron en 1994 diferencias significativas del grupo formado por los sitios Dr. Barreda con un valor medio de 0.0 Cuevas 1, El Escorial y del grupo formado de La Virgen y Cuevas 2, del grupo La Estanzuela con 1.50 (Apendice 8.24). En 1995 el grupo de sitios con diferencias significativas son Dr. Barreda y El Escorial con el grupo formado de Cuevas 1, del grupo La Virgen y Cuevas 2, el grupo La Estanzuela (Apendice 8.25). La producción relativa de semilla de *Q. rysophylla* se muestra en la Figura 5.12; en el sitio

Las Moras disminuyó la producción relativa de 1995 con relación a 1994, en el sitio Dr. Barreda aumentó en 1995 y La Comunidad no produjo semilla en ambos años de estudio. Los resultados del método de clases en el análisis de varianza fueron altamente significativos. Las pruebas de medias de Tukey-B en SPSS mostraron en 1994 diferencias significativas del grupo formado por los sitios Dr. Barreda y La Comunidad del sitio Las Moras. En 1995 cada sitio es diferente significativamente del otro, por lo tanto, La Comunidad con 0.0 es diferente a Las Moras con 0.2241 y a Dr. Barreda con 0.4444 (Apéndices 8.28, 8.29). La producción de semilla de *Q. vaseyana* en el sitio El Encino disminuyó en 1995 con relación a 1994 (Figura 5.13). No fue posible realizar un análisis de varianza para esta especie ya que solamente la encontramos con un número de individuos favorable en ese sitio.

Los resultados de la metodología de clases muestran lo siguiente.

Medias para 1994 = 1.25 y 1995 = .8593

Los resultados de la metodología de tiempo muestran lo siguiente.

Medias para 1994 = 10.2812 y 1995 = 4.75

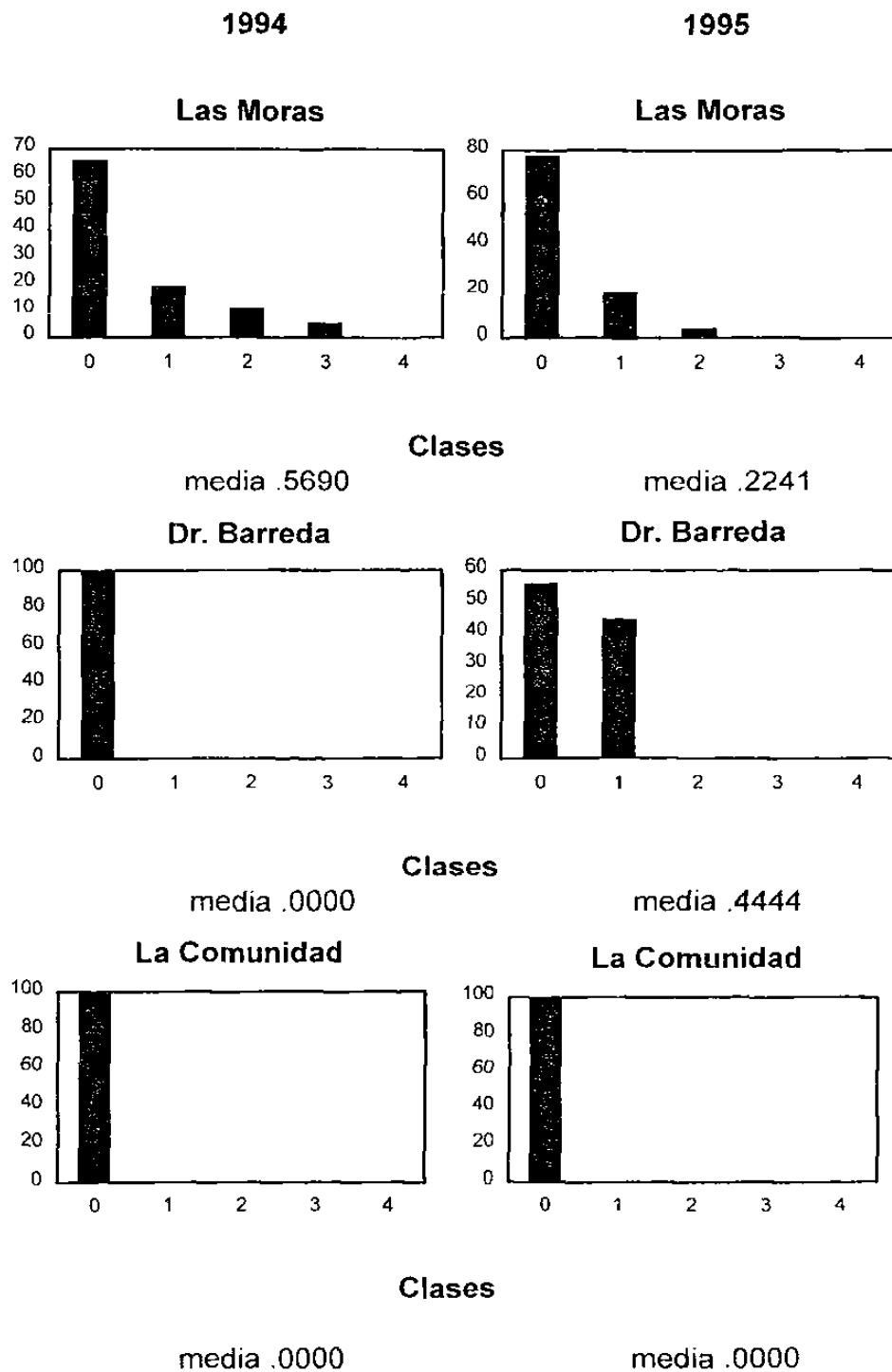


Figura 5.12 Evaluación de la producción relativa de semilla de *Quercus rysophylla*

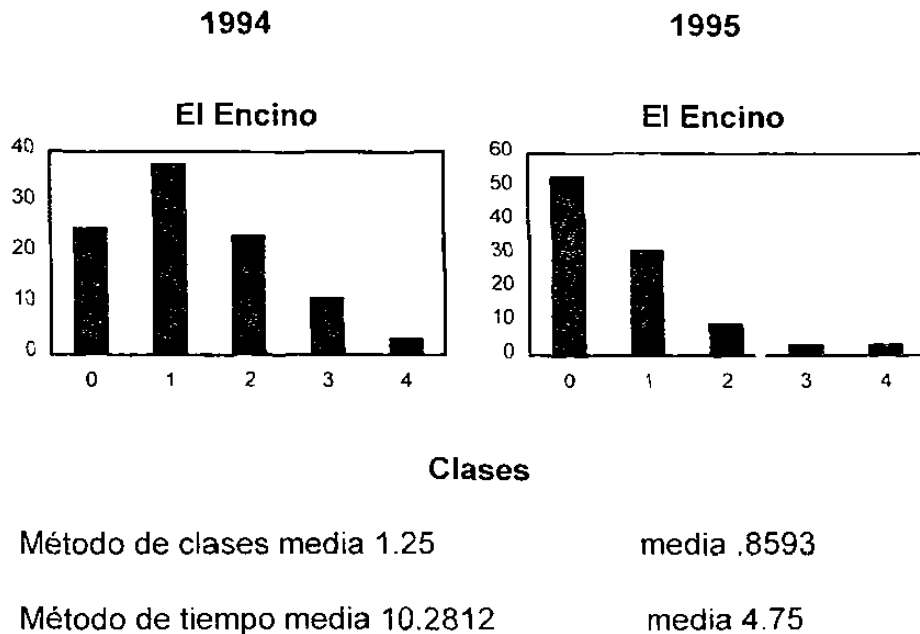


Figura 5.13 Evaluación de la producción relativa de semilla de *Quercus vaseyana*

Los valores medios de la producción relativa de semilla por especie por sitio con el método de clases fueron significativamente diferentes entre sí como se mostró en las Figuras 5.8-5.13. Estos mismos se comportaron de igual forma con el método de tiempo como se puede observar en la Figura 5.14. Además, los valores medios de la producción relativa de semilla por especie por año fueron significativamente diferentes en todos los sitios con el método de tiempo (Tabla 5 2).

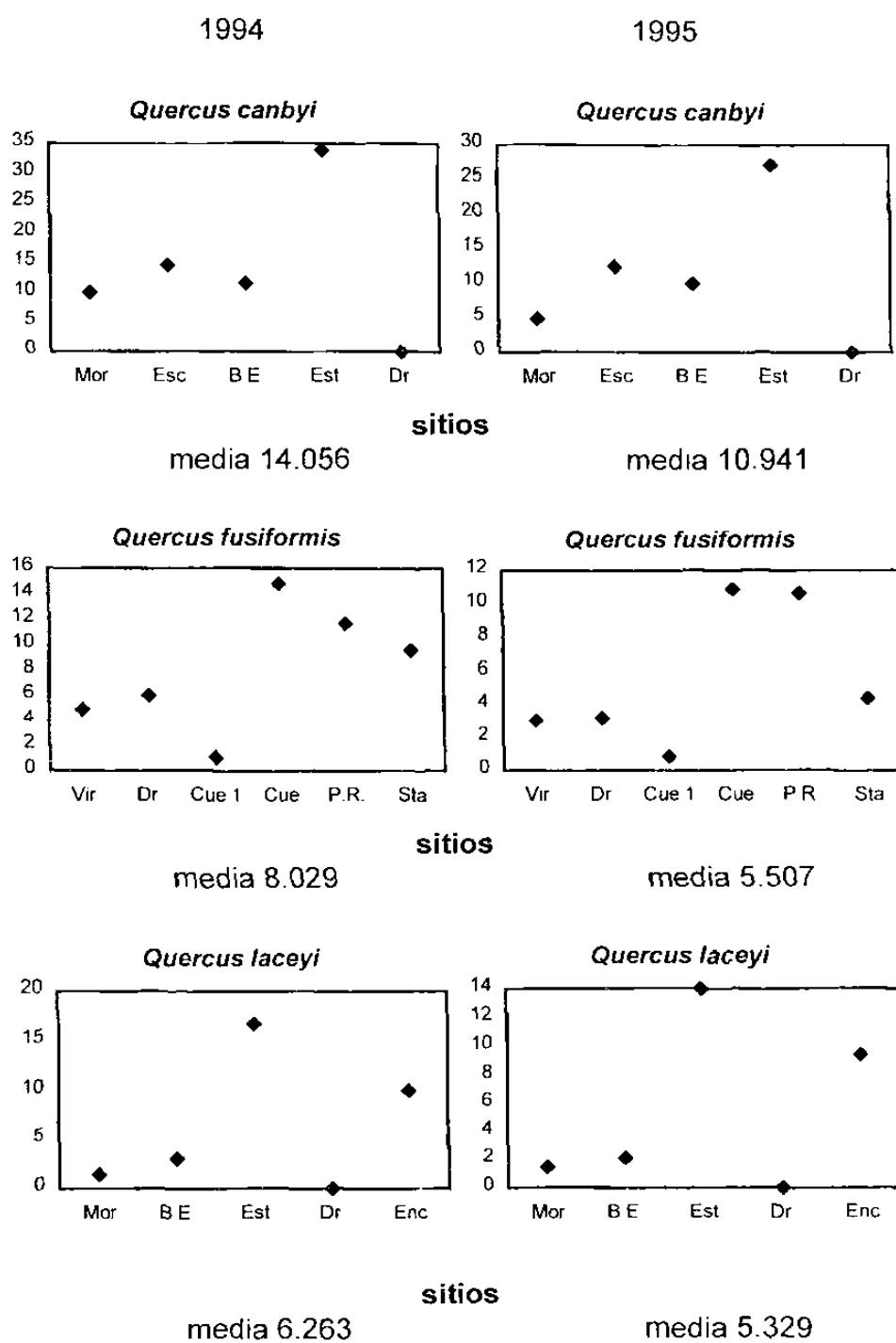


Figura 5.14 Valores Medios de la Producción Relativa de Semilla por Especie por Sitio, con el método de Tiempo

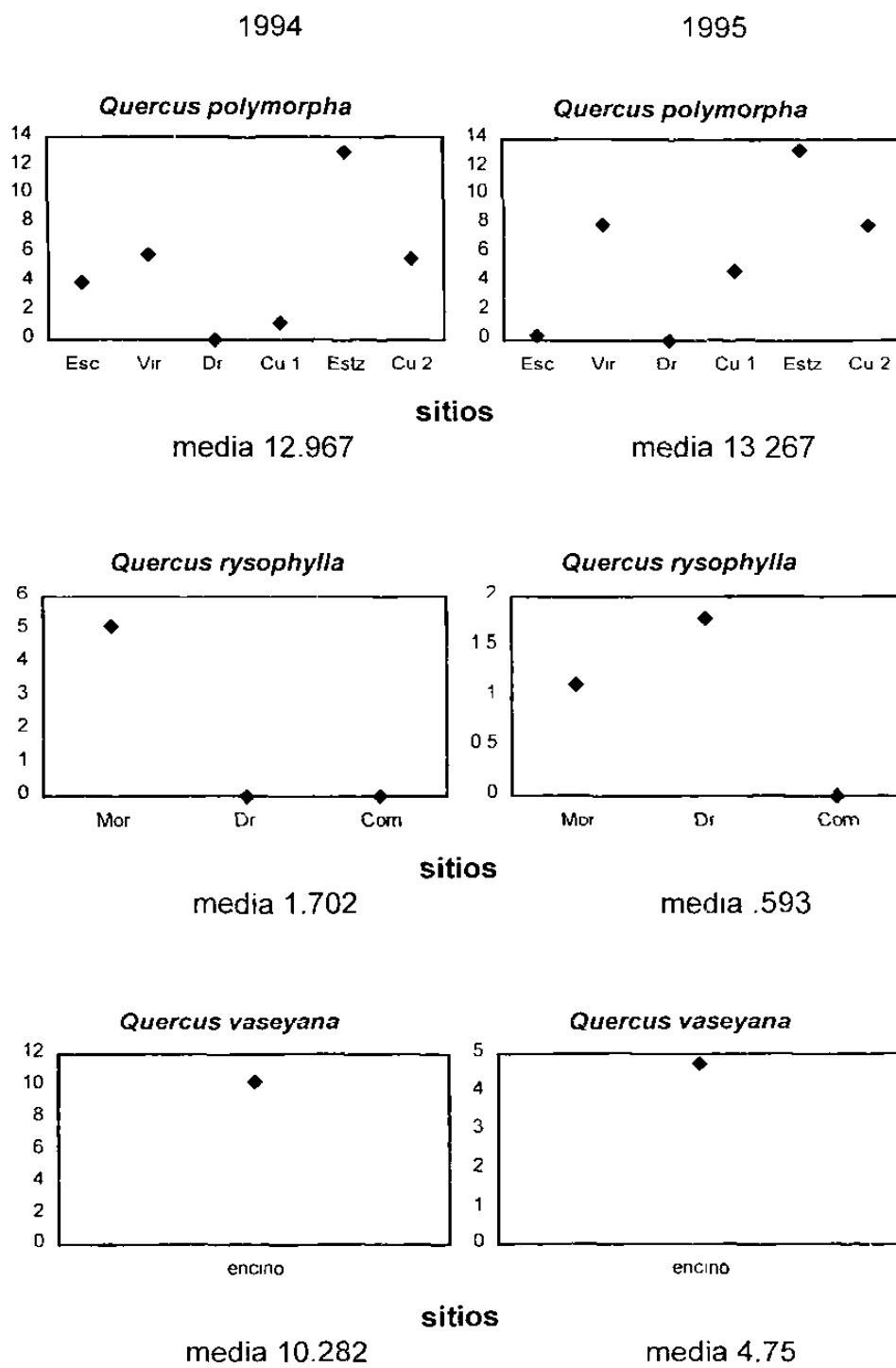


Figura 5.14 (Continúa)

TABLA 5.2

VALORES MEDIOS DE LA PRODUCCION RELATIVA DE SEMILLA, POR ESPECIE, POR AÑO, CON EL METODO DE TIEMPO

Especie	Sitios No.	1994	1995
<i>Quercus canbyi</i>	5	14.056	10.941
<i>Quercus fusiformis</i>	6	8.029	5.507
<i>Quercus laceyi</i>	5	10.282	5.329
<i>Quercus polymorpha</i>	6	4.925	5.786
<i>Quercus rysophylla</i>	3	1.702	0.593
<i>Quercus vaseyana</i>	1	10.282	4.750

5.5 Discusión

La producción relativa de semilla de encino de 480 árboles presentó una alta asociación significativa entre el método de clases y el de tiempo en 1994 $R = .891$, 1995 $R = .918$ y en ambos años $R = .901$ con $p < .01$. Sin embargo, existen sitios que reportan diferencias muy ligeras en la información entre un método y otro. Al observar el método de tiempo (Apéndice 8 4) se encontró que existen tres resultados mayores bien diferenciados significativamente:

- 1) *Q. rysophylla* es diferente al resto de las especies.
- 2) *Q. fusiformis*, *Q. vaseyana*, *Q. polymorpha* y *Q. laceyi* forman un grupo.
- 3) *Q. canbyi* es diferente al resto de las especies.

Se piensa que la diferencia no es muy amplia entre las metodologías probadas (Apéndices 8.4, 8.5) y se obvia que el método de tiempo es mas preciso; sin embargo, ambas metodologías aportan buenos resultados

El método de tiempo presenta menor variación o diferencia en los datos, y se corrobora al observar la prueba de Tukey-B en SPSS con respecto a los sitios (Apéndices 8.8, 8.9) donde observamos menor diferencia entre los grupos de sitios y se concluye que existe una asociación o correlación altamente significativa entre los dos métodos empleados, con mayor asociación en el año de 1995 $R = .918$ que en el de 1994 $R = .891$, donde la diferencia es baja.

Así los resultados de este estudio mostraron que las especies tienen un comportamiento diferente, principalmente en la producción relativa de semilla de *Q. polymorpha* ya que aumenta en 1994 mientras que las otras cinco especies disminuyen en 1995, es decir:

<i>Q. canbyi</i>	En 1995 disminuyó con relación a 1994.
<i>Q. fusiformis</i>	En 1995 disminuyó con relación a 1994 y aumentó sólo en el sitio Cuevas 1.
<i>Q. laceyi</i>	En 1995 disminuyó con relación a 1994.
<i>Q. rysophylla</i>	En 1995 disminuyó con relación a 1994.
<i>Q. vaseyana</i>	En 1995 disminuyó con relación a 1994.
<i>Q. polymorpha</i>	En 1995 aumentó con relación a 1994 excepto en el sitio el Escorial, incluido dentro de un desarrollo urbano en un fraccionamiento residencial en la Sierra Madre Oriental en el estado de Nuevo León.

Así también, mientras una especie en un sitio, en un año determinado, produce abundante semilla, en ese mismo año, en otro sitio la misma especie produce poca semilla.

Koenig *et al.*, (1991) reportan que la producción de semillas en una especie de encino en un sitio determinado, puede ser alta, baja o nula. Por lo tanto,

la producción de semilla es altamente variable y generalmente asincrónica, estos resultados sugieren que existen estrategias reproductivas distintas entre las especies.

Así, encontramos que, en el sitio La Estación en Iturbide, N. L. *Q. canbyi* no. 515 mantiene su producción de clase cuatro en ambos años de estudio, además, observamos que en *Q. canbyi* no. 506 pasó de clase tres en 1994 a clase cuatro en 1995. Por el contrario, *Q. canbyi* no. 520 pasó de clase cuatro en 1994 a clase tres en 1995, es decir, se observó un comportamiento diferente para la misma especie y sitio al nivel de individuos.

Sork *et al.*, (1993) y Olson & Boyce (1971), discuten la posibilidad de que las especies puedan tener ciclos de reproducción que son inherentes a las condiciones del clima, así como a la función de anteriores eventos reproductivos. Esto sugiere que el año “masting” involucra estrategias reproductivas.

En el sitio La Comunidad de la Ciénega ocurrió un incendio de copa en 1991, aparentemente este fue un factor que indujo la nula producción de semilla durante los dos años del presente estudio. Sería interesante conocer por cuánto tiempo el bosque no aportará alimento a la vida silvestre y germoplasma para su regeneración en esta zona.

Asimismo, la baja producción de semilla observada en el sitio Dr. Barreda pudiera estar directamente relacionada con la abundante presencia del insecto defoliador llamado grilleta i.e. *Pterophylla beltrani* B. B.

La prueba de medias de Tukey-B en SPSS, con diferencia significativa de un análisis de varianza de los sitios, muestra que no existe diferencia significativa entre la producción media relativa de semilla en los sitios La Comunidad con un tipo de vegetación de bosque de pino-encino y Dr. Barreda con un bosque de encino; estos dos sitios se encuentran impactados por fenómenos adversos diferentes; en La Comunidad la variable es física y en Dr. Barreda es una variable biológica. Ambos factores al parecer son la causa principal de la nula o baja producción de semilla de los bosques en estos sitios y por consiguiente de su muy baja o nula regeneración. Es conveniente aclarar que en ambos predios se realizan aprovechamientos domésticos de madera de encino y de que existe pastoreo; además se procura en época de seca cortar las ramas de los encinos como forraje; estas actividades antropogénicas, aunadas a la situación actual, podrían estar conduciendo a estos bosques a un estado disclimax de sucesión no claramente definido.

Por otro lado, el sitio La Estación, aunque disminuyó ligeramente la producción relativa de semilla en 1995, presentó sin embargo, dos años consecutivos una abundante producción de semilla i.e. años "mast". La presencia de dos años "mast" consecutivos 1994 y 1995, a nuestro juicio, nos hace pensar en la longitud del intervalo de los ciclos "mast". Sin embargo, la producción disminuyó ligeramente en 1995 (Figura 5.5) y reafirma aunque no con significancia estadística de Z con alfa error 0.05, la inversa relación que existe entre la producción actual 1995 y la anterior 1994 en esta comunidad compuesta de *Q. canbyi* y *Q. laceyi*. Cabe aclarar el

interés de que probablemente se presentaron dos años "mast" consecutivos en este sitio, tal y como lo comprueba el valor de Z con un alfa error significativo donde se puede afirmar que la producción de semilla del año de 1994 no muestra diferencia significativa con la del año de 1995 para estas dos especies y la disminución de la producción relativa del año actual con el anterior no es significativamente diferente. Por lo tanto, estos eventos de producción (años "mast") consecutivos se presentan, quizás, debido a que las condiciones climáticas para estas especies fueron favorables durante ambos años de estudio en este sitio. En el sitio Sta. Catarina se observó en *Q. fusiformis* una marcada reducción en la producción relativa de semilla con una media en el método de tiempo, en 1994 de 9.657 y en 1995 de 0.842 (Figura 5.6). En el sitio El Encino, usando el método de tiempo se observó en *Q. vaseyana* un patrón de disminución de la producción semejante a la especie anterior, aunque en una escala menor en 1994 el valor medio fue de 10.2812 y en 1995 de 4.75 (Figura 5.7).

Q. fusiformis en Sta. Catarina y *Q. vaseyana*, en El Encino, vienen a reafirmar la relación inversa que aparentemente existe entre la producción de semilla actual 1995 y la anterior 1994.

Q. canbyi con un valor medio de 33 9286 en 1994 y 27.1429 en 1995, en el sitio La Estación con el método de tiempo, fue la especie con el valor registrado mas alto en ambos años de estudio es decir, la misma especie en el sitio llegó a tener la producción relativa mas alta durante la investigación. De acuerdo con el método de tiempo *Q. fusiformis* disminuyó, excepto en un sitio, el valor medio de la producción relativa de semilla, de acuerdo con el

método de tiempo de 1994 a 1995. Su valor promedio fue en 1994 de 8.0277 y de 5.5069 en 1995. Solamente en el sitio Cuevas 2 de seis sitios estudiados, se incrementó su producción relativa de semilla de 1994 a 1995, y en el resto de los sitios disminuyó.

Para *Q. laceyi* la producción relativa disminuyó de 1994 a 1995; el incremento con la metodología de tiempo que presenta Dr. Barreda es muy bajo, en 1994 tiene un valor medio de 0.0 y en 1995 es de 0.044. En el sitio Las Moras se presentó una discrepancia en los resultados de los valores medios en cuanto a la producción relativa de semilla de esta especie, con el método de tiempo en 1994 de 1.4118, disminuyó a 1.1471 en 1995 y por el contrario, el método de clases en 1994 de 0.2647, aumentó a 0.3235 en 1995. La información de esta especie y sitio es la única en el presente estudio, con respecto a los dos métodos empleados, que no se ha podido explicar con certeza lo sucedido; y se desconoce el criterio a tomar o seguir. Se conoce que la metodología de tiempo es más precisa que la de clases sin embargo, es probable que exista algún error en la toma de datos para alguna de las metodologías, lo que no permite que coincidan ambas con resultados semejantes como sucedió a lo largo de este estudio.

Q. polymorpha es la única especie de las seis que conforman este estudio que, en cuatro sitios, aumentó su producción relativa de semilla en 1995 con relación a 1994 y sólo disminuyó en uno que es El Escorial. En éste, habita un bosque de *Quercus* ubicado en una zona residencial incluida dentro de la urbanización comprendida en la Sierra Madre Oriental del municipio de San Pedro Garza García, Nuevo León. Es prematuro señalar, pero quizá la

urbanización sea un factor en esta zona, que esté determinando la disminución en la producción relativa de semilla de *Q. polymorpha* en poblaciones naturales. Por otra parte, el encino roble, comúnmente llamado así por los horticultores aficionados, muestra subjetivamente un alto nivel de adaptación a entornos urbanos en esta zona, plantado artificialmente con su debido mantenimiento en etapas tempranas de su establecimiento.

Q. rysophylla disminuyó su producción relativa en el sitio Las Moras de acuerdo con el método de tiempo de 5.1034 a 1.1207 pero aumentó en Dr. Barreda de 0.0 en 1994 a 1.7778 en 1995. En La Comunidad permanece nula su producción de 0.0 esto se debe quizá al impacto causado por un incendio en este sitio; En él, Dr. Barreda como ya se dijo repetidas veces, ha sido impactado por un defoliador que aparentemente disminuye la producción de semilla; en el, *Q. rysophylla* aumentó su producción durante 1995, año en el que aparentemente las poblaciones de grilleta disminuyeron en esta zona. La duda radica en que *Q. rysophylla* es bianual y la aparente producción de bellota de 1995 se originó en 1994, año en el que la grilleta abundó en esta localidad. Por lo tanto, aunque de manera indirecta, no está claro que la grilleta *Pterophylla beltrani* B. B. es el causante principal de la baja producción de bellota en estos bosques. Por otra parte, se sabe que *Q. rysophylla*, es un encino rojo (del subgénero *Erythrobalanus*) que contiene altas cantidades de taninos, sustancias tóxicas para muchos organismos depredadores, y sus hojas son de textura gruesa Sin embargo, el bosque en este sitio se encuentra en mal estado e independientemente de lo que se ha mencionado la grilleta está ocasionando el declinamiento y muerte de

los encinos y al parecer, es el factor que desencadenó el deterioro actual en el que se encuentra todo el ecosistema.

Q. vaseyana disminuyó su producción relativa considerablemente de 1994 a 1995. Con respecto a los dos métodos empleados, en la evaluación clases $p < .00001$ los valores medios representados de *Q. vaseyana* presentaron en ambos años una menor diferencia entre el sitio El Encino y La Estación. en la evaluación tiempo $p < .0001$ observamos una mayor diferencia entre los dos sitios. Por lo tanto, pensamos que la metodología de tiempo presentó mayores diferencias, a pesar de esto es más precisa al agrupar los elementos con diferencias significativas en la prueba de media de Tukey-B en SPSS con $p < .05$. Existe la hipótesis de que un árbol que produce abundante semilla debe de almacenar recursos durante algunos años de manera que, con el tiempo, pueda producir otra (Sork & Bramble, 1993). Los resultados de este estudio mostraron que existen árboles de clase cuatro en 1994 que repitieron en 1995 la clase cuatro e. g. el ejemplar No. 120 de *Q. vaseyana* y 515 de *Q. canbyi*. Por el contrario hubo árboles de clase cuatro en 1994 que disminuyeron a clase uno en 1995 e. g. el ejemplar No. 216 de *Q. canbyi*. Estas observaciones no reflejan el comportamiento de una población y quizás pudieran analizarse mejor con más tiempo de estudio. Un inconveniente sería los registros del clima que, lamentablemente, no se cuentan para las zonas de estudio. Sork & Bramble, (1993) encuentran correlaciones estadísticas negativas entre la producción actual y las anteriores, además las interpretan como un reflejo fisiológico que disminuye el tiempo necesario que cada especie requiere para acumular suficientes

recursos que produzcan otra abundante cosecha. Janzen, (1971) propone la hipótesis de *Sociedad de depredadores*, la cual explica que los ciclos de semilla "mast" son una adaptación contra los depredadores y sus cadenas tróficas, debido a que más semillas son producidas y consumidas. Sork *et al.*, (1993) mencionan, que la hipótesis *Sociedad de depredadores* es una evidencia para muchas otras especies más. La pregunta que se deriva de lo anterior es la siguiente: ¿Acaso cada especie posee un ciclo interno que nos dé una correlación positiva con los intervalos de tiempo? La explicación más prometedora acerca de la producción de semilla quizá sea la hipótesis de *Concordancia de recursos* (Norton & Kelly, 1988; Sork, *et al.*, 1993) la cual se basa en una relación de la producción de semilla con las condiciones del clima. El clima puede determinar en cierto grado la producción de semilla debido a que algunos aspectos de la biología reproductiva requieren condiciones específicas del medio ambiente (Sork *et al.*, 1993). Los factores climáticos propuestos que causan fluctuaciones en la producción de semillas son: heladas tempranas, inviernos fríos, condiciones extremas de temperatura, humedad y viento durante la polinización, sequía y altas temperaturas posteriores a la polinización (Sork *et al.*, 1993). Cabe aclarar que en el género *Quercus* cada especie podría responder a diferentes factores medioambientales, y las respuestas de las especies podrían variar en cada sitio, tal es el caso de *Q polymorpha* en este estudio. Para Sork & Bramble, (1993), las flores que sobreviven son un factor determinante para la producción de semilla, sin embargo, son las restricciones fisiológicas del árbol, condicionadas por el clima, las que determinan cuándo ocurre una

producción abundante. Así las condiciones severas del clima pueden alterar completamente el estado fisiológico del árbol (Sork *et al.*, 1993). Otro punto de vista interesante ocurre en las especies de encinos, que se polinizan por el viento i.e. hipótesis *Polinización por viento* de (Norton & Kelly, 1988) ya que la eficiencia de la floración sincronizada con la polinización, podría contribuir con los patrones "masting". Las poblaciones de árboles producen grandes cosechas sincrónicamente y la longitud del intervalo entre los ciclos "mast" son probablemente similares entre los árboles dentro de la población. De cualquier forma este ciclo innato e inherente de la especie puede diferir en otras regiones. Consecuentemente, es importante entender la biología reproductiva de las especies locales con el fin de hacer predicciones. Las condiciones del clima producen una tendencia hacia la sincronía de la floración y fructificación, lamentablemente, esta sincronía no puede ser demostrada por medio de fluctuaciones anuales que involucran estrategias reproductivas (Sork *et al.*, 1993). El año "mast" según los mismos autores es una respuesta al clima y debe de tener una relación inversa entre la producción actual y la del año anterior.

CAPITULO 6

Evaluación de la de Germinación de Bellotas en Vivero

6.1 Introducción

La germinación es la reasunción de un crecimiento activo del embrión, que resulta en la ruptura de la cubierta de la semilla y la emergencia de una plántula (Copeland, 1976; Bonner, 1984; Bonner *et al.*, 1994, 1994a)

La germinación de los encinos es hipógea, se caracteriza porque los cotiledones permanecen en la superficie o bajo el suelo y la plúmula emerge sobre éste (Copeland, 1976; Bonner, *et al.*, 1994). Las pruebas de germinación son comunes para determinar viabilidad de las semillas (Copeland, 1976; Daniel *et al.*, 1982). Además, constituyen estimaciones reales de la capacidad germinativa o potencial de germinación, que viene a ser el porcentaje total acumulado de la germinación de la semilla a lo largo de un cierto período (Daniel *et al.*, 1982). Dicha capacidad germinativa representa el número de las semillas que germinaron normalmente en el período específico de prueba, usualmente es expresada en porcentaje y es sinónimo del término porcentaje de germinación (Bonner, *et al.*, 1994).

El vigor es aquella propiedad de las semilla que determina el potencial para una emergencia rápida y uniforme y el desarrollo de una plántula normal bajo un amplio rango de condiciones de campo (AOSA, 1983; Bonner,

1984; Bonner *et al.*, 1994, 1994a). El vigor es una suma de propiedades que determinan el nivel potencial de actividad de la semilla durante la germinación y la emergencia de la plántula (ISTA, 1985; Bonner *et al.*, 1994, 1994a). El instrumento tradicional para expresar el vigor de las semillas de árboles y arbustos es llamado energía germinativa (Bonner, 1974) En este trabajo se empleó el criterio energía germinativa de Daniel *et al.*, 1982 y Bonner, 1974 en los experimentos de 1994 y 1995. Ellos la definen como el porcentaje de germinación en el punto en el que la tasa de germinación se vuelve apreciablemente mas lenta, "máxima tasa de germinación". Además, en las pruebas de 1995, se comparó este criterio con el llamado "conteos tempranos" descrito por el (ISTA, 1985; Bonner *et al.* 1994a) el cual no es más que el primer conteo que puede ser usado como indicador de vigor. Otro de los criterios fue el llamado "porcentaje" descrito por Bonner *et al.*, (1994a) como el tiempo requerido para alcanzar un determinado porcentaje de germinación y es otra expresión de la tasa de germinación (Bonner, 1974). Entendida así, ésta resulta ser la mejor expresión del vigor.

6.2 Objetivos generales

Evaluar el proceso de germinación de las especies estudiadas, su capacidad germinativa, período de prueba, tipo de curva de frecuencia acumulada, así como su energía germinativa.

6.3 Objetivos particulares

- En 1993 Comparar la capacidad germinativa de las semillas de tres especies provenientes de diferentes sitios
- En 1994 Comparar por medio de conteos de frecuencia los parámetros de las seis especies estudiadas.
- En 1995 Comparar por medio de conteos de frecuencia y pruebas de medios, los parámetros de las especies estudiadas.

6.4 Materiales y métodos

Para la realización de los experimentos de germinación de las semillas seleccionadas se siguieron los procedimientos descritos en 2.5. Una vez sembradas las semillas en los contenedores se colocaron en el vivero a media sombra y se regaron de dos a tres veces por semana. La capacidad germinativa de las especies se evaluó en 1993, 1994 y 1995. La energía germinativa se determinó en el momento en el que el lote de semilla obtuvo la máxima tasa de germinación (Bonner, 1974; Daniel *et al.*, 1982). Se determinó también en 1994 y 1995 el tipo de curva y el período de prueba. Los resultados se compararon en parejas mediante un ensayo de hipótesis con proporciones ($n > 30$) donde Z tiene un alfa error de .05 y un 95 % de confiabilidad:

$H_0: P_1 = P_2$ Las parejas de resultados no presentan diferencia significativa.

$H_a: P_1 \neq P_2$ Las parejas de resultados tienen diferencia significativa.

6.5 Resultados

6.5.1 Pruebas de germinación en 1993

Los resultados que muestra la Tabla 6.1. Son seis lotes de semilla de tres especies que se duplican, las cuales presentan diferencias en su capacidad germinativa. Los lotes de las semillas germinadas se consiguieron en esta temporada, como sigue:

TABLA 6.1
CAPACIDAD GERMINATIVA DE TRES ESPECIES DE ENCINO

Especie	No. árbol	Sitio	No. semillas	Cap.Germ. %
<i>Quercus canbyi</i>	243	San Pedro	120	71
<i>Quercus canbyi</i>	---	Santiago	120	74.16
<i>Quercus fusiformis</i>	SN025	San Nicolas	150	64
<i>Quercus fusiformis</i>	---	Linares	150	82
<i>Quercus vaseyana</i>	120	Monterrey	200	44.5
<i>Quercus vaseyana</i>	123	Monterrey	200	73.75

TABLA 6.2
VALOR DE Z PARA LA CAPACIDAD GERMINATIVA DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS

<i>Q. canbyi</i>	243	<i>Q. canbyi</i>	--	Z	=	0.725	Ho
<i>Q. fusiformis</i>	SN025	<i>Q. fusiformis</i>	--	Z	=	4.593	Ha
<i>Q. vaseyana</i>	120	<i>Q. vaseyana</i>	123	Z	=	8.257	Ha

Se compararon las parejas de resultados sobre la capacidad germinativa de las semillas de las especies de la Tabla 6.2 *Q. canbyi* 243, San Pedro Garza García y *Q. canbyi* -- Santiago no presentaron diferencias significativas. Por el contrario, *Q. fusiformis* SN 025 San Nicolás de los Garza y *Q. fusiformis* Linares, así como *Q. vaseyana* 120 Monterrey y *Q. vaseyana* 123 Monterrey, presentaron diferencias significativas.

6.5.2 Pruebas de germinación en 1994

Los resultados que muestra la Tabla 6.3 son seis lotes de semilla de seis especies de encino

TABLA 6.3

PRUEBAS DE GERMINACION DE SEIS ESPECIES DE ENCINO

Especie	No.	Sitio	No Sem.	Cap.% Germ	Prueba días	Curva tipo	Ener Germ.
<i>Q. canbyi</i>	517	Estación	167	38.92	66	S	.13
<i>Q. fusiformis</i>	161	Sta. Cat.	159	67.29	165	P	.15
<i>Q. laceyi</i>	248	Escorial	138	80.43	53	S	.51
<i>Q. polymorpha</i>	288	Virgen	141	74.46	133	S	.43
<i>Q. rysophylla</i>	---	Moras	169	39.64	49	S	.19
<i>Q. vaseyana</i>	120	Encino	198	65.15	46	S	.41

TABLA 6.4

VALOR DE Z PARA LA CAPACIDAD GERMINATIVA DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS

<i>Q. canbyi</i>	517	<i>Q. rysophylla</i>	--	Z	=	0.267	Ho
<i>Q. canbyi</i>	517	<i>Q. vaseyana</i>	120	Z	=	7.189	Ha
<i>Q. canbyi</i>	517	<i>Q. fusiformis</i>	161	Z	=	7.721	Ha
<i>Q. canbyi</i>	517	<i>Q. polymorpha</i>	288	Z	=	9.585	Ha
<i>Q. canbyi</i>	517	<i>Q. laceyi</i>	248	Z	=	11.183	Ha

Se compararon las parejas de resultados sobre la capacidad germinativa de semillas en las especies de la Tabla 6.4, encontrándose que *Q. canbyi* 517 La Estación y *Q. rysophylla* Las Moras no presentan diferencia significativa. Por otro lado *Q. fusiformis* 161 Sta. Catarina, *Q. polymorpha* 288 la Virgen y *Q. laceyi* 248 el Escorial presentaron diferencias significativas.

El porcentaje de germinación como lo muestra la Tabla 6.3 es bajo en *Q. canbyi* 38 92 % y *Q. rysophylla* 39.64 % y fue mejor en el resto de las especies estudiadas.

TABLA 6.5

VALOR DE Z PARA EL PERIODO DE PRUEBA DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS

<i>Q. vaseyana</i>	120	<i>Q. rysophylla</i>	--	Z	=	0.529	Ho
<i>Q. vaseyana</i>	120	<i>Q. laceyi</i>	248	Z	=	1.323	Ha
<i>Q. vaseyana</i>	120	<i>Q. canbyi</i>	517	Z	=	3.438	Ha
<i>Q. vaseyana</i>	120	<i>Q. polymorpha</i>	288	Z	=	14.016	Ha
<i>Q. vaseyana</i>	120	<i>Q. fusiformis</i>	161	Z	=	19.305	Ha

Se compararon las parejas de resultados sobre el período de prueba de las especies de la Tabla 6.5, se encontró que *Q. vaseyana* 120 del sitio El Encino, *Q. rysophylla* – del sitio Las Moras y *Q. laceyi* 248 El Escorial no presentaron diferencias significativas. Por el contrario, *Q. canbyi* 517 La Estación, *Q. polymorpha* 288 La Virgen y *Q. fusiformis* 161 Sta. Catarina presentaron diferencias significativas. El periodo de prueba varió mucho, *Q. canbyi* *Q. laceyi*, *Q. rysophylla* y *Q. vaseyana* presentan tiempos cortos y *Q. fusiformis* y *Q. polymorpha* requieren de mucho más tiempo para realizar la prueba de germinación.

La curva de germinación acumulada o gráfica de frecuencia acumulada de *Q. fusiformis* Figura 6.2 es del tipo parábola, diferente a la del resto de las especies estudiadas, las cuales presentaron una curva sigmoidea.

TABLA 6.6

VALOR DE Z PARA LA ENERGIA GERMINATIVA DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS

<i>Q. canbyi</i>	517	<i>Q. fusiformis</i>	161	Z	=	0.699	Ho
<i>Q. canbyi</i>	517	<i>Q. rysophylla</i>	--	Z	=	2.095	Ha
<i>Q. canbyi</i>	517	<i>Q. vaseyana</i>	120	Z	=	9.775	Ha
<i>Q. canbyi</i>	517	<i>Q. polymorpha</i>	288	Z	=	10.473	Ha
<i>Q. canbyi</i>	517	<i>Q. laceyi</i>	248	Z	=	13.266	Ha

Al compararse las parejas de resultados sobre la energía germinativa de las especies estudiadas de la Tabla 6.6, se encontró que *Q. canbyi* 517 del sitio La Estación y *Q. fusiformis* 161 Sta. Catarina no presentaron diferencias significativas. Por el contrario, *Q. rysophylla* – del sitio Las Moras, *Q. vaseyana* 120 El Encino, *Q. polymorpha* 288 La Virgen y *Q. laceyi* 248 El Escorial presentaron diferencias significativas. La energía germinativa es baja para los lotes de *Q. fusiformis*, *Q. canbyi* y *Q. rysophylla* y alta para *Q. vaseyana*, *Q. laceyi* y *Q. polymorpha*. Las gráficas de germinación fueron empleadas para determinar el punto en el que la tasa de germinación se vuelve apreciablemente más lenta (Figura 6.1). Las gráficas de germinación acumulada (Figura 6.2) muestran la velocidad de germinación de cada lote por especie en el año de 1994.

1994

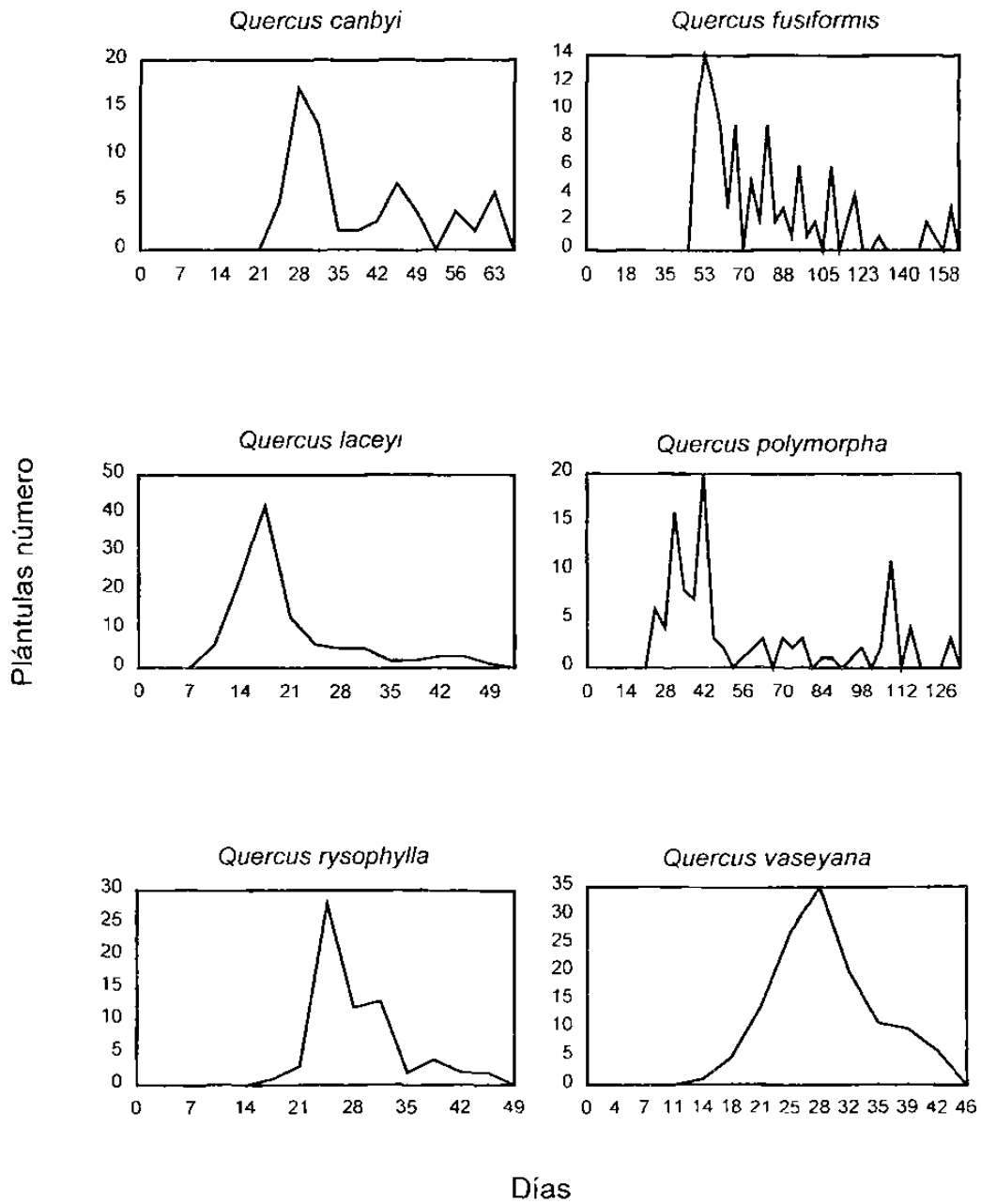


Figura 6.1 Germinación o Polígonos de Frecuencia de *Quercus spp*

1994

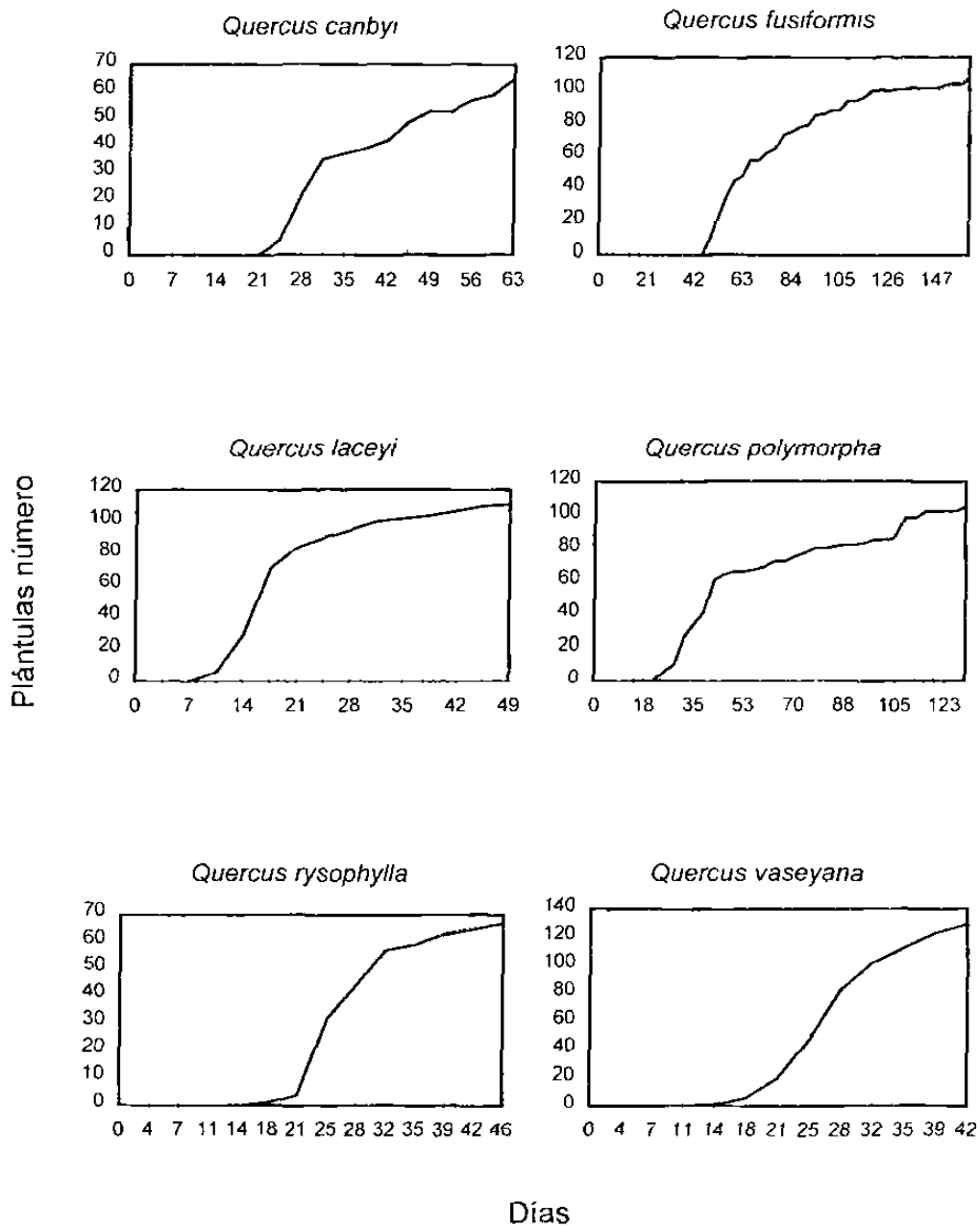


Figura 6.2 Germinación Acumulada o Polígonos de Frecuencia Acumulada de *Quercus* spp.

La Figura 6.3 muestra una curva ajustada para *Q. vaseyana* mediante un modelo polinomial de tercer grado.

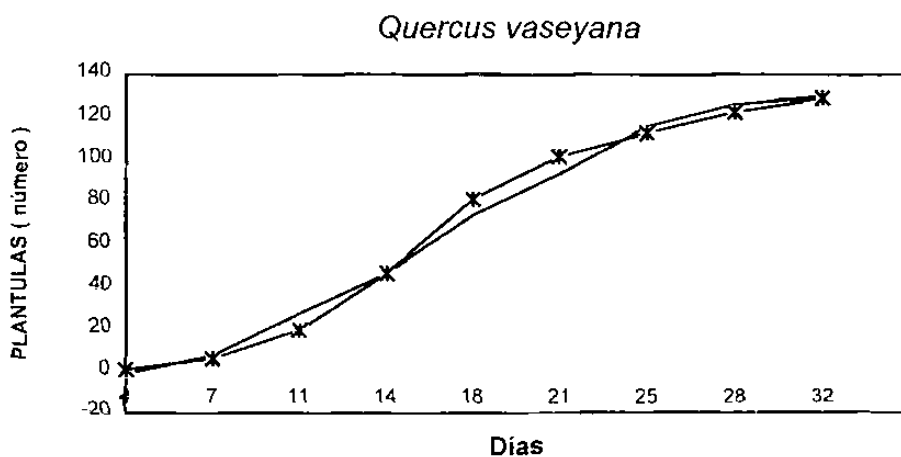


Figura 6.3 Curva de Germinación Acumulada Ajustada Mediante un Modelo Polinomial de Tercer Grado

La energía germinativa mostró una tendencia regular es decir, presentó una relación con respecto a la capacidad germinativa para todas las especies excepto para *Q. fusiformis* (Figura 6.4).

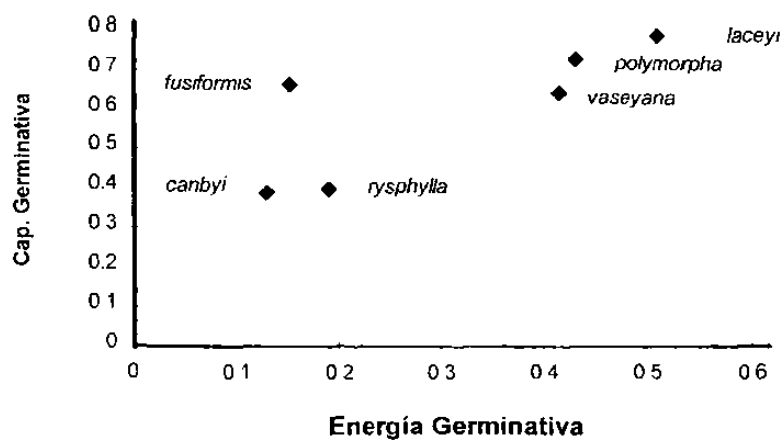


Figura 6.4 Relación Capacidad Germinativa-Energía Germinativa

6.5.3 Pruebas de germinación en 1995

Los resultados que muestra la Tabla 6.7 son una comparación de un lote de semillas de *Q. laceyi* germinadas en diferentes medios i e. mezclas de suelo.

TABLA 6.7

PRUEBAS DE GERMINACION EN CAMPO DE *Quercus laceyi* EN DIFERENTES SUSTRATOS DE SUELO

Especie	No.	Sitio	Medio	No. Sem.	Cap.% germ.	Prueba días	Curva tipo	Ener. germ.
<i>Q. laceyi</i>	248	Esc.	C	242	74.38	72	S	.24
<i>Q. laceyi</i>	248	Esc.	C+P	242	75.62	72	S	.36
<i>Q. laceyi</i>	248	Esc.	C+A	242	69.42	72	S	.17
<i>Q. laceyi</i>	248	Esc.	C+T	242	76.03	60	S	.30

TABLA 6.8

VALOR DE Z PARA LA CAPACIDAD GERMINATIVA DE *Quercus laceyi*

C	C+A	Z	=	1.675	Ho
C+P	C+A	Z	=	2.094	Ha
C+T	C+A	Z	=	2.232	Ha

Se compararon las parejas de resultados sobre la capacidad germinativa de *Q. laceyi* de la Tabla 6.8. Se encontró que el medio C+A no presentó diferencias significativas con respecto al medio C, por el contrario presentó diferencias significativas con respecto a los medios C+P y C+T. El lote de semillas no muestra diferencia en la capacidad germinativa con relación al medio utilizado, excepto quizás el medio C+A que es ligeramente menor.

TABLA 6.9

VALOR DE Z PARA EL PERIODO DE PRUEBA DE *Quercus laceyi*

C	C+T	Z	=	3.811	Ha
C+P	C+T	Z	=	3.811	Ha
C+A	C+T	Z	=	3.811	Ha

Se compararon las parejas de resultados sobre el periodo de prueba de *Q. laceyi* de la Tabla 6.9, el medio C+T presentó diferencias significativas con respecto a los medios C, C+P y C+A. Las pruebas se desarrollaron en el mismo periodo excepto para el medio C+T que fue de 60 días.

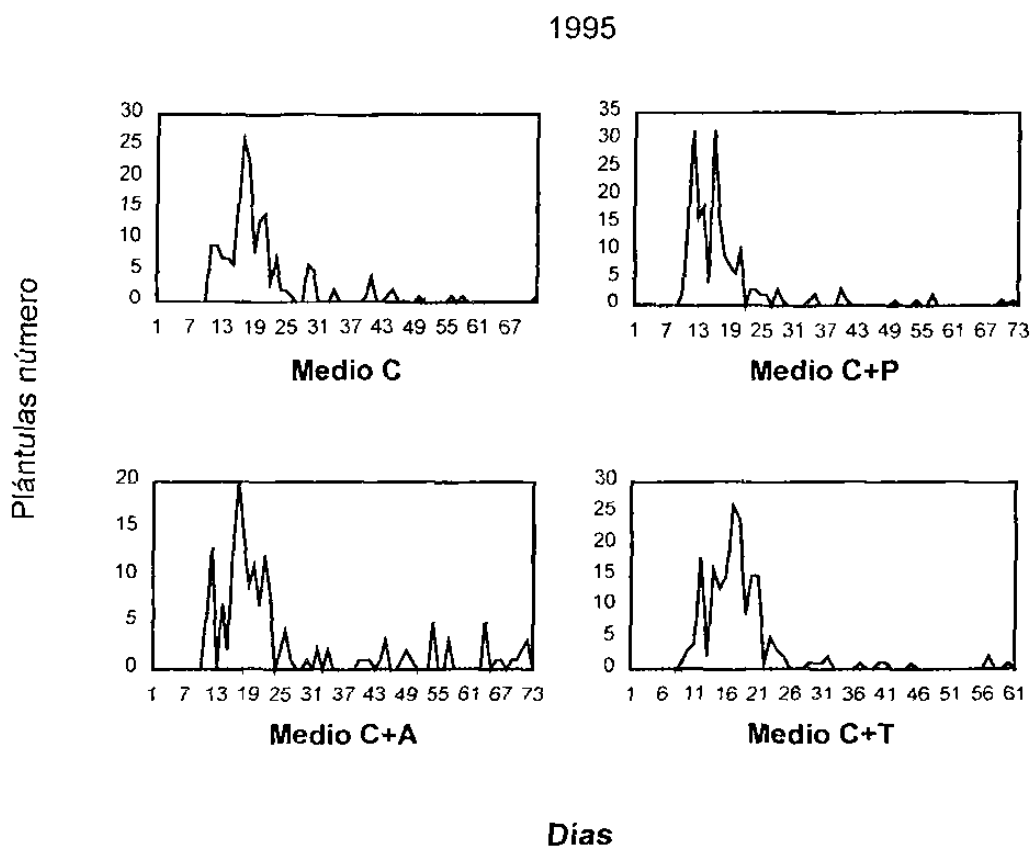
Los tipos de curva son los mismos para los cuatro medios utilizados.

TABLA 6.10

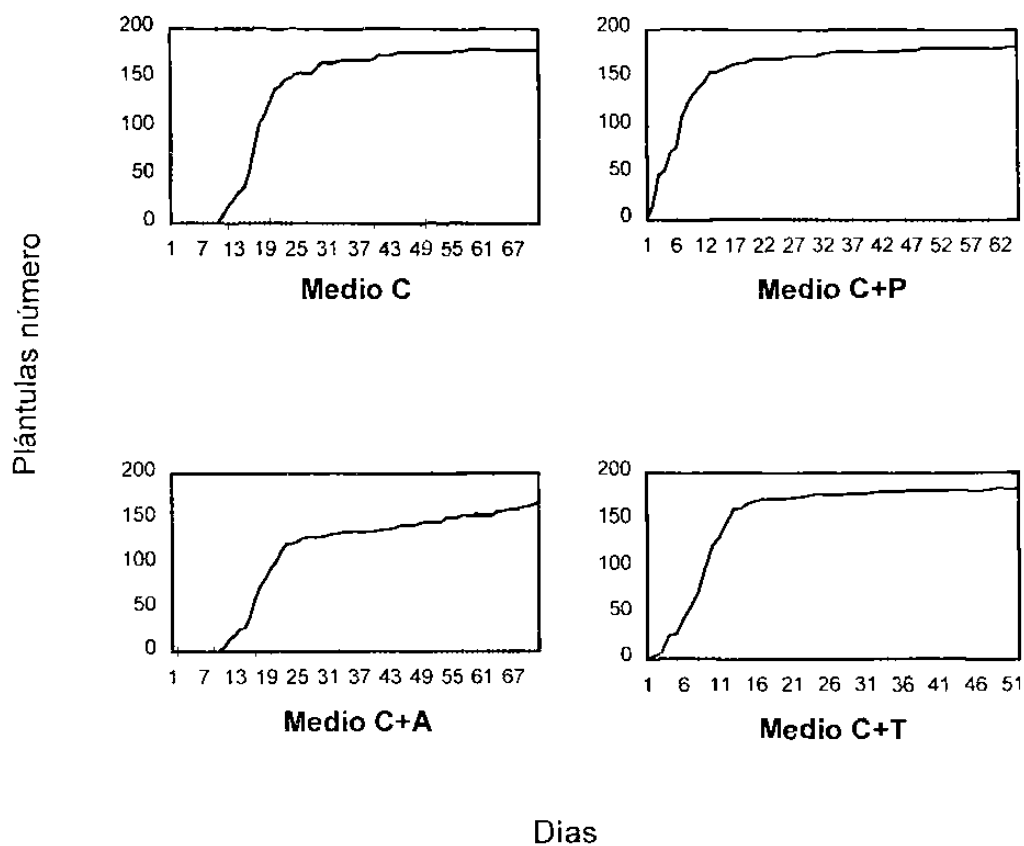
VALOR DE Z PARA LA ENERGIA GERMINATIVA DE *Quercus laceyi*

C	C+A	Z	=	2.899	Ha
C+T	C+A	Z	=	5.384	Ha
C+P	C+A	Z	=	7.869	Ha

Se compararon las parejas de resultados sobre la energía germinativa de *Q. laceyi* de la Tabla 6.10, se encontró que existe diferencia significativa entre sí. El valor de energía germinativa fue mayor para el medio C+P.

Figura 6.5 Germinación o Polígonos de Frecuencia de *Quercus laceyi*

1995



Medios

C = Composta de viruta de pino con estiércol de equino

C + P = Composta de viruta de pino con estiércol de equino y perlita en proporción 1 1

C + A = Composta de viruta de pino con estiércol de equino y arena sílica en proporción 1 1

C + T = Composta de viruta de pino con estiércol de equino y tierra en proporción 1 1

Figura 6.6 Germinación Acumulada o Polígonos de Frecuencia Acumulada de *Quercus laceyi*

En la Figura 6.5 se puede observar que los medios de C+P y C+T fueron los mejores para germinar *Q. laceyi*, mostrando una diferencia significativa con los demás utilizados.

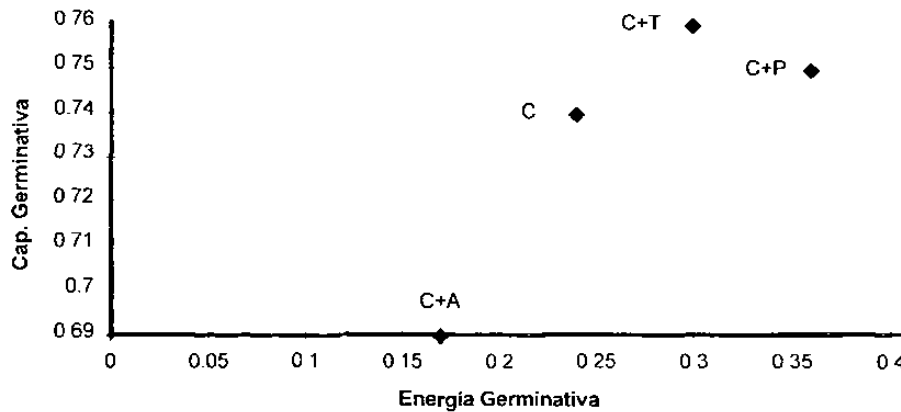


Figura 6.7 Relación Capacidad Germinativa-Energía Germinativa de *Quercus laceyi* en Cuatro Medios Artificiales Diferentes

La Figura 6.6 muestra cuatro gráficas donde se comparan los resultados de un lote de semillas de *Q. laceyi* cuya prueba de germinación en vivero se preparó bajo las mismas condiciones ambientales, en diferentes medios. La Figura 6.7 muestra los resultados de la relación capacidad germinativa-energía germinativa de esta especie en los cuatro sustratos utilizados.

La energía germinativa fue evaluada siguiendo tres criterios diferentes: máxima tasa de germinación (Daniels *et al.* 1982; Bonner, 1974), conteos tempranos (Bonner *et al.*, 1994a) y de porcentaje (Bonner, 1974; Bonner *et al.*, 1994a); en todos los criterios el medio C+P aportó los mejores resultados.

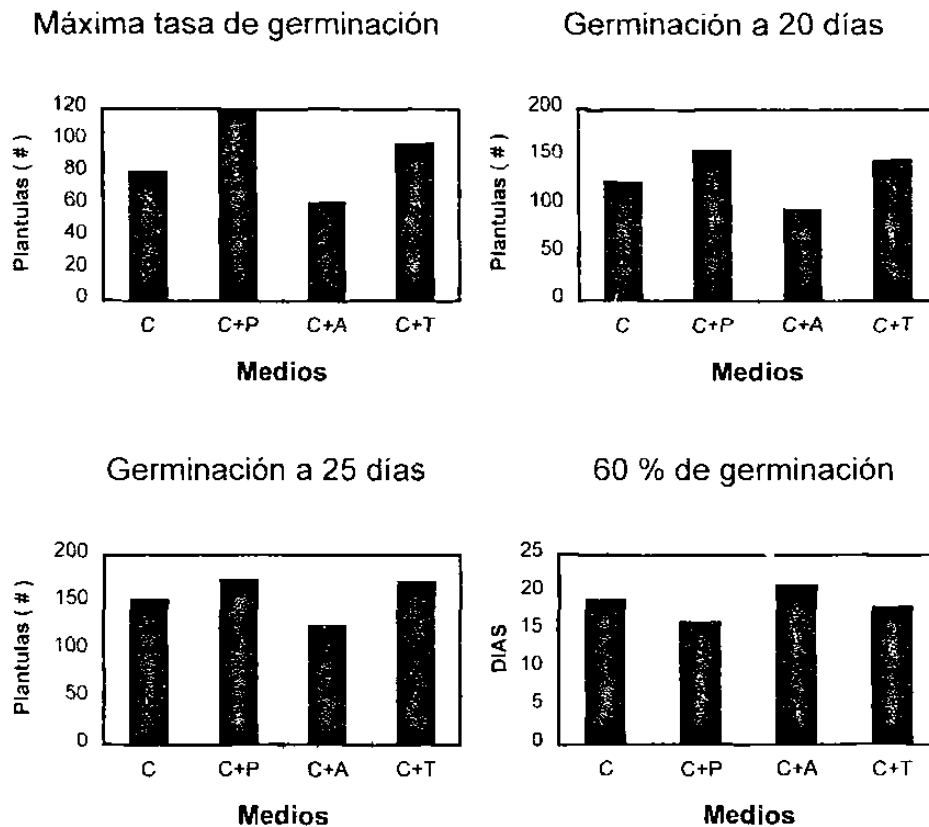


Figura 6.8 Diferentes Criterios del uso del Término Energía Germinativa

Se compararon las parejas de resultados de los tres criterios para evaluar la energía germinativa.

En el criterio de máxima tasa de germinación (Daniels *et al.*, 1982; Bonner, 1974), se encontró que existen diferencias significativas entre los medios probados. En el criterio de conteos tempranos, (Bonner *et al.*, 1994a) se encontró que existen diferencias significativas entre los medios probados para 20 y 25 días. En el criterio de porcentajes, (60% de germinación) (Bonner, 1974, Bonner, *et al.*, 1994a), se encontró que el medio C+P no

presentó diferencias significativas con el medio C y C+T, por el contrario éstos presentaron diferencias significativas con el medio C+A (Figura 6.8, Tabla 6.11).

C+P 16 días C 19 días
C+T 18 días C+A 21 días

TABLA 6.11

VALOR DE Z PARA LA ENERGIA GERMINATIVA BAJO EL CRITERIO DE PORCENTAJE, 60 % DE GERMINACION

C+T	C+P	Z	=	1.041	Ho
C	C+P	Z	=	1.557	Ho
C+A	C+P	Z	=	2.597	Ha

6.6 Discusión

En las especies comparadas de la Tabla 6.1 se observa que las diferencias apreciadas en este estudio con respecto a la capacidad germinativa no están relacionadas con los sitios sino con la calidad del lote de semilla colectada y quizás aún más con las condiciones medio ambientales que se presentaron durante el período de la prueba.

De acuerdo con Müller-Using (1991), el comportamiento de la germinación se debe ver como un evento relacionado con la fecha de maduración y las condiciones climáticas presentes después de la caída de bellota.

El mismo autor menciona que cada especie de encino podría tener una estrategia específica para el desarrollo de sus plántulas. Así, en condiciones naturales, las semillas germinan después de pocos días de caer al suelo e invierten mucha energía para alcanzar rápidamente un enraizamiento profundo.

Para Olson & Boyce (1971) los principales factores que influyen en el desarrollo de las plántulas de encino son la intensidad de luz y la humedad del suelo. Hartig (1877), en Müller-Using (1991) comprobó que durante los primeros años del desarrollo de la plántula, el crecimiento se manifiesta más fuerte en las partes subterráneas. Este último autor también reportó un engrosamiento de la radícula en forma ovoide bajo la superficie del suelo en *Q. fusiformis*, aparentemente esto se debe a que existe un transporte de nutrientes de los cotiledones a la raíz y la planta evita el riesgo de que sus reservas estén en la superficie. Este engrosamiento se presentó en el transcurso del estudio de manera similar, aunque en menor grado, en los ejemplares de *Q. vaseyana*. Hubo una diferencia muy amplia en cuanto al número de días necesarios para realizar la prueba de germinación en 1994. Ocurre de 46 a 165 días, esta última especie es *Q. fusiformis*, y excede en tiempo las reglas de un laboratorio de semillas.

El número de días que tardan las semillas en iniciar la germinación es muy variable; ocurre en 7 días para *Q. laceyi* y en 46 días para *Q. fusiformis*.

Los tipos de curvas de germinación acumulada (Figura 6 2) son iguales casi para todas las especies y se caracterizan porque presentaron curvas en forma de **S**. Estas, siguen una relación logarítmica, la única excepción

ocurrió en *Q. fusiformis* que presentó un tipo de curva de germinación acumulada en forma de parábola, se desconoce si el lote se comportó así por algún factor o si es una característica de la especie. *Q. fusiformis* es una especie aparentemente multiembrionaria. Del lote No.XV del árbol No. 161 que proviene de una zona árida en Sta. Catarina N. L. germinaron una, dos y hasta tres plántulas de una sola semilla. Este evento no es común para ninguna de las otras especies estudiadas, excepto para *Q. germana* Cham. & Schlech. una especie proveniente del Rancho del Cielo en Tamaulipas, que fue probada en germinación, pero no forma parte de este estudio. Se piensa que el término energía germinativa se reflejó de alguna manera en la capacidad germinativa, y suponemos que de acuerdo con el vigor de un lote de semillas, podría variar incrementándose o disminuyendo. Sin embargo, esto no sucede así para una especie como *Q. fusiformis* que presentó en 1994 una curva de germinación acumulada en forma de parábola (Figura 6.2). En esta especie la germinación ocurre al inicio de manera explosiva, logrando una máxima tasa de germinación en corto tiempo que disminuye rápidamente.

Las pruebas de germinación en laboratorio se realizan en aparatos germinadores bajo condiciones ambientales estándar, controladas, lo cual permite técnicamente comparar unas especies con otras. En este estudio de germinación en 1993 y 1994 (6.5.1 y 6.5.2) se utilizaron diferentes especies, las semillas de encino en su tamaño y tipo de germinación son muy características. Los resultados de este estudio se pretenden dar a conocer como una divulgación técnica a los viveros comerciales establecidos, y nos

inclinaron a realizar las pruebas en un vivero al aire libre bajo condiciones ambientales naturales. Las fechas de maduración de las semillas de diferentes especies varían considerablemente en el tiempo (Capítulo 4), y se optó por sembrar, siguiendo un patrón natural de la especie, considerando la germinación como un evento relacionado con la maduración de la bellota y las condiciones climáticas presentes. Así los lotes no fueron sembrados en la misma fecha y técnicamente esta información no puede ser comparada debido a que las condiciones del medio ambiente pueden variar en cada prueba. Las pruebas de germinación en 1995 nos permiten realizar algunas comparaciones (Tabla 6.7). La germinación de *Q. laceyi* respondió de manera similar en los medios utilizados. Los sustratos que mejores resultados aportaron, mostrando diferencias significativas, fueron C+P y C+T. El medio que más favoreció a la energía germinativa fue el medio C+P, mostrando diferencias significativas con respecto al resto de los medios probados excepto para el criterio de porcentaje que mostró poco margen entre las observaciones y solamente fue diferente significativamente del medio C+A. El menor periodo de prueba de germinación se registró en el medio C+T que mostró diferencias significativas con los demás. Los tipos de curva de germinación acumulada son iguales para esta especie en todos los medios probados. Se deduce que el tratamiento C+P, un medio a base de viruta de pino compostado con estiércol de equino y perlita en proporción 1:1, es el más adecuado. Por su economía, el tratamiento control del estudio, el medio C además, de que no necesita mezclarse con otros elementos, pudiera ser considerado. Aunque, tiene el inconveniente de que

las plántulas presentan enfermedades y algunas mueren al presentarse un exceso de humedad. Este mismo problema lo presenta el medio mezclado con arena sílica y no los medios mezclados con perlita y tierra que fueron los mejores en la germinación de encinos de esta especie. La Figura 6.7 muestra la diferencia de los medios C+P y C+T, el primero tiene mayor energía germinativa y el segundo tiene mayor capacidad germinativa. Durante las pruebas de germinación en 1995 el término energía germinativa fue evaluado, tomando en cuenta tres diferentes criterios: máxima tasa de germinación, conteos tempranos y porcentaje (Figura 6.8). Los resultados fueron similares para máxima tasa de germinación y conteos tempranos, por el contrario el criterio de porcentaje no mostró diferencias significativas excepto con el medio C+A; sin embargo, el medio C+P fue el que registró el menor tiempo. Un lote de semilla de encino tratada por más de una semana de secado puede causar su muerte (Snow, 1991). Sin embargo, sabemos por experiencia personal que la semilla depositada en el suelo bajo el árbol se conserva sorprendentemente viable por mucho más tiempo. Así, si se hace un mal manejo de la semilla la podemos perder por falta de humedad. Sin embargo, se puede regresar al campo y volver a colectar semilla del suelo la cual todavía se encuentra en buenas condiciones. Por otra parte, la semilla almacenada a 4 °C con alta humedad puede emitir radícula después de un período de almacenaje. En condiciones naturales, bajo la copa del árbol, sólo es necesario una buena cantidad de humedad para que de las semillas emergan plántulas tan desarrolladas como las de un contenedor con medios artificiales y riego.

Finalmente, es necesario recalcar que las pruebas de germinación son la piedra angular para un buen manejo de las especies de encino en vivero.

CAPITULO 7

Micorrización de Plántulas de *Quercus spp.* con Esporas de *Pisolithus tinctorius* (Pers.), Coker & Couch en Vivero y en Campo

7.1 Introducción

La rizósfera llega a contener poblaciones de algas, amibas, flagelados, hongos, ácaros y colémbolos, que son importantes en el ciclo de nutrientes y procesos de formación del suelo (Foster, 1983). Este último también afirma que en la planta, las raíces terciarias o pelos absorbentes, al emerger, secretan un gel que se acumula en el ápice. Este evento, aunado a muchos otros factores, da como resultado una proliferación de microorganismos en esta zona, la cual, después de algunos días, se suberiza (Cooke, 1977). En los árboles, sólo el .5% de la longitud de la raíz no está suberizada (Foster, 1983). La cubierta de microbios en la zona de raíces terciarias es de 7 a 15% excepto durante la antesis en la cual se excede el número de colonias (Foster, 1983). Los hongos ectomicorrícicos son capaces de colonizar un amplio rango de comunidades vegetales en una enorme variedad de condiciones ambientales (Garza, 1991). Sus esporas tienen un porcentaje de germinación muy bajo, son sensibles a sustancias inhibidoras en los

medios de cultivo artificiales y al parecer los hongos ectomicorrícicos producen pocas esporas viables (Fries, 1987).

Las esporas de *Pisolithus tinctorius* que se forman en el cuerpo fructífero se depositan en el suelo y son diseminadas por el viento y quizás por algunos organismos como los insectos. Las asociaciones ectomicorrícicas muestran relativamente poca especificidad (Duddridge, 1985, 1986). *Pisolithus tinctorius* es clasificado por Duddridge (1985), como un hongo con un amplio rango de hospederos y ha sido citado como capaz de formar ectomicorrizas en las raíces de numerosas especies de árboles en el mundo (Marx et al., 1987; Duddridge, 1986). Además, el crecimiento de este hongo puede mantenerse en reposo en forma de esporas y/o estructuras resistentes. La infección de raíces tiene lugar en el suelo por medio de propágulos como el micelio, cordones miceliares, rizomorfos y esporas.

Desde la década de los 70 se ha estudiado considerablemente a *Pisolithus tinctorius* como un hongo de utilidad para la inoculación de plántulas en vivero e invernadero a utilizar en reforestación (Marx & Cordell, 1987).

Davey & Alwin (1990), reportan que existen razas de *Pisolithus tinctorius* que pueden crecer en una especie de árbol y no en otra y más aún, existen razas de este hongo que pueden crecer en varias especies de plantas

Davey & Alwin (1990) y muchos otros autores piensan en el futuro y plantean la oportunidad de incrementar la productividad forestal a partir de los beneficios de las micorrizas y de su uso intensivo en viveros a través del empleo, de genotipos de árboles con genotipos de ectomicorrizas específicas para cada especie; el uso de esporas como una técnica de

micorrización es económica; esta es la razón principal que motivó la realización del presente trabajo.

7.2 Objetivo

Probar diferentes concentraciones de esporas del hongo ectomicorrícico *Pisolithus tinctorius*, para la inoculación de plántulas de seis especies de encino en dos viveros y en una plantación de campo en un área de matorral abierto.

7.3 Materiales y métodos

Las plántulas se obtuvieron como se señala en 2.5 y se inocularon como se señala en 2.6. La evaluación del porcentaje de micorrización se realizó en base a la observación directa del sistema radicular en el microscopio estereoscópico, en una escala de 0, 25, 50, 75 y 100% de infección micorrícica del total del sistema radicular de la plántula. Se evaluó por medio de un análisis de varianza y pruebas de Tukey-B en SPSS. Previo a la inoculación de las plántulas con esporas, se realizó un conteo con hemocitómetro y se determinó un promedio de 951,000 esporas/mm³ en una dilución de un gramo de esporas en 100 ml. de agua. Se realizaron dos inoculaciones a cada tratamiento, la primera en el mes de febrero de 1995 y la segunda tres meses después, en junio, evaluando la infección micorrícica catorce meses después, en abril de 1996.

7.4 Resultados

7.4.1 Morfología

Los resultados de la observación al microscopio estereoscópico, mostraron que *Pisolithus tinctorius* (Pers.) Coker & Couch. presenta una morfología de la ectomicorriza de tipo estipitada, simple o bifurcada, y son de color café a café oscuro en *Quercus spp.*

7.4.2 Inoculación en contenedores en vivero

Los resultados del estudio del incremento en altura, en catorce meses, mostraron diferencias altamente significativas en el análisis de varianza para las seis especies estudiadas. La prueba de medias de Tukey-B en SPSS indicó diferencias significativas del grupo formado de *Q. rysophylla*, *Q. laceyi*, *Q. canbyi* y *Q. polymorpha* con el grupo de *Q. fusiformis* y del grupo de *Q. vaseyana*. (Apéndice 8.3).

Sobre el incremento en diámetro en catorce meses, el análisis de varianza mostrará diferencias altamente significativas. La prueba de medias de Tukey-B en SPSS indicó diferencias significativas entre el grupo de *Q. rysophylla*, *Q. vaseyana*, *Q. fusiformis*, *Q. canbyi* y *Q. polymorpha* del grupo de *Q. laceyi* (Apéndice 8.32).

Los resultados del incremento en altura en catorce meses, con relación a las concentraciones de esporas aplicadas, no mostraron diferencias significativas en los cuatro tratamientos empleados en un análisis de varianza.

Sobre el incremento en diámetro en catorce meses, con relación a las concentraciones de esporas aplicadas, el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas. La prueba de medias de Tukey-B en SPSS indicó una diferencia entre el grupo formado por 6 gr. 4 gr. y 2 gr. con el grupo formado por el control. (Apéndice 8.34).

Los resultados del estudio de los dos viveros, sobre las plántulas de encino y la concentración de esporas aplicada, con relación al porcentaje de micorrización, no mostraron diferencias significativas. En estos resultados se observó que no existe variación en el porcentaje de micorrización para los tratamientos aplicados en ambos viveros, es decir no está infectada 0% o si lo está es de 25% la infección.

Por otra parte, al comparar los resultados del estudio de las plántulas en los dos viveros, con relación solamente al porcentaje de micorrización, estos mostraron diferencias altamente significativas en el análisis de varianza y ésto se debe a que los valores medios del vivero en Iturbide son mayores que los del vivero Linares; sin embargo, los porcentajes de infección siguen siendo 0% o 25%.

Los resultados del incremento en altura en catorce meses con relación a los dos viveros, el análisis de varianza mostrará diferencias altamente significativas. Así también, el incremento en diámetro en catorce meses, con relación a los dos viveros el análisis de varianza mostró diferencias significativas.

En el vivero de Linares, así como en el de Iturbide, el porcentaje de infección micorrícica en contenedores fue 25% aproximadamente, toda la

población fue muestreada en Linares y 30% en Iturbide. El control, al igual que el resto de los ejemplares de los demás tratamientos que mostraron estar infectados, fue de la misma forma y el mismo grado. La Figura 7.1 muestra en el vivero Linares un mayor éxito en la sobrevivencia de las plántulas de encino para cuatro y seis gramos, que para cero y dos gramos de concentración de esporas. Por otra parte, en el vivero Iturbide la figura muestra lo contrario: un mayor éxito para cero y dos gramos de concentración de esporas.

Cabe aclarar que el porcentaje de infección micorrícica fue el mismo para todas las plántulas que se observaron micorrizadas.

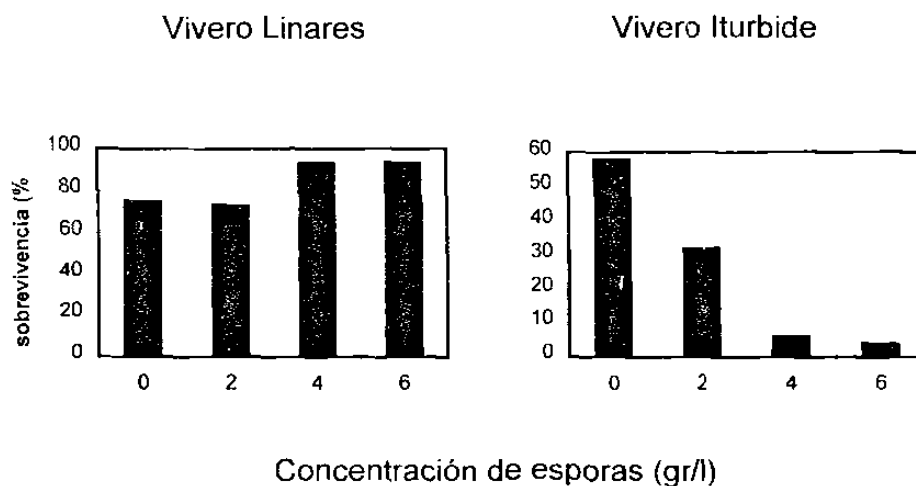


Figura 7.1 Sobrevivencia de *Quercus spp.* por Concentración de Esporas a Catorce Meses de la Inoculación

La Figura 7.2 muestra un éxito relativo en la sobrevivencia de las especies probadas en el vivero Linares; excepto en *Q. rysophylla* que muestra la sobrevivencia más baja en catorce meses de estudio.

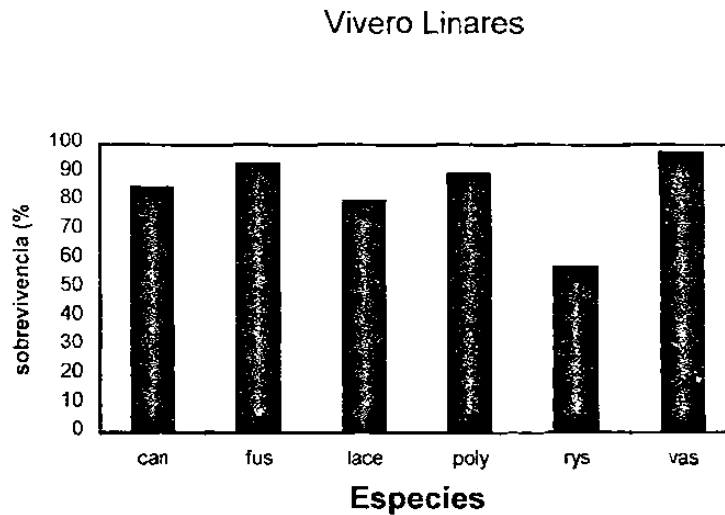


Figura 7.2 Sobrevivencia de las Especies Estudiadas a Catorce Meses

Por otra parte en el vivero Iturbide la Figura 7.3 muestra la sobrevivencia de las especies estudiadas después de haber soportado y pasado por un periodo de seis meses de sequía en contenedores, *Q. fusiformis* con 42.5% de sobrevivencia presenta un porcentaje superior al resto de las especies, las cuales mostraron porcentajes bajos y homogéneos. *Q. laceyi* 20%, *Q. polymorpha* 25%, *Q. rysophylla* 17.5% y *Q. vaseyana* 20%

Vivero Iturbide

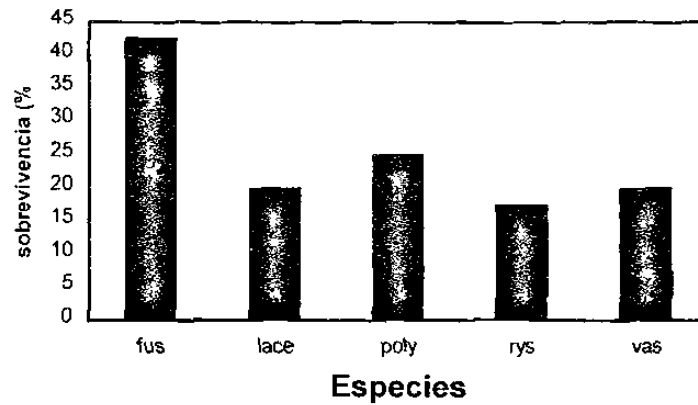


Figura 7.3 Sobrevivencia de las Especies Estudiadas a Catorce Meses

En base a la sobrevivencia de las especies probadas en condiciones de vivero se establece que:

Q. fusiformis es la mejor especie para resistir la sequía en contenedor.

Q. vaseyana es la mejor especie por su incremento en altura para el cultivo en contenedor.

7.4.3 Estudio de la plantación de campo

Los resultados de este estudio, referente al incremento en altura, en seis meses, mostraron en el análisis de varianza diferencias altamente significativas. La prueba de medias de Tukey-B en SPSS indicó diferencias significativas entre el grupo de *Q. polymorpha* y *Q. rysophylla* con el de *Q. canbyi* y *Q. vaseyana* con el de *Q. fusiformis* (Apéndice 8.39). Indicó

también diferencias significativas entre el grupo formado de *Q. rysophylla*, *Q. canbyi* y *Q. vaseyana* con el de *Q. fusiformis*.

Sobre el incremento en altura, en catorce meses, el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas. La prueba de medias de Tukey-B en SPSS indicó diferencias significativas entre el grupo formado de *Q. polymorpha*, *Q. canbyi*, *Q. vaseyana* y *Q. rysophylla* con respecto al de *Q. fusiformis* (Apéndice 8.40).

Los resultados del incremento en diámetro, en seis meses, del análisis de varianza no mostraron diferencias significativas.

El incremento en diámetro, en catorce meses, no mostró diferencias significativas en el análisis de varianza.

Los resultados sobre el incremento en altura, en seis meses y catorce meses, y del incremento en diámetro en el mismo periodo de tiempo meses, con relación a la concentración de esporas aplicada en cada tratamiento, los análisis de varianza no muestran diferencias significativas (Apéndices 8.43-8.46).

Los resultados del porcentaje de micorrización, con relación a los tratamientos de esporas aplicadas, el análisis de varianza no mostró diferencias significativas.

En la plantación realizada en campo el porcentaje de infección micorrízica es de alrededor de 25%, el control al igual que el resto de las plántulas de los demás tratamientos están infectadas todas.

Las plántulas enraízan fuertemente sobre el sustrato utilizado de musgo y perlita ver 2.6, formando una abundante masa de raíces terciarias. Las raíz primaria se desarrolla bien en volumen (largo y diámetro) en un año.

El establecimiento promedio de la plantación, en seis meses, para las cinco especies estudiadas en este experimento fue de 88.66 %. La Figura 7 4 muestra las especies, y se piensa que las fallas se debieron principalmente a deficiencias en el sistema de riego, excepto para *Q. rysophylla* que no prospera bien, quizás se debe, principalmente, al pH del suelo.

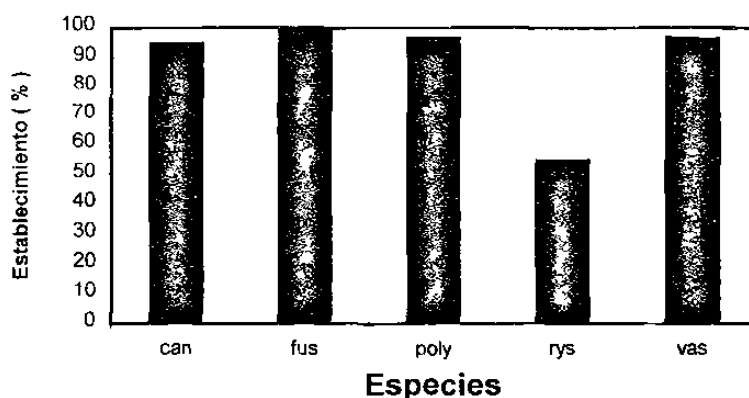


Figura 7.4 Establecimiento de *Quercus spp.* en una Plantación de Campo (i. e. Area de Matorral Abierto) a Seis Meses

El establecimiento promedio de la plantación en catorce meses, para las cinco especies estudiadas fue de 51.66%. La Figura 7.5 muestra las especies, y se piensa que las fallas se debieron principalmente a que durante la temporada de lluvia tuvimos problemas con roedores que se

alimentaban de la epidermis hidratada del tallo de las plántulas hasta cincharlas y cortarlas. *Q. rysophylla* no prospera bien, como se señaló.

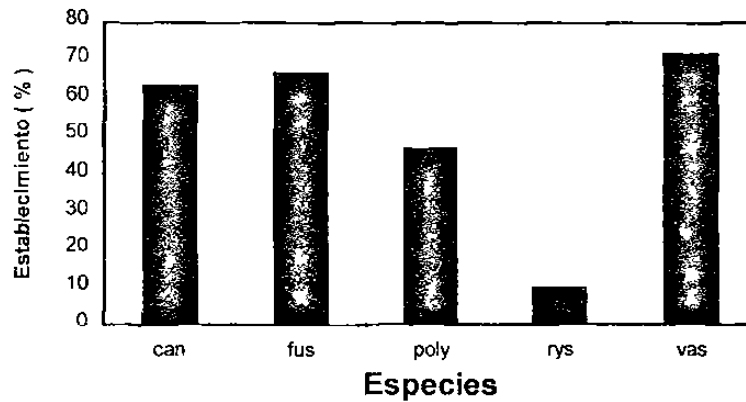
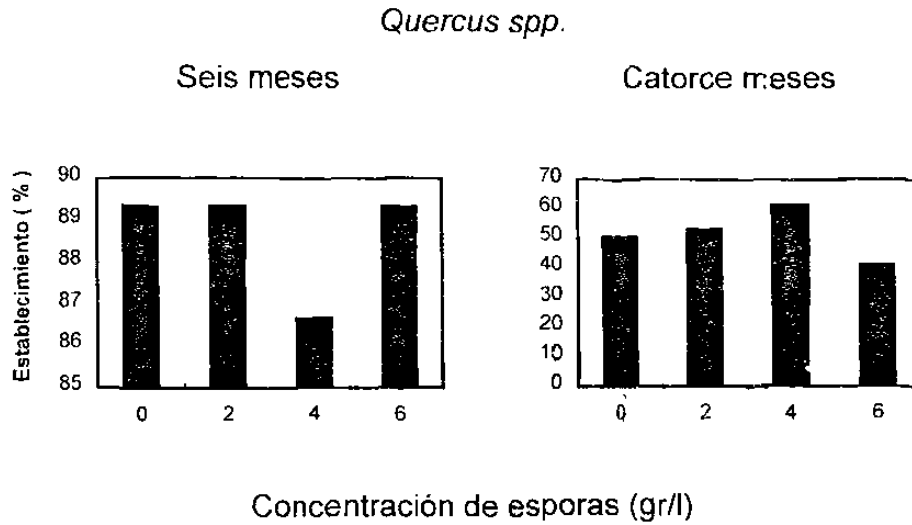


Figura 7.5 Establecimiento de *Quercus spp.* en una Plantación de Campo a Catorce Meses

La Figura 7.6 muestra el establecimiento en el sitio de la plantación por concentración de esporas, en seis meses, este establecimiento es muy homogéneo entre 86 y 89%, en promedio 88.66%. En catorce meses, el establecimiento sigue siendo homogéneo entre 41 y 61%, en promedio 51.66%. Esto significó una disminución en el porcentaje del establecimiento con relación al tiempo.



Figuras 7.6 Establecimiento de *Quercus spp.* por Concentración de Esporas de *Pisolithus tinctorius*

La Tabla 7.1 muestra los resultados del incremento medio en altura y diámetro, en el vivero y la plantación en Linares.

TABLA 7.1
INCREMENTO MEDIO EN VIVERO Y PLANTACION

Especie	Vivero		Plantación	
	altura cm.	diámetro cm.	altura cm	diámetro cm.
<i>Quercus canbyi</i>	5.18	.103	11.89	.178
<i>Quercus fusiformis</i>	8.20	.105	22.46	.107
<i>Quercus laceyi</i>	4.87	.221	---	---
<i>Quercus polymorpha</i>	8.16	.173	8.9	.133
<i>Quercus rysophylla</i>	3.06	.008	10.20	.263
<i>Quercus vaseyana</i>	10.46	.089	13.65	.235

La Figura 7.7 muestra los resultados de la diferencia en porcentaje del incremento en altura entre la plantación y el vivero: *Q. canbyi* 51.22%, *Q. fusiformis* 63.50% y *Q. rysophylla* 70.0% en *Q. polymorpha* 8.31% y *Q. vaseyana* 23.36%.

La diferencia en *Q. polymorpha* y *Q. vaseyana* (Figura 7.7) es prácticamente nula a causa de depredadores como liebres, conejos y ratones que se alimentaron de las plántulas de estas especies y ocasionaron una disminución considerable en la altura promedio de la plantación.

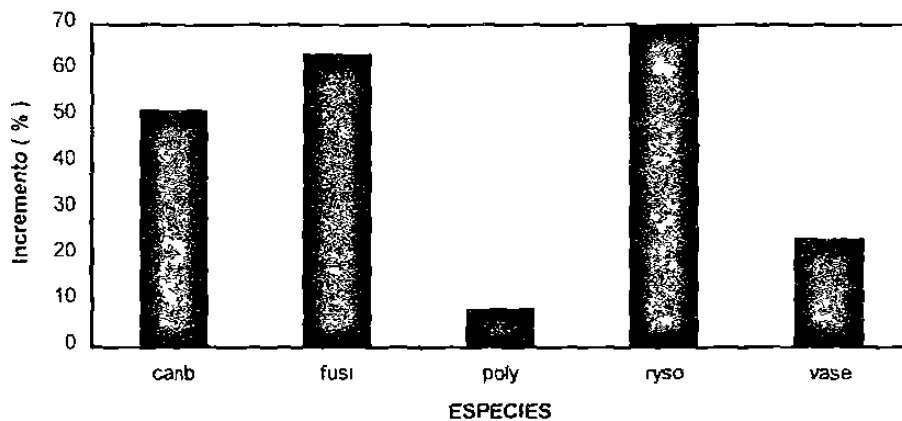


Figura 7.7 Diferencia en Porcentaje del Incremento Medio en Altura entre la Plantación y el Vivero

La Tabla 7.2 muestra los resultados del incremento máximo (izquierda) que alcanza un ejemplar en la altura y diámetro en el vivero y la plantación en

Linares; así como los valores máximos (derecha) en altura y diámetro en un análisis de varianza con un 95% de confiabilidad.

TABLA 7.2

INCREMENTO MAXIMO DE LAS ESPECIES EN VIVIERO Y PLANTACION

Especie	Vivero		Plantación	
	altura cm.	diámetro cm.	altura cm.	diámetro cm.
<i>Quercus canbyi</i>	22.4 6.95	.140 .159	46.0 16.20	.270 .226
<i>Quercus fusiformis</i>	21.2 9.24	.080 .139	60.0 27.96	.800 .869
<i>Quercus laceyi</i>	25.5 5.89	.222 .317	---- ----	---- ----
<i>Quercus polymorpha</i>	18.5 12.70	.350 .214	53.7 13.05	.580 .304
<i>Quercus rysophylla</i>	7.0 4.28	.040 .076	18.0 14.51	.360 .368
<i>Quercus vaseyana</i>	44.8 12.41	.420 .117	79.2 18.51	.790 .296

La Figura 7.8 presenta una gráfica de los resultados de la diferencia en porcentaje del incremento máximo en altura entre la plantación y el vivero: *Q. canbyi* 51.30%, *Q. fusiformis* 64.66%, *Q. polymorpha* 65.54%, *Q. rysophylla* 61.11% y *Q. vaseyana* 43.43%.

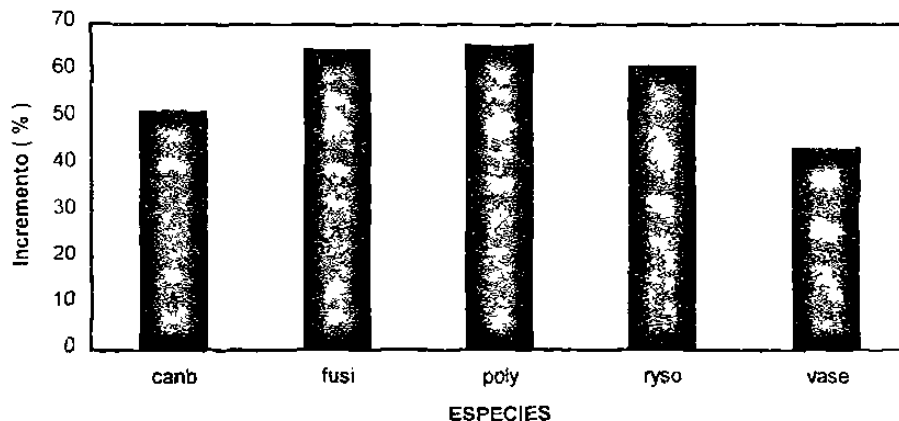


Figura 7.8 Diferencia en Porcentaje del Incremento Máximo en Altura entre la Plantación y el Vivero

Los resultados del incremento medio en el vivero Linares en catorce meses de duración del experimento (Tabla 7.1) mostraron un mayor rendimiento para *Q. vaseyana* con 10.46 cm de altura, *Q. fusiformis* con 8.20 cm y *Q. polymorpha* con 8.16 cm; en cuanto al incremento medio en diámetro las mejores especies son *Q. laceyi* con .221 cm y *Q. polymorpha* con .173 cm. Los resultados del incremento medio en altura y diámetro de la plantación, en catorce meses, lamentablemente se alteraron por la presencia de herbívoros depredadores del follaje, ramas y corteza, como conejos, liebres y ratones que afectaron considerablemente las lecturas de las plántulas de las especies de su preferencia, como fue *Q. vaseyana* y *Q. polymorpha* principalmente (Figura 7.7); exceptuando estas especies, el mejor incremento medio en la plantación en altura fue de *Q. fusiformis* y en diámetro *Q. rysophylla*.

El incremento máximo en altura para las plántulas en contenedor del vivero es el que se observan en la Tabla 7.2, donde *Q. vaseyana* representa el mayor incremento con 44.8 cm de altura y .420 cm de diámetro, le siguen en altura *Q. laceyi* *Q. canbyi* y *Q. fusiformis* que se muestran homogéneos, *Q. polymorpha*, y después *Q. rysophylla*.

En cuanto a las observaciones de la plantación, el valor del incremento máximo Tabla 7.2, viene a aclarar en cierta forma, la información alterada por los herbivoros en *Q. vaseyana* y *Q. polymorpha*, y los resultados se muestran ahora más claros. *Q. vaseyana* tiene el mayor incremento en altura seguido de *Q. fusiformis* y *Q. polymorpha*, en diámetro el mayor incremento es para *Q. fusiformis*, seguido de *Q. vaseyana* y *Q. polymorpha*.

La diferencia promedio expresada en porcentaje del incremento medio entre el vivero y la plantación en altura fue de 49.44% y en diámetro fue de 36.10%. La diferencia promedio, expresada en porcentaje, del incremento máximo entre el vivero y la plantación en altura fue de 48.93% y en diámetro fue de 59.66%. Es decir, existe en promedio, aproximadamente un 50% más de incremento en altura y diámetro de las plántulas de encino estudiadas en la plantación, al compararlas con el incremento de las plántulas en los contenedores de 2.1 l. en el vivero.

7.5 Discusión

Normalmente se asume que las basidiosporas son las estructuras que inician el proceso de infección, aunque en la naturaleza poco se conoce

acerca de cómo es que germinan e infectan a las plantas (Garza, 1991; Nils, 1966).

Por accidente nos enteramos que esporas en agua destilada, germinaron dentro de un frasco en el refrigerador. Garza (1991) encontró, para esporas de *Pisolithus tinctorius* en raíces de pino, una germinación de 2.7% en 35 días.

Se piensa que la sobrevivencia de las plántulas en el vivero, se debe en parte a las micorrizas, la genética propia de la planta y a un grupo de factores físicos microclimáticos del propio vivero, donde las condiciones medioambientales, lamentablemente, no son las mismas para todos los lotes. Principalmente, la humedad, no es uniforme, y algunos otros factores como la luz y temperatura también pueden cambiar.

De la misma forma que el porcentaje de infección micorrícica no mostró diferencias significativas entre las especies, en este estudio tampoco se encontró en la aplicación de diferentes concentraciones de esporas sobre las plántulas de encino.

El porcentaje de micorrización fluctuó alrededor del 25% de acuerdo con el método de estimación visual para los ejemplares en la plantación de campo en Linares, y en el vivero Linares e Iturbide; este porcentaje de infección micorrícica es el mismo para las diferentes concentraciones de esporas de los tratamientos.

Se puede pensar que la concentración de esporas no influyó en el porcentaje de micorrización, sin embargo, el tratamiento control está

igualmente micorrizado, lo que permite hablar ahora de contaminación, que se da de un tratamiento a otro, o bien a partir del suelo empleado.

Los valores medios del porcentaje de infección micorrícica de los diferentes tratamientos en los dos viveros, son muy semejantes y no muestran diferencias significativas. Sin embargo, al comparar los valores medios del porcentaje de infección micorrícica de cada vivero, mostró el análisis de varianza una diferencia altamente significativa, lo que explica quizás que en el vivero Iturbide se tiene una mayor cantidad de plántulas infectadas que en el vivero Linares, independientemente del tratamiento que les fue aplicado ya que están 25 o 0% infectadas.

Por el contrario, la infección micorrícica en la plantación de campo fue en su totalidad, es decir en todas las plántulas analizadas se presentó un 25% de infección, y no existen valores medios en el análisis de varianza, la suma de cuadrados es 0 y los cuadrados medios es 0 (Apéndice 8.47).

Davey & Alwin (1990) recomiendan 6 Kg/Ha de esporas; señalando además que el pH es un factor importante en su relación con la absorción de Fe, además del remplazo por otros hongos, y las temperaturas estresantes.

El porcentaje de infección micorrícica formado fue el mismo 25% para aquellas plántulas del vivero en todas las especies y tratamientos, incluso el control y las respuestas del crecimiento que se obtuvieron son diferentes.

De igual forma sucede con las plántulas de la plantación con respecto al crecimiento, porcentaje de infección micorrícica y tratamientos, incluso el control; excepto que en la plantación el total de las plántulas de todas las especies se observaron micorrizadas.

Las diferencias en los incrementos de altura y diámetro de las plántulas en contenedor en el vivero Linares, son significativamente mayores a pesar de que suponemos que el vivero Iturbide, cuenta con condiciones medioambientales mas favorables. La explicación es que el riego fue suspendido los seis meses de sequía y su desarrollo se vio afectado disminuyendo considerablemente.

En general la infección micorrícica fue ligeramente mayor sin exceder el 25% en la plantación de campo que en los contenedores del vivero. A pesar de que las condiciones medioambientales de la plantación son mucho más agresivas, en cuanto a condiciones de temperatura y humedad del suelo, así como de otros factores como la competencia con microorganismos, malezas y depredadores, que las sombreadas condiciones del vivero.

Son interesantes los intentos de incrementar la productividad forestal con el empleo de hongos micorrícicos. Cooke (1977) reporta que generalmente los efectos de la infección son mayores cuando las plantas crecen en suelos pobres de nutrientes y además que la respuesta micorrícica se reduce o se elimina si se agregan nutrientes al suelo, por lo tanto el grado de infección es mas alto en suelos con baja disponibilidad de nutrientes. De cualquier forma, en (Cooke, 1977) existen evidencias circunstanciales de que las raíces ectomicorrizadas son extremadamente eficientes al obtener minerales del suelo.

Es de opinión generalizada que *Pisolithus tinctorius* incrementa la sobrevivencia y el crecimiento de encinos ubicados en sitios adversos (Mtchell, R. *et al.*, 1984).

Davey & Alwin (1990) investigaron la relación de *Pisolithus tinctorius* con la temperatura del suelo en Florida y obtuvieron un establecimiento de 95% para plántulas de pino infectadas.

El problema del establecimiento de los encinos estudiados, en una plantación en nuestra región, gira en función principalmente de las fuentes de agua para la plántula y no en la infección micorrícica y estamos de acuerdo con Davey & Alwin (1990), de que un riego con agua de buena calidad, facilita la vida de las plántulas más que las micorrizas.

El crecimiento de las plántulas depende de su capacidad de expresar su potencial genético, a través de su fisiología dentro del medio al que está expuesta (Anónimo, 1985).

Davey & Alwin (1990) mencionan que en las áreas donde se producen especies nativas en sitios no alterados, drásticamente, las inoculaciones generalmente no son necesarias. Ellos aclaran que, para especies nativas, la inoculación sólo es necesaria cuando no existen hongos ectomicorrícicos en el área escogida. Además, afirman que el inoculo permanece viable por mucho tiempo cuando se establecen plantaciones asociadas a hongos micorrícicos en suelos y climas favorables, esto es verdad en viveros de planta a raíz lavada y plantaciones de campo, excepto para viveros en contenedores donde la inoculación es necesaria en cada cosecha.

Existen plántulas que en proporción presentaron un muy buen desarrollo radicular con respecto a su parte aérea

Las especies que mejores resultados mostraron son: *Q. vaseyana*, *Q. fusiformis* y *Q. polymorpha*, tanto en contenedores en el vivero como en la

plantación de campo. Esta observación permite recomendar las tres especies como las más rápidas en crecimiento, para una amplia región geográfica que comprende la Planicie Costera, el Piamonte y la Sierra Madre Oriental en el estado de Nuevo León.

Una decisión exacta en el conocimiento de las combinaciones correctas de genotipos de las especies de Árbol+Hongo traería por consecuencia mejores decisiones en silvicultura. Debemos recordar que el hongo micorrízico está en el suelo y no debemos abusar, principalmente de los agroquímicos.

CAPITULO 8

Discusion General

Para la determinación taxonómica de las especies estudiadas se hizo una revisión bibliográfica y se siguieron los criterios de: (Muller, 1934; 1936; 1936a; 1940; 1944; 1951; 19616; 1970; Nixon, 1984; 1992; 1993).

Todas las especies renovaron su follaje año con año iniciando en el mes de noviembre y acentuandose notablemente en los meses de febrero y marzo. Por lo general, el renuevo del follaje se traslapa con el de la floración y ésta última se presentó en forma de grupos de individuos que florecen espaciados en el tiempo. El período de desarrollo de la flor masculina varió en las diferentes especies, así también la duración del período de liberación de polen. La población de *Q. polymorpha* en el sitio La Virgen se comportó en forma homogénea, donde todos los individuos florecieron en un rango de 20 días; además, presentó la media más alta de 12 días liberando polen. La maduración del fruto se interpretó como un carácter de la especie a nivel de individuo inherente a las condiciones medio ambientales. En algunos sitios los individuos no se comportan de manera homogénea, y por lo tanto el período en el que existe alimento para la vida silvestre es mayor.

De los dos métodos empleados para evaluar la producción de semilla, el de tiempo aportó más claridad Koenig (1991,1994,1994a,1996) sin embargo, ambos métodos coinciden en gran medida con un coeficiente R de asociación de .918 $p < .01$ en 1995. Las especies producen semillas, a nivel individual, los árboles pueden aumentar o disminuir y no necesariamente todos en el sitio se comportan igual. Sin embargo, a nivel de población las especies en los sitios aumentaron o disminuyeron su producción de un año a otro, el comportamiento de la disminución o el aumento fue muy homogéneo disminuyó en *Q. canbyi*, *Q. fusiformis*, *Q. rysophylla* y *Q. vaseyana* y aumentó en *Q. polymorpha*, salvo la excepción del sitio Cuevas 1 para *Q. fusiformis* las otras excepciones se debieron al impacto de una actividad física o biológica.

En el caso de pruebas de germinación de campo las condiciones medio ambientales que se presentan durante el período de prueba están relacionadas directamente con la capacidad germinativa del lote de semillas. Debido a que se optó por realizar la siembra al madurar la semilla las fechas no son las mismas y no es posible afirmar que las especies se comportaron diferente en 6.5.1 y 6.5.2. Sin embargo, en 6.5.3 se observaron diferencias significativas en la capacidad germinativa, período de prueba y energía germinativa Bonner (1984, 1974) Bonner *et al.*, (1994, 1994a) debido al tipo de sustrato utilizado, se piensa que los criterios para evaluar la energía germinativa son similares en resultados, sin embargo, el de porcentaje se mostró más aspero al no validar por completo las diferencias estadísticas.

El porcentaje de micorrización fue similar en las especies probadas, no mostrando diferencias significativas entre los tratamientos Garza (1991), el porcentaje de infección micorrízica es ligeramente mayor en la plantación de campo que en los contenedores del vivero sin exeder del 25%. Se presentó una diferencia aproximada de 50% más de incremento en altura y diámetro de las plántulas en campo al compararlas con las de el vivero, se recomiendan las especies *Q. vaseyana*, *Q. fusiformis* y *Q. polymorpha* para su cultivo y establecimiento en una amplia región que comprende el matorral abierto, el matorral submontano y el bosque de encino en el estado de Nuevo León.

Los parámetros estudiados se comportan de manera diferente para cada una de las especies, ésto, ocurrió en forma similar por el periodo del estudio. Por lo tanto se recomienda que el sitio cuente con una estación meteorológica, tampoco es necesario contar con un número alto de sitios y el estudio se puede reducir a sólo una especie.

BIBLIOGRAFIA

- Agrios, G. N. 1986. Fitopatología. **Limusa 475-477.**
- Anónimo 1985. Técnicas de selección extracción y embalaje de plantas en vivero de *Pinus radiata* D. Don. **Documento Técnico 4, Corporación Nacional Forestal, Chile Forestal 8 pp.**
- Association of Official Seed Analysts. 1983. Seed vigor testing handbook. Contribution no. 32. Handb. On seed testing. **Association of Official Seed Analysts. 93 pp.**
- Banda, S. R. 1974. Contribución al conocimiento de los encinos del estado de Nuevo León. **Tesis, Facultad de Ciencias Biológicas, U.A.N.L. 55 pp.**
- Barnett, R. J. 1997. The effect of burial by squirrels on germination and survival of oak and hickory nuts. **American Midland Naturalist 98: 319-330.**
- Bello, G. M. 1994. Fenología y biología del desarrollo de cinco especies de *Quercus*, en Paracho y Uruapan, Michoacán. **Ciencia Forestal en México, 19 (75): 3-40.**
- Bonner, F. T. 1984. Glossary of seed germination terms for tree seed workers. U. S. department of agriculture, forest service, southern forest experiment station. **Gen. Tec. Rep. SO-49: 4 pp.**
- Bonner, F. T. 1974. Forest service, U. S. department of agriculture seeds of woody plants in the United States. **Agriculture Handbook No. 450: 874 pp.**
- Bonner, F. T., Vozzo, J. A., Elam, W. W. & Land, S. B. 1994. Tree seed technology training course. Student outline, United States department of agriculture forest service, **General Technical Report SO-107: 81 pp.**
- Bonner, F. T., Vozzo J. A., Elam, W. W. & Land, S. B. 1994a. Tree seed technology training course. Instructors manual, United States department of agriculture forest service, **General Technical Report SO-106: 159 pp.**

- Bustamante, L. 1982. Semillas: control y evaluación de su calidad. **Actualización sobre el curso tecnología de semillas, Memorias, U.A.A.A.N. 99-105.**
- CETENAL, 1977. Carta de uso del suelo Iturbide **G14 C67**, Allende **G14 C36**, Monterrey **G14 C26**, Garza García **G14 C 25** esc. 1:50,000.
- Cecich, R. A. 1996. The reproductive biology of *Quercus*, with an emphasis on *Q. rubra*. **Journal of International Oak Society 7: 10-20.**
- Cooke, R. 1977. The biology of symbiotic fungi. **John Wiley & Sons 187-202.**
- Copeland, L. O. 1976. Principles of seed science and technology. **Burgess Publishing Company 369 pp.**
- Core, E. 1971. Silvical characteristics of the five upland oaks. The oak symposium, held at Morgantown. **West Virginia University, USDA Forest Service. 19-22.**
- Daniel, T. W., Helms, J. A. & Baker, F. S. 1982. Principios de silvicultura. **Mc Graw-Hill 492 pp.**
- Davey, C. B. & Alwin, S. C. 1990. Mycorrhizae and realistic nursery management. Target seedling symposium: proceedings, combined meeting of the western forest nursery associations, USDA forest service. **General Technical Report RM 200: 67-77.**
- Duddridge, J. A. 1985. Specificity and recognition in ectomycorrhizal association. **Physiological and Genetical Aspects of Micorrhizae 45-58.**
- Duddridge, J. A. 1986. Specificity and recognition in mycorrhizal association **Mycorrhizae: Physiology and Genetics 45-58.**
- Eckelmann, C-M. 1990. Untersuchungen zur Naturverjüngung der Kiefern in natürlichen Kiefern-Eichenwäldern der Sierra Madre Oriental Mexikos **Tesis Universidad de Göttingen, Alemania 133-136.**
- Eduards, M. T. 1939. An ecological and vegetational study of the Sierra Madre Oriental, México. **Tesis, Graduate School University of Texas, Austin 144 pp.**
- Elena-Roselo, J. A., de Río, J. M., García V. J. & Santamaría, I. G. 1993. Ecological aspects of the floral phenology of the cork-oak (*Quercus suber* L.): Why do annual and biennial biotypes appear? **Genetics of Oaks Annales des Sciences Forestières 50, 1:114-121.**

- Figueroa-Rangel, B., Olvera, V. M., Moreno, G. S., Solís-Magallanes, A. en prensa (**Acta Botánica Mexicana**). Fenología de cuatro especies de encino en cerro grande, reserva de la biósfera Sierra de Manantlan. 16 pp.
- Font Quer P. 1985. Diccionario de botánica. **Editorial Labor. 1244 pp.**
- Foster, C. R. 1983. The biology of the rhizosphere. Ecology and management of soilborne plant pathogens **The American Phytopathological Society 75-79.**
- Fries, N. 1987. Ecological and evolutionary aspects of spore germination in the higher basidiomycetes. **Trans. Br. Mycol. Soc. 88 (1): 1-7.**
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana, **U.N.A.M. 252 pp.**
- García, S., Jensen, W., Weitkamp, W. & Tietje, W. 1991. Acorn yield during 1988 and 1989 on California's central coast. USDA forest service. **Gen. Tech. Rep. PSW-126: 161-163.**
- Garza, O. F. 1983. La flora micológica (macromicetas) asociada al bosque de *Quercus rysophylla* Weaterby, en algunas localidades de la Sierra Madre Oriental en el estado de Nuevo León. **Tesis, Facultad de Ciencias Biológicas U.A.N.L. 56 pp.**
- Garza, O. F. 1991. Competencia entre hongos ectomicorrícicos durante su establecimiento en las raíces de pinos tropicales. **Tesis, Universidad de Oxford, Inglaterra. 383 pp.**
- Girnish, T. J. 1980. Ecological constraintson the evolution of breeding systems in seed plants: dioecy and dispersal in gymnosperms. **Evolution 34: 959-972.**
- Godrum, P., Reid, V. & Boyd, C. 1971. Acorn yields, characteristics, and management criteria of oaks for wildlife. **Journal of Wildlife Management, 35 (3): 520-532.**
- Gómez, C. M. & Ayerde, L. D. 1995. Estudio fenológico de los encinos (*Quercus spp*) del municipio de Chilpancingo, Guerrero. III **Seminario Nacional Sobre Utilización de Encinos, Memorias, Reporte Científico no. especial 15, tomo I, 138-147, Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L. Linares.**

- González, M. E. 1982. Datos ecológicos sobre la ardilla arbórea *Sciurus niger limitis* Baird (1855), en el municipio de Sabinas Hidalgo, Nuevo León, México. **Tesis, Facultad de Ciencias Biológicas U.A.N.L. 50 pp.**
- González, R. R. 1995. Sinonimia de los encinos mexicanos. **III Seminario Nacional Sobre Utilización de Encinos, Memorias, Reporte Científico no. especial 15, tomo II, 876-892, Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L. Linares.**
- Graves, W. C. 1980. Annual oak mast yields from visual estimates. In: proceedings of symposium on the ecology, management and utilization of California oaks. Pacific south west forest and range experiment state, forest service, U. S. department of agriculture. **Gen. Tec. Rep. PSW-44: 270-274 pp.**
- Greene, D. & Johnson, E. 1994. Estimating the mean annual seed production of trees. **Ecology, 75 (3): 642-647.**
- Harley J. L. 1978. Ectomycorrhizas as nutrient absorbing organs. **Proc. R. Soc. Lond. B. 203: 1-21.**
- Ims, R. A. 1990. The ecology and evolution of reproductive synchrony. **Trends in Ecology and Evolution 5: 135-140.**
- Ims, R. A. 1990a. On the adaptive of reproductive synchrony as predator-swamping strategy. **American Naturalist 136: 485-498.**
- International Seed Testing Association. 1985. International rules for seed testing. **Seed Science and Technology. 13: 299-520.**
- Janzen, D. H. 1971. Seed predation by animals. **Annual Review of Ecology and Systematics 2: 465-492.**
- Juárez G. V., Espinoza, B. A. & Cedeño, S. O. 1989. Observaciones fenológicas en 70 especies forestales y su importancia en la producción. **Congreso Forestal Mexicano, Memorias Tomo II 874-879.**
- Jurado I. E. 1990. Seed and seedling biology of central Australian plants. **Tesis at Macquarie University, Sydney, Australia 169 pp.**
- Koenig, W., Carmen, J. Standback, M. & Mumme, R. 1991. Determinants of acorn productivity among five species of oaks in Central Coastal California. USDA forest service. **Gen. Tech. Rep. PSW-126: 136-142.**
- Koenig, W., Carmen, J. Standback, M. & Mumme, R. 1994. Acorn production by oaks in Central Coastal California. variation within and among years. **Ecology 75 (1): 99-109.**

- Koenig, W., Knops, J., Carmen, J., Standback, M. & Mumme, R. 1994a. Estimating acorn crops using visual surveys. **Can. J. For. Res. 24: 2105-2112.**
- Koenig, W., Johannes, M., Knops, W., Carmen, J., Stanback, M. & Mumme, R. 1996. Acorn production by oaks in Central Coastal California: Influence of weather at three levels. **Can. J. For. Res. 26: 1677-1683.**
- Madelin, M. F. 1966. The fungus spore. **Butterworths London 1-14.**
- Martínez, M. 1981. Los encinos de México. **Com. For. del Edo. de Michoacán 2a. Ed. 358 pp.**
- Marroquín, F. R. 1985. El género *Quercus* L. al noroeste del estado de Nuevo León. **Tesis, Facultad de Ciencias Biológicas, U.A.N.L. 44 pp.**
- Marx, D. & Cordell, Ch. 1987. Triadimefon affects *Pisolithus* ectomycorrhizal development, fusiform rust, and growth of loblolly and slash pines in nurseries. United States department of agriculture forest service. **Research Paper SE-267: 14 pp.**
- Mc Kibben, L. & Graves, W. 1987. Managing blue oak for wildlife based on acorn production. U. S. department of agriculture. **Gen. Tech, Rep. PSW-100: 227-229.**
- Mitchell, R. J., Cox, G. S., Dixon, R. K., Garrett, H. E. & Sander I. L. 1984. Inoculation of three *Quercus* species with eleven isolates of ectomycorrhizal fungi. II foliar nutrient content and isolate effectiveness. **Forest. Sci. 30 (3): 563-572.**
- Mueller, C. H. 1934. Some new oaks from western Texas. **Torreya 34: 119-122.**
- Mueller, C. H. 1936. New and noteworthy trees in Texas and México. **Bull. Torr. Bot. Club 63: 147-155.**
- Mueller, C. H. 1936a. Studies in the oaks of the mountains of northeastern México. **Jour. Arn. Arb. Vol. 17: 160-179.**
- Muller, C. H. 1940. Oaks of trans-pecos Texas. **Am. Mid. Nat. 24 (3): 703-728.**
- Muller, C. H. 1942. Notes on the american flora, chiefly mexican **Am. Mid. Nat. 27 (2): 470-490.**
- Muller, C. H. 1942a. The Central American species of *Quercus*. **USDA. Miscellaneous publication, 477: 121 pp.**

- Muller, C. H. 1944. Fagaceae. **Jour. Arn. Arb.** **25**: 437-450.
- Muller, C. H. 1951. The oaks of Texas. **Texas Research Found.** **1 (3)**: 21-111.
- Muller, C. H. 1961. The Origin of *Quercus fusiformis* Small. **J. Linn. Soc. (Bot.)**, **58**, 370, 1-12.
- Muller, C. H. 1961a. The live oaks of the series virentes **Am. Mid. Nat.** **65 (1)**: 17-39.
- Muller, C. H. 1970. *Quercus* L. oak. Correll, D. & Johnston, M. manual of the vascular plants of Texas. **Contr. from Texas Research Foundation** **6**: 467-492.
- Müller-Using, B. 1994. Contribuciones al conocimiento de los bosques de encino y pino-encino en el noreste de México **Reporte Científico no. especial 14, Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L.** 194 pp.
- Nils, F. 1966. Chemical factors in the germination of spores of basidiomycetes. **In the Fungus Spore Ed: M. F. Madelin** 189-199.
- Nixon, K. C. 1984. A biosystematic study of *Quercus* series virentes (the live oaks) with phylogenetic analyses of fagales, fagaceae and *Quercus*. **Dissertation, University of Texas at Austin** 392 pp.
- Nixon, K. C. & Muller, C. H. 1992. The taxonomic resurrection of *Quercus laceyi* Small. (Fagaceae). **Sida** **15 (1)**: 57-69.
- Nixon, K. C. 1993. The genus *Quercus* in México. Biological diversity of México: Origins and distribution. **Oxford University Press** 447-458.
- Norton, D. A. & Kelly, D. 1988. Mast seeding over 33 years by *Dacrydium cupressinum* Lamb.(rimu) (Podocarpaceae) in New Zeland: the importance of economies of scale. **Functional Ecology** **2**: 399-408.
- Olson, D. & Boyce, S. 1971. Factors affecting acorn production and germination and early growth of seedlings and seedling sprouts. The oak symposium, held at Morgantown. **West Virginia University, USDA Forest Service** 44-48.
- Owens, J. N. & Blake, M. D. 1985. Forest tree seed production. A review of the literature and recommendations for future research **Information Report PI-X-53 Petawawa National Forestry Institute, Canadian Forest Service** 85 pp.

- Prieto, R. J. & Quiñones, Ch. A. 1989. Estudio fenológico de dos especies de pino prioritarios en el Salto Pueblo Nuevo, Durango. **Congreso Forestal Mexicano, Memorias Tomo II: 901-905.**
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. **Limusa 432 pp.**
- Sayers, R. 1982. Pruebas de germinación y vigor. Actualización sobre tecnología de semillas. **Memorias, U.A.A.A.N. 129-136.**
- Sharp, W. & Sprague, V. 1967. Flowering and fruiting in the white oaks Pistilate flowering, acorn development, weather, and yields. **Ecology, 48 (2): 243-251.**
- Shaw, S. 1971. Wildlife and oak management. The oak symposium, held at Morgantown. **West Virginia University, USDA Forest Service 84-89.**
- Simpson, B. J. 1988. A field guide to Texas trees **Texas Monthly Press 372 pp.**
- Smith, C. C., Hamrick, J. L. & Kramer, C. L. 1990. The advantage of mast years for wind pollination. **American Naturalist 136: 154-166.**
- Snow, G. E. 1991. Germination characteristics of engelmann oak and coast live oak from the Santa Rosa Plateau, Riverside County, California. **Gen. Tech. Rep. PSW- 126 USDA Forest Service 360-365.**
- Sork, V. L. 1983. Mammalian seed dispersal of pignut hickory during three fruiting seasons. **Ecology 64: 1049-1056.**
- Sork, V. L. & Bramble, J. E. 1993 Prediction of acorn crops in three species of north American oaks: *Quercus alba*, *Q. rubra* and *Q. velutina*. **Genetics of Oaks Annales des Sciences Forestières 50, 1: 128-136.**
- Sork, V. L., Bramble, J. E. & Sexton O. 1993. Ecology of mast-fruiting in three species of north American deciduous oaks. **Ecology, 74 (2): 528-541.**
- SPP. 1981. Síntesis geográfica del estado de Nuevo León **Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática 170 pp.**
- Standley, P. 1920-26. Trees and shrubs of México. **Contr. U. S. Nat. Herb. 23 (2): 171-198.**
- Steel, M. & Smallwood, P. 1994. What are squirrels hiding? **Natural History, 103 (10): 40-45.**
- Tapper, Per-Göran 1996. Long-term patterns of mast fruiting in *Fraxinus excelsior*. **Ecology, 77 (8): 2567-2572.**

- Trelease, W. 1924. The American Oaks. **Mem. Nat. Acad. Sci. Plant. Monograph Reprints. Vol. 4. 1969. Alemania 420 pp.**
- Valdéz, T. V. & Aguilar, E. M. 1983. El género *Quercus* en las unidades fisionómico-florísticas del municipio de Santiago, N. L. México **Boletín técnico No. 98. INIF SARH 94 pp.**
- Zavala, Ch. F. 1992. Manual para la identificación de encinos en la región de Linares, N. L. **III Seminario Nacional Sobre Utilización de Encinos. Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L. 30 pp.**

APENDICE

RESULTADOS ESTADISTICOS

8.1 Inicio de floración $F = 17.760$ $P < .0001$

especies 1 3 6 5 2 4
a a a b b b

8.2 Desarrollo de la flor pistilada $F = 12.543$ $P < .0001$

especies 1 6 2 5 4 3
a a a a b b

8.3 Liberación de polen $F = 45.236$ $P < .0001$

especies 2 4 6 5 3 1
a a a a b c

Abreviaciones de las especies

1 <i>Q. polymorpha</i>	4 <i>Q. vaseyana</i>
2 <i>Q. laceyi</i>	5 <i>Q. canbyi</i>
3 <i>Q. fusiformis</i>	6 <i>Q. rysophylla</i>

8.4 Especies respecto a metodología tiempo $F = 21.281$ $P < .0001$

especies 6 1 5 4 2 3
a b b b b c

8.5 Especies respecto a metodología clases $F = 35.517$ $P < .0001$

especies 6 1 5 2 4 3
a b c c d d

Abreviaciones de las especies

1 <i>Q. laceyi</i>	4 <i>Q. fusiformis</i>
2 <i>Q. vaseyana</i>	5 <i>Q. polymorpha</i>
3 <i>Q. canbyi</i>	6 <i>Q. rysophylla</i>

8.6 Año respecto a metodología tiempo $F = 16.516$ $P < .0001$

- 8.7 Año respecto a metodología clases $F = 17.322$ $P < .00001$
- 8.8 Sitio respecto a metodología tiempo $F = 36.001$ $P < .0001$
 sitios 15 5 11 1 8 9 14 3 6 2 7 12 10 13 4
 a a a b b b b b c c c d e e f
- 8.9 Sitio respecto a metodología clases $F = 50.713$ $P < .0001$
 sitios 15 5 11 1 14 9 8 6 2 7 3 12 13 10 4
 a a b b c d d d d d d e e f g
- 8.10 *Q. canbyi* 1994 metodología tiempo $F = 24.923$ $P < .0001$
 sitios 5 1 2 7 4
 a b b b c
- 8.11 *Q. canbyi* 1995 metodología tiempo $F = 33.002$ $P < .0001$
 sitios 5 1 2 7 4
 a b c c d
- 8.12 *Q. canbyi* 1994 metodología clases $F = 32.213$ $P < .0001$
 sitios 5 1 2 7 4
 a b b b c
- 8.13 *Q. canbyi* 1995 metodología clases $F = 37.795$ $P < .0001$
 sitios 5 1 2 7 4
 a b c c b
- 8.14 *Q. fusiformis* 1994 metodología tiempo $F = 6.348$ $P < .0001$
 sitios 11 9 5 8 12 10
 a a a b b c
- 8.15 *Q. fusiformis* 1995 metodología tiempo $F = 10.963$ $P < .0001$
 sitios 8 9 11 5 12 10
 a a a a b b
- 8.16 *Q. fusiformis* 1994 metodología clases $F = 9.797$ $P < .0001$
 sitios 11 5 9 8 12 10
 a a a b b b
- 8.17 *Q. fusiformis* 1995 metodología clases $F = 13.632$ $P < .0001$
 sitios 8 9 11 5 12 10
 a a a b c c

- 8.18 *Q. laceyi* 1994 metodología tiempo $F = 25.258$ $P < .0001$
 sitios 5 1 2 3 4
 a a a b c
- 8.19 *Q. laceyi* 1995 metodología tiempo $F = 24.002$ $P < .0001$
 sitios 5 1 2 3 4
 a a a b b
- 8.20 *Q. laceyi* 1994 metodología clases $F = 41.283$ $P < .0001$
 sitios 5 1 2 3 4
 a a b c c
- 8.21 *Q. laceyi* 1995 metodología clases $F = 28.690$ $P < .0001$
 sitios 5 1 2 3 4
 a a a b b
- 8.22 *Q. polymorpha* 1994 metodología tiempo $F = 8.324$ $P < .0001$
 sitios 5 11 7 14 9 13
 a a a a b c
- 8.23 *Q. polymorpha* 1995 metodología tiempo $F = 10.938$ $P < .0001$
 sitios 5 7 11 14 9 13
 a a a b b c
- 8.24 *Q. polymorpha* 1994 metodología clases $F = 12.970$ $P < .0001$
 sitios 5 11 7 14 9 13
 a a a b b c
- 8.25 *Q. polymorpha* 1995 metodología clases $F = 19.818$ $P < .0001$
 sitios 5 7 11 9 14 13
 a a b c c d
- 8.26 *Q. rysophylla* 1994 metodología tiempo $F = 11.862$ $P < .0001$
 sitios 5 15 1
 a a b
- 8.27 *Q. rysophylla* 1995 metodología tiempo $F = 7.002$ $P < .0001$
 sitios 5 1 15
 a b b
- 8.28 *Q. rysophylla* 1994 metodología clases $F = 19.485$ $P < .0001$
 sitios 5 15 1
 a a b

8.29 *Q. rysophylla* 1995 metodología clases $F = 15.730$ $P < .0001$
 sitios 15 1 5
 a b c

Abreviaciones de los sitios

1 Las Moras	9 La Virgen
2 Bosque Escuela	10 Cuevas
3 El Encinal	11 Cuevas punto uno
4 La Estación	12 Parque Residencial
5 Dr. Barreda	13 La Estanzuela
6 El Encino	14 Cuevas punto dos
7 El Escorial	15 La Comunidad
8 Sta. Catarina	

8.30 Ensayo de hipótesis con proporciones ($n > 30$) con un alfa error de .05 y 95% de confiabilidad donde: $H_0: P_1 = P_2$
 $H_a: P_1 \neq P_2$

$$Z = \left(\frac{P_1 - P_2}{\sqrt{(P_2)(Q)}} \right) \sqrt{n}$$

$$Q = 1 - P_2$$

8.31 Especies con respecto al incremento en altura a 14 meses $F = 6.900$
 $P < .0001$

especies 5 1 3 6 4 2
 a a a a b c

8.32 Especies con respecto al incremento en diámetro a 14 meses $F = 4.387$
 $P < .0001$

especies 5 2 3 6 4 1
 a a a a a b

Abreviaciones de las especies

1 <i>Q. laceyi</i>	4 <i>Q. fusiformis</i>
2 <i>Q. vaseyana</i>	5 <i>Q. rysophylla</i>
3 <i>Q. canbyi</i>	6 <i>Q. polymorpha</i>

8.33 Tratamiento con respecto al incremento en altura a 14 meses $F = 2.061$ $P < .106$

8.34 Tratamiento con respecto al incremento en diámetro a 14 meses $F = 5.926$ $P < .0001$

tratamientos	3	2	1	4
	a	a	a	b

8.35 Tratamiento con respecto a micorrización $F = 1.0176$ $P < .320$

Abreviaciones de los tratamientos utilizados

1 2 gr. de esporas	3 6 gr. de esporas
2 4 gr. de esporas	4 control (sin inocular)

8.36 Vivero con respecto a plántulas micorrizadas $F = 10.585$ $P < .002$

8.37 Vivero con respecto al incremento en altura a 14 meses $F = 11.637$ $P < .0001$

8.38 Vivero con respecto al incremento en diámetro a 14 meses $F = 12.637$ $P < .0001$

8.39 Especies con respecto al incremento en altura a 6 meses $F = 7.9930$ $P < .001$

especies	5	3	1	2	4
	a	a	b	b	c

8.40 Especies con respecto al incremento en altura a 14 meses $F = 4.539$ $P < .0001$

especies	5	3	1	2	4
	a	a	a	a	b

