



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE SUELOS

Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible

***Maestría en Ciencias en Agroforestería
Para el Desarrollo Sostenible***

**ECOLOGÍA DE LA SEMILLA DE PALMA
CAMEDOR *Chamaedorea elegans* Mart**

T E S I S

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS EN
AGROFORESTERÍA PARA EL
DESARROLLO SOSTENIBLE**

PRESENTA:

ALATORRE COBOS JORGE

Chapingo, México diciembre de 2005.



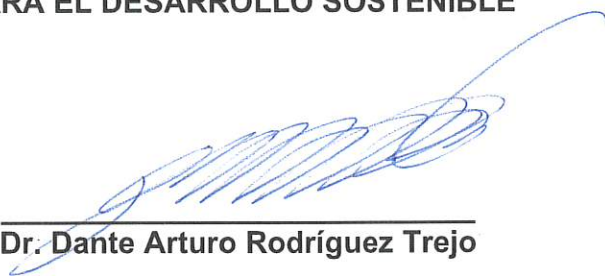
ECOLOGÍA DE LA SEMILLA DE PALMA CAMEDOR

***Chamaedorea elegans* MART**

Tesis realizada por **Jorge Alatorre Cobos** bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

DIRECTOR:



Dr. Dante Arturo Rodríguez Trejo

ASESOR:



Dr. Jaime Sahagún Castellanos

ASESOR:



Dr. Rafael Mora Aguilar

DEDICATORIA

Esta tesis esta ofrecida al esfuerzo y al lazo familiar que obtuve de mis padres: Estela y Fulgencio. Y hermanos al igual de mis sobrinos, ya que ellos me sustentaron en el fortalecimiento profesional y personal, incursionando el sendero de la ciencia. Gracias a Dios por haber brindado la familia que tengo.

Sinceramente gracias Dios por la vida que me has encomendado.

Jorge Alatorre Cobos

*El hambre a la sabiduría es el arma,
que radica a la pobreza en todos sus aspectos...*

AGRADECIMIENTOS

Al comité asesor de investigación Drs: Dante Arturo Rodríguez Trejo, Jaime Sahagún Castellanos, y Rafael Mora Aguilar, les dedico estas efímeras palabras con aprecio: Ya que fueron personas muy profesional, y al igual por su amistad y confianza que me brindaron en el desarrollo y culminación de esta investigación.

A mis maestros de la Maestría, por el aporte de sus conocimientos: Laksmi Reddiar Krishnamurthy, Miguel Ángel Musálem Santiago, Elsa Cervera Backhauss, Edgardo Escalante Rebolledo, y Miguel Uribe Gómez. A la Dra. María Teresa Colinas León, por brindarme apoyo en el Laboratorio de Usos Múltiples de Fitotecnia le agradezco sinceramente. Al Dr. Juan Molina Moreno por su apoyo en esta investigación, y observaciones pertinentes.

Les brindo un cordial agradecimiento a los investigadores que me brindaron su apoyo, en el aspecto fotográfico en especial: Nasim Musálem Castelejos^M, Miguel Ángel Musalem Santiago^M, Carlos Aguirre Dávila^A, Víctor Aguilar Arguello^A, Osyel Rivera^R, Ramon^R, y créditos personales[@].

Al personal del laboratorio de semillas Forestales. En especial a los laboratoristas: Gerardo Mendoza Ángel y Mary Marcos Martínez Campos. Al personal del laboratorio de Usos Múltiples de Fitotecnia: Cecilio Bautistas Bañuelos y Anastasio Ramírez Coronel, por su participación y colaboración durante la estancia de esta investigación.

A mis amigos y compañeros les ofrezco las gracias sinceramente por sus apoyos y amistad: María Isabel Oble Delgadillo, María Dolores Coronel Sánchez, Roció del Carmen Rodríguez Sosa, Martín Nogales Bautista, Aracely Carlson Kisman, Daniel K. Morán Zuloaga, Roberto Otero Zaragoza, Víctor Aguilar Argüello, Carlos Aguirre Dávila, Luz Aurora Espinosa Martínez, M. Dolores Robledo Márquez, Marcela Mora Patiño, Elizabeth Reyes Cabrera y Alberto Pérez Valencia.

DATOS BIOGRÁFICOS

Jorge Alatorre Cobos nace el 23 de abril, en la Comunidad de Nuevo Saltillo del Distrito de Acayucan, Veracruz. Cursó sus primeras letras en la Escuela primaria Niños Héroes, durante su estancia en esta institución sobresale en el ámbito académico, y sobretodo en el deportivo, lo cual logra obtener primeros lugares en el campeonato estatal en 1990 en el puerto de Veracruz. Su secundaria la cursa en la escuela Vicente Guerrero, en ella tuvo un promedio de 97. En 1995 al 1998, cursiónó sus estudios en la preparatoria “Marte R. Gómez”, en la UACH, parte de su estancia en 1998 a 1999, se integra al Proyecto PADRIZ, programa multidisciplinario enfocado a proyectos rurales para las regiones de la Sierra de Zongolica, Veracruz. La licenciatura la realizó en la UACH, en la División de Ciencia Forestales, en la carrera de Ingeniería en Restauración Forestal en 1998 a 2002, durante su desarrollo profesional realiza su servicio social enfocado en plantaciones de *Pinus ayacahuite* para el Valle de México. En el 2000 participó en el X Curso Internacional en Agroforestería para el Ecodesarrollo celebrado en México (PNUMA), Al terminó de la licenciatura publicó la tesis “Evaluación de la efectividad biológica del aceite de nim para el control de *Glycaspis brimblecombei* Moore”. En el 2003 a 2004 cursa la maestría en Agroforestería Para el Desarrollo Sostenible en donde cursa de manera satisfactoria, obteniendo 46 créditos en materia, y un promedio de 95. Además cumpliendo, para sustentar el grado en Maestro en Ciencias presenta la tesis “Ecología de la semilla de palma camedor *Chamaedorea elegans* Mart”

ECOLOGÍA DE LA SEMILLA DE PALMA CAMEDOR *Chamaedorea elegans* Mart

THE ECOLOGY OF *Chamaedorea elegans* Mart SEEDS

Jorge Alatorre Cobos¹, Dante Arturo Rodríguez Trejo².

RESUMEN

Los objetivos de esta investigación se sustentó en estudiar el efecto de tres tamaños de semillas: < 5.25, 5.25 – 5.75, y > 5.75 mm; en los niveles de temperaturas alternadas 30/27, 27/24, y 25/22 °C; sombra al 0% = 124 $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \text{ s}^{-1}$, 70% = 32 $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \text{ s}^{-1}$, y 100% = 2 $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \text{ s}^{-1}$; y analizar el efecto de almacenamiento de dos lotes 2002, y 2004; y evaluar el comportamiento de la concentración de azúcares totales y almidones durante la germinación, por el método de Antrona; y evaluar el comportamiento del peso fresco durante 160 días. En la prueba de germinación se empleó un diseño experimental en bloque completamente al azar, con los factores anidados dentro del factor temperatura, para cada nivel de temperatura correspondió una cámara de ambiente controlado. Los datos se analizaron por el procedimiento mixto Proc Mixed en el paquete SAS, versión 6.8. Las diferencias de las medias en los tratamientos se determinaron con prueba mínima significativa.

Previo a la instalación del experimento se realizó un análisis a la semilla en donde obtuvo una pureza de 85%, 12% de humedad base anhidra, y un 100 % de viabilidad.

En las pruebas de germinación en el régimen de temperatura 25/22 °C, se halló una interacción significativa en entre el año de colecta, tamaño de semilla, y nivel de sombra. Con respecto a nivel de factor individual almacenamiento, el lote de semilla 2002, mostró una germinación mínima, a diferencia a la de 2004. En el factor tamaño de semilla se constató, que las semillas pequeñas y medianas, germinaron mejor que las semillas grandes. En la prueba de sombra se observó, que a mayor nivel de está, hubo una mayor germinación. En nivel de interacción, se encontró que las semillas de 2004, la semilla pequeña germinó mejor sin sombra, la semilla grande, sólo exhibió una germinación significativa con el nivel de sombra de 70%. En cambio la semilla mediana, se vio más favorecida con respecto a la germinación, conforme al aumento de sombra.

En el análisis de carbohidratos y peso fresco durante el proceso de germinación, se apreció bajas concentraciones de azúcares totales, y en cambio mayor concentración de almidones, que tienden a degradar con el paso del tiempo, en donde corresponde a la etapa de digestión y traslocación de la germinación.

Con base en la determinación de peso fresco, la etapa de activación, se cubrió a los 16 días durante el proceso de germinación. A partir de este período se reduce significativamente el aumento del peso fresco, y se da secuencia a las etapas de digestión y traslocación.

Los resultados obtenidos en la germinación denotan que los diferentes tamaños de semilla, representan estrategias en la especie para aprovechar diferentes niveles de radiación. Se discierne que la germinación no es un evento discreto; debido a que sus diferentes etapas se traslapan. En la situación de esta especie, la emergencia de las estructuras no indica independencia de sustancias de reserva en la semilla, lo cual indica que las concentraciones de almidones es un indicador del tiempo faltante para completar el proceso de germinación.

Palabra clave: almidón, antrona, azúcares totales, *Chamaedorea elegans*, digestión, germinación.

ABSTRACT

The objectives of this research were: a) to research the effect of three seed sizes (< 5.25, 5.25 – 5.75, and > 5.75 mm); three shade levels (0% = 124 $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \text{ s}^{-1}$ of PAR, 70% = 32 $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \text{ s}^{-1}$ of PAR, and 100% = 2 $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \text{ s}^{-1}$ of PAR); and to analyze the effect of two storage periods (one year and zero years) on the germination of *Chamaedorea elegans*, at a temperature regime of 25° C (day) and 22° C (night), with a 12 h photoperiod; and b) to evaluate the behavior of total sugars and starch concentrations (Anthrone method), and that of the fresh seed weight during germination (160 days). A completely random experimental block design was utilized, with the blocks nested in with the temperature factor. The day/night conditions were provided in a controlled environment chamber. The data was analyzed with a mixed procedure (Proc Mixed) of SAS, v.6.8. The means were compared with the least significant difference test.

A seed testing was conducted that yielded 85% purity, 12% humidity content, a dry weight base, and 100% viability (tetrazolium test).

The results showed a significant interaction among storage period, seed size, and shade level. In relation to the individual storage period factor, the 1 yr seed had scarce germination, though that was not the case for the 0 yr seed. The analysis of the seed size factor showed that the small and medium size seeds germinated better than the large ones, and the higher the shade level resulted in a higher germination rate. The interaction implied that the small seeds germinated better without shade, while the large seeds only had significant germination at the 70% shade level. In contrast, the medium size seeds exhibited higher germination percentages at higher shade levels.

Regarding the carbohydrate concentrations and fresh weight, during the germination process, there were lower total sugar concentrations in comparison to the starch concentrations. Both compounds tended to have lower values as germination continued, and such behavior corresponded to the breakdown of storage tissues, and to phase II of seed germination.

The fresh weight completed phase I of germination in 16 days. After such a period of time, the rate of fresh weight increase reduced significantly, corresponding to phase II of seed germination.

The results showed that different seed sizes represent strategies of the species studied to take advantage of different shade levels. Germination is not a discrete event, since the different seed germination phases overlap. In the case of the species studied, the emergence of structures does not indicate an independence of the seed storage tissues, which therefore indicates that the starch concentrations can be used as an indicator of the time remaining to complete the germination.

Keywords: starch, anthrone, total sugars, *Chamaedorea elegans*, digestion, germination.

¹Tesista/Thesis writer

²Director de tesis/Thesis director

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo general	2
2.2. Objetivos particulares	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1. Descripción botánica	3
3.2. Ecología de palma camedor en México.....	3
3.3. Requerimientos ambientales	5
3.4. Fenología de la palma camedor	5
3.5. Dispersión de la palma camedor	6
3.6. Comercialización de la semilla de palma camedor	6
3.7. Importancia de la palma camedor en los sistemas agroforestales	6
3.8. Usos	7
3.9. Oferta y demanda	7
3.10. Semilla.....	8
3.11. Época de plantación	9
3.12. Densidad de población	10
3.13. Método de plantación	10
3.14. Producción de semilla	10
3.15. Manejo de la semilla.....	10
3.16. Producción de planta	11
3.16.1. Escarificación de la semilla	11
3.16.2. Dormición de la semilla	12
3.16.2.1. Dormición morfológica.....	13
3.16.2.2. Tratamientos para romper la latencia morfológica	14
3.17. Efecto de la temperatura en la velocidad de germinación	14
3.18. Ácido sulfúrico	15
3.19. Peróxido de hidrógeno (H ₂ O ₂).....	16
3.20. Importancia de la luz y la temperatura en la germinación	16
3.20.1. Temperatura	16
3.20.2. Temperaturas alternadas.....	17
3.20.3. Luz.....	17
3.21. Secado de la semilla	18
3.22. Tamaño de semilla	18
3.23. Edad de la semilla	19
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	20
4.1. Ubicación del área de colecta de la semilla.....	20
4.2. Análisis de la semilla	20
4.2.1. Análisis de pureza.....	21
4.2.2. Contenido de humedad.....	21
4.2.3. Peso de la semilla.....	22
4.2.4. Prueba de viabilidad	22

4.2. 5. Germinación	23
4.3. Determinación del peso de la semilla	24
4.4. Beneficio.....	24
4.5. Semillas colectadas en el año 2004	24
4.6. Semilla colectada en el 2002.....	24
4.7. Identificación del material botánico	25
4.8. Factores de estudio.....	26
4.8.1. Régimen de temperaturas	26
4.8.2. Sombra	26
4.8.3. Período de almacenamiento	27
4.8.4. Calibre o tamaño de semilla	27
4.8.5. Análisis de carbohidratos.....	28
4.8.5.1. Análisis de azúcares totales.....	29
4.8.5.2. Análisis de almidones.....	34
4.8.5.3. Cálculos para la determinación de azúcares totales y almidón	36
4.9. Diseño experimental.....	39
4.10. Modelo estadístico	43
4.11. Análisis estadístico	43
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
5.1. Análisis de semilla.....	44
5.1.1. Análisis de pureza.....	44
5.1.2. Contenido de humedad.....	44
5.1.3. Análisis fitosanitario	44
5.1.4. Peso de la semilla.....	44
5.1.5. Prueba de viabilidad	45
5.2. Germinación	45
5.2.1. Régimen de temperaturas	45
5.2.2. Niveles de sombras	46
5.2.3. Períodos de almacenamiento	46
5.2.4. Calibre o tamaño de semilla	47
5.3. Análisis carbohidratos y peso fresco	52
5.3.1. Análisis de azúcares totales y almidones	52
5.4. Tendencia del peso fresco	54
VI. CONCLUSIONES.....	55
VII. LITERATUR CITADA.....	57
VIII. ANEXOS	67
Cuadro 4. Cronograma de actividades 2003 – 2005	67
Cuadro 4. Cronograma de actividades 2003 – 2005	68
Corrida de SAS (Versión 6.8).....	69
CORRIDA. SAS. Version 6.8.....	72
Datos, cálculos y resultados del análisis de azúcar totales	74
Cuadro 5. Valores empleados para el análisis de azúcares totales	75
Cálculos y resultados del análisis de almidón	77
Cuadro 6. Valores empleados para el análisis de almidón.....	77
1. INTRODUCCIÓN	82

2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	84
2.1. Nombres comunes	84
2.2. Sinonimias	84
2.3. Clasificación Botánica	85
2. 4. Descripción botánica	85
2.4.1. Forma biológica	85
2.4.2. Raíz	86
2.4.3. Hoja	86
2.4.4. Tallo	87
2.4.5. Flor	87
2.4.6. Inflorescencia	87
2.4.7. Fruto	88
3. ECOLOGÍA	89
3.1. Distribución geográfica y natural	89
3.2. Altitud y clima	90
3.3. Topografía	90
3.4. Suelo	90
3.5. Regeneración natural	92
3.5.1. Polinizadores	92
3.5.2. Formas de dispersión de la semilla	92
4. ASPECTOS PRODUCTIVOS	93
4.1. Recolección de semilla	93
4.2. Procesamiento de la semilla	94
4.2.1. Secado, escarificación, estratificación y almacenamiento	94
4.2.2. Técnicas de producción de planta en vivero	95
4.2.2.1. Sustratos y semilleros	95
4.2.2.2. Siembra	97
4.2.2.3. Germinación	99
4.2.2.4. Manejo de la planta en vivero	99
4.2.2.5. Establecimiento y manejo de plantaciones	100
4.2.2.5.1. Selección del terreno	100
4.2.2.5.2. Preparación del terreno	100
4.2.2.5.3. Espaciamiento	101
4.2.2.5.4. Control de malezas	101
4.2.2.5.5. Fertilización	101
4.2.2.5.6. Regulación de la sombra	101
4.2.2.5.7. Control de plagas y enfermedades	102
4.2.2.5.8. Cosecha	104
4.2.2.5.9. Usos	113
5. SISTEMAS AGROFORESTALES EN MÉXICO	120
5.1. Región de la Huasteca Hidalguense y Potosina	120
5.2. Sistema agroforestal Región Centro Veracruz	122
5.3. Región de los Tuxtlas en Catemaco, Veracruz	123
5.4. Chamaedorea elegans y Theobroma cacao en Tabasco	125
5.4.1. Asociación Hevea brasiliensis - Chamaedorea elegans	127

5.4.2. Asociación <i>Musa</i> sp - <i>Chamaedorea elegans</i>	128
5.4.3. Asociación <i>Theobroma cacao</i> - <i>Chamaedorea elegans</i>	128
5.4.3. 1. Cunduacán	128
5.4.3.2. Comalcalco	129

INDICE DE CUADROS

Cuadro 10. Continuación. ¡Error! Marcador no definido.

**Cuadro 11. Precio promedio de los agentes de comercialización
en México 2001. ¡Error! Marcador no definido.**

**Cuadro 12. Precios y márgenes de comercialización para un
paquete de palma camedor en Chiapas, 2003.¡Error! Marcador no definido.**

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación de la estructura del bosque mesófilo de montaña. Changer, 1998.....	4
Figura 2. Palma camedor asociada con <i>Coffea arabica</i> L., <i>Musa</i> spp, <i>Inga</i> spp. y <i>Cedrela odorata</i> L. (Sosa, 1996).....	6
Figura 3. Palma camedor asociada con <i>Bursera</i> spp., <i>Cedrela odorata</i> L., <i>Coffea arabica</i> L., <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) y <i>Ficus</i> spp. (Santiago y Granados, 1999).	6
Figura 4. Estructura y composición de especies de un cafetal totonaco (Changer, 1998).....	7
Figura 5. Corte longitudinal del embrión de <i>Chamaedorea elegans</i> . EP: epicotilo; MA: Meristemo apical del vástago, AR: ápice de la raíz (Ramón, 2001).	8
Figura 6. Cotiledón de <i>Ch. elegans</i> (Ramón, 2001).....	8
Figura 7. Determinación de peso en un lote y beneficiado de la semilla.	25
Figura 8. Las mallas utilizada fue la malla sombra de color negro.....	26
Figura 9. Selección de los tres tamaños de semillas.	27
Figura 10. Proceso en la determinación de azúcares totales.	30
Figura 11. Pasos finales en la determinación de azúcares totales.	32
Figura 12. Curva de glucosa mostrando la regresión lineal.	33
Figura 13. Proceso en el análisis de almidones.....	35
Figura 14. Régimen (30/27°C) con un diseño en bloques completamente al azar	40
Figura 15. Régimen (27/24 °C) con un diseño en bloques completamente al azar	41
Figura 16. Régimen (25/22 °C) con un diseño en bloques completamente al azar	42
Figura 17. Interacción entre los años de colecta de semilla	50
Figura 18. Tendencia azúcares totales, almidón y peso fresco en la germinación.	52

Figura 19. Fase de germinación de <i>Chamaedorea elegans</i> .	53
Figura 20. Tendencia del peso fresco de 1000 semillas.	54
Figura 21. Clasificación botánica de <i>Chamaedorea elegans</i> . [@]	85
Figura 22. <i>Chamaedorea elegans</i> Mart, en diferentes condiciones de sombras [@]	86
Figura 23. Inflorescencia en dos fases: temprana y madura. [@]	87
Figura 24. Partes de la semilla (a) E = exocarpio, C = coleóptilo, O = opérculo, H = hilio; R = radícula; (b) ED = endocarpio; (c) D = disco; (d) A = anillo; (e) R, rafe (Ramon, 2001). ^R	88
Figura 25. Distribución del género <i>Chamaedorea</i> en México (Aguilar, 1986).	89
Figura 27. Manchas foliares y síntomas de <i>C. gloesporoides</i> . ^R	103
Figura 29. Esquema de la cadena suplementaria de follajes tropicales en México (Musalem, 2005).	112
Figura 30. Demanda y comercialización. ^{@, M, yA.}	114
Figura 31. <i>Chamaedorea elegans</i> como planta de usos múltiples. ^{@,} M, A.	119
Figura 32. <i>Chamaedorea elegans</i> , <i>Citrus</i> sp y <i>Coffea arabica</i> . [@]	121
Figura 33. <i>Hevea brasiliensis</i> Willd y <i>Chamaedorea elegans</i> . ^A	122
Figura 34. Sistema agroforestal <i>Chamaedorea elegans</i> . ^M	123
Figura 35. Palma camedor con potencial de asociación a especies nativas maderables. ^M	124

I. INTRODUCCIÓN

La palma camedor (*Chamaedorea elegans* Mart), es un recurso forestal no maderable que se ha extraído en nuestro país desde los años cuarentas. El modo de aprovecharla es mediante la colecta en sus áreas de distribución natural (Saldivia y Cherbonnier, 1982). En la actualidad, la mayoría de las especies de palma camedor han visto restringidas sus poblaciones naturales por el impacto y el deterioro de sus áreas de distribución. Para México se mencionan alrededor de 45 especies de palma camedor (Hodel, 1992); la mayoría de éstas son endémicas y un buen porcentaje se encuentra en la Norma Oficial Mexicana NOM 059 ECOL 94, en estatus de especies raras, amenazadas y en peligro de extinción. Esto justifica que se realicen investigaciones, ya que la palma camedor para muchas regiones de nuestro país juega un papel importante en lo económico, social y ecológico.

Uno de los problemas que enfrentan los productores y viveristas en el cultivo de la palma camedor es que se desconoce y se tiene pocos conocimientos de la ecología de la semilla. Por esta razón no es raro que se tenga poco éxito en la germinación, la cual llega a tardar hasta un año en el caso de *Chamaedorea elegans*. Este trabajo de investigación pretende determinar las condiciones óptimas de temperatura, sombra, tiempo de almacenamiento y tamaño de semilla, para que la semilla germine. Con lo anterior se busca contribuir a que los productores disminuyan los costos de las plántulas en los viveros y el período previo al aprovechamiento de la palma, pues desde que se siembra la semilla hasta que se empieza a aprovechar la planta pasan cinco años; uno de los retrasos para su plantación está en la fase de vivero. Para el estado de Hidalgo, en la región Huasteca, se carece de información sobre estudio de procedencia con respecto a la germinación del material de la zona. Esta investigación pretende brindar a los productores una solución a los problemas de germinación de *Ch. elegans*.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- ✦ Determinar las condiciones óptimas de germinación de *Chamaedorea elegans*.

2.2. Objetivos particulares

- ✦ Realizar el análisis de calidad física y fisiológica de semilla de *Ch. elegans*.
- ✦ Determinar la influencia de la luz y temperatura en la germinación de *Ch. elegans* en condiciones controladas.
- ✦ Investigar el efecto del período de almacenamiento y del tamaño de la semilla en la germinación potencial y en la viabilidad.
- ✦ Determinar la concentración de azúcares totales y almidones durante la germinación de la semilla.
- ✦ Elaborar una guía silvicultural de *Ch. elegans* para conocer el potencial agroforestal.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Descripción botánica

Moore (1973), usando caracteres morfológicos y criterios de especialización, ordenó las palmas en cinco líneas evolutivas y reconoció 15 grupos principales (Tomlinso, 1979; Aguilar, 1986). Con base en esta clasificación ordena el género *Chamaedorea* como:

Reino: Plantae	Familia: Aracaceae (Palmae)	Género: <i>Chamaedorea</i>
Clase: Monocotiledóneas	Subfamilia: Arecoidea	Especie: <i>elegans</i> Mart.
Súper orden: Areciflorae	Grupo: Chamadoreoidae	Sinonimia: <i>Collinia elegans</i>
Orden: Arcales	Tribu: Hyophorbea	N.C: Palma camedor

El nombre “*Chamaedorea*” significa palma pequeña. Son plantas inermes, erguidas o postradas, de estípite generalmente muy delgado, provisto de anillos horizontales. De raíz generalmente fultrante, con estípite, algunas veces rizomatosa (Aguilar, 1986). Posee hojas sencillas, bífidas en el ápice o igualmente pinatisectas, de pecíolo en general rollizo, acompañadas de una vaina tubulada.

3.2. Ecología de palma camedor en México

El género *Chamaedorea* se originó en territorio mexicano y migró hacia el sur o procede de otras regiones del mundo, de donde desapareció en cierta medida y sólo se halla actualmente en la zona Neotropical (Rzedowski, 1992). En México se encuentra cerca de 18 % del total de especies de palmas que se conocen en el mundo, esto es, 95 especies repartidas en 22 géneros (Quero, 1994). El género *Chamaedorea* cuenta con más de 130 especies; en México alberga alrededor de 50 especies, y 14 de éstas son endémicas (Hodel, 1992).

En el territorio mexicano, *Chamaedorea* se encuentra principalmente en las selvas altas y medianas perennifolias, subperennifolias, subcaducifolias y en el bosque mesófilo (Figura 1), sobre un gradiente altitudinal que va del nivel del mar a más de 2,000. Algunas especies viven en bosques de encino y de pino - encino, y en las selvas medianas caducifolias se llegan a encontrar varias de ellas cerca de ríos y arroyos, así como en las barrancas, en donde la pérdida de hojas es menor.



Figura 1. Representación de la estructura del bosque mesófilo de montaña. Changer, 1998.

En las selvas bajas caducifolias, como las que cubren la parte centro y norte de la península de Yucatán, sólo crecen unas cuantas especies, como *Ch. seifrizii* Burret, que posee hojas gruesas, lo que le permite resistir a la desecación y vivir incluso a pleno sol. Las especies de *Chamaedorea* son palmas que viven en el sotobosque, en su mayoría en el estrato herbáceo; requieren sombra, y generalmente crecen en sitios pedregosos, con suelos de buen drenaje y abundante materia orgánica. Una de las excepciones es *Ch. cataractarum* Mart., que vive en el curso de los arroyos en las montañas. Las condiciones de luz, humedad y temperatura son las que prevalecen en cada uno de los tipos de vegetación en donde crecen (Rzedowski, 1978). En realidad se conoce poco acerca de la biología de las especies de *Chamaedorea*. Se sabe que son plantas dioicas, esto es, que tienen los sexos separados, por lo que hay plantas masculinas y femeninas, aunque puede haber plantas hermafroditas. Con base en lo que se sabe de *Ch. tepejilote* Liebm (Oyama, 1984), el porcentaje de plantas femeninas y masculinas parece ser igual, esto es, 50 % de cada sexo.

No se conoce con precisión la manera como ocurre la polinización; se piensa que, por producir un polen seco, algunas especies deben ser polinizadas por medio del viento, mientras que en las demás, cuyo polen es pegajoso, éste es transportado por medio de insectos, los cuales son atraídos por el olor de las flores (Hodel, 1992); se sabe de abejas, moscas, escarabajos y otros insectos visitando las inflorescencias de *Chamaedorea*, que podrían ser polinizadores potenciales.

3.3. Requerimientos ambientales

La palma camedor puede desarrollarse en alturas desde cero hasta 2,000 msnm; para su mejor desarrollo requiere de una temperatura promedio de 22 a 28 °C y una precipitación media anual de 1,600 a 4,000 mm, que corresponde a los climas Am y Af, de acuerdo a la clasificación de Köppen; para llegar a obtener un buen desarrollo del follaje requiere de aproximadamente 50 % de luz. Se desarrolla en suelos oxisoles, fluvisoles, ultisoles y rendzinas; en cuanto a condiciones topográficas, prospera en suelo de ladera y planos (Hernández, 2000).

3.4. Fenología de la palma camedor

Las plantas florecen una vez al año, pero dan varias inflorescencias, lo cual hace que la fructificación se prolongue varios meses. No obstante, la variación individual en este aspecto, al igual que en otros, es muy grande, y a ella hay que añadir las variaciones que existen entre individuos de diferentes sexos. Por ejemplo, en *Chamaedorea tepejilote* Liebm, las plantas masculinas producen más flores que las femeninas, y en cada uno de los sexos un porcentaje de individuos, el mismo siempre, suele aportar la mayor parte de ellas (Oyama, 1990). Así mismo, el número de frutos que da una planta varía de una especie a otra; por ejemplo, en *Chamaedorea ernesti - augusti* H. Wendl son muy pocos, tal vez 40 o 50, mientras que en *Chamaedorea elegans* pueden ser más de 500 y hasta 400 en *Chamaedorea tepejilote*.

3.5. Dispersión de la palma camedor

En la Huasteca, un pájaro que en náhuatl se conoce localmente como palsuquet come y dispersa las semillas; sin embargo, la mayoría de los frutos se quedan cerca de donde caen, alrededor de la planta madre, lo cual explica la distribución en manchones, característica de las especies de *Chamaedorea*.

3.6. Comercialización de la semilla de palma camedor

Se reporta que en 1974 se exportaron de México alrededor de 31,000 kg de semillas. En 1988 se exportaron a los Estados Unidos 100,000 kg de semillas, el 75 % fue extraído de las áreas silvestres, lo cual representa una amenaza sobre esta especie en México (Ramón, 2001).

3.7. Importancia de la palma camedor en los sistemas agroforestales

El aprovechamiento de esta palma no es una actividad primaria de los poseedores de este recurso; se trata de una planta tolerante a la sombra, lo que hace posible que se asocie en las plantaciones de café, cítricos y en acahuales altos (Figuras 2 y 3); esto implica que el productor no dependa económicamente de un solo cultivo (Ramón, 2001).

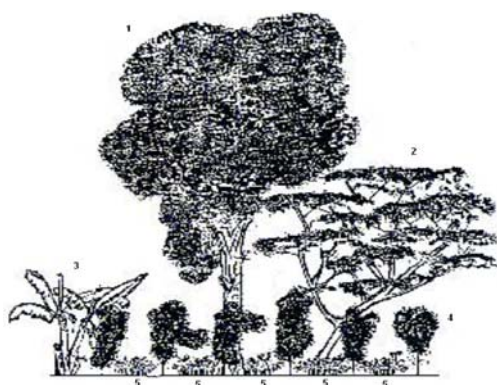


Figura 2. Palma camedor asociada con *Coffea arabica* L., *Musa* spp, *Inga* spp. y *Cedrela odorata* L. (Sosa, 1996).



Figura 3. Palma camedor asociada con *Bursera* spp., *Cedrela odorata* L., *Coffea arabica* L., *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) y *Ficus* spp. (Santiago y Granados, 1999).

3.8. Usos

La palma camedor tiene una gran demanda como planta de ornato y su follaje se emplea en arreglos florales, para la decoración de puestos de frutas, marisquerías y tinción de papel moneda (USA). La inflorescencia de algunas especies es comestible. La semilla tiene una gran demanda para la obtención de plántulas, siendo *Chamaedorea elegans* la más cultivada (Saldivia y Cherbonnier, 1982).

3.9. Oferta y demanda

La oferta internacional de hojas es baja, abasteciéndose básicamente de follaje obtenido de palmas silvestres, con lo que apenas se cubre 10 % de la demanda existente, y donde México aporta 85 % en el mercado, y el resto otros países como Costa Rica, Ecuador y Guatemala (Hernández, 2000).

Actualmente se ha despertado gran interés por el establecimiento y manejo de plantaciones comerciales de palma camedor, principalmente en zonas cafetaleras del país (Figura 4), como una alternativa a mediano plazo, con lo cual se busca recuperar en parte la caída del precio del café en el mercado internacional (Hernández, 2000).

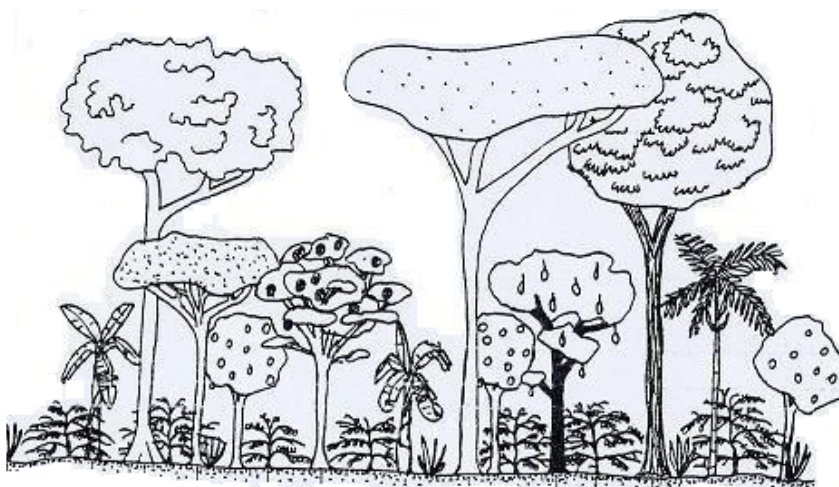


Figura 4. Estructura y composición de especies de un cafetal totonaco (Changer, 1998).

3.10. Semilla

Aguilar (1986), informa que el fruto es una pseudodrupa, contiene una semilla sencilla con endospermo albuminoso, sólido, cartilaginoso, con embrión rudimentario lateral a poco basal (Figura 5).

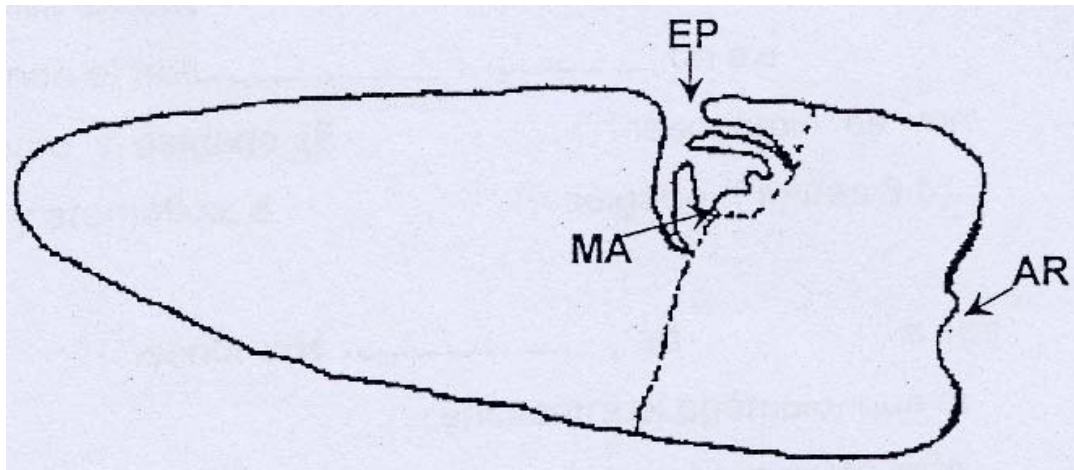


Figura 5. Corte longitudinal del embrión de *Chamaedorea elegans*. EP: epicotilo; MA: Meristemo apical del vástago, AR: ápice de la raíz (Ramón, 2001).

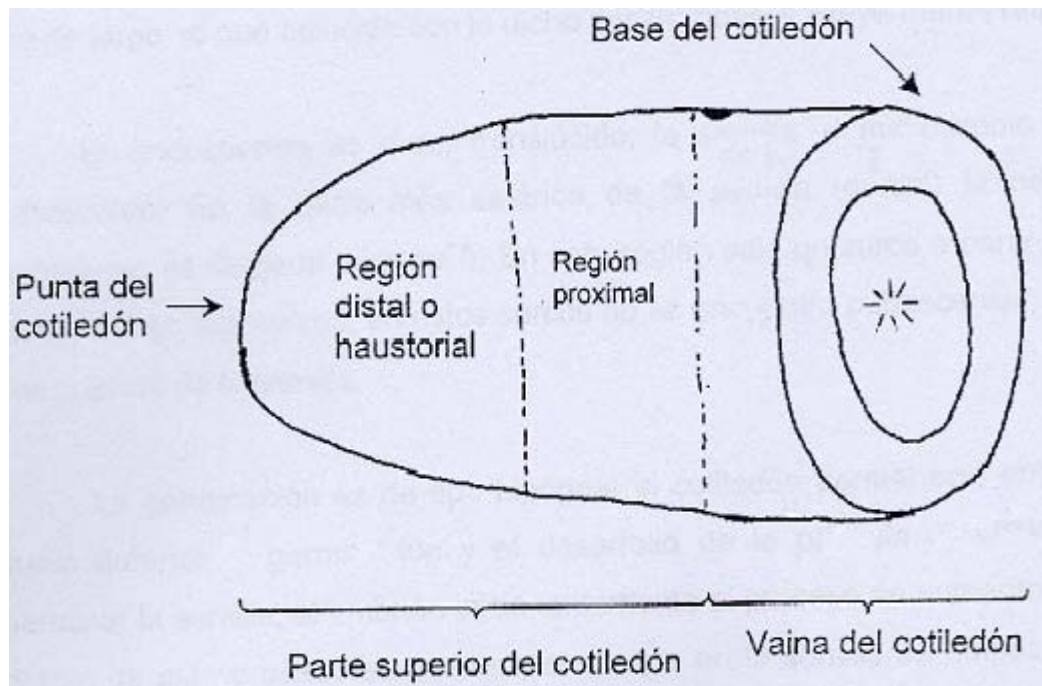


Figura 6. Cotiledón de *Ch. elegans* (Ramón, 2001).

Ramón (2001), describió que el cotiledón de *Ch. elegans* consta de tres tipos de tejidos: protodermis, parénquima fundamental y haces de procámbium. El embrión consta de tres primordios de hojas desde la recolección del fruto hasta los 56 días después de permanecer en germinación. El embrión de esta palma no es rudimentario, pero es pequeño con respecto al endospermo, lo cual implica que es apto para germinar a partir de la maduración de la semilla (Figura 6). Se indica que existen problemas para obtener una buena germinación, ya que en muchos casos únicamente el 50 % de la semilla germina (Castro, 1992).

En un experimento realizado en “El Tormento”, estación experimental del I.N.I.F en Escárcega, Campeche, con semilla de palma camedor, Saldivia y Chebonnier (1982), reportan un período de germinación de 90 días, y longevidad de 6 meses, obteniéndose 70 % de germinación para semillas de palma camedor.

Las semillas de palma camedor pueden hospedar gran cantidad de hongos y de bacterias debido a que poseen tejidos blandos, por lo que no remover las cubiertas de las semillas es una de las causas por las que se contaminan más fácilmente, lo cual provoca que no lleguen a germinar debido a los organismos fitopatógenos.

3.11. Época de plantación

Esta especie crece bajo la sombra de la vegetación o cultivo como *Citrus* spp. (cítricos) y *Coffea arabica* L. (café). Por lo que la plantación se efectúa cuando el estrato arbóreo proporcione entre 50 y 60 % de sombra y preferentemente durante la temporada de lluvias, de junio a septiembre, para asegurar su prendimiento y arraigo al terreno (INIFAP, 2001).

3.12. Densidad de población

La palma camedor se siembra en hileras entre las especies establecidas y de acuerdo como lo permita la topografía del terreno, normalmente se establece a una distancia de 75 a 85 cm entre hileras, y de 60 a 70 cm entre plantas. Para una superficie de 1,250 m² se requieren 2,240 plantas establecidas a 80 x 70 cm entre hilera y planta, respectivamente (INIFAP, 2001).

3.13. Método de plantación

En el terreno las plantas se colocan a raíz desnuda, las cuales provienen de semillas producidas en vivero (INIFAP, 2001).

3.14. Producción de semilla

Actualmente la semilla se obtiene de plantas de poblaciones silvestres o de pequeñas plantaciones establecidas. La recolección se efectúa durante los meses de junio a octubre, período en el cual la semilla ha llegado a su madurez fisiológica o se recomienda que las plantas de las cuales se esta cosechando semilla no se les corten las hojas. La producción de semilla por planta es muy variable, pues algunas producen una sola inflorescencia, mientras otras llegan a producir hasta ocho. La selección de plantas para obtención de semilla debe ser de acuerdo a su mejor conformación y buen estado fitosanitario. La producción de semilla es muy variable, desde cinco hasta 50 g por planta; cada kilogramo de semilla seca tiene 7,000 semillas, en promedio (Hernández, 2000).

3.15. Manejo de la semilla

Una vez colectada la semilla se limpia de impurezas, se pone a secar a la sombra durante ocho a 10 días; después se guarda en frascos de cristal, latas alcoholeras o en arpillas de ixtle de tejido cerrado y se almacena en lugares

secos y ventilados. Hasta el momento no existen reportes de almacén en frío. La semilla almacenada al ambiente debe de utilizarse dentro de los cuatro primeros meses a partir de la cosecha, después de los cuales empieza a disminuir su viabilidad (Hernández, 2000).

3.16. Producción de planta

3.16.1. Escarificación de la semilla

La semilla de *Chamaedorea elegans* tarda hasta seis o siete meses para germinar, y en condiciones de temperaturas más bajas tardar hasta un año o más, por lo que es necesario la escarificación para que la semilla germine.

Hernández (2000), para contar y garantizar una producción masiva de planta, recomienda sumergir la semilla en una solución de peróxido de hidrógeno (H_2O_2) al 5 % durante 15 minutos, removiéndolas constantemente, después se lavan con agua corriente por cinco minutos y se pone a orear a la sombra durante una dos horas sobre papel periódico, de estraza o arpillera de ixtle, con lo cual quedan listas para sembrarse inmediatamente o en los siguientes dos o tres días. Por este método se ha obtenido hasta 75 % de germinación antes de los tres meses, iniciando la brotación a los 56 días, y generalizando a los 66.

Otra forma de escarificar es diluyendo ácido sulfúrico (H_2SO_4) al 30 %, y sumergido las semillas durante tres minutos. Después se lavan en un colador con abundante agua corriente y se dejan secar a la sombra. En un experimento realizado en el “Proyecto Piloto, en el vivero de San Fernando” Chiapas, han aplicado el proceso de escarificación de semilla; en ésta se elimina por completo la cáscara que la cubre, para lo cual se sumerge en agua caliente a una temperatura de 40 °C, frotándola con las manos hasta dejarla lo más limpia posible. Este método ayuda también al aceleramiento de su proceso de germinación (Productores de Palmeras, 1999).

Barba y Romero (1992), reportan que a pesar de la amplia utilización de la palma camedor, no existen datos claros y concluyentes para las condiciones de germinación que permitan obtener la mayor cantidad de planta en vivero en diferentes especies y procedencias.

Respecto a colecta y almacenamiento de las semillas, se desconoce las condiciones ambientales específicas que estas especies requieren para su conservación y garantizar su viabilidad por largo tiempo (Barba y Romero, 1992).

3.16.2. Dormición de la semilla

Una semilla está en dormición cuando no germina aunque cuente con niveles óptimos de humedad, temperatura, aireación e incluso luz. Existen cinco tipos básicos de dormición: física, mecánica, química, morfológica y fisiológica (Camacho, 1985).

En la dormición física, la cubierta seminal es impermeable al agua y al intercambio gaseoso, como sucede con diversas leguminosas, como *Pithecellobium mangense* Jacq. En la dormición mecánica, no hay tal impermeabilidad, pero se presenta resistencia mecánica de la cubierta seminal o del endocarpio al crecimiento del embrión, como en el caso del *Prunus persica* L.

En el caso de la dormición química, existen sustancias inhibidoras que no permiten la germinación. Muchas veces están en la cubierta seminal, como en *Schinus molle* L. La dormición morfológica está caracterizada porque el embrión no ha alcanzado su maduración, su tamaño adecuado para germinar, como en *Garrya laurifolia* Benth; en tanto que la dormición fisiológica está determinada por bloqueos metabólicos, por ejemplo en *Pirus malus* L.

A veces puede existir más de un tipo de dormición en la semilla de una especie. Asimismo, la intensidad de la dormición, cualquiera que sea su tipo, es variable.

La dormición física es cesada con tratamientos escarificatorios mecánicos o químicos o remojo en agua; la dormición morfológica con humedecimientos y secados alternados, además de escarificación mecánica; la dormición química es tratada mediante remojo; la dormición morfológica mediante estratificación en frío y en cálido, o bien con la aplicación de geberelinas; la dormición fisiológica es superada con estratificación en frío.

El tipo de dormición existente en *Chamaedorea elegans* no ha sido formalmente determinado. Aparentemente puede ser de tipo morfológico, físico y/o químico, dado el tipo de tratamiento que ha facilitado su germinación. En los siguientes subtítulos se analiza esta posibilidad con más detalle.

3.16.2.1. Dormición morfológica

La dormición morfológica se presenta en familias de plantas cuyas semillas de manera característica no han desarrollado su embrión por completo en la época de maduración (Hartman y Kester, 1998).

Las plantas con embriones rudimentarios producen semillas cuyos embriones son apenas algo más que un proembrión, embebido en un endospermo en la época de maduración del fruto.

Algunas semillas en la madurez del fruto tienen embrión poco desarrollado, con forma de torpedos, que pueden alcanzar un tamaño hasta la mitad de la cavidad de la semilla. Romero (1989), menciona que se presenta cuando el embrión no ha completado su crecimiento y desarrollado en la época en que la semilla se dispersa, y es frecuente encontrarla en las familias: aracaceae, araliaceae, magnoliaceae y ranunculaceae.

3.16.2.2. Tratamientos para romper la latencia morfológica

La estratificación cálida consiste en proporcionar las condiciones óptimas para que se desarrollen los embriones de las semillas. La semilla de la palma camedor presenta latencia de tipo físico y químico, por la impermeabilidad y resistencia mecánica que manifiesta su cubierta y por la indudable presencia de algunas sustancias inhibitorias (posiblemente ácido abscísico). Es muy probable que al momento de retirarse el fruto del raquis, éste segregue alguna sustancia lípida como mecanismo de cicatrización, formando una película impermeable en su base, que se comunica a la semilla, creando una capa de protección al embrión, ocurriendo al mismo tiempo una actividad inhibitoria (Camacho, 1985; Moreno, 1991).

3.17. Efecto de la temperatura en la velocidad de germinación

Moreno (1991), menciona que el tiempo que tarda en emerger las plántulas de palma camedor varían de acuerdo a las condiciones ambientales del sitio donde se realizó la prueba, y/o al microclima existente en cada área, influyendo también en la época de floración. En el Palmar, Veracruz, se estabilizó la germinación a los 80 días, mientras que Hernández (1990), reporta un tiempo de cinco meses en pruebas realizadas en Papantla, Ver; para el campo experimental forestal “El Tornado”, Escárcega, Campeche, el mismo autor menciona tres meses.

Hartmann y Kester (1998), refieren que las semillas de varias especies de palma requieren almacenarse durante varios años para que germinen, pero ese período puede reducirse a tres meses, manteniéndolas a temperatura de 38 a 40 °C, o durante 24 h separando el embrión y poniéndolo a germinar *in vitro*.

Donselman (1982), encontró que la mayoría de las palmas responden positivamente a la germinación cuando se aplican altas temperaturas, las cuales varían de 29 a 32 °C; también cita a William (1988), el cual determinó intervalos de temperatura para la germinación de las semillas de varias especies de palma (*Coccothrinax argenata* Lodd. ex Schult, *Sabal ectonia* Swingle ex Nash y *Thrinax morrissi* H. Wendland). La germinación total a 35 °C fue de 50 % en un período muy corto; temperaturas mayores de 5 o 10 °C con respecto a 35 °C causaron retraso, irregularidades en la planta y además redujeron la germinación total.

El mismo autor cita a Dan (1987), quien estudió pretratamientos con calor; con un tratamiento dado a semillas de palma (*Elaes guinnensis* Jacq var *idolátrica*) de 39.5 °C por 50 días, redujeron significativamente el tiempo requerido para germinar.

3.18. Ácido sulfúrico

Moreno (1991), menciona que obtuvo 33 % de germinación en palma camedor al sumergirlas las semillas en ácido sulfúrico a una concentración de 30 % durante 30 minutos. En este experimento menciona que se obtuvieron resultados negativos, ya que el ácido sulfúrico fragmentó la cubierta delgada; la cubierta dura se observó quemada en semillas que no germinaron. La germinación fue mucho menor que en el del testigo. Otra investigación realizada con ácido sulfúrico fue la de Trejo (1991), quien utilizó una concentración de 50 % por 10 minutos; en este trabajo se obtuvieron resultados negativos, ya que ninguna semilla germinó, debido posiblemente a que los tiempos y concentraciones usadas no fueron los adecuados, recomendando finalmente darle a las semillas concentraciones y tiempo menores.

3.19. Peróxido de hidrógeno (H₂O₂)

Moreno (1991), utilizando peróxido de hidrógeno (H₂O₂) al 5 %, y un tiempo de remojo de 15 minutos, obtuvo resultados positivos; la germinación fue del 75 %, en comparación con el testigo, que presentó 49 %, iniciándose la brotación a los 66 días, y estabilizándose a los 80 días, por lo que se recomienda al ser un tratamiento efectivo y práctico. Ramírez (1995), en la evaluación sobre los métodos de escarificación mecánica en semilla de palma *Chamaedorea elegans*, bajo temperatura de 30 °C, obtuvo 37 % de germinación a los 60 días, debido a que aquella favorece el rompimiento de la latencia de la semilla, la que se hace más permeable. Este mismo autor evaluó la aplicación de ácido giberélico a 2,000 ppm, y observó que acelera la germinación, pero produce plántulas anormales; también evaluó la germinación en peróxido de hidrógeno en tres tiempos: 5, 10, y 15 minutos, y no encontró efectos en la germinación.

Ramón (2001), halló que las semillas tratadas mediante escarificación mecánica fueron las primeras en germinar, a los 49 días de establecido el experimento. Obtuvo 80% de germinación los 84 días con peróxido de hidrógeno, a una concentración de 5 %, durante 15 minutos.

3.20. Importancia de la luz y la temperatura en la germinación

3.20.1. Temperatura

La temperatura es tal vez el factor ambiental más importante que regula la germinación y controla el crecimiento subsecuente de las plántulas. Las semillas secas, que no han embibido agua pueden soportar temperaturas extremas (Hartman y Kester, 1998).

3.20.2. Temperaturas alternadas

Las temperaturas fluctuantes del día y de la noche producen mejor germinación y plantas bien desarrolladas, en comparación con las temperaturas constantes. El uso de temperaturas fluctuantes es una práctica estándar en los laboratorios de evaluación de semillas, aún para semillas que no lo requieran (Moore, 1963). Esta exigencia es de particular importancia para semillas en letargo, recién cosechadas.

Las semillas de unas pocas especies no germinarán a temperaturas constantes. Se ha sugerido que una de las razones por las cuales las semillas embebidas y enterradas a ciertas profundidades en el suelo no germinan es que las fluctuaciones de temperatura en el suelo desaparecen con el aumento de la profundidad de la siembra (Aldhous, 1972; Lamb, 1976).

3.20.3. Luz

La sensibilidad a la luz es, en principio, una propiedad de semillas recién cosechadas, fisiológicamente en letargo, y que tiende a desaparecer con el almacenamiento en seco a medida que esas semillas pierden su letargo primario. En la mayoría de las especies cultivadas, la sensibilidad a la luz es un problema que ocurre sólo en los laboratorios de evaluación de semillas, en que puede causar letargo secundario (Hartmann y Kester, 1998).

La sensibilidad a la temperatura puede ser inducida en semillas no sensibles, exponiéndolas embebidas a condiciones que inhiben la germinación, como temperaturas elevadas, alta presión osmótica o con gases que inhiben la germinación. En los procedimientos de estímulo de germinación de las semillas se deben considerar también las exigencias de luz (Hartmann y Kester, 1998).

Las semillas sensibles a la luz a menudo son pequeñas y por tanto, su germinación es favorecida estando cerca de la superficie del suelo de manera que las plántulas puedan emerger con rapidez e iniciar la fotosíntesis (Lamb, 1976).

3.21. Secado de la semilla

La mayoría de las semillas deben secarse después de la cosecha. Si se dejan apiladas, aún por unas cuantas horas, aquellas que contienen más del 20 % de humedad se calientan, deteriorándose su viabilidad. El secado se recomienda que se realice al natural. Las temperaturas de secado no deben exceder de 43 °C. Para la mayoría de las semillas, el contenido mínimo seguro de humedad queda en el intervalo de 8 al 15 % (Hartmann y Kester, 1998).

3.22. Tamaño de semilla

Márquez (1990), afirma que cuando se usan semillas grandes se produce un aumento en la germinación y la emergencia es más rápida; aunque éstas son menos cuantiosas que las pequeñas. Además señala que las semillas grandes con mayor tamaño de embrión, mayor cantidad de reservas y mayor actividad fotosintética inicial, producirán plántulas más desarrolladas y la ventaja frecuentemente persiste hasta aumentar el rendimiento final, en especies para cultivos de crecimiento corto.

Shieh y McDonald (1982), trabajando con líneas de maíz, observaron que las semillas chicas germinaban más rápido, lo cual ya había sido observado también por Muchena y Grogan (1977), quienes afirman que en condiciones de estrés hídrico, germinaban más rápido debido a que requieren menos agua para germinar, puesto que tienen menor volumen.

3.23. Edad de la semilla

Haferkan *et al.*, (1953) y James *et al.*, (1964), señalan que la edad de la semilla ha sido un parámetro útil en los estudios de la longevidad. Se ha encontrado que la germinación disminuye gradualmente a medida que la edad de la semilla aumenta, aunque también han hallado diferencias en semillas de la misma edad y dentro de la misma planta.

Hartman y Kester (1998), mencionan que durante el tiempo de almacenamiento de las semillas, se pierde gradualmente vigor y viabilidad; aún bajo mejores condiciones, Ellis y Roberts (1981) y Duffus y Slaughter (1985), señalan de acuerdo con muchas investigaciones sobre la longevidad de la semilla almacenada, se ha encontrado gran variación en los resultados de estos experimentos, concluyendo que los factores más críticos son: temperatura, contenido de humedad de la semilla y disponibilidad de oxígeno.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del área de colecta de la semilla

La colecta de la semilla de *Chamaedorea elegans* y la colecta botánica se realizaron en el mes de febrero de 2004 en el Municipio de Tlanchinol, en la comunidad de Cuatlimax, Hidalgo, específicamente en el predio Cuachapa, ubicado a 300 m de la localidad.

El clima es de tipo Am y Af, con temperatura media anual de 23 °C. Con respecto a las heladas, son muy esporádicas, ya que ocurre una cada 8 a 10 años. Su altitud es de 600.

La cantidad de semilla que se colectó fue 3 kg, y se adquirió con el mismo productor semillas almacenadas de un año que correspondieron al 2003. El productor no realizó ningún beneficio a esta semilla, y se encontraba almacenada en costal de yute, a temperatura ambiente; de esta semilla almacenada se adquirieron 2 kg.

4.2. Análisis de la semilla

Las semillas se analizaron de acuerdo con las normas de la AOSA (Asociación de Analistas Oficiales de Semillas, 1995). El análisis se centró en las siguientes variables: la pureza, el contenido de humedad, el peso y la viabilidad. La germinación fue motivo de investigación. Este estudio se realizó en el Laboratorio de Semillas Forestales, en la División de Ciencias Forestales y en el Laboratorio de Usos Múltiples del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, en Chapingo, México.

4.2.1. Análisis de pureza

El análisis de pureza determina qué proporción de la muestra de trabajo es semilla pura de la especie designada, y que proporción corresponde a otros materiales. En esta fase se utilizó una balanza de marca Ohaus. En la muestra de trabajo se tomaron en cuenta cuatro componentes:

- a) Semillas de la especie de interés
- b) Semillas de otras especies forestales
- c) Semillas de malezas
- d) Material inerte

Cada componente se expresó como porcentaje de peso, con relación a la muestra de trabajo original:

$$\text{Porcentaje de pureza} = \left(\frac{\text{Peso del componente puro}}{\text{Peso total de la muestra de trabajo}} \right) (100)$$

4.2.2. Contenido de humedad

Se determinó el contenido de humedad a 50 g de semilla hasta obtener peso constante en una estufa (horno de secado) marca RIOSA, a una temperatura de 75 °C. La fórmula para la determinación del contenido de humedad, base anhidra (CH₀) es la siguiente:

$$\text{CH}_0 = \left(\frac{\text{Peso fresco de la semilla} - \text{peso seco de semilla}}{\text{Peso seco de semilla}} \right) (100)$$

4.2.3. Peso de la semilla

Este valor es afectado por el tamaño de la semilla, así como por su contenido de humedad, y por la proporción de semillas llenas (no vanas) en el lote. El peso se puede expresar como el de 1,000 semillas puras, o con el número de semillas por kilogramo, aunque este valor puede ser determinado simplemente por el conteo de 1,000 semillas y por su pesaje, es mejor utilizar un promedio con base en una menor cantidad de semillas. La ISTA (1996) especifica ocho muestras, obtenidas al azar, de 100 semillas cada una, tomadas del componente de semillas puras.

4.2.4. Prueba de viabilidad

Se realizó por teñido histoquímico con sales de tretrazolio para evaluar la calidad del material. Para ello se utilizaron 100 semillas; éstas se cortaron con ayuda de una navaja por la mitad para facilitar la entrada de tetrazolio, y posteriormente fueron puestas en una caja petri, con una solución al 1 % de sales de cloruro de 2,3 5 trifenil tetrazolio, y dejadas en oscuridad (se cubrió la caja petri con papel aluminio); posteriormente la caja con la semilla se introdujo a una cámara de ambiente controlado a 30 °C durante 48 horas. Después de este tiempo se procedió a contar el número de semillas teñidas. El porcentaje de semillas teñidas fue del 100 %. Se tomaron como viables aquellas semillas a las que les se tiñó el embrión y endospermo.

4.2. 5. Germinación

Las semillas se pusieron a germinar en cajas petri con agrolita como sustrato. Para asegurarse que el sustrato estuviera estéril, se colocó en una olla de presión a de 120 °C por el lapso de una hora. Las semillas se pusieron a remojar en peróxido de hidrógeno (H₂O₂) por un período de 5 minutos, con el objetivo de desinfectarlas. Después de estos cinco minutos las semillas fueron sacadas y lavadas con agua destilada. Posteriormente a todas las semillas se les realizó un pequeño corte tangencial con el objetivo de facilitar la germinación. El agua destilada con que se regó las semillas contenía captán (2 g/L); el riego se realizó con un atomizador manual. Se hicieron observaciones diarias, registrando la germinación hasta la culminación de ésta.

La fase experimental relativa a germinación se llevó a cabo con respecto factores ambientales: temperatura, sombra y tamaño de semilla. Esta fase comprendió los meses de marzo a julio 2004. El experimento se instaló en tres cámaras de germinación de ambiente controlado, marca CONVIRON, donde se probó la influencia de diferentes temperaturas y niveles de luz y tamaño de semillas en la germinación de la semilla, con la finalidad de obtener las condiciones óptimas de germinación para la semilla de *Chamaedorea elegans*.

Una vez identificado el mejor tratamiento para la germinación, se procedió a instalar el experimento para evaluar la concentración de carbohiratos y el comportamiento del peso fresco, el experimento se realizó de marzo a agosto de 2005. En el período de marzo a septiembre de 2005 se determinaron los azúcares totales y almidones, para el tratamiento 25/22 °C, sombra 100 %, período de almacenamiento 2004 y tamaño de semilla < 5.25, 5.25 - 5.75 y > 5.75 mm.

4.3. Determinación del peso de la semilla

Se determinó el peso de las semillas, en pruebas preliminares con 200 semillas se obtuvo que el peso medio de semilla colectada es de 0.20 g. Se observó que estas semillas presentan marcada variación en tamaño. El tamaño medio de la semilla fue igual a 0.63 cm de **diámetro, longitud y anchura** (Figura 7 A).

4.4. Beneficio

Las semillas de *Chamaedorea elegans* fueron lavadas y secadas en condición de sombra y con la ayuda del cernidor manual “bastidor” se realizó el beneficiado, con la finalidad de abatir la probabilidad de que el material, por su alto contenido de humedad, presentase fungosis, por lo cual se le retiró el pericarpio y las impurezas (Figura 7 B).

4.5. Semillas colectadas en el año 2004

La colecta del material se realizó directamente de parcela de un productor de la localidad antes mencionada en la metodología. Estas semillas provinieron de un sitio de producción de follaje de corte (Figura 7 C).

4.6. Semilla colectada en el 2002

Este material fue adquirido a un productor de la comunidad donde se realizó la colecta. La semilla fue colectada en diciembre de 2002 (Figura 7 D). Y con ayuda de una navaja no se removi6 el pericarpio; su almacenamiento fue en costal de yute a temperatura ambiente en un cuarto.

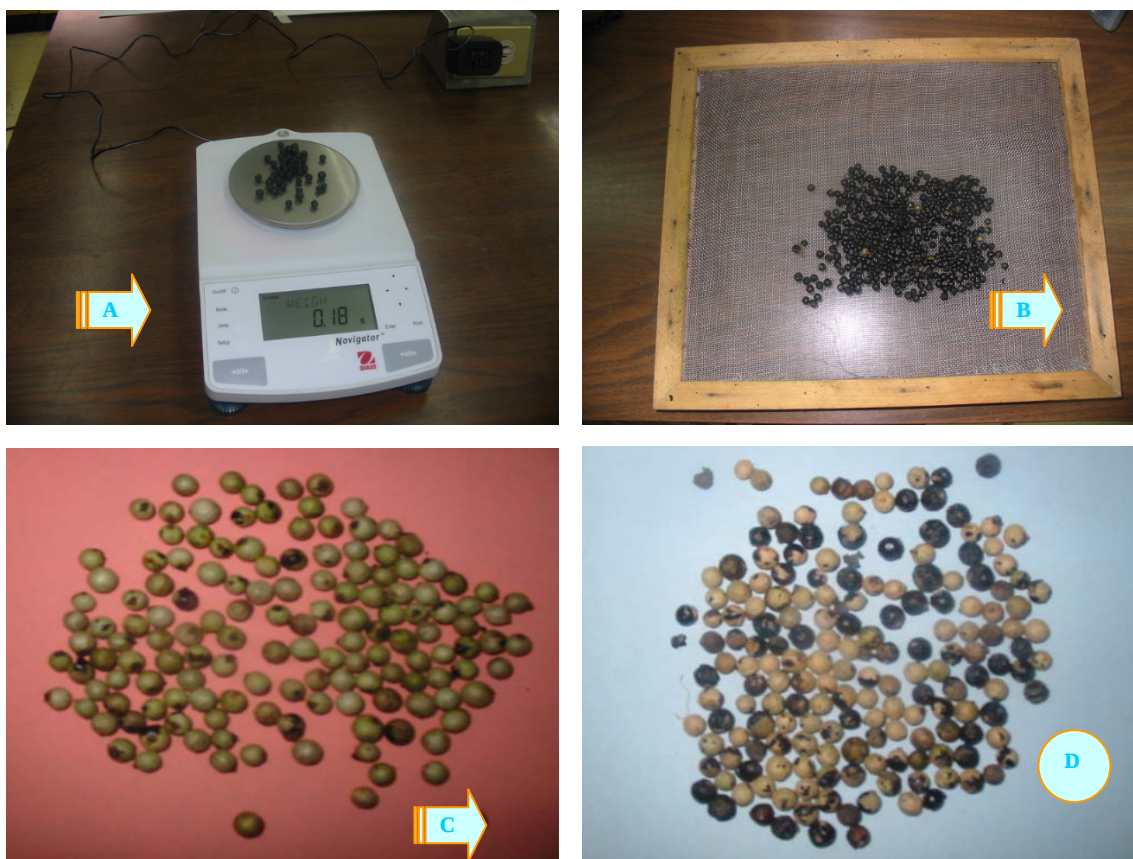


Figura 7. Determinación de peso en un lote y beneficiado de la semilla.

4.7. Identificación del material botánico

Al coleccionar la semilla se obtuvieron muestras botánicas con la finalidad que el material con que se trabajara fuera de la especie elegida para la investigación. En el sitio se coleccionaron cinco muestras botánicas completas con flores, fruto, hoja y tallo. Este material fue montado en una prensa botánica. En la ficha botánica se registró la fecha de colecta, el tamaño de la planta, color del follaje, flores y frutos en verde, el nombre de la comunidad, el tipo de hábitat, altitud y nombre del colector. Además, con una cámara digital se obtuvieron imágenes para el apoyo en la identificación. El material fue secado e identificado en el herbario CHAP- DICIFO.

4.8. Factores de estudio

Se consideraron los siguientes factores y niveles, con base a resultados de otras investigaciones como las de Hernández (2000), y temperaturas del orden de las temperaturas medias registradas en la zona de colecta.

4.8.1. Régimen de temperaturas

Los regimenes de temperaturas alternadas fueros los siguientes:

30 – 27 °C (30/27)

27 – 24 °C (27/24)

25 – 22 °C (25/22)

4.8.2. Sombra

La luz de las cámaras de ambiente controlado es de tipo incandescente y fluorescente. Se proporcionó sombra con malla graduada, forrando las cajas con este material y se midió la radicación fotosintéticamente activa en cada caja con un fotómetro portátil. Las intensidades de sombras se tomaron con base en las condiciones en las que se desarrolla de manera natural esta especie. Se reporta que *Chamaedorea elegans* crece bajo el dosel de los árboles con intervalos de sombra de 50 al 100 %. Con base en estos estudios se asignaron los siguientes niveles: 0 % = $124 \mu\text{mol}/\text{m}^2 \text{ s}^{-1}$, 70 % = $32 \mu\text{mol}/\text{m}^2 \text{ s}^{-1}$ y 100 % = $2 \mu\text{mol}/\text{m}^2 \text{ s}^{-1}$ (Figuras 8 A, B, y C), la radiación fotosintéticamente activa fue medida con un medidor de fotosíntesis (IRGA).



Figura 8. Las mallas utilizada fue la malla sombra de color negro.

4.8.3. Período de almacenamiento

Se evaluaron semillas colectadas en el 2002, con un período de almacenamiento de un año y tres meses y semillas colectadas en febrero de 2004.

4.8.4. Calibre o tamaño de semilla

El tamaño de semilla se consideró importante, ya que se ha observado que existe mucha heterogeneidad en las semillas colectadas. Se encontraron semillas con intervalo de tamaño de 0.72 a 0.50 mm. De un lote 200 semillas pesadas con la balanza se obtuvo un promedio de 0.19 g y el tamaño promedio fue de 0.62 mm. Esta determinación se realizó con un vernier.

La determinación del tamaño de semilla en los dos lotes 2002 y 2004, se realizó en el Laboratorio de Beneficiado de Semilla del Colegio de Posgraduados en Montecillos, Méx. La determinación del calibre de las semillas se realizó con cribas manuales de perforaciones redondas. De estos lotes se obtuvieron tres tamaño de semilla < 5.25 , $5.25 - 5.75$ y > 5.75 mm (Figura 9).



Figura 9. Selección de los tres tamaños de semillas.

4.8.5. Análisis de carbohidratos

Al término de las pruebas de germinación, luego de observar que el mejor tratamiento fue con el régimen de temperatura 22/25 °C, tamaño de semilla 5.25 - 5.75 mm, 100 % sombra y fecha de almacenamiento 2004, se procedió a establecer este tratamiento, para la determinación de azúcares totales y almidones, en donde se realizaron muestreos cada ocho días, tomando tres repeticiones por muestreo en el cual se registró el peso de la muestra sin moler, la muestra molida, el número de muestreo y la fecha correspondiente.

El muestreo fue destructivo, ya que las semillas fueron molidas, pesadas y hervidas en alcohol al 80 %. Posteriormente las muestras fueron almacenadas en frío con la finalidad de que al mismo tiempo se les realizara el análisis.

El número de muestreos que se realizó para la determinación azúcares totales y almidones, por el método de antrona fue veinte, comprendiendo de los meses de marzo a septiembre de 2005. Las muestras tomadas se aproximaron a un gramo de semilla, lo equivalente aproximadamente a siete semillas.

4.8.5.1. Análisis de azúcares totales

La determinación de azúcares totales se realizó por el proceso de extracción alcohólica de azúcares solubles. Para ello se pesó 1 g de semilla (Figura 10 A), posteriormente este material se molió en un molino marca MILLER (Figuras 10 B y C); una vez molida la muestra, se volvió a pesar en una balanza granataría, con el fin de obtener el peso molido (Figura 10 D). La muestra molida se puso en un matraz de 125 mL, en donde primero se preparó una concentración de alcohol etílico al 80 %. Ésta fue llevada del 98 % al 80 %, y por cada 300 mL, se le adicionaron 240 mL de alcohol al 98 %, y 60 mL de agua destilada. Para ello se utilizó un vaso de precipitado de 300 mL que sirvió como recipiente para la preparación y una probeta de 250 mL para medir las proporciones de alcohol y agua destilada.

Este preparado se agitó por cinco minutos con la finalidad de homogenizar. Posteriormente, en cada matraz de 125 mL se adicionaron 50 mL del preparado, además de la muestra molida. Estos matraces se llevaron a una parrilla por 15 minutos, tiempo en que hirvieron (Figura 10 E). Posteriormente se retiraron los matraces con la ayuda de unos guantes aislantes, y se dejó reposar hasta que el extracto se enfriara para poder ser vertido en frascos de vidrio y etiquetados con los datos del número de frasco, número de muestreo, peso molido y fecha correspondiente.

El extracto fue almacenado en refrigeración a 4 °C, de marzo a agosto de 2005. La finalidad de la acumulación de las muestras fue para hacer una concentración para determinar los azúcares totales en dos días. Previamente a la determinación final de azúcares totales y almidones, se realizaron pruebas de ensayos con alícuotas de 50 a 1000 µL para azúcar diluidas en 20 mL de agua destilada, pero como estas concentraciones resultaron bajas y no entraron en la curva de glucosa que se realizó para calibrar el espectrofómeto y calcular el valor de “X” en la regresión y de esta manera estimar la cantidad azúcares totales y almidones en µg de peso fresco, se procedió a evaporar el estrato base y con ello a determinar los azúcares totales.



Figura 10. Proceso en la determinación de azúcares totales.

En el proceso de la determinación de azúcares totales se pusieron 150 μL de extracto a un tubo de ensaye de base plana de 20 mL de cada muestra con dos repeticiones, con una micropipeta de 1000 μL . Posteriormente, con esta micropipeta se calibró a 850 μL , y a cada tubo se le agregó esta cantidad de agua destilada. Por último, con la ayuda de una bureta de 50 mL, a cada tubo de ensaye se le adicionaron 2 mL de agua destilada llevando a todas las muestras a 3 mL (Figura 11 I, J y K), sólo al testigo o blanco se le adicionaron 3 mL de agua destilada con la bureta.

A todos los tubos de ensaye se le adicionaron 6 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) con la ayuda de una pipeta de 50 mL montada en un porte universal. Por cada 100 mL de ácido sulfúrico, se le aplicaron 0.4 g de antrona, para las sesenta muestras de azúcares con dos repeticiones y tres blancos, con mismo número de repetición. Se ocuparon 756 mL de ácido sulfúrico y 3.024 g de antrona.

Previo a ello se colocó en una tina con agua e hielo, para amortiguar las reacciones al momento de aplicar el ácido sulfúrico. Los tubos de ensaye fueron montados en una rejilla de acero inoxidable y posteriormente se pusieron en una rejilla redonda para ser llevadas a una olla de presión y someterlos a baño María por tres minutos. Posteriormente, la rejilla con los tubos fue retirada con la ayuda de unos guantes aislantes y se sometió a baño de agua fría. Se tomó cuidado de no tener luz durante el proceso debido a que tanto como la antrona como la diastasa se oxidan ante la presencia de luz.

Una vez ya enfriados los tubos de ensaye, se tomó el testigo o blanco, se calibró el espectrofotómetro en cero, y posteriormente se tomaron las lecturas en absorbancia de 600 nm (Figura 11 L, M, N, Ñ y O). Estos valores obtenidos representan los valores de “Y” en la regresión de la curva de glucosa (Figura 12).



Figura 11. Pasos finales en la determinación de azúcares totales.

Para la calibración del espectrofotómetro se realizaron los siguientes pasos. Se pesaron 15 mg de glucosa en una balanza granataría y posteriormente se depositó en un vaso de precipitado de 250 mL, en donde se adicionaron 50 mL de agua destilada. Posteriormente se agitó con la ayuda de la parrilla y un imán por 10 minutos hasta que se disolvió; esta preparación se llevó a un matraz de cuello en donde se aforó a 100 mL. Se realizaron los mismos pasos que se emplean para determinación de azúcares totales mencionados. En el Cuadro 1 se aprecian las cantidades de reactivos empleados y las lecturas de absorbancia para tres repeticiones en cada concentración de glucosa. Con estas tres lecturas se obtuvo un promedio (LPA), el cual se tomó para realizar la regresión que se aprecia en la (Figura 12).

Cuadro 1. Proporción de reactivos empleados y lecturas de absorbancia

Glucosa (μ L)	H ₂ O (mL)	H ₂ SO ₄ (mL)	Lectura 1 (nm)	Lectura 2 (nm)	Lectura 3 (nm)	LPA (nm)
0.100	2.9	6.0	0.059	0.055	0.053	0.05566667
0.200	2.8	6.0	0.091	0.103	0.105	0.09966667
0.300	2.7	6.0	0.166	0.171	0.167	0.168
0.400	2.6	6.0	0.216	0.205	0.193	0.20466667
0.500	2.5	6.0	0.285	0.287	0.284	0.28533333
0.600	2.4	6.0	0.31	0.312	0.302	0.308
0.700	2.3	6.0	0.348	0.326	0.355	0.343
0.800	2.2	6.0	0.384	0.398	0.425	0.40233333
1000	2.0	6.0	0.547	0.54	0.545	0.544

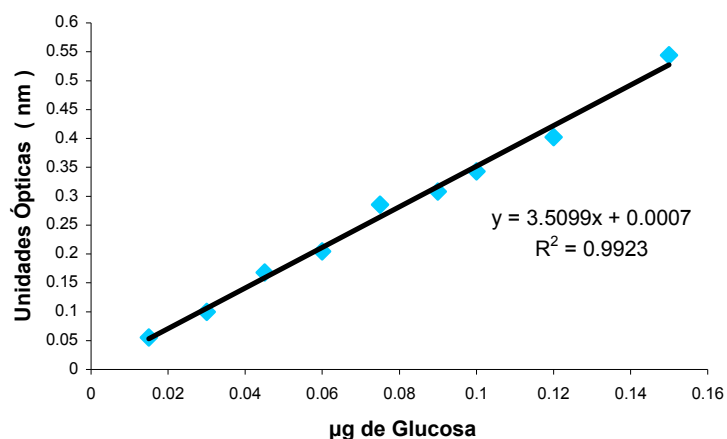


Figura 12. Regresión lineal de unidades ópticas sobre glucosa.

4.8.5.2. Análisis de almidones

Para la determinación de almidones, se siguió o aplicó el mismo procedimiento para determinar azúcares, hasta el paso donde el material es puesto a calentar por 20 minutos tomando el residuo del material vegetal de la extracción alcohólica de azúcares. Posteriormente se le agregaron 30 mL de agua destilada a recipientes de frascos de cristal tipo “gerber” (Figura 13. A y B). Este material se sometió a ebullición por 20 minutos, luego se puso enfriar a 55 °C; es decir se incubó; posteriormente se agregó 10 mL de diastasa al 1 %, colocándolo en baño María a 55 °C por 30 minutos (Figura 13 C y D). En este paso se tomó la primera lectura de la cantidad de extracto líquido contenido en cada frasco, para ello se utilizó una probeta de 100 mL, y papel filtro para no dejar pasar el residuo del material vegetal.

A este residuo se le realizó la prueba de lugol: con la ayuda de una espátula se tomo una proporción del residuo vegetal y se montó en un reloj de cristal. Acto seguido, con un gotero se le agregó una gota de lugol y se observó que este material cambiara a un color amarillo. Posteriormente estos el extractos líquidos fueron almacenados en refrigeración debido a que este proceso es prolongado y no alcanza un día para realizar toda la determinación.

En los siguientes pasos se procedió a tomar una alícuota de 10 mL, que fue colocada en tubos de ensaye de fondo plano de 20 mL, en donde se agregaron también 5 mL de HCL 1.125 N. Una vez realizada esta mezcla, las muestras fueron puestas en una tina a baño María en 55 °C por 2.5 horas. Posteriormente se dejaron enfriar y se tomó una segunda lectura del extracto líquido, y se procedió ajustar el pH a 8 con NaOH al 0.05, 1.0 y 10 %. Para realizar estos ajustes primero se calibró el potenciómetro marca MCA.BEKMANN, y para ello se utilizaron las soluciones reguladoras fosfato pH 7 y biftalato pH 4 marca J.T. BAKER (Figura 13 E).

Por último se realizaron pruebas con varias alícuotas. Se analizaron con 50 μL , ya que todas entraron en la curva de glucosa. Los pasos siguientes para obtener la lectura de absorbancia en almidón fueron todo lo que se emplearon para determinar azúcares totales. En la (Figura 13) se puede apreciar, de derecha a izquierda, que al inicio de la germinación la tinción de las muestras genera un color verde intenso y conforme se acerca la germinación éste es más tenue.



Figura 13. Proceso en el análisis de almidones.

4.8.5.3. Cálculos para la determinación de azúcares totales y almidones

Una vez obtenidas las lecturas de absorbancia para los dos carbohidratos, se procedió a realizar los cálculos tomando en cuenta el valor de la ecuación en la regresión $Y = 3.5099X + 0.0007$. El valor de “Y” fue el obtenido en las lecturas de absorbancia y para conocer el valor de “X” se procedió a hacer el siguientes despeje:

$$X = \frac{Y - 0.0007}{3.5099}$$

Los valores de las lecturas fueron sustituidos como se muestra a continuación para un ejemplo de azúcares totales en la primera lectura. Para cada muestreo se procesaron tres muestras con dos repeticiones. Primero se obtuvo el valor “Y” en cada muestra y posteriormente se calculó el valor de “X” en cada muestreo, este valor último es el de “Y” en la ecuación.

NM	NM	PM (g)	LA 600 (nm)		PLA	RL	PRM	Y =PRM
1		1.00	0.335	0.335	0.335	0.0952448		
2	I	1.012	0.336	0.336	0.336	0.0955297	0.0954347	0.0954347
3		1.06	0.335	0.335	0.335	0.0955297		

$$X1 = \frac{0.335 - 0.0007}{3.5099} \quad X1 = 0.0952448$$

$$X2 = \frac{0.336 - 0.0007}{3.5099} \quad X2 = 0.0955297$$

$$X3 = \frac{0.335 - 0.0007}{3.5099} \quad X3 = 0.0952448$$

En el siguiente paso se tomó en cuenta la alícuota en que se determinaron las lecturas. Éstas fueron 50 y 250 μ L; para estos cálculos se expresaron en mL (0.050 y 0.250). Además, el volumen en que se diluyeron las muestras que fue de 10 y 20 mL (Cuadro 5; Anexo IX).

A continuación se muestran los últimos pasos donde, se procede a determinar la cantidad de azúcares totales por muestra y muestreo.

$$\begin{array}{rcl}
 X & \xrightarrow{\quad} & 20 \text{ mL} \\
 & \xrightarrow{0.0955297} & 0.050 \text{ mL} \\
 & \xrightarrow{x} & 20 \text{ mL}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{rcl}
 & & X = \\
 & & 38.09792
 \end{array}$$

Cada valor de
 el valor de
 cada muestra, se tomará para determinar el el
 de azúcares (μg) del peso fresco.

$$\begin{array}{rcl}
 38.09792 & \xrightarrow{\quad} & 1.00 \text{ g} \\
 x & \xrightarrow{\quad} & 1 \text{ g} \\
 38.21188 & \xrightarrow{\quad} & 1.06 \\
 x & \xrightarrow{\quad} & 1 \text{ g} \\
 38.09792 & \xrightarrow{\quad} & 0.050 \text{ mL} \\
 x & \xrightarrow{\quad} & 1 \text{ g}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{rcl}
 X = 38.09792 \\
 X = 36.048943 \mu\text{g} \\
 X = 38.09792
 \end{array}$$

X Promedio = 37.073431 μg PF (Microgramos de Peso Fresco) de azúcares totales por muestreo.

Para la determinación de almidones se ocupó la misma regresión, a efecto de obtener los valores de “x” en la ecuación. Estos valores se pueden observar en el cuadro de anexo de almidones. Para el primer muestreo de almidón los valores de “x” fueron los siguientes: 0.0909712, 0.0906863 y 0.0901165. El valor de 14.5 mL corresponde al primer volumen obtenido en el proceso de determinación de almidón, el volumen de 10 mL es de la alícuota en que se diluyeron las muestras, los 30 mL corresponden a la segunda lectura del volumen durante el análisis de este carbohidrato. La última regla de tres se realizó para cuantificar la cantidad de almidón presente por cada muestreo en microgramos de peso fresco (μg PF).

0.0909712	$\xRightarrow{\quad}$	0.050 mL	
			X =
26.381648	$\xRightarrow{\quad}$	10 mL	
			X =
79.144944	$\xrightarrow{\quad}$	1.00 g	
x		1.00 g	X = 79.144944 μg
			--

$\xrightarrow{\quad}$

Estos cálculos se realizaron para cada muestra. Las lecturas obtenidas en las tres muestras de cada muestreo se promediaron y se obtuvo la lectura final del muestreo correspondiente, éste es expresado en microgramos de peso fresco. Estos valores obtenidos se tomaron para realizar la gráfica de la tendencia de los azúcares totales y almidón durante la fase de germinación (Figura 17)

4.9. Diseño experimental

Para las pruebas de germinación se empleó un diseño en bloques completamente al azar, con los bloques anidados dentro del factor temperatura (cada régimen de temperatura correspondió a una cámara de ambiente controlado). En las Figuras 14, 15 y 16 se muestran la distribución de tratamiento el diseño experimental.

Para la prueba de carbohidratos se usó un diseño completamente al azar, el cual estaría duplicado para tomar muestras destructivas y correlacionar niveles de carbohidratos con tiempo y con el proceso de germinación. A continuación se describe la simbología empleada:

T₁, T₂ y T₃ = Niveles del factor tamaño.

S₁, S₂ y S₃ = Niveles del factor sombra.

A₁ y A₂ = Niveles del factor tiempo de almacenamiento.

El significado más explícito es el siguiente: T₁ = tamaño chica, que corresponde a semillas menores de 5.25 mm, T₂ = tamaño mediano que es mayor a 5.25 y menor a 5.75 mm y T₃ = corresponde a semillas mayores a 5.75 mm. Con respecto al factor sombra, S₁ = testigo, donde la sombra es 0 %, la S₂ = 70 % sombra y la S₃ = 100 % de sombra. Las letras "A" representan las fechas de almacenamientos; A₁ = colecta en el año 2002, y A₂ = semillas colectadas en 2004.

Para cada régimen de temperatura se usaron siete repeticiones x tres niveles de tamaño de semilla x tres niveles de sombras x dos niveles de tiempo de almacenamiento x tres regímenes de temperatura x veinte semillas en cada unidad experimental. El total de semillas utilizadas fue igual a 7, 560.

B L O Q U E S	1	$T_2 S_3 A_1$	$T_3 S_2 A_1$	$T_2 S_1 A_1$	$T_1 S_1 A_2$	$T_2 S_2 A_1$	$T_3 S_3 A_2$	$T_3 S_2 A_2$	$T_1 S_2 A_2$	$T_1 S_2 A_1$
		$T_1 S_2 A_1$	$T_2 S_2 A_2$	$T_1 S_1 A_1$	$T_3 S_1 A_1$	$T_1 S_3 A_2$	$T_3 S_3 A_1$	$T_2 S_3 A_2$	$T_2 S_3 A_2$	$T_3 S_1 A_2$
	2	$T_3 S_3 A_2$	$T_2 S_3 A_2$	$T_2 S_3 A_1$	$T_1 S_1 A_1$	$T_3 S_2 A_2$	$T_3 S_2 A_1$	$T_1 S_3 A_1$	$T_3 S_1 A_2$	$T_3 S_1 A_1$
		$T_1 S_2 A_2$	$T_1 S_1 A_2$	$T_2 S_2 A_1$	$T_3 S_3 A_1$	$T_1 S_2 A_1$	$T_1 S_3 A_2$	$T_2 S_1 A_1$	$T_2 S_1 A_2$	$T_2 S_2 A_2$
	3	$T_3 S_3 A_2$	$T_2 S_2 A_1$	$T_1 S_1 A_1$	$T_2 S_1 A_1$	$T_1 S_1 A_2$	$T_1 S_3 A_1$	$T_3 S_1 A_2$	$T_2 S_1 A_2$	$T_3 S_1 A_1$
		$T_3 S_2 A_2$	$T_1 S_2 A_1$	$T_2 S_3 A_1$	$T_3 S_3 A_1$	$T_2 S_3 A_2$	$T_1 S_3 A_2$	$T_1 S_2 A_2$	$T_3 S_2 A_1$	$T_2 S_2 A_2$
	4	$T_1 S_3 A_1$	$T_3 S_2 A_2$	$T_1 S_1 A_1$	$T_3 S_3 A_2$	$T_2 S_1 A_2$	$T_2 S_3 A_2$	$T_3 S_2 A_1$	$T_1 S_2 A_1$	$T_1 S_3 A_2$
		$T_3 S_1 A_2$	$T_2 S_1 A_1$	$T_3 S_3 A_1$	$T_2 S_2 A_2$	$T_3 S_1 A_1$	$T_1 S_1 A_2$	$T_2 S_2 A_1$	$T_1 S_2 A_2$	$T_2 S_3 A_1$
S	5	$T_2 S_3 A_1$	$T_2 S_2 A_2$	$T_3 S_3 A_1$	$T_1 S_2 A_2$	$T_1 S_2 A_1$	$T_1 S_1 A_2$	$T_2 S_1 A_1$	$T_1 S_1 A_1$	$T_3 S_2 A_2$
		$T_2 S_1 A_2$	$T_3 S_1 A_1$	$T_3 S_3 A_2$	$T_3 S_2 A_1$	$T_1 S_3 A_2$	$T_3 S_1 A_2$	$T_2 S_3 A_2$	$T_2 S_2 A_1$	$T_1 S_3 A_1$
	6	$T_1 S_1 A_1$	$T_3 S_2 A_2$	$T_3 S_3 A_1$	$T_1 S_2 A_2$	$T_1 S_2 A_1$	$T_3 S_3 A_2$	$T_1 S_3 A_2$	$T_2 S_2 A_2$	$T_2 S_2 A_1$
		$T_1 S_1 A_2$	$T_2 S_3 A_2$	$T_3 S_1 A_2$	$T_2 S_3 A_1$	$T_1 S_3 A_1$	$T_3 S_2 A_1$	$T_2 S_1 A_2$	$T_3 S_1 A_1$	$T_2 S_1 A_1$
	7	$T_3 S_2 A_1$	$T_3 S_3 A_2$	$T_3 S_1 A_2$	$T_2 S_1 A_1$	$T_1 S_1 A_1$	$T_2 S_3 A_2$	$T_3 S_3 A_1$	$T_1 S_3 A_1$	$T_2 S_3 A_1$
		$T_1 S_2 A_2$	$T_1 S_2 A_1$	$T_2 S_2 A_1$	$T_3 S_1 A_1$	$T_2 S_2 A_2$	$T_1 S_1 A_2$	$T_3 S_2 A_2$	$T_1 S_3 A_2$	$T_2 S_1 A_2$

Figura 14. Régimen (30/27°C) con un diseño en bloques completamente al azar.

B L O Q U E S	1	$T_2 S_1 A_1$	$T_3 S_1 A_2$	$T_1 S_3 A_2$	$T_2 S_2 A_1$	$T_3 S_1 A_1$	$T_1 S_3 A_1$	$T_2 S_3 A_2$	$T_3 S_3 A_2$	$T_1 S_2 A_1$
		$T_1 S_1 A_2$	$T_3 S_2 A_1$	$T_1 S_2 A_2$	$T_2 S_1 A_2$	$T_3 S_3 A_1$	$T_2 S_3 A_1$	$T_1 S_1 A_1$	$T_3 S_2 A_2$	$T_2 S_2 A_2$
	2	$T_3 S_1 A_2$	$T_2 S_2 A_1$	$T_1 S_1 A_1$	$T_2 S_2 A_2$	$T_1 S_3 A_2$	$T_2 S_3 A_2$	$T_1 S_3 A_1$	$T_3 S_1 A_1$	$T_3 S_2 A_2$
		$T_2 S_1 A_2$	$T_3 S_3 A_2$	$T_1 S_2 A_1$	$T_3 S_2 A_2$	$T_2 S_3 A_1$	$T_3 S_2 A_1$	$T_1 S_1 A_2$	$T_2 S_1 A_1$	$T_3 S_3 A_1$
	3	$T_1 S_2 A_1$	$T_2 S_3 A_2$	$T_1 S_3 A_2$	$T_3 S_1 A_1$	$T_2 S_3 A_1$	$T_3 S_3 A_1$	$T_2 S_2 A_1$	$T_1 S_1 A_2$	$T_3 S_2 A_2$
		$T_1 S_1 A_1$	$T_1 S_2 A_2$	$T_3 S_1 A_2$	$T_3 S_2 A_1$	$T_2 S_1 A_2$	$T_3 S_3 A_2$	$T_1 S_3 A_1$	$T_2 S_2 A_2$	$T_2 S_1 A_1$
	4	$T_2 S_1 A_2$	$T_3 S_1 A_2$	$T_2 S_3 A_1$	$T_1 S_2 A_1$	$T_1 S_1 A_2$	$T_1 S_2 A_2$	$T_3 S_3 A_1$	$T_3 S_1 A_1$	$T_2 S_2 A_1$
		$T_2 S_1 A_1$	$T_2 S_2 A_2$	$T_1 S_3 A_1$	$T_2 S_3 A_2$	$T_3 S_2 A_2$	$T_3 S_3 A_2$	$T_1 S_1 A_1$	$T_3 S_2 A_1$	$T_1 S_3 A_2$
	5	$T_1 S_3 A_2$	$T_2 S_1 A_1$	$T_3 S_3 A_2$	$T_1 S_2 A_1$	$T_3 S_1 A_1$	$T_2 S_1 A_2$	$T_2 S_3 A_1$	$T_1 S_1 A_2$	$T_3 S_2 A_1$
		$T_2 S_3 A_2$	$T_1 S_2 A_2$	$T_1 S_1 A_1$	$T_1 S_3 A_1$	$T_2 S_2 A_1$	$T_3 S_2 A_2$	$T_3 S_1 A_2$	$T_2 S_2 A_2$	$T_3 S_3 A_1$
	6	$T_3 S_2 A_2$	$T_3 S_3 A_1$	$T_1 S_3 A_2$	$T_2 S_2 A_2$	$T_2 S_3 A_2$	$T_2 S_1 A_2$	$T_1 S_2 A_2$	$T_1 S_1 A_1$	$T_3 S_3 A_2$
		$T_1 S_3 A_1$	$T_3 S_1 A_1$	$T_3 S_1 A_2$	$T_1 S_2 A_1$	$T_3 S_2 A_1$	$T_1 S_1 A_2$	$T_2 S_3 A_1$	$T_2 S_1 A_1$	$T_2 S_2 A_1$
	7	$T_1 S_1 A_1$	$T_2 S_2 A_1$	$T_2 S_3 A_2$	$T_2 S_1 A_2$	$T_3 S_1 A_2$	$T_1 S_2 A_1$	$T_3 S_2 A_2$	$T_3 S_2 A_1$	$T_1 S_2 A_2$
		$T_2 S_3 A_1$	$T_1 S_3 A_1$	$T_1 S_1 A_2$	$T_1 S_3 A_2$	$T_3 S_3 A_1$	$T_2 S_1 A_1$	$T_3 S_1 A_1$	$T_3 S_3 A_2$	$T_2 S_2 A_2$

Figura 15. Régimen (27/24 °C) con un diseño en bloques completamente al azar.

B L O Q U E S	1	$T_1 S_3 A_2$	$T_3 S_2 A_1$	$T_2 S_1 A_1$	$T_1 S_3 A_1$	$T_2 S_2 A_2$	$T_3 S_3 A_2$	$T_1 S_1 A_1$	$T_3 S_1 A_2$	$T_2 S_1 A_2$
		$T_1 S_2 A_2$	$T_1 S_1 A_2$	$T_2 S_3 A_1$	$T_2 S_3 A_2$	$T_2 S_2 A_1$	$T_3 S_2 A_2$	$T_3 S_2 A_1$	$T_1 S_2 A_1$	$T_3 S_1 A_1$
	2	$T_3 S_1 A_1$	$T_1 S_2 A_2$	$T_3 S_1 A_2$	$T_2 S_1 A_2$	$T_3 S_3 A_2$	$T_2 S_2 A_1$	$T_1 S_1 A_2$	$T_1 S_3 A_1$	$T_2 S_1 A_1$
		$T_3 S_2 A_2$	$T_1 S_2 A_1$	$T_1 S_1 A_1$	$T_2 S_3 A_1$	$T_3 S_2 A_1$	$T_2 S_3 A_2$	$T_3 S_3 A_1$	$T_2 S_2 A_2$	$T_1 S_3 A_2$
	3	$T_3 S_2 A_1$	$T_1 S_2 A_2$	$T_2 S_1 A_2$	$T_2 S_3 A_2$	$T_2 S_2 A_2$	$T_3 S_2 A_2$	$T_1 S_3 A_2$	$T_1 S_1 A_2$	$T_3 S_3 A_2$
		$T_3 S_3 A_1$	$T_2 S_2 A_1$	$T_2 S_3 A_1$	$T_3 S_1 A_1$	$T_3 S_1 A_2$	$T_1 S_2 A_1$	$T_2 S_1 A_1$	$T_1 S_3 A_1$	$T_1 S_1 A_1$
	4	$T_3 S_1 A_1$	$T_1 S_2 A_1$	$T_2 S_1 A_2$	$T_2 S_2 A_2$	$T_2 S_3 A_2$	$T_3 S_2 A_1$	$T_1 S_3 A_1$	$T_1 S_1 A_1$	$T_3 S_3 A_1$
		$T_3 S_1 A_2$	$T_2 S_1 A_1$	$T_2 S_3 A_1$	$T_3 S_3 A_2$	$T_3 S_2 A_2$	$T_1 S_1 A_2$	$T_2 S_2 A_1$	$T_1 S_2 A_2$	$T_1 S_3 A_2$
	5	$T_2 S_3 A_2$	$T_3 S_2 A_1$	$T_1 S_3 A_2$	$T_1 S_3 A_1$	$T_2 S_1 A_2$	$T_3 S_1 A_2$	$T_3 S_1 A_1$	$T_1 S_2 A_2$	$T_2 S_2 A_2$
		$T_1 S_2 A_1$	$T_1 S_1 A_1$	$T_3 S_3 A_1$	$T_2 S_1 A_1$	$T_3 S_2 A_2$	$T_2 S_2 A_1$	$T_1 S_1 A_2$	$T_3 S_3 A_2$	$T_2 S_3 A_1$
	6	$T_1 S_2 A_2$	$T_3 S_2 A_1$	$T_2 S_1 A_1$	$T_1 S_2 A_1$	$T_3 S_3 A_1$	$T_1 S_3 A_1$	$T_2 S_2 A_1$	$T_3 S_3 A_2$	$T_2 S_1 A_2$
		$T_2 S_3 A_2$	$T_1 S_3 A_2$	$T_2 S_2 A_2$	$T_3 S_1 A_1$	$T_2 S_3 A_1$	$T_1 S_1 A_2$	$T_3 S_1 A_2$	$T_3 S_2 A_2$	$T_1 S_1 A_1$
	7	$T_2 S_3 A_1$	$T_3 S_3 A_2$	$T_3 S_1 A_2$	$T_3 S_2 A_1$	$T_2 S_3 A_2$	$T_1 S_2 A_1$	$T_1 S_1 A_1$	$T_1 S_3 A_1$	$T_2 S_1 A_2$
		$T_3 S_2 A_2$	$T_2 S_2 A_1$	$T_1 S_2 A_2$	$T_2 S_2 A_2$	$T_1 S_3 A_2$	$T_1 S_1 A_2$	$T_2 S_1 A_2$	$T_3 S_3 A_1$	$T_3 S_1 A_1$

Figura 16. Régimen (25/22 °C) con un diseño en bloques completamente al azar.

4.10. Modelo estadístico

El modelo estadístico empleado en la prueba de germinación fue el siguiente:

$$y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \delta_l + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{jk} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

μ = Media general.

α_i = Efecto del i - ésimo nivel del factor luz, con efectos fijos.

β_j = Efecto del j- ésimo nivel del factor tamaño de semillas, con efectos fijos.

γ_k = Efecto del K – ésimo nivel del factor tiempo de almacenamiento, con efectos fijos.

δ_l = Efecto del l - ésimo bloque anidado

Cabe señalar que originalmente se incluyó el factor temperatura, con tres niveles y los bloques anidados dentro de dicho factor. Sin embargo, solamente se presentó germinación a una temperatura, por lo que este factor se excluyó del modelo, quedando como se expresó anteriormente.

4.11. Análisis estadístico

Los datos se analizaron por medio del procedimiento mixto PROC MIXED del paquete SAS, versión 6.8. Las diferencias entre medias de tratamientos se determinaron con la prueba de diferencia mínima significativa.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Análisis de semilla

5.1.1. Análisis de pureza

Al realizar la prueba de pureza se obtuvo 85 %.

5.1.2. Contenido de humedad

Se obtuvo un 12 % de contenido de humedad base anhidra, el contenido de humedad presente en la semilla fue adecuado, ya que las normas sobre calidad de semillas forestales ISTA y OSA, recomiendan 10 % para que las semillas se puedan almacenar y evitar problemas fitosanitarios.

5.1.3. Análisis fitosanitario

A pesar de la humedad prevaleciente en el material de trabajo, se tuvo presencia de un escolítido y de *Penicillium* spp. en las pruebas de germinación, y material para el análisis de carbohidratos. Este hongo presente en los análisis es muy posible que esté vinculado con la presencia del escolítido, ya que se reporta que estos barrenadores tienen asociado en su aparato bucal hongos que les ayudan a interactuar, para la degradación del hospedero.

5.1.4. Peso de la semilla

Un kilogramo tiene 7,000 semillas de 0.20 g/semilla, y 1,000 semillas pesan 200 g.

5.1.5. Prueba de viabilidad

En la prueba de la viabilidad por la técnica de tetrazolio la semilla se obtuvo 100 %.

5.2. Germinación

5.2.1. Régimen de temperaturas

Se obtuvo 100 % de germinación en el nivel más bajo de temperatura, que fue 22/25 °C. Estos resultados no coinciden con los obtenidos por Hernández (2000), quien reporta que las temperaturas bajas pueden retardar la germinación hasta un año para esta especie. Los niveles de temperaturas 24/27 y 27/30 °C no se incluyeron en análisis estadístico debido a que no se presentó germinación en estos regímenes, y sólo se observó que la semilla llegó a la fase de hinchamiento en un período de cinco meses, al cabo del cual culminó el experimento. En otro punto en que no se coincide con los resultados de Hernández (2000), es que menciona que el agua oxigenada al 5 % favorece una germinación masiva; caso contrario de este estudio, en donde se utilizó el agua oxigenada para esterilizar las semillas, estando por un período menor de cinco minutos y además teniendo un corte tangencial, en lo cual pudo de que el peróxido de hidrógeno tuviera un efecto en la germinación.

No obstante que estos resultados se apegan a las investigaciones realizadas por Moreno (1991), en donde menciona que las condiciones ambientales del sitio o del microclima tienen influencia en el material de procedencia al realizar las pruebas de germinación para esta especie, por lo tanto el tiempo de germinación variará por la procedencia, por lo cual es importante que se realicen estudios de esta índole en el futuro.

Estos resultados son contrarios a los reportados por Donselman (1982), que recomienda altas temperaturas (29 a 39.5 °C) para las palmas. Un rango evaluado en este experimento fue 27/24 °C, en el se observó que estas temperaturas inhibieron o retrasaron la germinación para esta especie, lo cual quiere decir que, además de la procedencia del material, cada especie tiene un rango de temperatura óptima para que se pueda realizar el proceso de germinación.

5.2.2. Niveles de sombras

Con respecto a los niveles de sombra en la temperatura 22/25 °C, los mejores resultados se presentaron al 100 %, de sombra (α 0.0001), en donde se presentó una germinación de 60 %. Esto se debe a que hay una coevolución especie micrositio de distribución (Rzedowski, 1978).

5.2.3. Períodos de almacenamiento

Las semillas de 2004 presentaron 28 % de germinación en tanto que con las de 2003, para el nivel de temperatura 22/25 °C se obtuvo 3%. Estos resultados para esta especie y procedencia de la semilla difieren de los reportados por Hartmann y Kester (1998), quienes mostraron que varias especies de palma necesitan almacenarse y someterse a altas temperaturas para estimular la germinación. En esta investigación se encontró que los dos factores antes mencionados inhibieron y retrasaron el proceso de germinación. Por este % de viabilidad que presentó el material evaluado, se puede constatar que la semilla de especie es recalcitrante; estos resultados se confirman con los de Hernández (2000), en el sentido de que las semillas de *Chamaedorea elegans* empiezan a perder su viabilidad a partir de los cuatro meses, por lo cual no es recomendable almacenarla por más de un año material para la germinación.

5.2.4. Calibre o tamaño de semilla

La semilla de tamaño medio, mayor a 5.25 mm y menor a 5.75 mm, es la que respondió mejor (α 0.0001); es posible que en este tamaño de semilla se estimule la germinación con cantidades de agua, oxígeno y luz en comparación con la de tamaño mayor (>5.75 mm). Con respecto al tamaño menor a 5.25 mm tenga una germinación lenta debido a que esta no ha alcanzado su madurez fisiológica. Estos resultados para esta determinación son algo parecidos a los reportados por Shieh y McDonald (1982), en condiciones alteradas las semillas pequeñas, para este caso medianas hay una aceleración en la germinación. Resultado que defieren de los (Márquez, 1990), quien hace hincapié, que las semillas grandes tienen un aumento en la germinación y mayor vigor.

Es muy posible que estos resultados, que estén inferidos por la testa “impermeable” que presenta la semilla. En lo cual las semillas grandes demandan un mayor volumen de agua para realizar sus procesos endógenos en donde está represente la respiración y desdoblamiento de los azúcares y almidones.

En lo que sí se coincide con Márquez (1990), es en la presencia y abundancia del tamaño de semillas grandes en muchas especies es poco frecuente y que en el lote de semilla evaluada el tamaño grande (> 5.75 mm) estuvo presente en 10 %, mientras que el tamaño medio (5.25 -5.75 mm) representó el 30 % y el resto lo presento las semillas chicas (< 5.25 mm).

Unas de las observaciones que se apreció y que no se evaluó es de que las plántulas proveniente de semillas grandes, presentaron un mayor vigor esto se percibió a simple vista donde el tamaño de radícula, plúmula y embrión poseían mayor tamaño. Esta observación es parecida a la investigación señalada por Márquez (1990), para tamaño de semillas grandes.

Tanto la interacción de los tres factores considerados, como cada uno de ellos individuales resultaron significativos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Significancia de factores individuales e interacciones.

Factor o interacción de factor	gl	F	P > F
Sombra	2	3.30	0.0410 **
Tamaño	2	4.06	0.0202 **
Almacenamiento	1	49.41	< 0.0001 **
Sombra * tamaño	4	0.75	0.5572
Sombra * almacenamiento	2	0.96	0.3876
Tamaño * almacenamiento	2	8.83	0.0003 **
Sombra * tamaño * almacenamiento	4	3.83	0.0062 **

Las medias de germinación por tratamiento o combinación de tratamientos, se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3. Estadísticos obtenidos por factor y combinación de factores.

Efecto	Sombra	Tamaño	Almacenamiento	Estimación	Error estándar	GL	Valor de t	Pr> t
SON	0			9.7049	3.2672	100	2.78	0.0065
SON	100			20.4298	3.0358	100	6.73	<.0001
SON	70			15.9651	3.0951	100	5.16	<.0001
TAM		1		18.3240	3.1804	100	5.76	<.0001
TAM		2		19.1542	3.1433	100	6.09	<.0001
TAM		3		7.9915	3.0783	100	2.60	0.0109
ALM			2003	2.5083	2.6508	100	0.95	0.3463
ALM			2004	27.8049	2.4783	100	11.22	<.0001
SON*TAM	0	1		14.6288	5.4890	100	2.67	0.0090
SON*TAM	0	2		8.6592	5.9292	100	1.46	0.1473
SON*TAM	0	3		3.9367	5.4897	100	0.72	0.4750
SON*TAM	100	1		22.8571	5.4890	100	4.16	<.0001
SON*TAM	100	2		29.6439	5.1075	100	5.80	<.0001
SON*TAM	100	3		8.7883	5.1088	100	1.72	0.0885
SON*TAM	70	1		17.4860	5.4890	100	3.19	0.0019
SON*TAM	70	2		19.1595	5.2015	100	3.68	0.0004
SON*TAM	70	3		11.2496	5.3285	100	2.11	0.0372
SON*AL	0		2003	0.01988	5.0279	100	0.00	0.9969
SON*AL	0		2004	18.1300	4.1488	100	4.37	<.0001
SON*AL	100		2003	5.8523	4.2515	100	1.38	0.1717
SON*AL	100		2004	35.0072	4.3115	100	8.12	<.0001
SON*AL	70		2003	1.6526	4.3894	100	0.38	0.7074
SON*AL	70		2004	30.2775	4.3401	100	6.96	<.0001
SON*AL			2003	1.6479	4.6547	100	0.35	0.7241
TAM*ALM		1	2004	35.0000	4.3104	100	8.12	<.0001
TAM*ALM		2	2003	0.02708	4.5904	100	0.01	0.9953
TAM*ALM		2	2004	38.2814	4.2709	100	8.96	<.0001
TAM*ALM		3	2003	5.8498	4.4587	100	1.31	0.1925
TAM*ALM		3	2004	10.1333	4.2215	100	2.40	0.0182
SON*TAM*ALM	0	1	2003	-0.022802	8.0485	100	-0.00	0.9972
SON*TAM*ALM	0	1	2004	29.2857	7.4515	100	3.93	0.0002
SON*TAM*ALM	0	2	2003	0.09050	9.8618	100	0.01	0.9927
SON*TAM*ALM	0	2	2004	17.2280	6.5757	100	2.62	0.0102
SON*TAM*ALM	0	3	2003	-0.00285	8.0485	100	-0.00	0.9997
SON*TAM*ALM	0	3	2004	7.8762	7.4535	100	1.06	0.2932
SON*TAM*ALM	100	1	2003	-0.00012	8.0485	100	-0.00	1.0000
SON*TAM*ALM	100	1	2004	45.7143	7.4515	100	6.13	<.0001
SON*TAM*ALM	100	2	2003	0.002134	6.9719	100	0.00	0.9998
SON*TAM*ALM	100	2	2004	59.2857	7.4515	100	7.96	<.0001
SON*TAM*ALM	100	3	2003	17.5550	6.9768	100	2.52	0.0135
SON*TAM*ALM	100	3	2004	0.02157	7.4574	100	0.00	0.9977
SON*TAM*ALM	70	1	2003	4.9720	8.0485	100	0.62	0.5381
SON*TAM*ALM	70	1	2004	30.0000	7.4515	100	4.03	<.0001
SON*TAM*ALM	70	2	2003	-0.01141	6.5744	100	-0.00	0.9986
SON*TAM*ALM	70	2	2004	38.3305	8.0485	100	4.76	<.0001
SON*TAM*ALM	70	3	2003	-0.00285	8.085	100	-0.00	0.9997
SON*TAM*ALM	70	3	2004	22.5021	6.9719	100	3.23	0.0017

De la información de significancia de factores individuales (Cuadro 3), se aprecia, en términos generales; que la germinación fue mayor con 100 % de sombra, con semillas de tamaños 1 y 2, y correspondiente al año 2004. Sin embargo, la Figura 17 señala los efectos específicos de los niveles de los tratamientos involucrados en la interacción sombra, tamaño y almacenamiento.

En la Figura 17, se aprecia que la semilla del año 2004 tuvo una mejor germinación, para casi todos los demás niveles de factores probados. De la semilla colectada en 2002 solamente destacó el tamaño 3 (grande), que con 100 % de sombra exhibió una germinación de 17.6 %, superior incluso a la que se tuvo en el 2004 (0.02 %), bajo la acción de los mismos factores, lo que denota diferencia en germinación entre lotes.

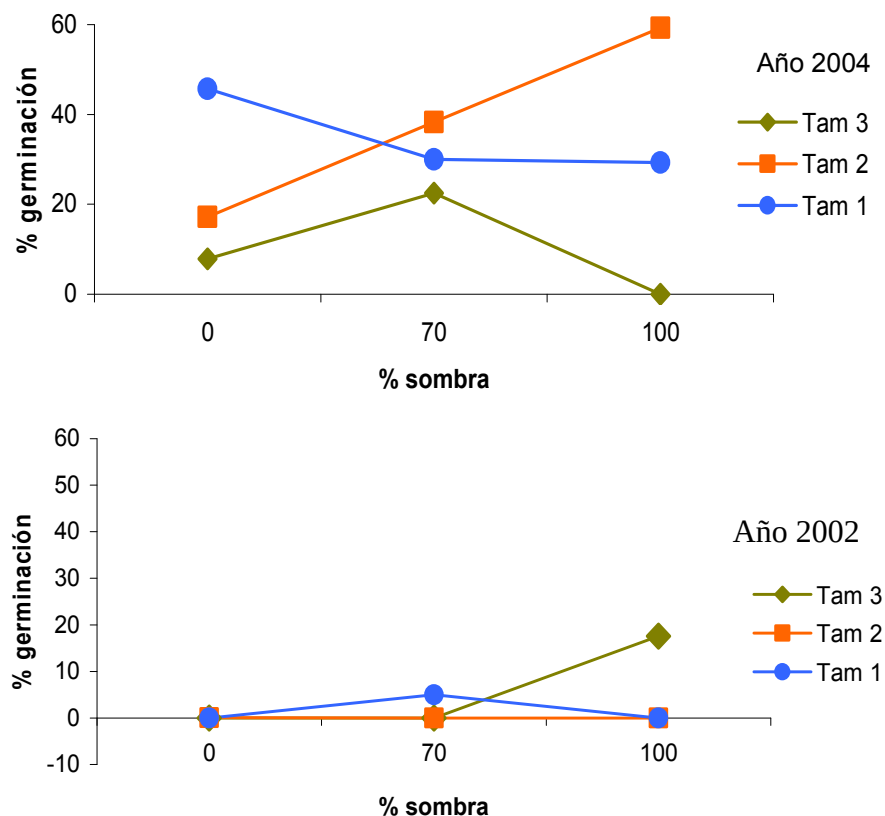


Figura 17. Interacción entre los años de colecta de semilla 2002 y 2004, porcentaje de sombra y tamaño de la semilla.

En el caso de la semilla colectada en el 2004, la semilla pequeña (tamaño 1), tuvo una germinación del orden de 30 % sin sombra o con 70 % de ésta. En cambio, con 100 % de sombra incrementó a casi 46 % de germinación.

La semilla grande (tamaño 3) sin sombra, tuvo baja germinación, pero incrementó casi 23 % con 70 % de sombra. No obstante con 100 % de sombra la germinación fue nula.

La semilla que mejor germinó fue la de tamaño mediano, comenzando con un valor bajo (17 %) sin sombra, aumentando a 38 % con 70 % de sombra, hasta alcanzar el mejor valor del estudio (59 %) con 100 % de sombra.

Los variables comportamientos de las semillas de diferente tamaño en distintas condiciones de sombra, evidencian estrategias adaptativas potenciales, variadas condiciones ambientales en este caso, de luminosidad, de tal forma que parte de la semilla tiene mejores posibilidades de germinar a determinados niveles de sombra. A su vez, las diferencias en tamaño de las siguientes reflejan variación genética, base para asegurar la siguiente generación ante potenciales variadas condiciones ambientales.

5.3. Análisis carbohidratos y peso fresco

5.3.1. Análisis de azúcares totales y almidones

La tendencia de los azúcares es efímera, debido a sus propiedades químicas son unos de los carbohidratos que se van a donar o desdoblar para que se de el proceso de respiración y activación. El almidón tiene mayor permanencia y está presente en mayor concentración (Figura 18). Así, se puede apreciar que el desdoblamiento del almidón es paulatino, si bien azúcares y almidones son interconvertibles. La plántula se va alimentar de estas reservas durante toda la fase de germinación, hasta que sea autosuficiente y fotosintetice.

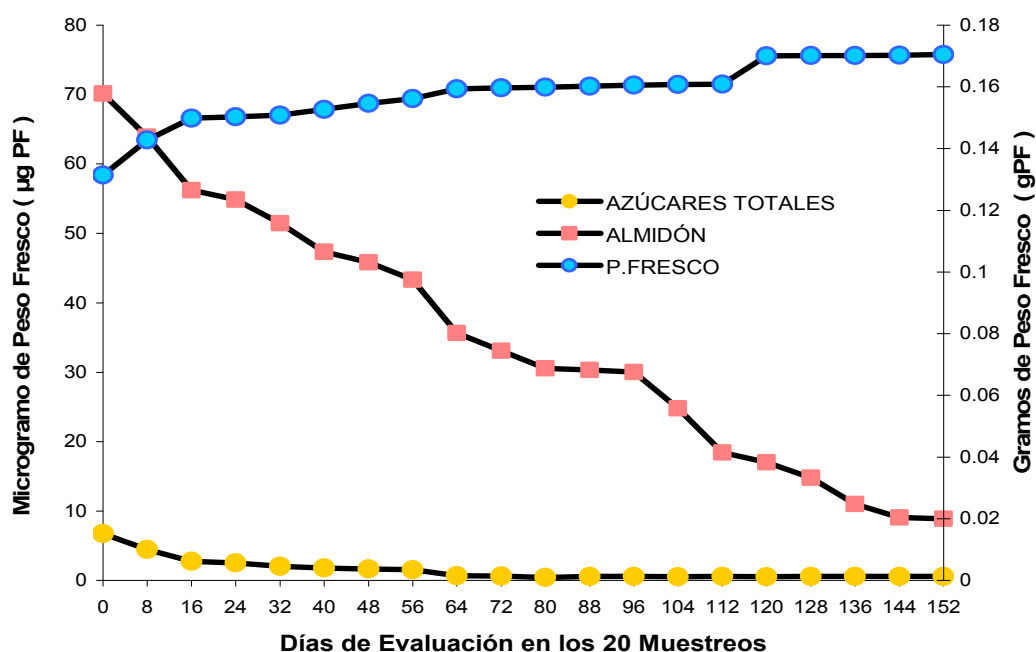


Figura 18. Tendencia azúcares totales, almidón y peso fresco en la germinación.

Como se puede apreciar en la Figura 18, durante el período de análisis prácticamente no hubo cambios en el peso fresco de la semilla, lo que denota una larga etapa de digestión y translocación. Cabe recordar que Hartmann y Kester (1998) refieren tres etapas en el proceso de germinación: activación, digestión y translocación, y crecimiento rápido.

Es importante para otras investigaciones considerar que, cuando evalúen azúcares totales tomar en cuenta los parámetros de evaluación de muestreos que realicen menos de ocho días, ya que esto va ayudar a detectar con mayor precisión el comportamiento de este carbohidrato. Al igual por ser una germinación inducida los azúcares totales se llegaron a detectar de una manera acelerada, para ello es importante realizar investigación en germinación no inducida y de esta manera hacer un análisis de ambas germinaciones. Para otros estudios posteriores es importante que se analicen los azúcares reductores, ya que éstos son los tipos de azúcares que se van estar donando en el proceso de germinación (Figura 19 A, B, C, y D).



Figura 19. Fase de germinación de *Chamaedorea elegans*.

5.4. Tendencia del peso fresco

Hasta el primer mes se aprecia un elevado aumento en el peso fresco, que corresponde con la etapa I de la germinación referida por Hartmann y Kester (1998). A partir de tal punto dicha tasa se reduce y se incluyen períodos sin aumento, que corresponde a la etapa II de la germinación (Figura 20).

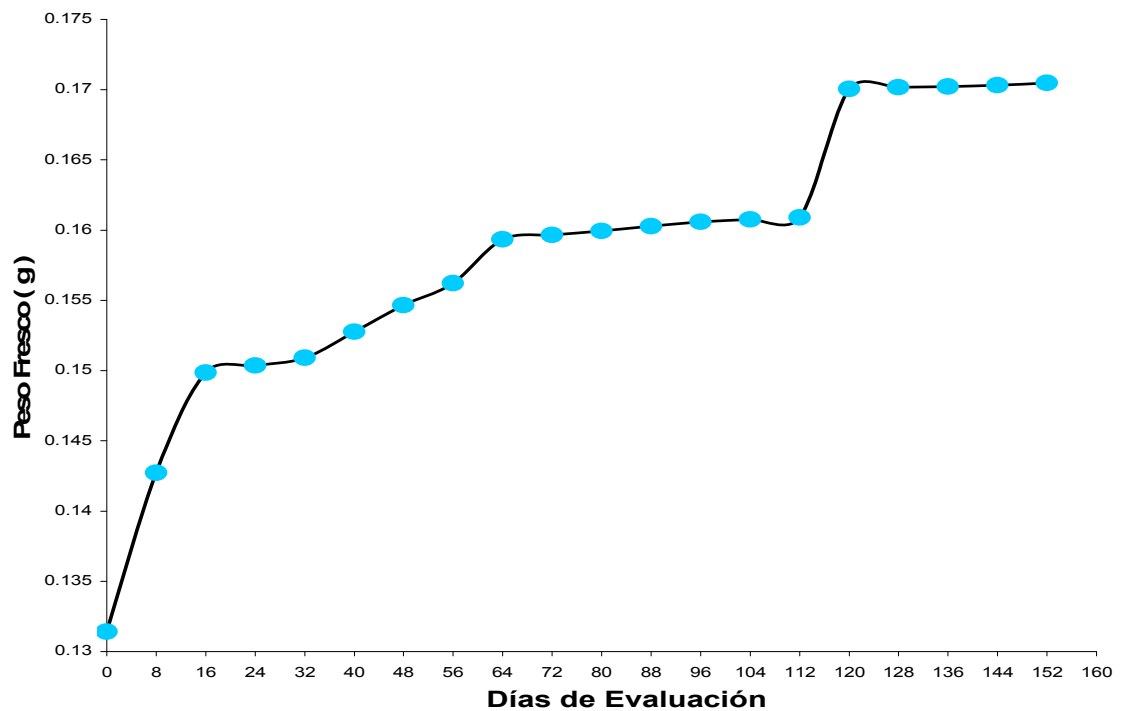


Figura 20. Tendencia del peso fresco de 1000 semillas.

VI. CONCLUSIONES

En las pruebas de germinación, conducidas con un régimen de temperaturas de 25 °C de día y 22 °C de noche, con luz incandescente y fluorescente, se halló una interacción significativa entre año de colecta, tamaño de la semilla, y nivel de sombra.

A nivel de factor individual, se halló que las semillas con un año de almacenamiento en condiciones de no refrigeración, mostraron una germinación mínima, a diferencia de las semillas recientemente colectadas.

Así mismo, las semillas pequeñas y las medianas, germinaron más frecuentemente que las semillas grandes. Igualmente, a mayor nivel de sombra hubo mayor germinación.

A nivel de la interacción, se encontró que para la semilla recientemente colectada, la semilla pequeña germinó mejor sin sombra que con cualquier nivel de sombra. La semilla más grande sólo exhibió una germinación significativa con el nivel de sombra de 70 %. En cambio, la semilla de tamaño mediano, germinó más a mayor nivel de sombra.

Lo anterior denota que los diferentes tamaños de semilla, representan estrategias en la especie para aprovechar diferentes niveles de radiación, si bien la mayoría requieren sombra, pues la mayor parte de la semilla del lote colectado corresponde al tamaño pequeño (aproximadamente 60 %). Así mismo, aproximadamente 20 % de las semillas son de tamaño mediano, y 10 % de tamaño grande.

Respecto al análisis de carbohidratos y peso fresco durante el proceso de germinación, se hallaron bajas concentraciones de azúcares y mayores concentraciones de almidón, que tendieron a reducir con el paso del tiempo, lo que corresponde a la etapa de digestión y traslocación de la germinación.

Con base en la determinación de peso fresco, la etapa de activación (en su componente de peso fresco únicamente) se cubre en 16 días. De ahí en adelante se reduce significativamente el aumento del peso fresco, caracterizado a la etapa siguiente, la de digestión y traslocación. La emergencia de estructuras indica el inicio de la tercera etapa, la de crecimiento.

La germinación no es un evento discreto; sus diferentes etapas se traslapan. En el caso de la especie estudiada, la emergencia de estructura no indica independencia de sustancias de reserva en la semilla.

Cabe destacar que, con base en los resultados del presente trabajo, la concentración de almidones podría usarse como un indicador del tiempo faltante para completar la germinación.

VII. LITERATUR CITADA

- AGUILAR, B. M. A. 1993. El cultivo de la Palma Camedor, una alternativa para la conservación de los acahuales en las áreas tropicales. En Programa de Acción Forestal y Tropical de la Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre, Veracruz. Boletín informativo del Programa de Acción Forestal y Tropical. 3 p.
- AGUILAR, A.R.I. 1986. El género *Chamaedorea* Will (palmae), en el estado de Veracruz. Tesis profesional. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz. 138 p.
- ANÓNIMO. 2000. Fichas técnicas de especies forestales estrategias. Ficha No. 10 Red Mexicana de Germoplasma Forestal 4: 57 – 60.
- ARRIAGA, V. V. CERVANTES y A. VARGAS. 1994. Manual de reforestación con especies nativas: colecta y preservación de semillas, propagación y manejo de plantas. SEDESOL/INE. Facultad de Ciencias UNAM. México, D.F.
- ALDHOUS, J.R. 1972. Nursery Practice. London: Her Majesty's Stationary Office.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. 1995. Rules for testing seeds. Journal of seed technology. 3(3): 1- 133.
- BADAWY, E.M., A.M. ABOU DAHAB, A.Z. SARHAN AND H.A. MANSOUR. 1987. Effect of growth location and NPK fertilization rate on growth of *Chamaedorea elegans* and *Ch. constricta*. Acta Horticulturae. 205:257-265.

- BARBA, A.A. y ROMERO. A.J. 1992. La palma camedor historia natural y cultivo. Tesis profesional. Facultad de estudio Superior Zaragoza, UNAM, México. 147 p.
- BONNER, F.T. 1974. Análisis de Semillas Forestales. United Stats Department of Agricultur, Washington, D.C. pp: 136 – 152.
- CABALLERO, N.J. y V.M. TOLEDO.1978. Estudio Botánico y ecología de la región del río Uxpanapa, Ver. México. No. 8. Flora útil o el uso tradicional de las plantas. Biótica. 3 (2): 21 – 24.
- CAMACHO, M., F. 1985. Dormición de semillas: aspectos generales y tratamientos para eliminarlas. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. México. 117 p.
- CARVILLE, L.1976. Propagation of Knaphill azaleas from softwoods. Proc. Inter. Plant Prop. Soc. 17: 255 -258.
- CASTRO, F.E.H. 1992. Cultivo, recolección y comercialización de la palma Camedor (*Chamaedorea* spp) en la Huasteca Potosina. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. 43 p.
- CCA. 2002. En busca de un mercado de América del Norte para la palma sustentable. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN) – Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA). Montreal (Québec), Canadá. 72 p.
- CEMASREN – SEMARNAP. 2001. Informe preventivo para el aprovechamiento forestal de hojas de palma camedor (*Chamaedorea* sp), en la unidad de manejo para la conservación de la vida silvestre. Centro de

Estudios Para el Manejo Sustentable de los Recursos Naturales.
Tuxtepec, Oaxaca. México. 77 p.

CHANGER, A. 1998. Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México. Instituto de Biología. UNAM. 847 p.

CRUZ, F.M y A.N. DE LA GARZA. 2001. El sistema agroforestal en la sierra Huasteca de San Luis Potosí. Palma camedor. INIFAP. Campo Experimental Huihuayán, S.LP. Folleto para productores No 1. 12 p.

DANIEL, J.K. and E.E. GAMBLE. 1987. Field performance in soybean with seed on differing size and density. Crop Sci. 27: 121- 125 p.

DOMÍNGUEZ, D.M.; E.M. CASTELÁM y F.J. PÉREZ. 1997. Diversificación del cacaotal: Una alternativa de producción sustentable en Tabasco. Manual para productores. Edit. Agrotiempo. 26p.

DONSELMAN, H. 1982. Palm seed germination studies. Proc. Florida State Horticulturæ 95: 256 -257 p.

DUFFUS, C. and C. SLAUGHTER. 1985. Las semillas y sus usos. ATG. Editor, S.A. México, D.F. 188 p.

ELLIS, R.H. and E.H. ROBERTS. 1980. Pruebas de envejecimiento acelerado, tradicionales y dinámicas. En: Producción moderna de Semilla. P.D. Hebblethwaite. Londres, Inglaterra.

FENNER, M., 1986. Seed ecology. Chapman & may, London.

FISHER.P. and FORCHTHAMMER. 1983. Growing palms in expanded clay granules (Blahton). The pH of the nutrient solution and growth. Gb.

GW. 83: 52, 134 – 135. 1 referencia. Institut fur Bodenk. Und Pflanzener. FH Weihenstephan. German.

GOBIERNO DEL ESTADO DE CHIAPAS. 1993. Producción de palma camedor. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 41 p.

GÓMEZ, G. G. 1994. La horticultura ornamental alternativa para el sector social rural. En IV Congreso Nacional de Horticultura Ornamental. Chapingo, Méx. 225 p.

GRANADOS. S.D. y SANTIAGO. L.M. 2004. El cultivo de palma camedor (*Chamaedorea sp*) en sistemas agroforestales de Cuichapa, Veracruz. Rev. Fitotecnia Mexicana. Vol 27(3): 233 – 241. 2004.

HARTMANN, H.T. y DALE.E.KESTER.1998. Propagación de Plantas. 6ª reimpresión. Edit. CECOSA. México. 759 p.

HENDERSON, A. GALEANO, G. BERNAL, R. 1995. Field guide to the palms of the Americas. Princeton University Press. Princeton, New Jersey, USA. 568 p.

HERNÁNDEZ, P.L. 2000. Manual para producción de palma camedor. INIFAP. Centro de Investigación Regional Golfo Centro Campo Experimental el Palmar, Veracruz. México. Folleto Técnico. 26. 23 p.

HERNÁNDEZ, P.L. 1998. Tecnología para producción de palma camedor *Chamaedorea elegans*. INIFAP. Centro de Investigación Regional Golfo Centro Campo Experimental el Palmar, Veracruz. México. pp: 55 - 66.

- HERNÁNDEZ, P.L y GICELA. M.H. 1991. Cuarta Reunión Anual del INIFAP en el Estado de Veracruz, resultados y avances de investigación. Artículo "Pruebas de Escarificación en semillas de palma camedor (*Chamaedorea elegans* Mart.), Veracruz, Ver.
- HERNÁNDEZ, P. L. 1994. Cultivo de palma camedor. En Memoria de Reunión Científica- Tecnológica de INIFAP-Veracruz. 196 p.
- HODEL D.R. 1992. Chamaedora Palms. The species and their cultivation. The International Palm Society. Ed Allen Press, Lawrence, Kansas, USA. 338 p.
- INEGI, 2001- 2002. Anuario Estadístico del estado de Veracruz. INEGI – Gobierno del Estado de Veracruz, México.
- JAMES, E. L.N. BASS and D.C. CLARK. 1964. Longevity of vegetable seeds stored 15 to 30 years at Cheyenne, Wyoming. Proc. Amer. SOC. Hort. Sci. 84: 527 - 534.
- JONES.L.D.1994. PALMS. Throughout the world. Smithsonian Institution Press. Washington, E.U.A. 4010 p.
- KREMPIN, J. 1990. Palms and cycads around of world. Hortwits Grahame Pty Ltd. Florida, U. S. A., 286 p.
- LAMB, J.G.D. 1976. The propagation of understocks for *Hamamelis*. Proc. Inter. Plant Proc. Soc. 26: 127 - 130.
- LARSEN, R. 1979. The tolerance of ornamental foliage plants to light intensities. Swedish Journal of Agricultural Research. 9 (4)162-172.

- LÁZARO, G.Z.D. 2004. Comercialización de la palma camedor (*Chamaedorea quezalteca*) y tepezcohoite (*Mimosa tenuiflora*) en el estado de Chiapas. Universidad Autónoma Chapingo. México. 87 p.
- LEINFELDER. J. and ROBER.R. 1986. Growth of palms and foliage planta hidroculture. Deutscher – Gartenbau. 40:48. 2242 – 2245.
- LIO, G.M. DI 5., R. TUTTOBENE AND CACCIOLA, SO. 1987. Phytophthora palmivora: a new pathogen of Chamaedorea. Informatore Fitopatológico. 37 (6)55-58.
- LÓPEZ y. A.; F.J. PEREZ; M.J. MEJIA; M.C. SOSA. y A.L. BUCIO. 1997. Cultivo de Plantas Ornamentales Tropicales. Edit. Agrotiempo. 110 p.
- MARQUEZ, C.L.A. 1990. Rendimiento y calidad de la semilla de a vena en relación a la fertilización, densidad de siembra y zona de producción. Tesis. M.C. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. 97 p.
- MARTÍNEZ, M. 1979. Catálogo de nombres científicos y vulgares de Plantas Mexicanas. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- MARTÍNEZ, R.E.A. 1991. Aprovechamiento y comercialización de la palma camedor (*Chamaedorea* spp) en la región de la Fraylesca, del Estado de Chiapas. Tesis Licenciatura. 87 p.
- MARTÍNEZ, S.L. 1996. La palma camedor "*Chamaedorea* spp". En la Sierra Náhuatl de Zongolica, Veracruz. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. 87 p.
- MOORE, R.S. 1981. Miniatura rose production. *Proc. Inter. Plant Proc. Soc.* 30:54 -60.

- MORENO, H. M.G.1991. Pruebas de escarificación en semillas de palma camedor (*Chamaedorea elegans* Mart) Con el objeto de reducir su período de latencia. Tesis Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad de Veracruz. Córdoba, Veracruz. 85 p.
- MUSÁLEM.C.N.2005. A structure – Conduct – Performance Análisis for the Mexican Tropical Foliages Suplí Chain: In Search of New Market Alternatives. Wageningen Universrty, Belgian. 107 p.
- NWANKWO, B.A y A.D. KRIKORIAN. 1982. Water as a storage medium for eteis guinnensis (pisifera) seeds under aseptio conditions. Annals of Botany.
- OYAMA, K. 1992. Conservation and explotation of tropical resources: The case of Chamaedorea palms. Evolutionary Trends in Plants, Vol. 6 (1) 26-39.
- OYAMA, N.K. 1984. Biología comparativa entre individuos masculinos y femeninos de *Chamaedorea tepejilote* (palmae). Tesis de profesional. UNAM, México.
- PALMEIRAS PRODUCTORES, S.P.R de. R.L. 1999. Producción y aprovechamiento de la palma camedor en el estado de Chiapas. Proyecto San Fernando. pp: 9 - 11.
- PÉREZ.P. E. GEISSERT.K. D. 2004. Distribución potencial de palma camedor (*Chamaedorea elegans* Mart) en el estado de Veracruz, México. Rev. Chapingo Serie Horticultura 10(2): 247 -252. Xalapa, Veracruz, México.

- PÉREZ., J. A.LÓPEZ. Y ORTIZ.C.F. 1999. La palma camedor (*Chamaedorea elegans* Marts) como alternativa de diversificación de cultivos en Tabasco. Revista Universidad y Ciencia. Vol 15(28) 85 -92.
- PRIDHAM, A.M.S. 1964. Propagation of american elm from cuttings. *Proc. Inter.Plant. Prop. Soc.* 14: 86 - 88.
- QUERO J., H. 1994. Palmae. Flora de Veracruz. Fascículo 81. Instituto de Ecología A.C. Xalapa, Ver y University of California. Riverside, C.A.118 p.
- QUERO, H.J. 1987. Notas sobre el género *Chamaedorea* en México. En: Memorias del X Congreso Mexicano de Botánica. Contribución 541. ENEP Iztacala. México.
- RAMON. J.V. 2001. Estudio de la germinación y desarrollo de palma camedor (*Chamaedorea elegans* Mart.) bajo condiciones controladas. Tesis de maestría en Recursos Naturales especialidad Forestal. Colegio de Postgraduado. Montecillo, Estado de México. 62 p.
- ROMERO, A.J. 1990. Cultivo de tres especies de palma camedor (*Chamaedorea* spp). Tesis profesional. Escuela Nacional de Estudio Profesionales Zaragoza. UNAM. 140 p.
- ROMERO, B.F. 1989. Semillas. Biología y Tecnología. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid, España. 637 p.
- RIVERA. A.O.A. 2005. Etiología y pruebas de patogenicidad de los hongos que causan enfermedades foliares en palma camedor (*Chamaedorea elegans* Mart) en el estado de Veracruz. UACH. Chapingo, Estado de México. 19 p.
- RZEDOWSKI. J. 1978. Vegetación de México. LIMUSA. México. 432 p.

- RZEDOWSKI, J. 1998. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. 129 – 145. In: Diversidad biológica de México: origen y distribución. Ed. Instituto de Biología, UNAM. México.
- SAGAR, 1997 Subsecretaría de Desarrollo Rural. Unidad de Identificación y Promoción de Mercados. Fomento comercial de productos no tradicionales. 34 p.
- SALDIVIA, G.T y CHERBONNIER.C. 1982. De la recolección silvestre al cultivo de palma camedor y perspectivas de su aprovechamiento. Alternativas para el uso del suelo en áreas forestales del trópico húmedo. Publicación especial. No.33. Tomo V. Memoria: SARH.INIF. México, D.F. pp: 47-73.
- SANTIAGO, L.M. 1996. La palma camedor (*Chamaedorea spp*) en la sierra náhuatl de Zongolica, Veracruz. Universidad Autónoma Chapingo. México. 78 p.
- SARH. 1980 - 1993. Estadísticas no maderables. Delegación Forestal en Chiapas. México. 30 p.
- SEMARNAP. 2002. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. <http://www.mpci.org/rep-pub/2003/2003mexicocriterion02.pdf>
- SHIEH, W.J. and M.B. McDONALD. 1982. The influence of seed size, chape and treatment in inbred sed corn quality. Seed Sci. and Technol. 10 (2): 1743 -1750.
- SOSA, A.M. 1996. Factibilidad Agroecológica de palma camedor (*Chamaedorea elegans*) y nuez de macadamia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betcher) en los cafetales de la región de Atoyac, Veracruz. Tesis de

maestría en ciencias en agrosistemas tropicales. Instituto de Recursos Naturales Campus Veracruz. Tepetates, Mpio. M.F. Altamirano, Veracruz. pp: 18 - 29.

STANDLEY, P.C. y A.J. STEYERMARK. 1958. Flora de Guatemala. FIELDIANA: Botany vol. 24, part I. Published by Chicago Natural History Museum. pp 217 – 253.

TESI. R. and D. TOSI. 1985. The effect of porosity of substrate and rate of basal fertilizer dressing on the growth of *Chamaedorea elegans* Mart. Colture - Protette. 14: 4, 92 -95.

TREJO, G.1991. Escarificación de semilla palma camedor *Chamaedorea elegans* Mart. Tesis profesional. UDICBYA. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Veracruzana, Córdoba Veracruz. p 22.

VÁZQUEZ, Y.C. 1992. La fisiología ecológica de plantas. Centro de Ecología. UNAM. CIENCIAS. Especial 6. pp: 63 - 68.

VILLEGAS.D.G. *et al.*, 2003. Flora nectarífera y polinífera en el estado de Veracruz. SAGARPA – FUNPROVER Fundación Produce Veracruz. 130 p.

YANEZ, J. 5. 1994. Cultivo y establecimiento de *Chamaedorea elegans* Marts. en la reserva “El Coyote” municipio de Ocozocoautla, Chis. En IV Congreso Nacional de Horticultura Ornamental. Chapingo, Méx. 225 p.

YOCUM, H.G.1961. A method for germinating palm seeds. Principes. 5. pp:31 - 32.

VIII. ANEXOS

Cuadro 4. Cronograma de actividades 2003 – 2005

Número	ACTIVIDADES (Oficina, Campo y Laboratorio)	2003						2004												2005											
		E	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	Elaboración del anteproyecto	■	■					■	■	■																					
2	Registro del comité asesor																														
3	Revisión de literatura							■	■	■																					
4	Colecta de semilla y muestras botánicas																			■											
5	Determinación del tamaño y peso de semillas									■											■										
6	Secado de la semilla									■											■										
7	Evaluación y asignación de presupuesto									■																					
8	Exposición I de avances de la investigación									■																					
9	Reunión del comité asesor									■																					
10	Entrega de avances de investigación									■																					
11	Solicitud al laboratorio de uso múltiples de Fitotecnia para la determinación de azúcar y almidón por el método de “antrona”									■																					
12	Entrega de avances de investigación al comité asesor									■																					
13	Reunión del comité asesor y entrega de correcciones del proyecto. Aprobación del proyecto de tesis por parte del comité asesor. Para iniciar la fase experimental										■																				
14	Exposición II de avances de investigación										■																				
15	Beneficio de la semilla en el laboratorio de semilla en la DICIFO									■	■																				
16	Determinación del calibre de la semilla en el laboratorio de beneficiado de semilla en el Colegio de Posgraduado										■																				

Cuadro 4. Cronograma de actividades 2003 – 2005

Número	ACTIVIDADES (Oficina, Campo y Laboratorio)	2003												2004												2005													
		E	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D								
17	Salida a Cuernavaca Morelos para la adquisición de material. Malla sombra.																																						
18	Instalación del experimento en el laboratorio de semillas forestales DICIFO.																																						
19	Forrado de 252 cajas petri con la malla sombra. 252 cajas. 126 con el 70 % y 126 con el 100%.																																						
20	Corte tangencial a cada semilla																																						
21	Entrega de correcciones del proyectó a Investigación para su correcciones.																																						
22	Riego de las semillas con agua destilada y captan.																																						
23	Observaciones después de la instalación																																						
24	Exposición III de avances de Investigación																																						
25	Beneficio de la semilla en el laboratorio de semilla en la DICIFO (segundo lote)																																						
26	Determinación del calibre de la semilla en el laboratorio de beneficiado de semilla en el Colegio de Posgraduado (segundo lote)																																						
27	Determinación de carbohidratos azúcares y almidón. Departamento de Fitotecnia.																																						
28	Determinación de peso fresco a 1000 semillas																																						
29	Evaluación del tipo de dormancia																																						
30	Informe de avances a Investigación de postgrado																																						
31	Identificación del escolitido																																						
32	Formato de tesis y análisis de resultados de germinación, peso fresco, azúcares, totales, almidón y dormacia.																																						

Simbologías:

Actividades	
2003	
2004	
2005	

Corrida de SAS (Versión 6.8)

```
DATA CAME;
INPUT BLO $ SON $ TAM $ ALM $ PSI $ PGER $ PSC;
GERT=ARSIN(SQRT(PGER/100));
CARDS;
1 100 1 2004 50 50 0
1 70 3 2003 100 0 100
1 70 2 2003 100 0 100
1 100 1 2003 100 0 100
1 70 2 2004 5 95 0
1 100 3 2004 100 0 100
1 0 1 2003 100 0 100
1 0 3 2004 100 0 100
1 0 2 2004 50 50 0
1 70 1 2004 50 50 0
1 0 1 2004 65 35 0
1 100 2 2003 100 0 100
1 100 2 2004 45 55 0
1 70 2 2003 100 0 0
1 70 3 2004 35 65 0
1 70 3 2003 100 0 100
1 70 1 2003 100 0 100
1 0 3 2003 100 0 100
2 0 3 2003 100 0 100
2 70 1 2004 70 30 0
2 0 3 2004 75 25 0
2 0 2 2004 100 0 100
2 100 3 2003 100 0 100
2 70 2 2003 100 0 100
2 0 1 2004 75 25 0
2 100 1 2003 100 0 100
2 0 2 2004 80 20 0
2 70 3 2004 100 0 100
2 70 2 2003 100 0 100
2 100 2 2003 100 0 100
2 100 2 2003 100 0 100
2 70 3 2003 100 0 100
2 100 2 2004 20 80 0
2 100 3 2003 100 0 100
2 70 2 2004 100 0 100
2 100 1 2004 50 50 0
3 70 3 2003 100 0 100
3 70 1 2004 45 55 0
3 0 2 2004 100 0 100
3 100 2 2004 45 55 0
3 70 2 2004 30 70 0
```

3 70 3 2004 55 45 0
3 100 1 2004 70 30 0
3 0 1 2004 65 35 0
3 100 3 2004 100 0 100
3 100 3 2003 100 0 100
3 70 2 2003 100 0 100
3 100 2 2003 100 0 100
3 0 3 2003 100 0 100
3 0 3 2004 100 0 100
3 70 1 2003 100 0 100
3 0 2 2003 100 0 100
3 100 2003 100 0 100
3 0 1 2003 100 0 100
4 0 3 2003 100 0 100
4 70 1 2003 100 0 100
4 0 2 2004 100 0 100
4 70 2 2004 35 65 0
4 100 2 2004 40 80 0
4 70 3 2003 100 0 100
4 100 1 2003 100 0 100
4 0 1 2003 100 0 100
4 100 3 2003 40 80
4 0 3 2003 100 0 100
4 0 2 2004 100 0 100
4 100 2 2003 100 0 100
4 100 3 2004 100 0 100
4 70 3 2004 100 0 100
4 0 1 2004 65 35 0
4 70 2 2003 100 0 100
4 70 1 2004 65 35 0
4 100 1 2004 55 45 0
5 100 2 2004 50 50 0
5 70 3 2003 100 0 100
5 100 1 2004 100 0 100
5 100 1 2003 100 0 100
5 0 2 2004 100 0 100
5 0 3 2004 100 0 100
5 0 3 2003 100 0 100
5 70 1 2004 100 0 100
5 70 2 2004 100 0 100
5 70 1 2003 70 30 0
5 0 1 2003 100 0 100
5 100 3 2004 100 0 100
5 0 2 2003 100 0 100
5 70 3 2004 55 45 0
5 70 2 2003 100 0 100
5 0 1 2004 60 40 0

```

5 100 3 2004 100 0 100
5 100 2 2003 100 0 100
6 70 1 2004 60 40 0
6 70 3 2003 100 0 100
6 0 2 2003 100 0 100
6 70 1 2003 100 0 100
6 100 3 2003 100 0 100
6 100 1 2003 100 0 100
6 70 2 2003 100 0 100
6 100 3 2004 100 0 100
6 0 3 2004 100 0 100
6 100 2 2004 5 95 0
6 100 1 2004 20 80 0
6 70 2 2004 100 0 100
6 0 3 2003 100 0 100
6 100 2 2003 100 0 100
6 0 1 2004 65 35 0
6 0 3 2004 100 0 100
6 70 3 2004 100 0 100
6 0 1 2003 100 0 100
7 100 2 2003 100 0 100
7 100 3 2004 100 0 100
7 0 3 2004 70 30 0
7 70 3 2003 100 0 100
7 100 2 2004 100 0 100
7 70 1 2003 100 0 100
7 0 1 2003 100 0 100
7 100 1 2003 100 0 100
7 0 2 2004 60 40 0
7 70 3 2004 75 25 0
7 70 2 2003 100 0 100
7 70 1 2004 100 0 100
7 70 2 2004 100 0 100
7 100 1 2004 35 65 0
7 0 1 2004 100 0 100
7 0 2 2004 55 45 0
7 100 3 2003 40 60 0

```

```

7 0 3 2003 100 0 100;

```

```

PROC MIXED;

```

```

CLASS BLO SON TAM ALM;

```

```

MODEL PGER = SON TAM ALM

```

```

SON*TAM SON*ALM TAM*ALM SON*TAM*ALM;

```

```

RANDOM BLO;

```

```

LSMEANS SON TAM ALM

```

```

SON*TAM SON*ALM TAM*ALM SON*TAM*ALM;

```

```

RUN;

```

The SAS System 16:05 Saturday, March 17, 2001 1

The Mixed Procedure

Model Information

Data Set	WORK.CAME
Dependent Variable	PGER
Covariance Structure	Variance Components
Estimation Method	REML
Residual Variance Method	Profile
Fixed Effects SE Method	Model-Based
Degrees of Freedom Method	Containment

Class Level Information

Class	Levels	Values
BLO	7	1 2 3 4 5 6 7
SON	3	0 100 70
TAM	3	1 2 3
ALM	2	2003 2004

Dimensions

Covariance Parameters	2
Columns in X	48
Columns in Z	7
Subjects	1
Max Obs Per Subject	124
Observations Used	124
Observations Not Used	0
Total Observations	124

Iteration History

Iteration	Evaluations	-2 Res Log Like	Criterion
0	1	201.24645982	
1	1	201.24645982	0.00000000

Convergence criteria met but final hessian is not positive definite.

Iteration History

Iteration	Evaluations	-2 Res Log Like	Criterion
0	1	967.30181558	
1	2	967.29874311	0.00000000

Covariance Parameter Estimates

Cov Parm	Estimate
BLO	0
Residual	237.66

The SAS System 16:05 Saturday, March 17, 2001 2

The Mixed Procedure

Fit Statistics

Res Log Likelihood	-483.6
Akaike's Information Criterion	-485.6
Schwarz's Bayesian Criterion	-485.6
-2 Res Log Likelihood	967.3

Datos, cálculos y resultados de los análisis de azúcar totales

Cuadro 5. Valores empleados para el análisis de azúcares totales

No	FM	NM	PSM g	PM g	EE mL	LA 600 nm		PLA	RL	PPN M	RPPP
1	14 - Mar - 05	I	1.100	1.00	19	0.335	0.335	0.335	0.09524488	0.3615	0.10279495
2	14 - Mar - 05		1.112	1.012	15	0.3	0.3	0.3	0.08527308		
3	14 - Mar - 05		1.120	1.06	15	0.45	0.449	0.4495	0.12786689		
4	21 - Mar - 05	II	1.150	1.097	15	0.071	0.071	0.071	0.02002906	0.12716667	0.03603142
5	21 - Mar - 05		1.100	1.037	15	0.093	0.091	0.184	0.05222371		
6	21 - Mar - 05		1.120	1.079	16	0.126	0.127	0.1265	0.03584148		
7	28 - Mar - 05	III	0.985	0.8009	29	0.125	0.126	0.1255	0.03555657	0.12633333	0.03579399
8	28 - Mar - 05		1.038	0.8737	22	0.129	0.128	0.1285	0.03641129		
9	28 - Mar - 05		1.07	0.9268	23	0.125	0.125	0.125	0.03541411		
10	4 - Abr - 05	IV	1.212	1.212	44	0.177	0.177	0.177	0.05022935	0.14716667	0.04172958
11	4 - Abr - 05		1.198	1.198	44	0.117	0.118	0.1175	0.0332773		
12	4 - Abr - 05		1.57	1.157	28	0.147	0.147	0.147	0.0416821		
13	11 - Abr - 05	V	1.221	1.0903	19	0.114	0.114	0.114	0.03228012	0.223	0.06333514
14	11 - Abr - 05		1.224	1.0871	19	0.243	0.243	0.243	0.06903331		
15	11 - Abr - 05		1.337	1.1439	19	0.312	0.312	0.312	0.08869199		
16	18 - Abr - 05	VI	1.229	1.2015	10	0.398	0.398	0.398	0.11319411	0.336	0.09552979
17	18 - Abr - 05		1.360	1.0391	6	0.178	0.178	0.178	0.05051426		
18	18 - Abr - 05		1.242	1.0279	15	0.432	0.432	0.432	0.12288099		
19	25 - Abr - 05	VII	1.2505	1.229	18	0.208	0.208	0.208	0.05906151	0.20216667	0.05739955
20	25 - Abr - 05		1.1551	1.360	17	0.196	0.197	0.1965	0.05578507		
21	25 - Abr - 05		1.0877	1.242	17	0.202	0.202	0.202	0.05735206		

No = Número, FM = Fecha de Muestreo, NM = Número de Muestreo, PSM = Peso Sin Moler, PM = Peso Molido, EE = Extracto Evaporado, LA = Lectura de Absorbancia, PLA = Promedio de Lectura de Absorbancia, RL = Regresión por lectura, PPNM = Promedio Por Número de Muestreo, RPPPM = Regresión por Promedio Por Muestreo.

Cuadro 5. Valores empleados para el análisis de azúcares totales

No	FM	NM	PSM g	PM g	EE mL	LA 600 nm		PLA	RL	PPN M	RPPP
22	2 - May - 05	VIII	1.335	1.225	19	0.241	0.241	0.241	0.06846349	0.231	0.0656144
23	2 - May - 05		1.200	1.155	13	0.224	0.224	0.224	0.06362005		
24	2 - May - 05		1.200	1.017	13	0.228	0.228	0.228	0.06475968		
25	9 - May - 05	IX	1.081	1.033	30	0.175	0.174	0.1745	0.04951708	0.175	0.04965953
26	9 - May - 05		1.068	0.9013	36	0.174	0.174	0.174	0.04937463		
27	9 - May - 05		1.096	0.9114	32	0.176	0.177	0.1765	0.0500869		
28	16 - May - 05	X	1.225	1.0152	35	0.15	0.15	0.15	0.04253682	0.1505	0.04267928
29	16 - May - 05		1.155	0.9198	33	0.131	0.13	0.1305	0.03698111		
30	16 - May - 05		1.017	0.8524	35	0.171	0.171	0.171	0.0485199		
31	23 - May - 05	XI	1.268	0.869	13	0.117	0.116	0.1165	0.03299239	0.108	0.03057067
32	23 - May - 05		1.201	0.949	12	0.099	0.1	0.0995	0.02814895		
33	23 - May - 05		1.201	0.8643	4	0.108	0.108	0.108	0.03057067		
34	30 - May - 05	XII	1.200	0.953	13	0.234	0.234	0.234	0.06646913	0.20133333	0.05716212
35	30 - May - 05		1.1366	0.8848	16	0.232	0.232	0.232	0.06589931		
36	30 - May - 05		1.1407	0.9742	19	0.139	0.137	0.138	0.03911792		
37	6 - Jun - 05	XIII	1.103	1.0121	42	0.377	0.377	0.377	0.10721103	0.37716667	0.10725852
38	6 - Jun - 05		1.300	1.0484	40	0.377	0.377	0.377	0.10721103		
39	6 - Jun - 05		1.084	1.0553	41	0.377	0.378	0.3775	0.10735349		
40	13 - Jun - 05	XIV	1.042	1.0623	30	0.142	0.143	0.1425	0.04040001	0.14316667	0.04058995
41	13 - Jun - 05		1.035	0.8661	36	0.143	0.141	0.142	0.04025756		
42	13 - Jun - 05		1.059	1.0205	39	0.145	0.145	0.145	0.04111228		

No = Número, FM = Fecha de Muestreo, NM = Número de Muestreo, PSM = Peso Sin Moler, PM = Peso Molido, EE = Extracto Evaporado, LA = Lectura de Absorbancia, PLA = Promedio de Lectura de Absorbancia, RL = Regresión por lectura, PPNM = Promedio Por Número de Muestreo, RPPPM = Regresión por Promedio Por Muestreo.

Cuadro 5. Valores empleados para el análisis de azúcares totales

No	FM	NM	PSM g	PM g	EE mL	LA 600 nm		PLA	RL	PPN M	RPPP
43	20 - Jun - 05	XV	1.157	0.900	38	0.321	0.321	0.321	0.09125616	0.32233	0.09163509
44	20 - Jun - 05		1.210	0.900	40	0.324	0.324	0.324	0.09211089		
45	20 - Jun - 05		1.175	0.900	43	0.322	0.322	0.322	0.09154107		
46	27 - Jun - 05	XVI	1.126	1.000	42	0.214	0.214	0.214	0.06077096	0.221	0.06276532
47	27 - Jun - 05		1.010	1.200	42	0.224	0.225	0.2245	0.0637625		
48	27 - Jun - 05		1.044	1.000	43	0.225	0.224	0.2245	0.0637625		
49	4 - Jul - 05	XVII	1.027	1.000	21	0.349	0.348	0.3485	0.09909114	0.3915	0.1113422
50	4 - Jul - 05		0.990	1.100	22	0.391	0.392	0.3915	0.1113422		
51	4 - Jul - 05		1.058	1.100	30	0.398	0.398	0.398	0.11319411		
52	11 - Jul - 05	XVIII	1.313	1.000	33	0.483	0.485	0.484	0.13769623	0.48383333	0.13764874
53	11 - Jul - 05		1.246	1.100	24	0.479	0.478	0.4785	0.13612923		
54	11 - Jul - 05		1.400	0.900	41	0.489	0.489	0.489	0.13912077		
55	18 - Jul - 05	XIX	1.180	1.0029	41	0.34	0.34	0.34	0.09666942	0.348	0.09894869
56	18 - Jul - 05		1.245	0.93	42	0.357	0.357	0.357	0.10151286		
57	18 - Jul - 05		1.174	0.9281	43	0.348	0.348	0.348	0.09894869		
58	25 - Jul - 05	XX	1.2858	1.0508	40	0.424	0.425	0.4245	0.12074418	0.4185	0.11903473
59	25 - Jul - 05		1.2129	0.9633	41	0.418	0.418	0.418	0.11889228		
60	25 - Jul - 05		1.2110	1.3658	42	0.413	0.413	0.413	0.11746773		

No = Número, FM = Fecha de Muestreo, NM = Número de Muestreo, PSM = Peso Sin Moler, PM = Peso Molido, EE = Extracto Evaporado, LA = Lectura de Absorbancia, PLA = Promedio de Lectura de Absorbancia, RL = Regresión por lectura, PPNM = Promedio Por Número de Muestreo, RPPPM = Regresión por Promedio Por Muestreo.

Cálculos y resultados del análisis de almidón

Cuadro 6. Valores empleados para el análisis de almidón

No	PM g	PL A	SLA	LA 600 nm		PAC	SAC	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	Lµg PF
1	1.00	14.5	28	0.320	0.320	0.05	10	0.0909712	26.381648	73.868614	73.868614	70.16898
2	1.012	13	27	0.319	0.319	0.05	10	0.0906863	23.578438	63.661782	64.4225723	
3	1.06	14	27	0.317	0.317	0.05	10	0.0901165	25.23262	68.128074	72.215758	
4	1.097	15	23	0.302	0.302	0.05	10	0.0858429	25.75287	59.231601	64.977066	63.96379
5	1.037	13.5	27	0.300	0.300	0.05	10	0.085273	23.02371	62.164017	64.464085	
6	1.079	14	24	0.303	0.303	0.05	10	0.0861278	24.115784	57.877881	62.450233	
7	0.8009	14	30	0.297	0.297	0.05	10	0.0844183	23.637124	70.911372	56.792917	56.23601
8	0.8737	14	27	0.295	0.295	0.05	10	0.0838485	23.47758	58.69395	55.383376	
9	0.9268	14.5	25	0.296	0.296	0.05	10	0.0841334	24.398686	60.996715	56.531755	
10	1.212	13.5	20	0.288	0.288	0.05	10	0.0818541	22.100606	44.201212	53.571868	54.88369
11	1.198	13.5	22	0.285	0.285	0.05	10	0.0809994	21.869838	45.926659	55.020137	
12	1.157	13.5	22	0.287	0.287	0.05	10	0.0815692	22.023684	48.452104	56.059084	
13	1.0903	13.5	22	0.278	0.278	0.05	10	0.079005	21.33135	44.795835	48.840898	51.4524
14	1.0871	13.5	23	0.280	0.280	0.05	10	0.0795749	21.485222	49.41601	53.720144	
15	1.1439	13.5	21	0.281	0.281	0.05	10	0.0798598	21.562146	45.280506	51.79637	
16	1.2015	13.5	20	0.273	0.273	0.05	10	0.0775805	20.946734	41.893468	50.335001	47.358866
17	1.0391	13.5	20	0.275	0.275	0.05	10	0.0781503	21.10058	42.20116	43.851225	
18	1.0279	13.5	22	0.276	0.276	0.05	10	0.0784352	21.177504	46.590508	47.89038	
19	1.229	13	20	0.268	0.268	0.05	10	0.076156	19.80056	39.60112	48.669776	45.8257
20	1.360	13	20	0.270	0.270	0.05	10	0.0767258	19.948708	39.897416	45.921925	
21	1.242	13	20	0.267	0.267	0.05	10	0.0758711	19.726486	39.452972	42.88538	

Cuadro 6. Valores empleados para el análisis de almidón

No	PM g	PL A	SLA	LA 600 nm		PAC	SAC	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	Lµg PF
22	1.225	13	20	0.260	0.260	0.05	10	0.0738767	19.207942	38.415884	47.059457	43.342103
23	1.155	13	20	0.259	0.259	0.05	10	0.0735918	19.133868	38.267736	44.199235	
24	1.017	13	20	0.258	0.258	0.05	10	0.0733069	19.059794	38.199588	38.76762	
25	1.033	13	20	0.251	0.251	0.05	10	0.0713125	18.54125	37.0825	38.306222	35.68196
26	0.9013	13	20	0.250	0.250	0.05	10	0.07110275	18.467176	36.934352	33.389331	
27	0.9114	13	20	0.250	0.250	0.05	10	0.0710275	18.467176	38.781069	35.345066	
28	1.0152	13	20	0.242	0.242	0.05	10	0.0687483	17.874558	35.749116	36.292502	33.082756
29	0.9198	13	20	0.240	0.240	0.05	10	0.0681785	17.72641	35.45282	32.609503	
30	0.8524	13	20	0.241	0.241	0.05	10	0.0684634	17.800484	35.600968	30.346265	
31	0.869	13	20	0.232	0.232	0.05	10	0.0658993	17.133818	34.267636	29.778575	30.587629
32	0.949	13	20	0.230	0.230	0.05	10	0.0653294	16.985644	33.971288	32.238752	
33	0.8643	13	20	0.233	0.233	0.05	10	0.0661842	17.207892	34.415784	29.745562	
34	0.953	13	20	0.220	0.220	0.05	10	0.0624804	16.244904	32.489808	30.962787	30.313851
35	0.8848	13	20	0.219	0.219	0.05	10	0.0621955	16.17083	32.34166	28.6159	
36	0.9742	13	20	0.218	0.218	0.05	10	0.0619105	16.09673	32.19346	31.362868	
37	1.0121	13	20	0.200	0.200	0.05	10	0.0567822	14.763372	29.526744	29.884017	30.020956
38	1.0484	13	20	0.195	0.195	0.05	10	0.0553577	14.393002	28.786004	30.179246	
39	1.0553	13	20	0.193	0.193	0.05	10	0.0547878	14.244828	28.489656	29.999607	
40	1.0623	13	20	0.171	0.171	0.05	10	0.0485199	12.615174	25.230348	26.802198	24.78685
41	0.8661	13	20	0.168	0.168	0.05	10	0.0476651	12.392926	24.785852	21.467026	
42	1.0205	13	20	0.167	0.167	0.05	10	0.0473803	12.318852	24.637704	26.091328	

Cuadro 6. Valores empleado para el análisis de almidón

No	PM g	PL A	SLA	LA 600 nm		PAC	SAC	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	Lµg PF
43	1.157	13	20	0.140	0.140	0.05	10	0.0396877	10.318802	20.637604	18.573843	18.44051
44	1.210	13	20	0.139	0.139	0.05	10	0.0394028	10.244728	20.489456	18.573843	
45	1.175	13	20	0.137	0.137	0.05	10	0.038833	10.09658	20.19316	18.173844	
46	1.126	13	20	0.115	0.115	0.05	10	0.032565	8.4669	16.9338	16.9338	17.040616
47	1.010	13	20	0.117	0.117	0.05	10	0.0331348	8.615048	17.230096	17.402396	
48	1.044	13	20	0.114	0.114	0.05	10	0.0322801	8.392826	16.785652	16.785652	
49	1.027	13	20	0.098	0.098	0.05	10	0.0277215	7.20759	14.41518	14.41518	14.795864
50	0.990	13	20	0.100	0.100	0.05	10	0.0282914	7.355764	14.711528	14.564412	
51	1.058	13	20	0.099	0.099	0.05	10	0.0280064	7.281664	14.563328	15.408001	
52	1.000	13	20	0.075	0.075	0.05	10	0.0211686	5.503836	11.007672	11.007672	11.017567
53	1.246	13	20	0.076	0.076	0.05	10	0.0214536	5.577936	11.155872	12.271429	
54	1.400	13	20	0.074	0.074	0.05	10	0.0208837	5.429762	10.859524	9.7735716	
55	1.180	13	20	0.065	0.065	0.05	10	0.0183196	4.763096	9.26192	9.5538179	9.084905
56	1.245	13	20	0.066	0.066	0.05	10	0.0186045	4.83717	9.67434	8.9971362	
57	1.174	13	20	0.064	0.064	0.05	10	0.0180347	4.689022	9.378044	8.7037826	
58	1.2858	13	20	0.065	0.065	0.05	10	0.0157554	4.09604	8.192808	8.6090026	8.864563
59	1.2129	13	20	0.056	0.056	0.05	10	0.0157554	4.096404	8.192808	7.8921319	
60	1.2110	13	20	0.057	0.057	0.05	10	0.0160403	4.170478	8.340956	10.092556	

B. GUÍA SILVICULTURAL

1. INTRODUCCIÓN

En nuestro país se han registrado, más de 1,000 productos forestales no maderables de los cuales tienen mayor demanda son: hojas, frutos, resinas, ceras, fibras y hongos. De éstos, alrededor de 100 son los que tienen un mercado constante y que son sujetos a un control oficial, y sobre todo aquellos que están incluido dentro de los listados de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora silvestre (SEMARNAT, 2002).

La palma *Chamaedorea elegans* Mart constituye uno de los 250 productos forestales no maderables que se extraen de los bosques tropicales de México. Este género ofrece grandes cualidades en el ámbito ornamental por excelencia, ya que desde el siglo XIX países como Alemania, Bélgica, Francia y los Estados Unidos abren una gran demanda comercial debido a su cotización en la floricultura. Desde tal siglo, México ha aportado al mundo grandes cantidades de follaje, especímenes, y semillas, que han provenido de poblaciones silvestres y pequeños productores.

En la actualidad a este producto forestal no maderable (PFNM) se le puede considerar como “el oro verde”, debido a que este género representa el 37% de ingresos económicos en su modalidad, superado sólo por la pimienta (40 %), látex de chicozapote (12%), hojas y cogollos de palma real (6%), vara blanca (3%), y otros (2%). Para las regiones rurales marginadas de México ofrecen una alternativa de manejo sostenible; ya que según la CCA (2002), en un estudio socioeconómico de los municipios productores y recolectores de palma camedor en nuestro país, existe una población de 3, 076, 399 habitantes que sustenta su economía en este PFNM, y están distribuidas en 16,118 comunidades rurales, y además 128 localidades urbanas. Como se puede sustentar, *Chamaedorea elegans* es una especie que puede abrir pauta en la diversificación en la producción, manejo, y además a llevar a un aprovechamiento escalonado.

Por ser una especie umbrófila, *Chamaedorea elegans* que puede coexistir en el mismo espacio y tiempo dentro de un sistema agroforestal y agrosilvícola con otras especies, donde ofrece alternancia y alternativas para los productores: bambullaleros, cacaotaleros, cafetaleros, huleros, naranjeros, pimenteros, plataneros, vainilleros, madereros, e inclusive para el enriquecimientos de acahuales.

Esta especie es de gran diversidad de usos múltiples, debido a que van desde: ornamental, artesanal, ceremonial, cestería, construcción, comestible, investigación, medicinal, y tinción. Otros de los usos que podrían aprovechar de esta especie, es el aceite para equipos finos o en fijaciones de fragancias.

En los aspectos ecológicos tienen gran importancia, ya que es una especie que interviene en la sucesión ecológica de muchas comunidades. Con respecto a lo anterior podría tener potencial en la entomoforesteria, ya que las abejas son las polinizadoras de esta especie.

El propósito de esta guía silvicultural es de vincular o integrar investigaciones del mismo tópico para la docencia e investigación. Para ello la guía se enfocó desde los aspectos: botánico, ecológico, agronómico, socioeconómico y agroforestal.

Hoy en día existe la preocupación por ofrecer un manejo sostenible de nuestros recursos. Como este RFNM, en nuestro país existe gran diversidad de recursos de los que no se han generado información, investigación ni legislación. Es indispensable que se tengan conocimientos agroforestales, debido a que éstos son una de las herramientas que conducen a los senderos del manejo sostenible de nuestras riquezas ecológicas, culturales, sociales y económicas.

2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

2.1. Nombres comunes

En México la palma camedor es conocida como: brillante, cambray, camedor de cambray, cambray negrita, caracolillo, carricillos, chapana, guayita, jade, negrita, palmilla de hojas angostas, palma fina, mayan, tepejilote, tutchast, pesmilla, pete duro, shate, xiat y xate hembra. En el mercado internacional *Ch. elegans* es conocida como “Parlor palm “o” Neanthe bella” (Holde, 1992; Olivo *et al.*, 1996; CCA, 2002).

2.2. Sinonimias

Esta especie se le ha clasificado con los siguientes nombres: *Chamaedora deppeana* Klotzsch, *Chamaedora elengatissima* Hort, *Chamaedora helleriana* Klotzsch, *Chamaedora humilis* Liebm. ex Mart, *Chamaedora pulchella* Linden ex Hemsl, *Collinia elegans* (Mart.) Liebm. Ex Oerst. (Holde, 1992).

2.3. Clasificación Botánica

En la siguiente figura se puede apreciar detalladamente la clasificación de *Chamaedorea elegans*. El orden de jerarquía, se guía en sentido de las manecillas del reloj, con el inicio del reino y la culminación del nombre común (Figura 21).



Figura 21. Clasificación botánica de *Chamaedorea elegans*.@

2. 4. Descripción botánica

2.4.1. Forma biológica

Esta especie se desarrolla solitariamente, es decir no clonal. Llega a alcanzar un porte de 2 m de alto (Holder, 1992).

2.4.2. Raíz

Las raíces generalmente son fulcrantes, y algunas veces rizomatosas (Aguilar, 1986).

2.4.3. Hoja

Las hojas pinadas y bificadas o raramente redondeadas en el ápice o ramas pinaticetas (Figura 22 A), los segmentos anchos o delgados y poco numerosos, frecuentemente oblicuos o sigmoidales acuminados, plagados y cilíndricos, la vaina corta elongada, tubular, espádices entre o por debajo de las hojas simples o paniculadamente bifurcadas (Standley y Steyermark, 1958). El color de follaje puede diferir por las condiciones ambientales, por ejemplo, los niveles de sombras (Figura 22. B, C y D), y a demás su follaje es apreciado todo el año debido a que es una especie perenne.



Figura 22. *Chamaedorea elegans* Mart, en diferentes condiciones de sombras®

2.4.4. Tallo

Los tallos son solitarios o cespitosos, generalmente pequeños y delgados, de color verde con anillos (Standley y Steyermark 1958; Quero 1994).

2.4.5. Flor

Las flores son diocas, sésiles o submersas en el espádice, pequeñas o insignificantes, bracteadas y abraceoladas, en flores masculinas. Cáliz estampado cupiliforme, entero, trilobado o tripartido con tres pétalos libres o frecuentemente unidos en los lóbulos o segmentos valvares; 6 estambres, los filamentos cortos y anchos o sublodados, las antenas dorsales incluida u oblongadas; en la inflorescencia femenina cáliz pistilado parecido a las flores estaminadas, pétalos conectados, valvados o imbricados, ovario tripular, los estigmas insignificantes recurvados (Standley y Steyermark 1958; Quero, 1994). Su fenología floral está reportada hacia los meses de mayo a octubre, según, la Red Mexicana de Germoplasma Forestal (2000).

2.4.6. Inflorescencia

La inflorescencia es de tipo intrafoliar o interpolar de color naranja cuando el frutos es maduro (Figura 23 A y B); pedúnculo con dos o más brateas envolventes, membranosas coriáceas y caedizas (Aguilar, 1986).

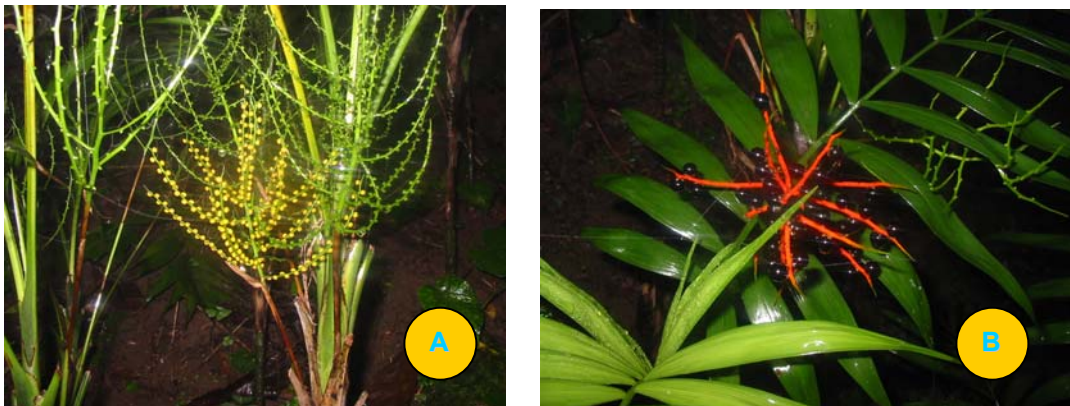


Figura 23. Inflorescencia en dos fases: temprana y madura.®

2.4.7. Fruto

El fruto es una sola pseudodrupa de color negro, semillas sencillas con endospermo albuminoso, sólido cartilaginoso a óseo no ruminado, con embrión rudimentario de lateral a poco basal (Aguilar, 1986). El tamaño es muy variable, ya que hay gran heterogeneidad en los lotes de semillas. En la Figura 24 A, B, C, D y E. Se ilustran las partes de la semilla durante el proceso germinación y las estructuras propias.

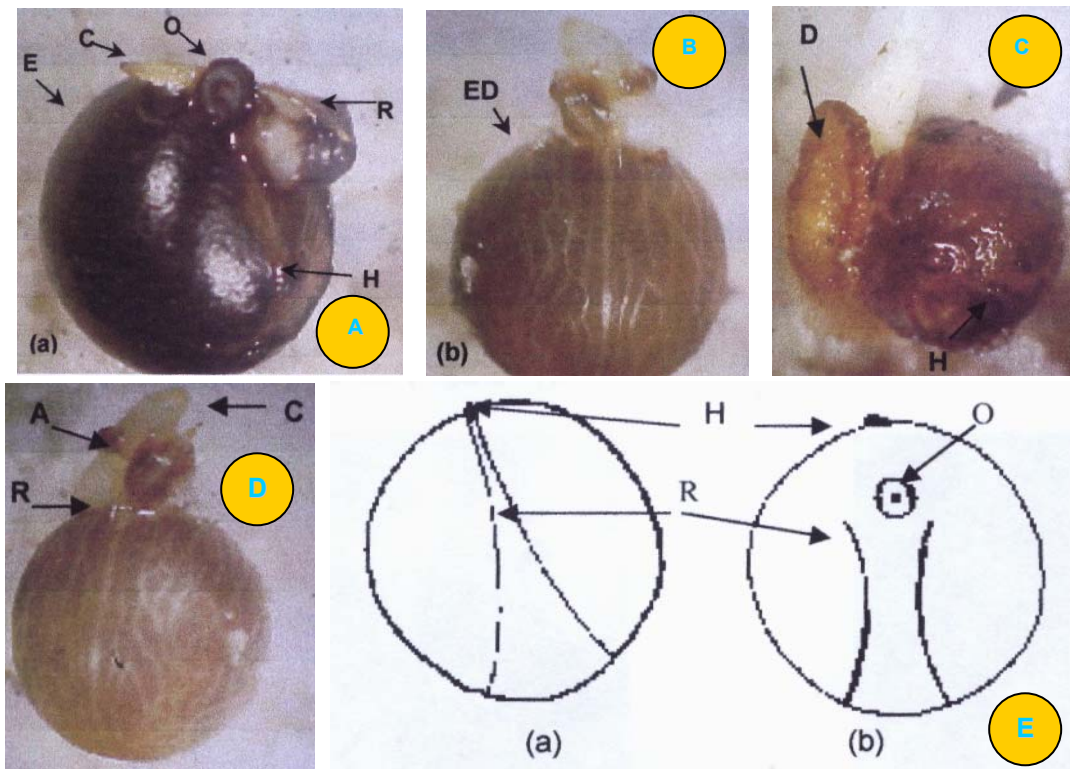


Figura 24. Partes de la semilla (a) E = exocarpio, C = coleóptilo, O = opérculo, H = hilio; R = radícula; (b) ED = endocarpio; (c) D = disco; (d) A = anillo; (e) R, rafe (Ramon, 2001).^R

2.5. Situación actual de la palma

Actualmente sólo queda alrededor de 10 % de la superficie que ocupaba esta palma originalmente en la selva perennifolia, y de un 40 a 45 % en las selvas caducifolias, más una distribución escasa en los bosques mesófilos. Por lo anterior, las especies de este género están normadas en la NOM 059 ECOL 94, como amenazadas, en peligro de extinción, raras y protegidas. Para el aprovechamiento de mercado, es regulada a través de la NOM – 006 – RECNAT – 1997, (CCA, 2002).

3. ECOLOGÍA

3.1. Distribución geográfica y natural

Ésta es una especie endémica de América tropical, es decir, de la Región Neotropical (Rzedowski, 1992); en la República Mexicana, en la vertiente del Golfo de México, se distribuye desde el este de los estados de Hidalgo y San Luis Potosí, norte de Puebla y estados de Veracruz, Tabasco, Oaxaca, y Chiapas, Campeche y Yucatán (Figura 25); mientras que en la vertiente del Pacífico su distribución va desde el sur de Sinaloa hasta Chiapas; *Chamaedorea elegans* es una de las 100 especies que se extienden desde el centro de México hasta Brasil y Bolivia, encontrándose la mayoría en Centroamérica, en nuestro país albergan 52 especies, en Costa Rica 16 y en Panamá 19 (Quero, 1987). Los mejores desarrollos y presencia se tienen en la vertiente del Golfo de México.

Su distribución natural está ligada a hábitats como las selvas altas perennifolias, medianas subperennifolias y estados sucesionales, formando parte del estrato herbáceo o arbustivo (Hernández, 2000). Para la región de la Huasteca se desarrolla en el bosque mesófilo de montaña (obs. pers, 2005).



Figura 25. Distribución del género *Chamaedorea* en México (Aguilar, 1986).

3.2. Altitud y clima

La palma camedor puede desarrollarse altitudes de 0 a 1,450 ms.n.m; *Chamaedorea elegans* tolera temperaturas más frías que otras de su género (Hernández *et al.*, 1991); el intervalo de temperatura puede fluctuar de 5 a 27° C. Para su mejor desarrollo requiere de una temperatura promedio de 22 a 28°C, mientras que Pérez y Geissert (2004), definen un intervalo de temperatura media anual de 18 a 30 °C para esta especie en el estado de Veracruz. La precipitación media anual requerida es de 1,600 a 4,000 mm (Hernández *et al.*, 1991), esta información difiere a la reportada Pérez y Geissert (2004), quienes para Veracruz señalan el intervalo óptimo entre 1,200 a 4,400 mm. Los climas donde prolifera corresponden Am y Af, de acuerdo a la clasificación de Köppen, modificada por García (1981).

3.3. Topografía

En un estudio realizado por Pérez y Geissert (2004) sobre la distribución potencial de este género en el estado de Veracruz, concluyen que la palma camedor tiene buena distribución en los terrenos de: lomeríos, laderas tendidas y laderas abruptas, con drenaje superficial bueno a regular. Para esta entidad, concluyen que las áreas de distribución de *Chamaedorea elegans* representa un potencial del 72 %. Otra investigación realizada por Hernández (2000), reporta que esta especie prospera en condiciones topográficas planas y de laderas.

3.4. Suelo

Se desarrolla en diferentes tipos de suelos como: oxisoles, fluvisoles, ultisoles y rendzinas (Hernández, 2000). Otras investigaciones realizadas por Rzedowski (1978), refiere que esta especie crece en sitios pedregosos y con abundante materia orgánica. Las plántulas de *Chamaedorea elegans* logran un mayor tamaño y calidad en sustratos de relación 1:1 y 1:2 en turbas de marrón y arcillas expandidas (Tesi y Tosi, 1985).

Pérez y Geissert (2004) determinaron que las variables ambientales que determinan la presencia o ausencia de esta especie son: drenaje, temperatura media anual, forma del terreno y precipitación media anual (Cuadro 7).

Cuadro 7. Significancia estadística de variables ambientales en la distribución de *Chamaedorea elegans*, en el estado de Veracruz, México.

Variable	Desviación	Probabilidad (χ^2)	Significancia
Salinidad	0.0001	0.9918	NS
Drenaje superficial	5.992	0.0143	$P \leq 0.05$
Temperatura media anual	12.730	0.0004	$P \leq 0.05$
Textura del suelo	1.706	0.1915	NS
Forma del terreno	14.350	0.0002	$P \leq 0.05$
Precipitación media anual	14.500	0.0001	$P \leq 0.05$

N/S; No significativa. Fuente Pérez y Geissert (2004).

En relación al pH, mientras mayor sea éste, el crecimiento de la planta se reduce significativamente y el follaje se torna de un color verde más intenso (Fisher y Forchhammer, 1993). Otras investigaciones realizadas sobre este tópico (Leinfelder *et al.*, 1986), determinaron que el intervalo óptimo para esta especie es de 3.5 a 5.0, mientras que Rodríguez (1994), refiere valores de 5.5 a 6.

3.5. Regeneración natural

3.5.1. Polinizadores

La polinización de *Chamaedorea elegans* se da por medio de insectos y viento (Marsshall, 1989; Guerra, 2001). No se puede, por tanto, producir semillas fuera de sus zonas ecológicas naturales, a menos que se polinice manualmente, y tal proceso es muy caro. Ello hace que la recolección de semillas de las poblaciones silvestres se lleve a cabo en sus áreas de distribución natural. Hodel (1992) menciona que la especie produce un polen seco, lo cual induce que la especie sea polinizada por medio del viento; para otras especies que producen polen pegajoso, esto ocurre por abejas, moscas, escarabajo, y otros insectos que son atraídos por el olor de las flores.

3.5.2. Formas de dispersión de la semilla

La dispersión de la especie es de dos formas, endozooria ya que la semilla es consumida y dispersada por un pájaro llamado “palsuquet” en la región de la Huasteca, con dispersión de larga distancia. La otra dispersión es autocoria donde el propio espécimen disgrega el germoplasma cuando ha llegado un estado fisiológico óptimo, con la mayoría de los frutos quedando donde caen, alrededor de la planta madre, lo que explica la distribución en manchones (Oyama, 1991; obs. pers, 2005). Esta dispersión se ha observado, ya que la nueva regeneración se encuentra en manchones al pie del progenitor.

4. ASPECTOS PRODUCTIVOS

4.1. Recolección de semilla

La semilla se obtiene de plantas silvestres o de pequeñas plantaciones establecidas; la recolección se efectúa durante los meses de julio a octubre, período en el cual la semilla ha llegado a su madurez fisiológica. La producción de semilla por planta es muy variable, pues algunas producen una sola inflorescencia, y otras llegan a producir hasta ocho, con la mayor frecuencia entre dos y siete (Hernández, 2000). Se recomienda no cortar hojas de las plantas destinadas a cosechar semilla

En la región Huasteca de los estados de San Luis Potosí (Tamasuchales) e Hidalgo (San Felipe Orizatlán, Tlanchinol, y Huejutla), la producción de semilla de palma camedor se puede apreciar hasta los meses de diciembre a enero (obs. pers, 2005). El desfase de la producción de semillas en esta región está ligado a que las plantas se encuentran ubicadas en clima mesófilo de montaña, con condiciones ambientales que favorecen el desarrollo de la semilla. En esta región se ha observado que no existen áreas semilleras, por lo cual el material es colectado en las pequeñas parcelas donde se aprovecha o extrae el follaje (Figura 26 A).

La producción de semilla es muy variable, desde cinco hasta 50 gramos por planta (Figura 26 B). Cada kilogramo de semilla seca tiene 7,000 semillas en promedio (Hernández, 2000). El número de frutos puede variar entre especies del género (Oyama, 1991).

4.2. Procesamiento de la semilla

4.2.1. Secado, escarificación, estratificación y almacenamiento

Después de la recolección la semilla, se limpia de impurezas y se pone a secar a sombra durante ocho a 10 días; después se guarda en frascos de cristal, latas alcohólicas o en arpillas de ixtle de tejido cerrado y se almacena en lugares secos y ventilados. Hernández (2000), recomienda que las semillas almacenadas al ambiente sean usadas dentro de los primeros cuatro meses a partir de la colecta, posteriormente el material disminuye la viabilidad. Por su corta vida, es muy probable que la semilla sea recalcitrante; esto se puede sustentar al realizar pruebas de germinación con semillas de esta especie en este trabajo de tesis, pues en semillas almacenadas durante un año, el porcentaje de germinación fue de 5% (obs. pers, 2005). En la región de la Huasteca los productores almacenan las semillas en costales de ixtle, en lugares secos o sobre un tapanco arriba del fogón.

Es indispensable que se le realice la escarificación a las semillas, y no sólo para favorecer la germinación, pues en condiciones ambientales de humedad alta, proliferan hongos como *Fusarium* sp en el pericarpio (Arriga, 1994). Para ello es importante que la semilla sea beneficiada con talladores o lijas gruesas, ya que el pericarpio y tegumento son difíciles de remover, pero hay que tener cuidado de no dañar al hilio (Figura 26 C).

Las semillas son ortodoxas, este tipo de semillas pueden almacenarse con contenidos de humedad de 6 a 7 % y temperaturas $\leq 0^{\circ}\text{C}$; tales condiciones permiten mantener la viabilidad por cuatros años, para ello la semilla debe almacenarse en bolsas de plásticos selladas o en frascos de vidrios herméticamente sellados, a una temperatura de 5°C . Estas semillas presentan un período de letargo, concretamente las semillas de esta especie presentan latencia primaria (Arriaga *et al.*, 1994).

En la prueba de dormancia que se realizó en este trabajo, se encontró que semillas sometidas a frío por un período de tres y seis meses, estas semillas germinaron a los 56 días (Figura 26 F), con un porcentaje de germinación menor al 50 %. Por ello se puede decir que esta semilla presenta una dormancia fisiológica.

Es muy importante que al coleccionar semillas, se tome en cuenta el realizar un análisis fitosanitario, tanto a simple vista, como dentro de las estructuras de las semillas. En lotes de semillas coleccionadas en la región de la Huasteca Hidalguense, se encontró la presencia de un escoltido o barrenador. Este insecto puede dañar severamente la población de palma camedor no sólo de esta región, también a otras zonas productoras de *Chamaedorea elegans*; particularmente debido a que la mayoría de los viveristas en México realizan gran movilización de germoplasma.

4.2.2. Técnicas de producción de planta en vivero

4.2.2.1. Sustratos y semilleros

Cuando la siembra se realiza a raíz desnuda en el almacigo, en el suelo se forman camellones de 10 de largo o más, por 1 m de ancho y 30 cm de profundidad. Al igual las semillas se pueden sembrar directamente en camas de crecimiento. El sustrato puede variar dependiendo de la región. Hernández (2000) reporta que lo más tradicional es utilizar como sustrato tres partes de tierra cernida por una parte de materia orgánica, que puede ser cascarilla de café u otros subproductos orgánicos similares. En el vivero de la borreguera en Tierra Blanca, Veracruz, ocupan como sustratos las cascarillas de café y arroz, arena de río, tierra cernida, y bagazo de caña de azúcar para esta especie (obs. pers, 2005).

Otro de los posibles sustratos, podría ser la cascarilla de cacao. Para sustratos inertes, una mezcla 55:35:10 de turba, vermiculita y perlita, es adecuada para lograr buenas condiciones de drenaje. El sustrato de las camas de crecimiento debe constar con buen drenaje y abundante materia orgánica, para ello se remienda una mezcla de 30:30:40 de tierra fértil, arena gruesa de río y materia orgánica composteada (Anónimo, 2000).

En otra investigación Ramon (2001), evaluó los sustratos como: peat – moss (turba de musgo), agrolita, arena de río y tierra de monte. En esta investigación se probó el efecto en crecimiento aéreo y radical en *Chamaedorea elegans*, se encontró que en el peat – moss las plantas presentaron mayores promedios en las dos variables evaluadas (Figura 26 E).

La agrolita presentó el menor crecimiento aéreo, debido a que es un sustrato inerte; con respecto a la tierra, las plantas tuvieron un mayor desarrollo aéreo, por lo que la relación parte aérea/raíz fue elevada, y resultó sin diferencias estadísticamente, pero significativas con respecto al peat – moss. En este último tratamiento, las plantas presentaron menos raíces secundarias y adventicias pequeñas.

En el sustrato arena, el desarrollo aéreo resultó sin diferencias estadísticamente significativas con el peat – moss, al igual que el peso fresco y seco, y número de raíces por planta (Cuadro 8).

Cuadro 8. Promedio de crecimientos en plantas de *Chamaedorea elegans*, en cuatros sustratos y en condiciones de invernadero.

TS	LRE	Peso fresco (g)			Peso seco (g)		
		Aéreo	Radical	Total	Aéreo	Radical	Total
PM	15.880 a*	0.6662a	0.2024a	0.8687a	0.1779a	0.07105a	0.2489a
T	12.644ab	0.5993a	0.1109b	0.7102b	0.1546ab	0.0360ab	0.1906 ab
Ar	9.927 b	0.5594ab	0.1500ab	0.7096b	0.1451ab	0.04897ab	0.1941ab
Ag	14.183ab	0.4039b	0.1484ab	0.5523b	0.1121b	0.04645b	0.1585b

TS	AF cm	LRH1 cm	LRH2 cm	LRS (unidades)	RPSA/PSR
PM = peat – moss	26.441 a	7.3600 a	7.5000 a	2.500 a	2.702 b
T = Tierra	23.103 a	7.4222 a	6.355ab	1.666 b	5.3956 a
Ar = Arena	23.047	7.4364 a	6.535 ab	1.9091 ab	2.7022 b
Ag = Agrolita	15.555b	5.9083 ^a	5.1583 b	1.7500 ab	2.3767 b

TS = Tipo de sustrato, PM = Peat – moss, T =Tierra, Ar = Arena, Ag = Agrolita. * / = Valores promedios en una misma columna seguida por las mismas letras, no son estadísticamente diferente ($\alpha = 0.05$). LRE = longitud de la raíz embrionaria; AF = Área foliar; LRH1 = Longitud del caquis de la primera hoja; LRH2= Longitud del raquis de la segunda hoja; NRS = Número de raíces secundarias; RPSA/PSR = Relación peso aéreo y peso seco radicular.

Fuente: Ramón (2001).

4.2.2.2. Siembra

Cada diez centímetros se abren surcos en los que se siembra la semilla a “chorrillo”, colocando de 65 a 70 semillas por surco de un metro de largo y cubriéndolas con el sustrato. Inmediatamente después se asperjan con una solución de 40 g de manzate (Figura 26 G), maneb o diamaneb diluidos en 20 L de agua para cubrir un camellón (Hernández, 2000).

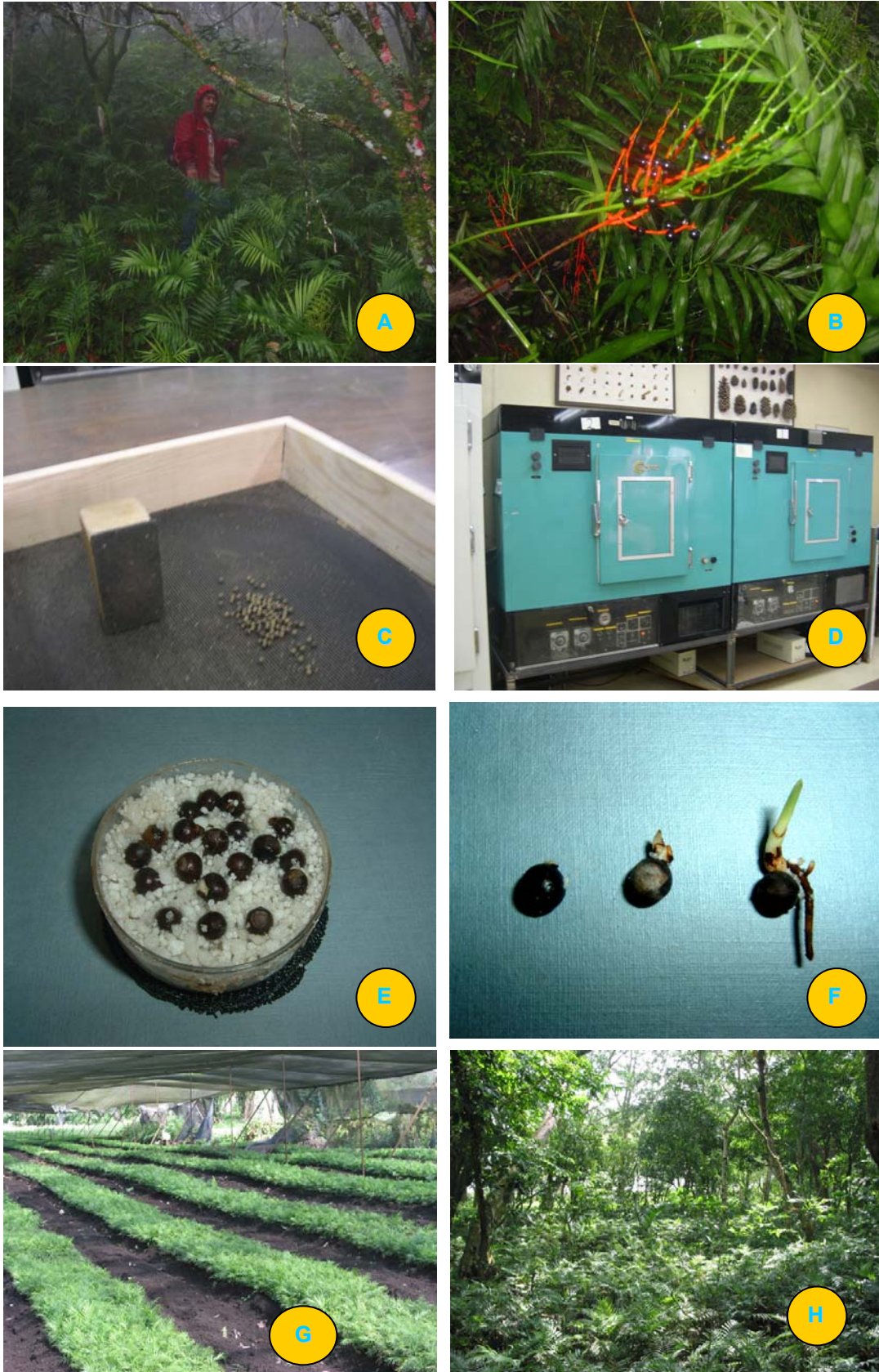


Figura 26. Fase de recolección, beneficiado, y vivero de la semilla. @ y M.

4.2.2.3. Germinación

En investigaciones realizadas en el Palmar, Veracruz, Hernández (2000), reporta que la germinación de la semilla ocurre a los 56 días después de sembrarse y emerge del suelo alrededor de los 67 días. Posteriormente a este proceso, recomienda sombrear los camellones con hojas de palma real, palmilla o malla sombra de 50 a 60%, colocadas a 1.60 m de altura (Figura 26); al igual sugiere mantener los viveros libres de hierbas, con humedad suficiente y constante, y realizar inspecciones fitosanitarias, con la finalidad de prevenir daños por plagas.

4.2.2.4. Manejo de la planta en vivero

4.2.2.4.1. Transplante a bolsa

Esta actividad se realiza cuando la planta ha alcanzado un porte de cinco a ocho centímetros. Se recomienda que las dimensiones del envase sean de 15 cm de ancho y 25 cm de largo. El transplante definitivo se recomienda, cuando la planta tiene una altura de 20 cm, lo cual puede garantizar un 95% de sobrevivencia. Otros de las dimensiones de bolsa de polietileno sugeridas para esta especie son: 10 x 20 "o" 13 x 20 cm; contenedores de 80 a 180 ml (Anónimo, 2000).

4.2.2.4.2. Planta a raíz desnuda

Esta técnica cuando se realiza adecuadamente puede garantizar un 90 % de sobrevivencia. La época más benévola es al inicio de las lluvias y durante éstas. También en este período se pueden realizar las reposiciones de las plantas que no lleguen a sobrevivir. Una de las ventajas de esta técnica es que abarata los costo de establecimiento y transporte de las plantas (Hernández, 2000; Anónimo, 2000).

Una camioneta pick-up puede transportar 40,000 plántulas a raíz desnuda por viaje, mientras que un camión torton transporta un promedio de 15,000 plantas en bolsa. Durante esta actividad se sugiere que a las plantas se les cubran la parte radical con papel periódico húmedo, y que sean puestas en rejas de madera o en cajas de cartón (Hernández, 2000).

Si la actividad de transplante no se realiza en el mismo día o hasta tres más, se sugiere hidratar las plantas sumergiendo las raíces en agua durante dos minutos.

4.2.2.5. Establecimiento y manejo de plantaciones

4.2.2.5.1. Selección del terreno

Una de las actividades previas al establecimiento de la plantación, es la elección del área. Hernández (2000), refiere que los sitios más apropiados son: relictos de selvas o acahuales mayores de 12 años o en asociación con cultivos perennes arbóreos como cafetales, hule, cacao, palma de aceite o cítricos, donde la altura de las copas lo permita, conformando agroforestales.

4.2.2.5.2. Preparación del terreno

En la preparación del área a plantar, se sugiere realizar una limpia, eliminando especies herbáceas o arbustivas indeseables, y sólo dejar en pie los árboles que vayan a proporcionar el servicio de sombra, pues de ello dependerá el vigor y la coloración de las hojas. Con respecto a la cepa, se recomienda que sea de dimensiones iguales a 30 x 30 x 30 cm; ésta puede ser abierta con una coa o cavahoyos. Si en el suelo abunda materia orgánica ("humus"), es recomendable colocar este material en el fondo de las cepas (Hernández, 2000; Holde, 1992).

4.2.2.5.3. Espaciamiento

En una investigación realizada por Hernández (2000), en una asociación *Hevea brasiliensis* con *Chamaedorea elegans*, tal autor encontró que la distancia más apropiada es de 75 x 75 cm; este espaciamiento induce a un mayor porte en las plantas, al igual que mayor grosor y número de hojas producidas al llegar el primer corte. Para el establecimiento de plantaciones intensivas, la densidad de siembra utilizada varía de 30,000 a 120,000 planta/ha, dependiendo de las características del suelo (2000).

4.2.2.5.4. Control de malezas

Si el terreno presenta problemas de maleza se recomienda realizar deshierbes manuales o mecánicos dependiendo de las condiciones del terreno. Si éste presenta pendiente mayores a 12 % para evitar la erosión del suelo se recomienda, remover la vegetación solamente en los sitios donde sembrarán las plantas, en franjas o alrededor de las cepas (Arriaga, 1994).

4.2.2.5.5. Fertilización

Es una de las pocas actividades que se le realiza al cultivo. Sólo existe información generado por investigación (Pérez *et al.*, 1999). En un estudio realizado en Comalcalco, Cunduacan y Huilmanguillo, Tabasco, se sugiere una dosis 2 g/planta de fertilizante 46 – 46 – 00 (Badawy *et al.*, 1987).

4.2.2.5.6. Regulación de la sombra

Cuando la plantación se realiza en campo, es indispensable que se regule la sombra mediante la poda de algunas ramas de los árboles que forman el dosel superior, ya que la cantidad luz recibida demerita la calidad del follaje, y se ha observado que una elevada incidencia de radiación solar produce un amarillamiento, si bien con muy poca luz el desarrollo es raquítico (Hernández, 2000). Para cubrir claros de luz en cultivo, es recomendable establecer especies de rápido crecimiento como, *Gmelina arborea* Roxb u otros, que suplan la función.

4.2.2.5.7. Control de plagas y enfermedades

4.2.2.5.7.1. Plagas

Tanto en vivero como en plantaciones, las principales plagas de la palma camedor son: araña roja, pulgones, mosquita blanca, hormiga arriera y roedores. La araña roja es la plaga más peligrosa en cultivo; el daño consiste en amarillamiento de la hoja, la cual posteriormente se torna a color café hasta llegar a secarse y puede confundirse con otros síntomas originados por deficiencias de nutrimentos o problemas de virosis, por lo que es necesario hacer observaciones minuciosas en los viveros y plantaciones (Hernández, 2000). Para su control se recomiendan los siguientes productos y dosis (Cuadro 9).

Cuadro 9. Insecticidas comerciales para el control de plagas.

Plagas	Producto	Dosis
<i>Tetranychus urticae</i> koch ¹	Rogor, Metasystos COMPO Triple Acción Propiedad: piretrinas 0.03 %, Butóxido de piperonilo 0.23%, Dicofol 0.09%, mancozeb 0.2 %	0.5 L/ ha* Aplicar mediante pulverizaciones de 2-3 segundos a unos 40- 50 cm.
<i>Aphidius sp</i> ²	Paration CE – 50 COMPO – perfektion Composición Dimetoato COMPO Triple Acción	0.5 L/ ha* 1.5 mL/L “ “
<i>Bemisia tabaci</i> Genn ³	Diazinón CE – 60 COMPO Doble Acción. Composición Pyridaben al 20 %. COMPO Triple Acción	0.5 L/ ha* En blisters de 4 ampollas (1 ampolla para 1 litro de agua). “ “
<i>Atta sp</i> ⁴	Diazinón P – 2	30 g/ hormiguero
Roedores ⁵	Cebos envenenados	40 g/madriguera

Araña roja¹, pulgones², Mosquita blanca³, Hormiga arriera⁴, Roedores⁵.

Fuente: Hernández (2000), * Diluido en 200 litros agua.

4.2.2.5.7.2. Enfermedades

En la fase de vivero la principal enfermedad es la chupadera; causada por: *Fusarium* sp, *Phytophthora palmivora*, *Helminthosporium* spp, *Pythium* sp y *Rhizoctnia* sp; consiste en la pudrición del cuello o parte inmediata al suelo. Puede controlarse con 40 g de manzate, maneb o diamaneb en 20 L de agua. Para cubrir un semillero de 10 metros de largo por un metro de ancho, deberá aplicar estos productos durante los tres primeros meses cada ocho días (Anónimo, 2000; Hernández, 2000).

En las plantaciones, la enfermedad mas común es la viruela negra Hernández (2000), causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporoides*, y la mancha de la hoja, causada por el hongo *Phytophthora palmivora*. En México, la enfermedad más común es *C. gloeosporoides*, que suele presentarse principalmente durante las épocas con mayores temperaturas y humedad, específicamente en los meses de junio a septiembre; forma manchas oscuras sobre las hojas, lo cual demerita la calidad del follaje para su comercialización. Para su control se recomienda captán en dosis de 1.5 kg/200L/ha; la aspersion debe realizarse cada 8 o 15 días. En un trabajo de investigación sobre etiología y pruebas de patogenicidad de los hongos que causan enfermedades foliares en palma camedor en el estado de Veracruz Rivera (2005), determinó la presencia de *Colletotrichum gloeosporoides* y *Pestalotiopsis* sp (Figura 27 A, B, C, y D).

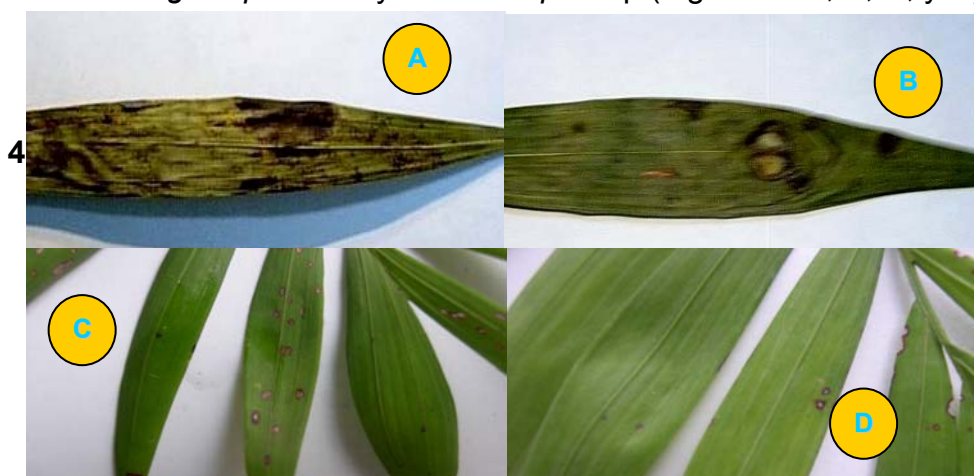


Figura 27. Manchas foliares y síntomas de *C. gloeosporoides*.^R

4.2.2.5.8. Cosecha

4.2.2.5.8.1. Estándares en el follaje y ciclo de corte

Bajo un manejo adecuado a las plantaciones, en un período de dos y medio a tres años, las hojas alcanzan los tamaños comerciales, que son de 32 a 40 cm en porte pequeño y en 40 a 60 cm tamaño grande. Las hojas no deben cortarse muy pegadas al tallo, ya que ello deja sin soporte al nuevo brote. El número de hojas por planta varía de 10 a 15. El ciclo de corte es de tres meses, extrayendo tres hojas por planta, con lo cual se realizan cuatro cortes por año (CCA, 2002).

El período útil de las plantaciones es 10 años; posteriormente la producción y calidad tienden a declinar paulatinamente, lo cual hace no rentable al cultivo (Hernández, 2000). Se sugiere no cortar el total de las hojas presentes, ya que como consecuencia inmediata se retrasaría la emisión de nuevos brotes foliares, y con ello los ciclos de corte, afectando de este modo la producción.

4.2.2.5.8.2. Poscosecha

La herramienta que se emplea al realizar el corte de las hojas son las tijeras de podar, el corte se inicia con las hojas de las partes más bajas; previo ello se realiza una selección con la finalidad de cortar un material uniforme al requerido o demandado, además en esta etapa se desecha el follaje dañado que pueda demeritar la calidad, por ejemplo hojas manchadas o perforadas y tamaño; posteriormente se forman gruesas de 144 hojas. En esta presentación la hoja es recibida por los comparadores locales “intermediarios o coyotes” y centros de acopio en donde se seleccionan minuciosamente en tamaño y calidad haciéndose manojos con un número de hoja, de acuerdo a lo solicitado por las empresas compradoras, y enviándose al mercado nacional e internacional (Hernández, 2000; CCA, 2002).

4.2.2.5.8.2.1. Empaque

En esta etapa de la comercialización, es indispensable la selección del follaje, en la cual posteriormente el material es colocado en cajas de cartón, colocándose de 25 a 30 manojos de acuerdo a los tamaños comerciales: Jumbo, jade, esmeralda, gigante, Maya, Tapeç y Teepee, nomenclaturas y estándares determinados por las empresas comercializadoras como Flor de Catemaco y Continental Greens (Figura 28 A, B y C). Una vez que las cajas son selladas herméticamente, pasan a cámara de refrigeración, donde permanecerán hasta el momento de ser transportadas a su lugar de envío (CCA, 2002; Hernández, 2000).

4.2.2.5.7.8.2. Comercialización

La demanda mundial de flores cortadas ha venido creciendo en alrededor de 6 a 9 % anual. El valor del comercio de planta en maceta fue en 1990 de \$US 14.2 miles de millones, 21 % mayor que en 1985, y se tenía previsto que aumentara de \$20 a \$23 miles de millones en 2000 (Figura 28 D) (De Groot, 1998; CCA, 2002).

Es difícil establecer tendencias generales del comportamiento de la producción y los precios de la palma camedor, debido a las deficiencias en los registros sobre los aprovechamientos otorgados para la explotación de la palma en México, sin contar la parte que se da fuera del marco legal, lo cual dificulta la contabilidad para una estimación exhaustiva de los volúmenes de producción y comercialización (CCA, 2002).

La comercialización del follaje de la palma camedor se da en flujo; el productor o recolector entrega a un comprador local o centro de acopio, y éste a su vez pasa el producto a un comprador regional, el cual transporta el producto al centro de acopio de comercio regional Flor de Catemaco o Continental Greens (CCA, 2002), quienes canalizan el producto a los mercados mayoristas de México y el extranjero (Figuras 28 E y F).



A



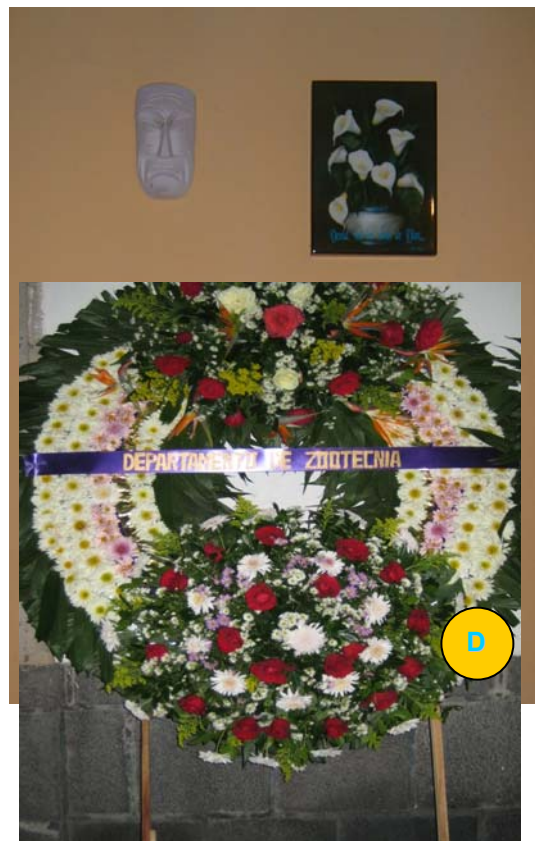
B



E



C



D

Figura 28. Embalaje y comercialización de *Chamaedorea elegans*.^{M, @}

Con base en los permisos de aprovechamiento otorgados por el Departamento de Aprovechamiento Forestal No Maderable de la SEMARNAT, la producción por estado es muy variable; las entidades con mayores volúmenes de producción son: Veracruz, Chiapas y Tamaulipas. En los últimos años estos tres estados han generado más de 500 toneladas. Para el caso de Campeche y Tabasco, su producción se vio mermada en 1994 -1995, pues no se les otorgó permiso de aprovechamiento, y lo mismo sucedió al estado de Hidalgo en el período 1997 a 1998 (Cuadro 10).

Debido a estas cuestiones relacionadas con los permisos de aprovechamiento por la SEMARNAT, los volúmenes de producción han variado en las ocho regiones productoras de palma camedor. A pesar de ello, la producción ha ido creciendo de 1, 500 toneladas en 1994, a 2000 toneladas en 1999. Con respecto al precio, éste también ha ido a la alza, pasado en promedio de \$2,574 por tonelada en 1994, a \$7,360 por tonelada hacia 1999. Esto ha significado una derrama económica acumulada de alrededor de 20 millones de peso en el año 1999 (Cuadro 10).

Los precios varían con la especie, región, época, y demanda del producto por acopiadores locales y regionales. De manera general, a los productores se les pagan entre \$12 y \$15 pesos la gruesa de 144 hojas (Cuadro 11). Sólo en los centros de acopio regionales manejan un sobreprecio de \$2 o \$3, con el compromiso de que, una vez concertada la fecha para recoger el producto por parte del comprador, los centros asumen todos los riesgos (CCA, 2002).

En el mercado nacional, los mayoristas son los que manejan los precios, que van de \$30 a \$35 por gruesa; el precio al consumidor final varía entre \$10 y \$15 la docena. El precio en el mercado internacional es variable, ya que fluctúa desde US\$ 3.00 a US\$3.50 por 25 tallos al mayoreo, en EE.UU. (Figura 28).

Cuadro 10. Producción de hoja de palma camedor en México 1959 a 2003. Y precios del follaje de 1994 a 1999.

Estado	Año	Producción(t)	Precio (\$/t)	Derrama Económica (\$)
Campeche	1959 -1986	1,330.500	-	-
	1994	0.00	0.00	-
	1995	0.00	0.00	-
Chiapas	1959 -1986	21,153.490	-	-
	1980	500	-	-
	1981	911	-	-
	1982	682	-	-
	1983	295	-	-
	1984	377	-	-
	1985	975	-	-
	1986	1,315	-	-
	1987	1,598	-	-
	1988	1,090	-	-
	1999	619	-	-
	1990	596	-	-
	1991	180	-	-
	1992	244	-	-
	1993	194	-	-
	1994	407	1,405.78	572,152.46
	1995	68	522.00	35,496.00
	1996	435	1,088.00	473,280.00
	1997	1052	4,500.00	4,734,000.0
	1998	515	5,500.00	2,832,500.00
	1999	500	5,500.00	2,750,000.00
	2003	200	-	-
Hidalgo	1959 -1986	227.800	-	-
	1994	114.7	1,649.34	189,178.30
	1995	170	4,008.15	681,385.50
	1996	30	11,067.04	332,011.20
	1997	0.00	4,000.00	-
	1999	0.00	0.00	-
Oaxaca	1959 -1986	4,949.268	-	-
	1994	90	2,927.62	263,485.80
	1995	148	4,030.78	596,555.44
	1996	42	6,907.89	290,131.38
	1997	146	3,250.00	474,500.00
	1998	182	4,000.00	728,000.00
	1999	108	6,310.00	681,480.00
San Luis Potosí	1959 -1986	757.744	-	-
	1994	437	1,148.46	501,877.02
	1995	254	4,480.56	1,138,062.24
	1996	150	50,301.91	7,545,286.50
	1997	478	10,500.00	5,019,000.00
	1998	150	8,000.00	1,200,000.00
	1999	359	8,250.00	2,961,750.00

Continúa...

Cuadro 10. Continuación.

Estado	Año	Producción(t)	Precio (\$/t)	Derrama Económica (\$)
Tabasco	1959 -1986	3,215.855	-	-
	1994	0	0.00	-
	1996	17	1,087.00	18,479.00
	1997	36	4,500.00	162,000.00
	1998	40	5,715.00	228,600.00
	1999	31	8,000.00	248,000.00
	1959 -1986	7,357.774	-	-
Tamaulipas	1994	432.5	969.36	419,248.20
	1995	807	4,182.31	3,375,124.17
	1996	633	9,005.44	5,700,443.52
	1997	574	4,300.00	2,468,200.00
	1998	578	4,300.00	2,485,400.00
	1999	596	5,000.00	2,980,000.00
	1959 -1986	7,357.774	-	-
Veracruz	1970	6	-	-
	1980	228	-	-
	1989	960	-	-
	1959 -1986	4,437.012	-	-
	1994	12.9	7,346.95	94,775.66
	1995	150	2,990.43	448,564.50
	1996	598	1,383.07	827,075.86
	1997	610	6,500.00	3,965,000.00
	1998	800	6,500.00	5,200,000.00
	1999	872	11,100.00	9,679,200.00
	2000	1907.4	-	-
	2001	2403.5	-	-

Fuente: Departamento de Aprovechamiento No Maderable, SEMARNAT (20001 y 2003). SARH, Delegación Forestal en Chiapas (1980 a 1993). Anuario Estadístico del Estado de Veracruz (2001 y 2002).

Cuadro 11. Precio promedio de los agentes de comercialización en México 2001.

Agente	Precio (\$/gruesa)
Productor/Recolector	12.00
Acopio local	14.00
Acopio Regional	16.00
Mayorista en México	30.00
Minorista en México o mayorista en EU	180.00

Fuente: CCA (2001).

Los márgenes de comercialización para cada uno de los agentes de la cadena comercial se incrementan a mayores niveles, pero la cuota recibida por el colector – productor es de sólo 7% del precio final.

En un estudio de comercialización de la palma camedor *Chamaedorea quezalteca* Mart, Lázaro (2004) determinó que, los márgenes absolutos totales fueron de \$47.4 por paquete, y que esta representa un 34.4 % del precio al mayorista de destino.

Los márgenes absolutos de comercialización de la bodega y del mayorista de origen son de \$14 y \$23.4 respectivamente, lo que indica que el mayorista de origen se lleva la mayor parte los ingresos en comercialización (Cuadro 12).

Cuadro 12. Precios y márgenes de comercialización para un paquete de palma camedor en Chiapas, 2003.

Agentes	Precio (\$/paquete)	Margen absoluto (\$/paquete)	Margen relativo (%)
Precio al productor	90.00	10.00	7.27
Precio de entrega a la bodega	100.00	14.00	10.19
Precio de salida a la bodega	114.00	23.40	17.03
Precio al mayorista de destino	137.40		
Total		47.40	34.49

Fuente: Lázaro (2004).

En este estudio también se determinó el índice nacional de precios al productor agrícola (INPP), año base 1994 y, con el precio nominal, se calculó el precio real (Pr), el cual ayuda a conocer en realidad cuánto se le está pagando al productor (Cuadro 13).

Cuadro 13. Índice de precio al productor y precio nominal de palma camedor.

Año seleccionado	1993	2003	Pr 1993	Pr 2003
INPP – 1994	\$95.23	\$374.85	\$23.62	\$24.00
Precio nominal	\$22.50	\$90.		

Pr = precio real. Fuente: (Banco de México, 2003; Lázaro, 2004).

Para este estudio, el precio real (Pr) se calculó dividiendo el precio nominal entre el INPP, y multiplicando por cien. Esto se realizó para los años 1993 y 2003. En términos reales no hay cambio, por lo que el ingreso real es mínimo ($\$24 - \$23.62 = \$0.38/\text{paquete}$).

La semilla de palma camedor toma la misma ruta comercial que el follaje, aunque este aprovechamiento es en menor escala, debido a que no se aprovecha en todas las regiones. El mayor comprador es Estados Unidos, aunque no existen registros detallados de los volúmenes exportados, pero se sabe con certeza que proviene de la región de la Huasteca, siendo el principal productor en México. La semilla sigue el mismo patrón que los precios estacionales, es decir, comienza vendiéndose en alrededor de \$40 a \$50 el kilogramo, en septiembre, y comienza a bajar en octubre, principal época de maduración, llegando a valer en algunas hasta \$6/kg (Cuadro 14).

La comercialización de la semilla en los últimos años ha implicado montos de alrededor de \$13, 000, 000 entre 1995 a 1998, sólo en San Luis Potosí.

Cuadro 14. Evolución de la producción y precios de la semilla de palma camedor en México 1994 – 1999.

Estado	Año	Producción (ton)	Precio (\$/ton)	Derrama económica (\$)
Hidalgo	1994	50	6,597.36	329,868.00
	1994	166	3,828.21	635,482.86
San Luis	1995	103	21,856.40	2,251,209.20
Potosí	1996	49	167,673.04	8,215,978.96
	1997	113	17,000.00	1,921,000.00
	1998	3	15,000.00	45,000.00
	1999	0	-	-

Fuente: CCA (2001).

En una investigación realizada por Musálem (2005), sobre el análisis y conducta en la estructura de la cadena de la fuente de follajes tropicales, se determinó que para *Chamaedorea*, la comercialización está basada en seis mercados, y ésta a su vez, proviene o se destina a siete flujos, pero sin tomar en cuenta la comercialización en nuestro país (Figura 29). Este canal de comercialización fue caracterizado para las regiones productoras de Veracruz y Oaxaca.

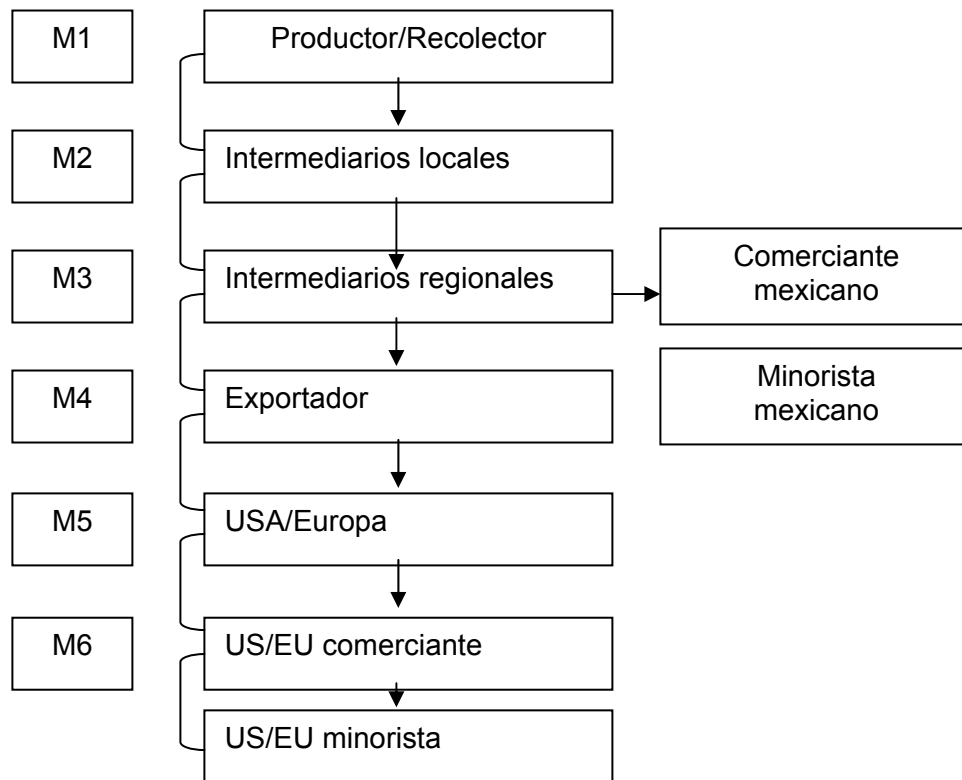


Figura 29. Esquema de la cadena suplementaria de follajes tropicales en México (Musalem, 2005).

4.2.2.5.9. Usos

Por su megadiversidad de usos, *Chamaedorea elegans* posee una abertura en los ámbitos de la: floricultura, horticultura, artesanal, ceremonial, construcción, alimenticio, investigación, medicinal y tinción. Otros de sus posibles usos que se le podría dar serían, por sus propiedades oleaginosas, para la elaboración de aceites finos para equipos como microscopios, elaboración de jabones o en la fijación de fragancias e inclusive en la industria del cosmético (Figura 30 A, B, C, D, E, F, G, y H).

4.2.2.5.9.1. Uso ornamental

Por su majestuosidad y elegancia, a *Chamaedorea elegans* se le considera una especie ornamental; esto y muchas de sus cualidades la han llevado a muchos rincones del mundo. Esta especie es utilizada como espécimen vivo, en arreglos florales en todas sus variantes, elaboración de arreglos florales y coronas, para ceremonias como bodas o funerales. En los lugares donde le aprecia exhibida es: las habitaciones, jardines, oficinas, restaurantes, fruterías, panaderías, marisquerías, súper mercados, tiendas de autoservicios, puestos de lácteos y embutidos y recintos religiosos (Figura 30 C y D). Por ser una especie perenne y frondosa, podría ser utilizada como seto vivo en la arquitectura del paisaje para lugares tropicales. Para las regiones como Florida, Texas y California la (CCA, 2002) la sugiere como especie con gran potencial.

Son varias las características que hacen atractivas al follaje de la palma camedor. Entre las que más destacan están la firmeza, lo que le ayuda al arreglo floral, como de respaldo y de despliegue; otras cualidades son que tiene una vida de anaquel larga, de dos a tres semanas, y una versatilidad buena, donde es posible podar las frondas y remover las pintas sin afectar su apariencia natural. Por estas cualidades los diseñadores florales (CCA, 2002).



Figura 30. Demanda y comercialización de palma camedor. @, M, yA.

4.2.2.5.9.2. Uso artesanal

Por la flexibilidad de las hojas de esta especie, es muy fácil elaborar pequeños cestos para la cocina o la decoración. También sirve en la elaboración de cruces y pequeñas figuras de decoración, como nacimientos. Para la región de Chiapas, Lázaro (2004) reporta que *Chamaedorea oblongata* Mart o *Chamaedorea lunata* son utilizadas en la elaboración de canastos. Es muy posible que también se emplee en *Chamaedorea elegans*, pero esto no está documentado aparentemente. La Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte (CCA, 2002) reporta que en nuestro país también *Chamaedorea elatior* Mart, es usada en la confección de canastas.

En una investigación realizada por (Caballero *et al.*, 1978) se encontró que *Chamaedorea oblongata* Mart y *Chamaedorea tepejilote* tienen uso doméstico que comprenden la utilización de la raíz para la elaboración de materiales de empleo común en la casa, para la cocina y el aseo en general.

4.2.2.5.9.3 Uso ceremonial

Esta planta tiene una cosmovisión religiosa, ya que es muy apreciada en festividades o rituales, por ejemplo en los días de muertos, en donde se decoran los retablos y arcos de los altares, o en combinación con arreglos florales, al igual en decoración de coronas con flores vivas. En las iglesias se emplea para adornar los atrios, y pasillos dentro de este recinto. Unas de las fechas donde la oferta tiene gran apogeo es durante las festividades de la pascua y el domingo de ramos (CCA, 2002).

4.2.2.5.9.4. Uso en construcción

En un trabajo de investigación sobre *Chamaedorea quezalteca* Standley & Steyermark, en Chiapas (Lázaro, 2004), se reporta que uno de múltiples usos es la construcción de cercas y fabricación de utensilios; por ello no se descarta que *Chamaedorea elegans* tenga este uso, aunque posiblemente de forma local.

4.2.2.5.9.5. Uso alimenticio

En investigaciones realizadas por Santiago (1996), para la Sierra de Zongolica, Veracruz, la inflorescencia de la palma *Chamaedorea tepejilote* es uno de los componente de la dieta alimenticia para muchas de las comunidades marginadas de esta región; esta parte de la planta es consumida en combinación con salsas, huevo, frijoles y carne de cerdo. Otros de los platillos típicos es el “capeado”, donde los ingredientes son: inflorescencia, huevo, harina, queso de canasto, sal y cebolla. Para la Región de Chiapas, Lázaro (2004) reporta que tanto *Chamaedorea tepejilote* como *Chamaedorea oreophila* Mart tienen usos alimenticios. La CCA (2002), afirman que el tallo de *Chamaedorea woodsoniana* LH Bailey es consumido como palmito desde hace mucho tiempo en México.

En el occidente de Guatemala se comercializan las inflorescencias estaminadas y con ello se elaboran un platillo llamado “bojon” que es elaborado con estambres jóvenes, y algunas veces yemas foliares. Este uso también se da entre los lacandones en Chiapas, Chinantecos en Oaxaca y totonaca en Veracruz (Standley y Steyermark, 1958). En experiencias personales, por recorridos de campo en Veracruz, se ha apreciado que la inflorescencia es consumida azada donde, posteriormente al cocimiento se le adiciona sal y limón, previo ello se selecciona que la inflorescencia no haya salido de la vaina, con la finalidad de que no tenga propiedades astringentes. Unos de los potenciales que se le podría dar en la agroindustria a la inflorescencia *Chamaedorea elegans*, sería el procesado como “palmito”.

4.2.2.5.9.6. Uso medicinal

En la región de Zongolica, Veracruz, los meristemas de *Chamaedorea tepejilote* son utilizados como antídoto para picaduras de alacrán, arañas y mordedura de víbora. Para ello se prepara un té con estas estructuras (Santiago, 1996).

4.2.2.5.9.7. Uso industrial en la tinción

Uno de los campos potenciales nuevos es la industria del papel y textil; se reporta que el follaje que se exporta a Estados Unidos es empleado para tinción de billetes, es decir del dólar, pero tal uso no ha sido comprobado. Algunos trabajos de investigación como los de Musálem. (2005), descartan este uso, por faltas de fundamentos, ya que este uso es una fantasía creada por los productores y recolectores, que se especulan que el extracto o pigmentación del follaje es extraído para tal pigmentación. Unas de sus razones es que, si este uso fuera cierto, se necesitaría cuantiosas toneladas de follaje. Si se investigara que el follaje de esta especie posee propiedades en la pigmentación, uno de los posibles usos que se le podría dar sería para la tinción de fibras naturales como el algodón, lana, y fibras de *Agave* sp y de *Opuntia* sp. Pero este uso estaría regulado para los trabajos artesanales, y con permiso de aprovechamiento, con la finalidad de asegurarse que la materia prima el follaje provenga de plantaciones y no de extracción.

4.2.2.5.9.7.1. Otros posibles usos

Otros de los usos que podría ofrecer esta especie en la industria, es en la elaboración de jabón y harina, con base en la semilla. Pero tal comercialización debería ser, muy inspeccionada, de forma que se asegure que el material provenga de plantaciones, con la finalidad de regular su aprovechamiento sostenible.

4.2.2.5.9.10. Investigación

En la investigación se ha desarrollado tópicos: botánicos, ecológicos, agronómicos, etnobotánicos, socioeconómicos y actualmente agroforestales. Con respecto a los botánicos, se tienen especímenes en los Jardines botánicos como en Xalapa, Veracruz, y además ejemplares de herbarios con fines de docencia e investigación. Existe escasez de investigaciones en el aspecto de la medicina y agroindustria, por ello es importante enfocar investigación en estas áreas, al igual en la agroforestería, para dar alternativas de manejo a los productores que poseen este recurso.

En trabajos de investigación sobre comercialización y aspectos agronómicos, falta generar más información sobre cuantificación del número de hectáreas establecidas por identidad federativa. Con lo que se cuenta únicamente es con datos sobre volumen de producción, pero actualmente esta información está muy escueta, ya que hay años que no se tiene reportada, y al igual hay estados productores.

En la restauración forestal, es una especie importante, ya que tanto como especies vegetales como animales están asociadas con *Chamaedorea elegans*. Por ello es importante realizar trabajos de restauración de áreas degradadas o deforestadas con especies autóctonas, con la finalidad de manejar y conservar la vegetación natural del sitio, para la preservación del germoplasma (Figura 31 A, B, C, D, E, F, G, y H).

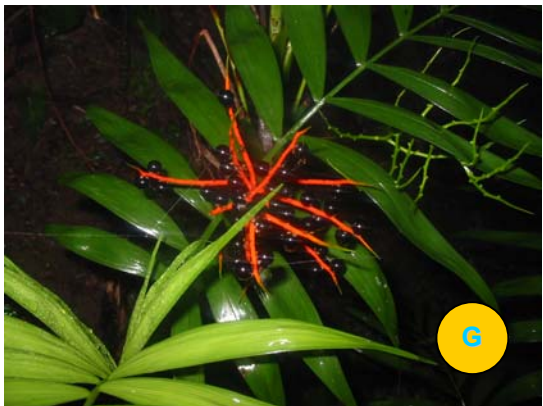


Figura 31. *Chamaedorea elegans* como planta de usos múltiples. ©, M, A.

5. SISTEMAS AGROFORESTALES EN MÉXICO

5.1. Región de la Huasteca Hidalguense y Potosina

La palma camedor, es uno de los recursos forestales no maderables con gran potencial, no sólo para las comunidades de la Huasteca. En la región de Hidalgo, específicamente en los municipios de Tlanchinol, San Felipe Orizatlán, Huejoltla, y las regiones de San Luis Potosí en Tamasuchales y Ciudad Valles, este componente agroforestal tienen un gran impacto en la economía, debido a la demanda que tiene el follaje de la palma camedor, aunado a que este cultivo está ayudando en la diversificación de sus productos, ante los bajos precios que prevalecen en los cultivos o productos de los naranjales y cafetales. En muchas de estas comunidades, la palma camedor, está sustituyendo al cultivo principal, y a esta especie se le asocian muchas otras, debido a que la palma camedor es muy tolerante a la sombra, posee una simbiosis con algunas de las especies con las que se le asocia, por ejemplo: chalahuite (*Inga* sp), pioche (*Melia azederach* A), cedro rojo (*Cedrela odorata* L), palo de rosa (*Tabebuia rosea* (Bertol) DC), aguacate (*Persea americana* Mill), tepózan (*Buddleia cordata* HBK), mango (*Mangifera indica* L), naranjo (*Citrus* sp), y guarumbo (*Cecropia obtusifolia* Bertol). Entre los cultivos secundarios están: café (*Coffea arabica* L), yuca (*Manihot sculenta* Crantz), plátano (*Musa* sp), nopal (*Opuntia spp*), y palma tepejilote (*Chamaedorea tepejilote* Liebm). Estas especies conforman el estrato arbustivo dentro del sistema, pero estas especies no tienen ningún arreglo topológico (obs. pers, 2005).

En el estrato herbáceo hay una gran optimización, debido a que este es aprovechado por cultivos como: chayote (*Sechium edule* Sw), piña (*Ananas sativus* (Lindl) Schult), calabaza (*Cucurbita pepo* L), barbasco (*Dioscorea compositae*), y chiltepin (*Capsicum frutescens* L). Este último tiene una gran demanda, ya que los precios son muy altos. Para esta región hay un gran potencial para especies ornamentales, entre ellas se aprecian las orquídeas (*Vainilla planifolia* Andr), bromelias (*Bromelia* sp), hojas elegantes o mafafa (*Xanthosoma* sp), helechos (*Nephrolepis* sp) y pureza una especie nativa que

tiene una gran significancia cultural y podría tener un gran potencial para la región y como especie de ornato. En una parcela de la comunidad de Tlanchinol, Hidalgo se encontraron más de 25 especies asociadas a *Chamaedorea elegans*, lo cual sustenta el potencial de estos sistemas tradicionales (Figuras 32 A, B, C, y D). Parte de las ventajas de este cultivo, en esta región, es que está diversificando a los productores a hacia una agricultura sostenible, donde se aprovecha y se conservan los recursos no solamente vegetales, también especies animales, como pequeños mamíferos, aves e insectos, debido a que representan refugio para muchas de las especies animales (obs. pers, 2005).

Para esta región es óptima, ya que el relieve es en lomeríos muy pronunciados, donde la pendiente sobre pasa el 100%, lo que combinado con las altas precipitaciones se ha observado que se produce una fuerte erosión cuando el suelo esta descubierto particularmente.



Figura 32. *Chamaedorea elegans*, *Citrus* sp y *Coffea arabica*.[©]

5.2. Sistema agroforestal Región Centro Veracruz

En la región centro de Veracruz, específicamente en el municipio de Tezonapan, en el campo Experimental el Palmar, el centro de investigación INIFAP está desarrollando una tecnología agrosilvícola donde los dos principales componente son el árbol de hule y *Chamaedorea elegans* (Figura 33 A, B, C, y D). Esto es una de las alternativas para los productores de ambos cultivos, específicamente para las regiones del Papalopan, Veracruz y productores de Tuxtepec, Oaxaca. Esta tecnología aun está como parcela demostrativa, por el poco tiempo de establecimiento del componente palma, además que la superficie del área es menor a una hectárea. En la actualidad solo se tiene la combinación de estos dos componentes, pero existe la colección de otras especies de *Chamaedorea*, como las especies ornamentales, que tienen un gran potencial, además de gran prioridad para la conservación y manejo de los ejemplares, debido a que la mayoría se encuentra en las normas oficiales con algún estatus (obs. pers, 2005).



Figura 33. Hevea brasiliensis Willd y Chamaedorea elegans.^A

5.3. Región de los Tuxtlas en Catemaco, Veracruz

Por la megadiversidad que posee esta región, *Chamaedorea elegans* es una de las tantas especies que se desarrollan de manera natural, lo cual es uno de los RFNM, que se está aprovechando de las zonas silvestres, aunque los productores ya tienen la tendencia del manejo de este componente, uno de los ejemplos más exitosos es un productor de Flor de Catemaco (obs. pers, 2005; CCA, 2002). Este productor empresario ha analizado la demanda que tiene la palma camedor en el extranjero y en nuestro país, y lo ha llevado a realizar plantaciones intensivas en áreas de acahuales y plantaciones puras (Figuras 34 A, B, y C).



Figura 34. Sistema agroforestal *Chamaedorea elegans*.^M

En la actualidad la empresa Flor de Catemaco exporta follaje de palma camedor a países como: Estados Unidos, Francia, Alemania y Japón. *Chamaedorea elegans* es una especie que tiene gran futuro para los sistemas agroforestales. En la región a esta palma se encuentra asociada con especies maderables nativas, como *Cedrela odorata* L, *Swietenia macrophylla* King, *Tabebuia rosea* (Bertol) DC y *Tabebuia donnell-smithii* Rose (Figura 35 A, B, C, D, E, F, y G).

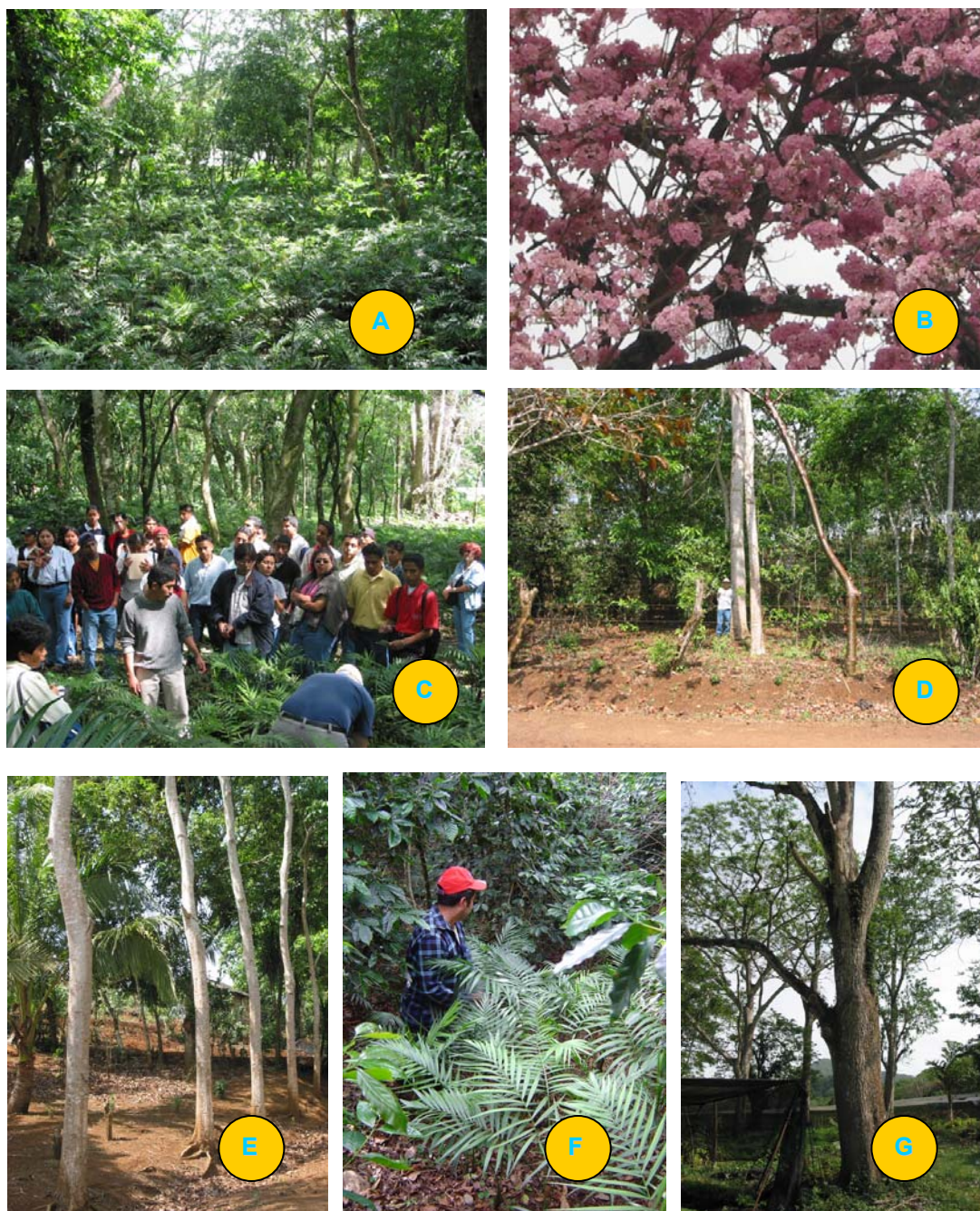


Figura 35. Palma camedor con potencial de asociación a especies nativas maderables.^M

5.4. *Chamaedorea elegans* y *Theobroma cacao* en Tabasco

En un estudio realizado por Instituto del Trópico Húmedo y el Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco, México, en noviembre de 1995 a marzo de 1996, sobre la palma camedor *Chamaedorea elegans* como una alternativa de diversificación de cultivos en esta entidad, se establecieron parcelas de validación de tecnología para la producción de follaje de palma camedor, bajo el dosel de cultivos alternativos que pudieran abastecer la sombra adecuada para el desarrollo de esta especie (Pérez *et al.*, 1999). El material experimental procedió de Veracruz, con las siguientes características (Cuadro 15).

Cuadro 15. Estado fitosanitario de las plantas ocupadas en la investigación.

Fecha de recepción	Estado fitosanitario Con presencia	Estado de desarrollo		
		Altura cm	No. de hojas	No. De raíces promedio
09/XI/95	<i>Fusarium sp</i> y <i>Alternaria sp</i>	21.43	2.4	18.5
08/XII/95	<i>Fusarium sp</i> y <i>Rhizoctonia sp</i> , <i>Alternaria sp</i>	24.56	2.5	14.6
15/XII/95	<i>Fusarium sp</i> y <i>Septoria sp</i> , <i>Alternaria sp</i>	12.00	2.2	4.6

Fuente: Pérez *et al.*, (1999).

En el análisis sobre la calidad morfológica, los dos primeros lotes presentaron un adecuado estado de desarrollo, presentado alturas mayores de 20 cm y 14 raíces por planta. El tercer lote presentó un incipiente estado de desarrollo como se puede observar (Cuadro 15). Con respecto a las condiciones del terreno, las plantas fueron establecidas es parcelas chapeadas y con regulación de sobra. La profundidad de la cepa fue de 5 a 15 cm, dependiendo del tamaño de la raíz.

Los tratamientos fueron los cultivos seleccionados, así como los municipios donde se estableció la asociación o intercalación (Cuadro 16).

Cuadro 16. Cultivos asociados y arreglos topológicos.

Municipio	Cultivos asociados y número de plantaciones	Intensidad Promedio de luz (pies candela)	Distancia de siembra (m)	
			Hileras	Plantas
Huimanguillo	<i>Hevea brasiliensis</i> Willd (2)	3700 y 4200	1.0	0.5
	<i>Musa sp</i> (2)	9200 y 8500	1.0	0.5
Cunduacán	<i>Theobroma cacao</i> L (2)	3800 y 5200	0.75	0.5
Comalcalco	<i>Theobroma cacao</i> L (2)	3900 y 3500	1.0	0.5

Fuente. Pérez *et al.*, 1999.

La intensidad de luz fue muy variable en las diferentes plantaciones en que se introdujo la palma camedor, y conforme a los objetivos de esta investigación de validación, no se modificó esta variable climática.

Las condiciones de los tratamientos incluyen, también las labores culturales como transplante, fertilización, y control fitosanitario (Cuadro 17).

Cuadro 17. Labores culturales al cultivo de *Chamaedorea elegans*.

Actividad	Municipio		
	Comalcalco	Cunduacán	Huimanguillo
Transplante (Fecha)	16 /02/96	12/10/95	
		09/11/95	09/11/95
		08/12/95	16/02/96
Fertilización (Fecha y dosis)	6 - 10/03/96	5 - 10/03/96	5 -10/03/96
	2 g/planta	2 g/planta	2 g/planta
Control fitosanitario	Promy1 (2g/L)+ Agrymicin 100 (0.5 g/L) cada 15 días a partir del 6 de marzo de 1996.		

Fuente: Pérez *et al.*, 1999.

Las variables evaluadas fueron: altura de planta (AP), número de hojas (NH), y longitud de hojas (LH); fueron consideradas estas características ya que son las

mayores vinculadas con la calidad del producto que es el follaje. Estas variables se midieron a los 3 y 18 meses después del trasplante, estimando un promedio de las palmas camedor en las diferentes especies asociadas (Cuadro 18) (Pérez *et al.*, 1999).

Cuadro 18. Crecimiento promedio de *Chamaedorea elegans*, asociados con especies diferentes, a los 3 y 18 meses después del trasplante.

Cultivo asociado	AP		LH		NH	
	3 mddt	18 mddt	3 mddt	18 mddt	3 mddt	18 mddt
<i>Hevea brasiliensis</i> Willd	0.0 b	23.8 c	4.9 a	26.5 b	0.5 a	2.7 b
<i>Musa sp</i>	0.0 b	-	2.0 b	-	0.3 b	-
<i>Theobroma cacao</i> L ¹	0.0 b	37.2 b	0.0 d	54.1 a	0.0 c	3.2 a
<i>Theobroma cacao</i> L ²	0.3a	48.8 a	0.7 c	53.3 a	0.4 ab	2.8

Las letras diferentes en la misma columna indican diferencias en la prueba de DMS al 0.05. *Theobroma cacao* L¹ = Comalcalco, *Theobroma cacao* L² = Cunduacán.

Fuente: Pérez *et al.*, 1999.

5.4.1. Asociación *Hevea brasiliensis* - *Chamaedorea elegans*

El desarrollo de las plántulas de *Chamaedorea elegans* en esta intercalación fue aceptable en los primeros meses de establecimiento; sin embargo, se presentó una reducción en los valores de las variables crecimiento, debido al efecto negativo de altas intensidades de luz a finales del mes de enero y febrero. Al presentarse la caída total de hojas del hule. En consecuencia, se presentó una alta mortalidad principalmente durante la etapa de sequía (Pérez *et al.*, 1999).

5.4.2. Asociación *Musa* sp - *Chamaedorea elegans*

La principal limitante de carácter técnico que afectó el desarrollo de las plántulas de palma camedor en esta asociación, fue la alta intensidad de luz, esto disminuyó conforme aumentó la edad de la plantación y el desarrollo de *Chamaedorea* sea mayor. Aunque el estado de desarrollo de las plántulas establecidas en esta asociación fue uno de los mejores, la condición de las plántulas observadas tres meses después del transplante se puede considerar como raquíptico y con altas probabilidades de pérdidas, pues se observó un nulo crecimiento. Esto obedeció a la inexistencia total de sombra, así como la alta presencia de malezas (Pérez *et al.*, 1999).

5.4.3. Asociación *Theobroma cacao* - *Chamaedorea elegans*

5.4.3. 1. Cunduacán

En una de las dos plantaciones localizadas en este municipio, esta asociación se consideró como una de las mejores, en comparación con las demás establecidas; en esta intercalación las plántulas tuvieron un buen establecimiento, donde se observó la emisión de raíces y hojas nuevas. En la segunda plantación, el desarrollo de las plántulas se vio disminuido tres meses después del transplante, debido a que no se realizó adecuadamente. Esta parcela fue establecida en un cacaotal de 5 años de edad, lo cual proporcionó sombra requerida por las plántulas, favoreciendo una alta incidencia de malezas (Pérez *et al.*, 1999).

5.4.3.2. Comalcalco

Para las asociaciones en este municipio, se utilizó plántula del tercer lote, caracterizado por el reducido tamaño y baja calidad del sistema radical y de follaje, que aunado al período de sequía posterior al transplante, así como al cubrimiento con hojas de cacao, se presentó una considerable mortalidad de plántulas, siendo necesario replantar para obtener un buen porcentaje de establecimiento (Pérez *et al.*, 1999).

Como se aprecia en el Cuadro 19, el desarrollo de la palma camedor asociada a las diferentes especies evaluadas adecuada, exceptuando la asociación con plátano, debido a que el cultivo principal se cambió y la palma se perdió en su totalidad. A los 1.5 años de realizado el transplante, el valor promedio de las variables evaluadas indica la existencia de follaje con características comerciales. Lo anterior se observa más específicamente para la variable LH (longitud de la hoja), pues el tamaño comercial es de 36-45 cm en su tamaño pequeño y de 45 a 60 en su tamaño mayor (Pérez *et al.*, 1999).

Cuadro 19. Desarrollo de la palma en las diferentes asociaciones.

Cultivos asociados	AP	Lh	NH
<i>Hevea brasiliensis</i> Willd	35.8	50.5	4.9
<i>Musa</i> sp	-	-	-
<i>Theobroma cacao</i> L ¹	49.2	70.6	5.4
<i>Theobroma cacao</i> L ²	73.3	101.3	5.3
Promedio	52.2	74.0	5.2

Fuente: Pérez *et al.*, 1999.

Excepto en la asociación *Musa* sp, los cultivos asociados con *Chamaedorea elegans* proporcionan una adecuada sombra para el establecimiento y desarrollo de las palmas transplantadas. La asociación con *Theobroma cacao* a una intensidad luminosa de 3,800 pies candela, es el mejor cultivo para establecer plantaciones de palma camedor. Es muy indispensable que en

estado incipiente de la plantación, se realicen las labores culturales y se le proporcione las condiciones óptimas de sombra a las plántulas de *Chamaedorea elegans*, ya que esto va a repercutir en los resultados. En el Cuadro 19 se puede observar que conforme los cultivos asociados le proporcionan a la palma una mayor sombra, la interacción entre estos componentes favorecen un adecuado desarrollo de *Chamaedorea elegans* (Pérez *et al.*, 1999).

5.5. Sistema Agroforestal *Chamaedorea* spp en Cuichapa, Veracruz

En una investigación realizada en el centro de Veracruz (Granados y Santiago, 2004), específicamente en la región de Córdoba, en el municipio de Cuichapa, se reporta que en las fincas de café existen tres subsistemas del sistema agroforestal palma camedor: subsistema agroforestal del monte, subsistema agroforestal de lomerío y subsistema agroforestal de huertos familiares. Estos sistemas están caracterizados por las siguientes características.

5.5.1. Sistema agroforestal del monte

Este sistema presenta una mayor diversidad arbórea. En el espaciamiento vertical se identificaron tres estratos: el primero está compuesto por árboles mayores de 20 m, en donde se aprecian especies como: Xochitlcuahuitl (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav), ceiba (*Ceiba pentadra* L), palo de agua (*Volchysia guatemalensis* Dom.Sm.), amate (*Ficus* sp), consaguico (*Sideroxylon camiri* A), y jonote (*Heliocarpos donnell – smithii* Rose). El segundo estrato lo conforman árboles que fluctúan entre 10 y 20 m de altura, como. cuverillo (*Coccoloba barbadensis* Jacq.), maneicillo (*Sauravia* sp), siete cuero (*Ateleia pterocarpa* Mociño & Sesse ex dieta), sangregado (*Croton draco* Schltdl.), y quebracho (*Diphysa robiniodes* Benth.) En el estrato inferior lo representan especies de árboles y arbusto menores de 10 m. Uno de los géneros más abundante es *Chamaedorea* spp con especies que cubren la mayor parte del dosel y en

menor abundancia el cultivo de café (*Coffea arabica* L.); entre las especies silvestres se hallan la mala mujer (*Nidoscolus* sp.), lengua de pajarito (*Gliricidia sepium* Jacq), volador (*Aspidosperma megalocarpon* Muell. Arg.) y rabo lagarto (*Zanthoxylum* sp). En este subsistema se desarrollan *Chamaedorea elatior*, *Chamaedorea metallica* y *Chamaedorea elegans*. En este sistema produce el 60 % del follaje comercial, siendo *Chamaedorea elegans* la más prolifera (Granados y Santiago, 2004).

5.5.2. Sistema agroforestal de lomerío

Este sistema presenta una menor diversidad al de montaña, existe una mayor selección y conocimiento acerca de las plantas que se manejan, así como una sistematización de las técnicas que se utilizan en el aprovechamiento de la palma. En estos sistemas las plantas de café se distribuyen en forma ordenada y existe un control sobre los componentes arbóreos, entre los que destacan especies maderables de alto valor comercial como el cedro rojo (*Cedrela odorata* L), manzanillo (*Sauravia* sp), rabo lagarto (*Zanthoxylum* sp), higuera (*Ficus* sp), palo mulato (*Bursera simaruba* L), y especies con valor frutícola como plátano (*Musa* sp) y mamey (*Pouteria sopota* Jacq) H. E. Moore & Stearn (Granados y Santiago, 2004).

Con respecto al género *Chamaedorea*, la especie *C. tepejilote* se regenera a partir de semillas que se producen en el sitio, y en contraste a *Chamaedorea elegans*, su regeneración se da a partir de plántulas extraídas de la vegetación natural de montaña, y son plantadas de manera sistemática. Este subsistema participa con un 30 y 40% de la producción de follaje. Dentro de éste se cultivan maíz (*Zea mays* L), frijol (*Phaseolus vulgaris* L) y calabaza (*Curcubita pepo* L) (Granados y Santiago, 2004).

5.5.3. Sistema agroforestal de huerto familiar

Dentro de este sistema sobresalen gran cantidad de elementos arbóreos y arbustivos, son especies con valor maderable, frutícola y ornamental. Éstas son: el cedro rojo (*Cedrela odorata* L), Xochitlcuahuitl (*Cordia alliodora* Ruiz & Pav), mamey (*Mammea americana* L), guanábana (*Annona muricata* L), naranja (*Citrus sinensis* L), limón (*Citrus aurantifolia* L), plátano (*Musa paradisiaca* L), coco (*Cocos nucifera* L), mango (*Magnifera indica* L), y yuca (*Yucca elephantiphis* Regel) especie utilizada como cerco vivo, además existen gran variedad de plantas medicinales (Granados y Santiago, 2004).

VI. CONCLUSIONES

En esta guía silvicultural, se mostró que *Chamaedorea elegans* es una especie con gran potencial agroforestal, debido a su gran número de usos investigados, y además es un componente de gran relevancia en los sistemas donde se le asocia, además de los sistemas alternativos que podría ofrecer a muchos productores rurales que sustentan parte de su economía para subsistir. Unas de las cualidades que ofrece esta especie, es la posibilidad de diversificar la producción a productores con cultivos de cafetales, naranjales, cacaotales, vainillales, bambullales, huleros, maderables, pimenteros, plataneros y sobre todo en los enriquecimientos de acahuales. Por las pocas exigencias que tiene esta especie, la palma camedor es una planta muy noble, lo cual permite asociarla con multiplicidad de especies de árboles, arbustos y herbáceas. Con estas cualidades, se le puede considerar como una “especie agroforestal”. En algunas regiones de nuestro país, ya se le tiene prioridad agroforestal. Tal es el caso en Veracruz, Tabasco, Hidalgo, y San Luis Potosí, en donde muchas comunidades se le encuentran como parte de sistemas agrisilvícolas, agroforestales, y como componente en huertos familiares.

Para las regiones donde se distribuye esta especie, es importante que se difunda el uso de estas tecnologías agroforestales, para enfocar un aprovechamiento racional de nuestros recursos, y conservación el germoplasma de los mismos. Es una especie que puede ayudar a contrarrestar la deforestación de las selvas tropicales, y al igual contrarrestar la pérdida de suelo, que en nuestro país es alarmante.

Es muy posible que *Chamaedorea elegans*, lleve a la certificación orgánica a muchos cultivos que se le asocien, ya que en la actualidad en los sistemas agroforestales que prevalece están buscando nuevas tecnologías inocuas en la producción.